(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 732 679 A1

(12) EUROPEAN PATENT APPLICATION

(43) Date of publication:
18.09.1996 Bulletin 1996/38

(51) Int Cl.[6]: **G09F 9/00**, B60K 35/00, B60Q 3/04

(21) Application number: **96301775.1**

(22) Date of filing: **15.03.1996**

(84) Designated Contracting States:
DE FR GB IT

(30) Priority: **16.03.1995 JP 83483/95**

(71) Applicants:
- **Hayashi Telempu Co., Ltd.**
  Nagoya-shi, Aichi 460 (JP)
- **Koike, Yasuhiro**
  Yokohama-shi, Kanagawa 225 (JP)

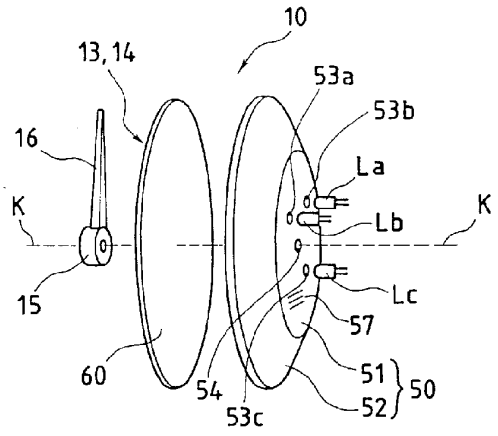
(72) Inventors:
- **Nonoyama, Naoaki**
  Anjo-shi, Aichi, 446 (JP)
- **Sakai, Takeya**
  Aichi, 470-01 (JP)
- **Izuhara, Megumi**
  Nisshin-shi, Aichi, 470-01 (JP)
- **Hattori, Yukitoshi**
  Nagoya-shi, Aichi 465 (JP)
- **Koike, Yasuhiro**
  Yokohama-shi, Kanagawa, 225 (JP)

(74) Representative: **Billington, Lawrence Emlyn**
HASELTINE LAKE & CO
Hazlitt House
28 Southampton Buildings
Chancery Lane
London WC2A 1AT (GB)

(54) Display panel for instruments installed in vehicles

(57) A display panel (10) of a speedometer includes a scattering light guide (50), a light source (LED, small incandescent lamp, etc.) La - Lc, a transparent sheet (60), and a pointer (16) having a rotation shaft (15). A masking (14) is printed on the colorless or colored transparent sheet (60). The shape of a notched part of the masking (14) forming the shining part (13) is defined in response to the display contents such as a speed scale, numerals, letters, etc. The disk-shaped scattering light guide (50) having an axis K has a center portion (51) having a uniform thickness and a tapered peripheral portion (52). Light source receiving holes (53a-53c) for receiving the light source elements La - Lc are disposed around a pointer passing hole (54). The displaying light exits mainly from the tapered periphery portion (52). In a case where a shining part (13) is required in the vicinity of the center portion (51), stipples (57) are formed on a part of the back side by blasting, so that a displaying light is produced by exiting from the scattering light guide (50).

F I G. 5

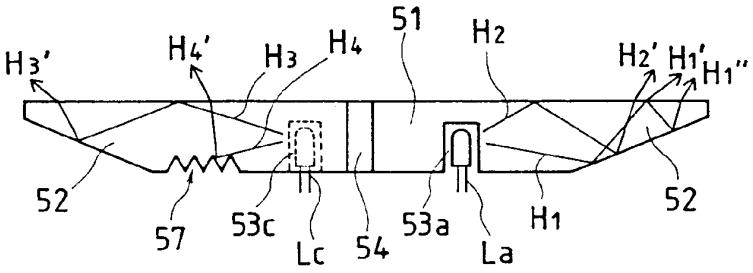


EP 0 732 679 A1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

IPR2025-00333
Samsung Electronics Co., Ltd. v. Sinotechnix, LLC.
Samsung's Exhibit 1003, Vol. 2
EX1003, Page 738

F I G. 7



Description

The present invention relates to a display panel for instruments installed in vehicles such as motor cars, airplanes, ships etc., or for the other devices similar to them, more particularly, relates to a display panel provided with a back light for illuminating display information from the back side thereof. Moreover, various kinds of instruments installed in vehicles and other devices similar to them are referred to as "instruments" for a general name in this specification.

There are installed in motorcars, airplanes, ships, etc., equipments provided with a display device for displaying various kinds of information such as a speed meter, a navigation system, an altimeter, an operation panel of an air conditioner, a tuning operation portion of a radio, etc. It is well known that a back light illumination mechanism for facilitating the perception of display at night, in a tunnel, etc., is built in the display panel for use in those instruments. The construction and the characteristics of conventional illumination mechanisms are described with examples of a speed meter and an operating portion of the air conditioner.

In Figs. 1 to 3, there are illustrated a schematic construction of a conventional display panel of a speed meter. Fig. 1 shows an external appearance viewing from the front side (observing side) together with a light source element and Fig. 2 shows an external appearance viewing from the back side (light incident side) in an element-exploded manner. Fig. 3a and Fig. 3b are sectional views taken along the line DD' and the line EE' in Fig. 2, respectively.

Referring to these drawings, a display panel of a speed meter represented as a whole by reference numeral 10 is constituted of a plate shape transparent light guide 11 made of an acryl resin, etc., two light source elements (incandescent lamp) L arranged at the back side of the transparent light guide 11, a diffusing sheet 12 arranged so as to overlap on the front side surface of the transparent light guide 11, a masking 14 having notch parts corresponding to shining parts 13, and a pointer 16 turning around a rotation shaft 15. The illustration of a rotation mechanism of the pointer 16 is omitted.

The masking 14 is usually made of a light shielding ink layer which is printed on the diffusing sheet 12. The shape of notch parts of the masking 14 which form the shining part 13 are defined according to the display contents of speed scale marks, numerals, and letters, etc. A transparent ink layer having a desired color is printed on the diffusing sheet 12 corresponding to this notch part.

Stipples 11C for guiding light to the front side based on edge lighting effect are formed on the surface of the transparent light guide 11 distant from the light source element L. As illustrated in Fig. 3a, a part of the light (represented as G1, G2) entering obliquely into the stipples 11C travels from the stipples 11C to the diffusing sheet 12. A scattered display light G3 is generated at the shining part 13 on which the masking 14 does not exist.

On the other hand, backward projecting parts 11A, 11B are disposed on left and right end portions of the transparent light guide 11 near the light source elements L, L. As illustrated in Fig. 3b, a strong light G4 is guided to the backward projecting part 11A (or 11B) with internal reflections repeated and then guided to a flat plate part of the transparent light guide 11. An attenuation print 12A for preventing the shining part 13 from becoming too bright locally is formed on a back surface part of the diffusing sheet 12 in the vicinity of the backward projecting parts 11A, 11B.

In this way, in conventional display panels of speed meter, additional constructions (diffusing sheet, stipples, backward projecting parts, attenuation print, etc.) are necessary in order to provide uniform and sufficient brightness for the shining parts.

Furthermore, it cannot be said that the efficiency of light is high, which makes difficult to use a light source element of a small size and a small electric power. As a result, limitations are given to simplification of the construction of the display panel, reduction in the size for the depth, saving of the manufacturing cost, and so on.

Next, as a typical example of display panel of the operating portion of a device installed in a car, a conventional construction of an operating portion for ON/OFF operation, cooling/heating changeover and the air temperature adjustment of a conditioner are described hereinafter with reference to Fig. 4.

Fig. 4 is a schematic element-exploded view of the construction of display panel of the operating portion of a conventional air conditioner. Classifying roughly, the display panel is constituted of a back light illuminating portion 20 and a main body 30 arranged so as to contact closely to the front side surface of the back light illuminating portion 20. The back light illuminating portion 20 includes a light source element (incandescent lamp) L and a transparent light guide 21 made of an acrylic resin.

The transparent light guide 21 has a base part 21A and extending parts 21B, 21C. A wide part 21D is disposed on a leading end of the extending part 21B. A U-shape space 23 between both of the extending parts 21B, 21C aims to let an operating lever (not shown) pass movably in the lateral direction. A hole 22 for receiving a light emitting part of the light source element L disposed on the base part 21A. Stipples 24 for transforming the light guided in the transparent light guide due to edge lighting effect into a back light illuminating light is disposed on the wide part 21D positioned at a portion distant from the light source element L.

On the other hand, a scattering sheet 31 is used as a base plate of the main body 30. A masking 33 made of a light shielding ink layer is formed on a surface of the scattering sheet 31 except the portion which forms a shining part 34. The shining part 34 may include desired letters such as HEAT, VENT, etc. Reference numeral 32 denotes a long

EX1003, Page 740

and narrow opening disposed so as to be juxtaposed with the space 23 between the extending parts of the transparent light guide, through which the operating lever (not shown) is disposed movably in the lateral direction. A printing having an appropriate light shielding function is realized on an back surface part 35 of the scattering sheet 31 in the vicinity of the light source element L.

The greater part of the light from the light source element L enters into the transparent light guide 21 from a peripheral portion of the hole 22 and is guided to the base part 21A, the extending parts 21B, 21C and the wide part 21D accompanied with the internal reflection. In this process, the light is guided toward a front surface of the main body 30 due to the function of the scattering sheet 31 and the stipples formed on the wide part 21D of the main body 30.

Thus, in display panels of the operating portion of conventional air conditioners, similarly to the case of display panels of speed meters, additional constructions (scattering sheet, stipples, extinct printing, etc.) are required in order to ensure a uniform and sufficient brightness on the shining parts. Moreover, it cannot be said that the efficiency of the light is high, which makes it difficult to use a light source element of a small size and a small electric power. As a result, similarly to the case of speed meters, limitations are given to the compactness of the construction of the display, reduction of manufacturing cost, and so on.

As described above with examples of a speed meter and operating portion of an air conditioner, conventional display panels require various additional constructions in order to ensure the uniformity and quantity of the brightness which contributes to the displaying, which makes it difficult to provide a display panel which is thin and compact in construction and is low in manufacturing cost. There are such problems commonly in display panels for use in instruments and the other devices similar thereto installed in vehicles.

An embodiment of the present invention may realise a compact and thin construction in a display panel of instruments installed in vehicles. It may also provide an electric power saving type display panel which facilitates ensuring of the quantity of light which contributes to the displaying and which is adapted to use small-sized and electric power saving source elements.

According to the present invention, there is provided a display panel for an instrument, in which a shining part for displaying information is formed by using a primary light source means and a plate-shape light guide optically coupled to said primary light source means, wherein at least a part of the light guide is constituted by a scattering light guide which has a region tending to reduce in thickness as distance increases away from the position at which the optical coupling occurs, and at least a portion of the shining part is provided by light exiting from said region.

The optical coupling with a primary light source may occur in a hole or recess disposed in the scattering light guide. The optical coupling may occur by disposing a sideward reflecting part for deflecting the light to an extending direction of the scattering light guide in the hole or recess.

The optical coupling may occur at an edge part of the scattering light guide. On this occasion, a cut part may be disposed on the edge part. Further, it is preferable that a light emitting diode for generating an incident light flux coordinately directed to the scattering light guide is adopted as the primary light source means.

As a means for preventing the light which does not contribute to the displaying from exiting from the scattering light guide, at least a part of the portion which does not correspond to the shining part may be coated with a layer having a refractive index lower than that of the scattering light guide.

The basic characteristics of the display panel according to the present invention reside in that the scattering light guide having a region having a tendency of reducing in thickness corresponding to the distance from the part at which the light-coupling occurs is used as a means for transforming the light emitted from the primary light source into the displaying light. For example, in a case where the optical coupling occurs on a center portion, a taper shape or wedge shape is given to the peripheral portion. In another case where the optical coupling occurs on a peripheral portion, a taper shape or wedge shape is given to a center portion or its peripheral region.

In order to improve the efficiency of the optical coupling of the scattering light guide and the primary light source means, the following measures may be applied.

(1) One or more holes are disposed in the scattering light guide for receiving the primary light source means.

(2) A reflecting part for converting a light propagating direction is disposed in the hole disposed on the scattering light guide.

(3) In a case where the optical coupling occurs on an edge part of the scattering light guide, a cut part is disposed on the edge part. Further, a light emitting diode for generating the incident light flux directed coordinately to the scattering light guide may be adopted as the primary light source means.

It is preferable that the layer having the refractive index lower than that of the scattering light guide is coated onto at least the part of the portion which does not correspond to the shining part as means for preventing the light which does not contribute to the displaying from exiting from the scattering light guide. In this case, there is only a little leakage from the high refractive index medium (scattering light guide) to the low refractive index medium (coating layer). Accordingly, if a light shielding layer is formed outside the coating layer, absorption loss is avoided.

EX1003, Page 741

If a display panel according to the present invention is applied to the display panel of various kinds of the instruments installed in motorcars, airplanes, ships, etc., a thin construction which ensures the displaying light with a high efficiency is realized, through which the manufacturing cost and the consumption of electric power can be reduced. Further, since the scattered exiting light from the scattering light guide is used as the displaying light, "soft displaying light" can be obtained without additional constructions such as light diffusing sheet, and so on.

Fig. 1 is a schematic view of a display panel of a conventional speed meter, viewing from the front side (observation side) thereof;
Fig. 2 is a view of a schematic view of a display panel of a conventional speed meter, viewing from the back side (light incident side) thereof, which is shown in an element-exploded manner;
Fig. 3a is a sectional view taken along the line DD' in Fig. 2, and Fig. 3b is a sectional view taken along the line EE' in Fig. 2;
Fig. 4 is a schematic view of a display panel of the operating portion of a conventional air conditioner, which is shown in an element-exploded manner;
Fig. 5 is a view of a schematic view of a display panel according to the first embodiment, which is shown in an element exploded manner;
Fig. 6 is a view of the front side (light exiting side) of the scattering light guide for use in the first embodiment;
Fig. 7 is a diagram to explain the behavior of the light in the scattering light guide by using the sectional view taken along the line AA' of Fig. 6;
Fig. 8 is a diagram to illustrate optical coupling exhibited in a case where the shape of a hole disposed on the scattering light guide is devised;
Fig. 9 is a diagram to explain the optical coupling realized by receiving a light emitting diode (LED) in the hole disposed on the scattering light guide;
Fig. 10a is a view of the main part of the second embodiment viewing from the back side thereof and Fig. 10b is a view of the same main part viewing from the front side thereof;
Fig. 11a is a view of the main part of the third embodiment viewing from a back side thereof and Fig. 11b is a view of the same main part viewing from the front side thereof;
Figs. 12a, 12b, 12c are views of illustrating examples of cuts formed on an end face of a corner of the scattering light guide in order to improve efficiency of the optical coupling;
Figs. 13a and 13b are views to explain examples in which a cap construction of a light emitting diode (LED) is improved in order to improve efficiency of the optical coupling exhibited when the LED is used as a primary light source in the display panel according to the present invention;
Fig. 14a is a view of the main part of the fourth embodiment viewing from the back side thereof and Fig. 11b is a view of the same main part viewing from the front side thereof;
Fig. 15 is a partially cutaway and enlarged sectional view of a display panel of the fifth embodiment;
Fig. 16 is a perspective view showing the sixth embodiment in which the invention is applied to a display panel of the operating portion of an air conditioner; and
Fig. 17 is a simplified sectional view taken along a plane shown by the symbol A in Fig. 16.

First, referring to Figs. 5 to 8, the first embodiment in which the invention is applied to a display panel of a speed meter is described. In respective drawings, a part of the reference numerals used in the conventional example are diverted thereto.

In the respective views, a display panel of a speed meter specified by as a whole reference numeral 10 is constituted of a scattering light guide 50, three light source elements (LED, small-sized incandescent lamp, etc.) La - Lc, a transparent sheet 60 arranged so as to overlap on the front side surface of the scattering light guide 50 and a pointer 16 turning around a rotation axis 15. Moreover, the existences of a masking 14 disposed on the front side surface of the transparent sheet 60 and the shining parts 13 corresponding to the notch parts of the transparent sheet 60 are shown by only the reference numerals thereof.

The masking 14 is arranged in a similar manner to that of Fig. 1 except that the masking 14 is printed on the transparent sheet 60. Similarly, a shape of the notch parts of the masking 14 which forms the shining part 13 is defined according to the display contents such as speed scales, numerals, letters, etc. Moreover, the transparent sheet 60 may be made of a colorless transparent sheet or a colored transparent sheet. For example, similarly to the example shown in Fig. 1, a transparent ink layer with a desired color may be printed on a portion corresponding to the notch portion of the masking 14.

The scattering light guide 50 shaped into a disk having an axis K corresponding to the rotation shaft 15 is constituted of a center portion 51 having a uniform thickness and a periphery portion 52 shaped in a taper having a tendency of reducing in thickness in the radial direction. A hole 54 through which a driving shaft (not shown) of the pointer 16 is formed on the center portion 51 at the center thereof, at a periphery portion of which the appropriate number (three in

EX1003, Page 742

this embodiment) of the light source receiving holes 53a - 53c are formed. The respective light source receiving holes 53a - 53c receive small-sized light source elements La, Lb and Lc.

Reference numeral 57 denotes stipples formed by a blast processing on a part of the back side surface of the center portion 51. This stipples 57 are disposed appropriately in a case where not only a peripheral portion of the display panel but also a portion in the vicinity of the center portion, etc. are required to provide a shining part 13 (Refer to "km/h" in Fig. 1).

Generally, the scattering light guide 50 is made of a material having a refractive index ununiform structure in which different refractive index particles are distributed uniformly in the transparent matrix. On this occasion, there is used the material in which fine particles (particle diameter of 2μm) made of a silicone resin as different refractive index particles are distributed in the matrix made of poly (methyl methacrylate) (PMMA) uniformly at a rate of 0.07wt%.

Especially, referring to Fig. 7, the behavior of the light exhibited in the scattering light guide 50 will be understood.

In order to simplify the explanation, the propagation of the light which experiences no scattering in the scattering light guide 50 is exemplified by four light beams in Fig. 7. The behavior of respective light beams are as follows:

[H1; the light which exits from the light source element La or the other light source element and enters into an inclination face of the taper shape peripheral portion 52]

The representative light in this path enters into the front side surface of the scattering light guide 50 at a relatively small angle after it reflects at the inclination surface. If this inclination angle is less than the critical angle (about 42° in a case where PMMA matrix is used), a part of the light corresponding thereto exits as an illuminating light H1' from the scattering light guide 50. Even if it is not less than the critical angle at the first entrance, a smaller incident angle will be obtained at the time of the second or the subsequent entrance, so that there is a high probability that the light exits from the scattering light guide 50 as the illuminating light H1'.

In the description below, when the incident angle of the light entering into a surface of the scattering light guide 50 from inside is less than the critical angle, it is expressed by "the escaping condition is satisfied", or the like.

[H2, H3; the light which exits from the light source element Lc or the other light source element and enters into the front side surface of the scattering light guide 50]

The representative light in this path enters into the front side surface of the scattering light guide 50 at a relatively large angle, wherein there is a high probability that the total reflection is realized. The greater part of the light reflected totally enters again into the front side surface of the scattering light guide 50 after it reflects at the inclination surface of the periphery portion 52. Since the incident angle at this time is less than the last incident angle, similarly to the case of the light beam H1, there is a high probability that the escaping condition is satisfied and then the light corresponding thereto exits from the scattering light guide 50 as the illuminating lights H2', H3'. If the escaping condition is not satisfied at the first entrance, the smaller incident angle is obtained at the time of the second (or subsequent) entrance, so that there is a high probability that the light exits from the scattering light guide 50 as the illuminating light.

[H4; the light which exits from the reflecting light source element Lc or the other light source element, and enters into the stipples 57]

The greater part of the respective light in this path is changed in direction greatly at the stipples 57 and is directed to the front side surface of the scattering light guide 50, entering thereinto at a small incident angle not greater than the critical angle. Accordingly, there is a high probability that the escaping condition is satisfied, so that the light corresponding thereto exits from the scattering light guide 50 as the illumination lights H2', H3'.

In the above description, no scattering in the scattering light guide 50 is taken account into consideration. In a case where the scattering in the scattering light guide 50 is taken account into consideration, the light with a diffusing angle to some extent in the propagating directions of the respective light beams should be considered. The reason is that the scattering power caused by the fine refractive index ununiform structure (different refractive index particles in this embodiment) distributed in the scattering light guide 50 shows basically a forward scattering. However, when the size (the diameter of particles having different refractive indexes) of individual refractive index ununiform structure becomes small (for example, not greater than 0.01μm), a tendency of reducing in the degree forward scattering grows.

Therefore, for example, in case of distributing a large quantity of different refractive index particles less than 0.1μm greatly, the light from the light sources La - Lc may not be sent up to the peripheral portion 52 sufficiently. Then, it is preferable that the density and the size of the refractive index ununiform structures distributed in the scattering light guide 50 are adjusted in such a manner that the light exiting from the light source elements La - Lb are sent sufficiently to the peripheral portion 52. Generally, it is preferable that the larger the size of the scattering light guide 50 is, the smaller the density of the refractive index ununiform structures is.

In this embodiment, in a case where the refractive index ununiform structures are made of different refractive index particles, the density of the refractive index ununiform structures is adjusted according to the addition rate of the different refractive index particles. Tables 1 and 2 show some preferable examples of materials employed as polymer matrix of the scattering light guide 50 used in display panels of speed meters of a usual size. As different refractive index particles, silicone type micro particles, for example, are available.

EX1003, Page 743

Table 1

Category	Name of Polymer	Refractive Index
MA	1. PMMA [polymethyl methacrylate]	1.49
	2. PEMA [polyethyl methacrylate]	1.483
	3. Poly(nPMA) [poly-n-propyl methacrylate]	1.484
	4. Poly(nBMA) [poly-n-butyl methacrylate]	1.483
	5. Poly(nHMA) [poly-n-hexyl methacrylate]	1.481
	6. Poly(iPMA) [polyisopropyl methacrylate]	1.473
	7. Poly(iBMA) [polyisobutyl methacrylate]	1.477
	8. Poly(tBMA) [poly-t-butyl methacrylate]	1.463
	9. PCHMA [polycyclohexyl methacrylate]	1.507
XMA	10. PBzMA [polybenzyl methacrylate]	1.568
	11. PPhMA [polyphenyl methacrylate]	1.57
	12. Poly(1-PhEMA) [poly-1-phenylethyl methacrylate]	1.543
	13. Poly(2-PhEMA) [poly-2-phenylethyl methacrylate]	1.559
	14. PFFMA [polyfurfuryl methacrylate]	1.538
A	15. PMA [polymethyl acrylate]	1.4725
	16. PEA [polyethyl acrylate]	1.4685
	17. Poly(nBA) [poly-n-butyl acrylate]	1.4535
XA	18. PBzMA [polybenzyl acrylate]	1.5584
	19. Poly(2-ClEA) [poly-2-chloroethyl acrylate]	1.52

Table 2

Category	Name of Polymer	Refractive Index
AC	20. PVAc [polyvinyl acetate]	1.47
XA	21. PVB [polyvinyl benzoate]	1.578
	22. PVAc [polyvinyl phenyl acetate]	1.567
	23. PVClAc [polyvinyl chloroacetate]	1.512
N	24. PAN [polyacrylonitrile]	1.52
	25. Poly(αMAN) [poly-α-methyl acrylonitrile]	1.52
α-A	26. PMA(2Cl) [polymethyl-α-chloroacrylate]	1.5172
St	27. Poly(o-C1St) [poly-o-chlorostyrene]	1.6098
	28. Poly-(p-FSt) [poly-p-fluorostyrene]	1.566
	29. Poly(o, p-FSt) [poly-o-, p-difluorostyrene]	1.475
	30. Poly(p-iPSt) [poly-p-isopropyl styrene]	1.554
	31. PSt [polystyrene]	1.59
C	32. PC [polycarbonate]	1.59

Due to such characteristics of the scattering light guide 50 having a taper shape peripheral portion 52, a shining part 56 is formed at the front side of the peripheral portion 52 of the scattering light guide 50 when the light source elements La - Lc are turned on, as shown in Fig. 6. A shining part 57' is formed also on the back side of the center portion 51 on which the stipples 57 is formed. Only a little quantity of light leaks from the other part.

The first embodiment described above has the following advantages reflecting the features of the invention.

1. Since the backward projecting parts in the conventional example (see reference numerals 11A, 11B in Fig. 2) become unnecessary, display panels can be simplified and made thin.
2. The greater part of the light entering into the scattering light guide 50 is transmitted to the peripheral portion 52 and then exits therefrom. In a case where a part of the center portion 51 is required to be a shining part 57', stipples

57 are formed on the back side part thereof. Thus, the light in the guide 50 is prevented from exiting from the area which does not contribute to the displaying.

3. The optical coupling with the scattering light guide 50 can be improved by surrounding the light source elements (light emitting part) La - Lc by the inner walls of the receiving holes 53a - 53c.

In order to further improve the efficiency of the optical coupling of the primary light source and the scattering light guide, the following means may be adopted for the optical coupling regions of both of them. Here, for convenience' sake, the constructions and the reference numerals in the first embodiment are cited as required.

[I] The shape of the inner wall of the holes formed in the back side of the scattering light guide is devised, thereby obtaining such a reflecting property as to guide the light sideward.

According to this means, even if the light source elements La - Lc are arranged outside the holes 52a - 53c, the efficiency of the optical coupling can be maintained high. Fig. 8 is a view to explain one example to which this means is applied in such a manner that the light source elements are arranged outside the holes 53a - 53c. Since respective holes 53a - 53c are equivalent in construction and function with each other, only the hole 53a and the light source element La for supplying the light to the hole 53a are shown in Fig. 8.

A sideward reflecting part 53a' of the scattering light guide 50 formed as a conical projection is disposed inside the hole 53a, and the light source element La is arranged coaxially outside the hole 53a. The greater part FL1 of the light flux radiated from the light source element La is reflected at the surface of the sideward reflecting part 53a' inside the hole 53a, then transformed to the light flux FL4 travelling toward all around radial directions. Since the light flux FL4 enters into the cylindrical inner wall of the hole 53a substantially vertically thereto, it is introduced into the scattering light guide 50 with a high efficiency.

Some of the light reflected at the cylindrical inner wall is introduced to the scattering light guide 50 through various paths. Moreover, treatments for improving the reflecting property may be applied on the surface thereof in order to improve the reflecting function of the sideward reflecting part 53a'. Generally, the light source element La may be an incandescence lamp (bulb), LED, or the like. However, as described in the following [2], it is preferable that the light source element having a radial directivity is used in order to make efficient use of the sideward reflecting part 53a'. As such a light source element, LEDs having a radial directivity are known.

[2] The light source element received in the receiving hole is devised to cause the sideward radial directivity.

Fig. 9 is a view to explain an example in which this means is applied to an arrangement for receiving light emitting diodes (LEDs) in the holes 53a - 53c. Since respective holes 53a - 53c are equivalent in construction and function with each other, only the hole 53a and the light source element LEDa for supplying the light to the hole 53a are shown in Fig. 9.

The LEDa used in this embodiment is characterized by a cap part CP. That is, a conical recess shape sideward reflecting part RF is disposed on the cap part CP. The light fluxes FL1, FL1', FL1" radiated forward from a light emitting part EM of LEDa are reflected at the sideward reflecting part RF, then transformed to the light fluxes FL4 which are travelling toward all around radial directions. Since the reflection at the sideward reflecting part RF is caused by the entrance from the high refractive index material side, the greater part of the light can be totally reflected if the inclination of the sideward reflecting part RF is made large to some extent.

For example, in a case where the material of the cap is made of an epoxy resin (refractive index of about 1.56), the critical angle is about 40°. If the inclination of the sideward reflecting part RF is made larger than this angle, the light beam directed forward from the light emitting part EM is reflected totally at the sideward reflecting part RF. An inclination of about 45° is advantageous to introduce the light from the inner periphery walls of the receiving holes 53a - 53c into the scattering light guide 50.

Accordingly, it is preferable that the inclination of the sideward reflecting part RF is made about 45° and the material of the cap has a refractive index equal or larger than that of the epoxy resin.

According to this means, the light is introduced efficiently into the scattering light guide along the extending direction of the scattering light guide. That is, the advantage exhibited in a case where the light source element is received inside the hole formed in the scattering light guide (i.e. the above-mentioned advantage 3) is made striking.

Next, the second and the third embodiments are described, in which the construction having an optical coupling part for a primary light source and a scattering light guide at the edge part of the scattering light guide is applied to a speed meter. Since these two embodiments and the first embodiment are different only in the optical coupling part for the scattering light guide and the primary light source, the illustration and the explanation for the other features are omitted.

Fig. 10a is a view of the main part of the second embodiment viewing from the back side thereof and Fig. 10b is

EX1003, Page 745

a view of the same viewing from the front side thereof. The scattering light guide 50 used in this embodiment comprises five elements 58a, 58b, 58c, 58d and 58e. The scattering light guide 50 may be produced by integral molding or assembling of the respective molded elements.

The elements 58a, 58b, 58c and 58d are identical in size and construction, each of the elements having a corner CR, a uniform thickness part and a wedge part. For example, reference numeral 58a' denotes a uniform thickness part of the element 58a, and 58a" a wedge part of the element 58a. The wedge part 58a" shaped in circular ring as a whole (the reference numeral is described only as to the element 58a) is formed in such a manner that the thickness reduces gradually toward the center axis K, being continued to the center uniform thickness part 58e.

Four light source elements (LED, small-sized incandescence lamp, etc.) La - Ld are arranged in the vicinity of the respective corners CR. Cuts, such as to be illustrated in Figs. 12a - 12c are formed on the surfaces of the respective corners CR in order to improve the efficiency of optical coupling. The stipples 57 are formed on a part of the center uniform thickness part 58e by blast processing.

The light radiated from the light source elements La - Ld are introduced from the respective corners CR to the uniform thickness part 58a', and the greater part thereof reach the wedge part 58a. In the wedge part 58a", due to the same principle as that explained in the first embodiment with reference to Fig. 7, the light exits to the front side of the scattering light guide, thereby providing a shining part 56 as shown in Fig. 10b. Moreover, the remaining light passing through the wedge part 58a" travels to the center uniform thickness portion 58e and then exits at the portion corresponding to the stipples 57 to the front side of the scattering light guide, so that the shining part 57' is formed. The part of the scattering light guide 50 except the wedge part 58" may be made of a transparent material.

The second embodiment explained above also is advantageous to give a small depth size to the display panel. Moreover, light exiting is prevented intensively except in the portion (i.e. wedge part and stipples) which requires displaying light.

The third embodiment corresponds to a modification of the above second embodiment.

Fig. 11a is a view of the main part of the third embodiment viewing from the back side thereto and Fig. 11b is a view of the same main part viewing from the front side thereof. The scattering light guide 50 used in this embodiment comprises five elements 59a, 59b, 59c, 58d and 59e. The scattering light guide 50 may be produced by integral molding or assembling of the respective molded elements.

The elements 59a, 59b, 59c and 59d are identical in size and construction, each of the elements having a corner CR, a uniform thickness part and a wedge part. For example, reference numeral 59' denotes a uniform thickness part of the element 59a, and 59a" a wedge part of the element 59a. The wedge part 59" (reference numerals are denoted only as to the element 59a, hereafter) is formed in such a manner that the thickness reduces gradually toward the center axis K, being continued to the center uniform thickness part 59e.

Total four light source elements (LED, small-sized incandescent lamp, etc.) La - Ld are arranged in the vicinity of the respective corners CR. Cuts, such as illustrated in Figs. 12a - 12c are formed on the surfaces of the respective corners CR in order to improve the efficiency of optical coupling. The stipples 57 are formed on a part of the center uniform thickness part 58e by blasting processing.

The light radiated from the light source elements La - Ld are introduced from the respective corners CR to the uniform thickness part 59a', the greater part thereof reaching the wedge part 59a. In the wedge part 59a", due to the same principle as explained in the first embodiment with reference to Fig. 7, the light exits to the front side of the scattering light guide, thereby providing a shining part 56 as shown in Fig. 11b. Moreover, the remaining light passing through the wedge part 59a" travels at the center uniform thickness part 59e and exits at the portion corresponding to the stipples 57 to the front side of the scattering light guide, so that the shining part 57' is formed. The part of the scattering light guide 50 except the wedge part 59" may be made of a transparent material.

Similarly to that of the second embodiment, the third embodiment explained above also is advantageous to give a small depth size to the display panel exiting. Moreover, light is prevented intensively except the portion (i.e. wedge part and stipples) which requires the displaying light.

In a case where the light guide is optically coupled with the primary light source at the corner CR as the above-mentioned second embodiment and the third embodiment, the efficiency of the optical coupling can be improved by devising the light source elements La - Ld used as primary light source means.

Figs. 13a and 13b show two examples in which a cap construction of a light emitting diode (LED) is improved to be realized. In the example shown in Fig. 13a, it is preferable that the cap part CP of LEDa' is flat and the thickness s1 thereof is the same as that of the corner CR of the scattering light guide 50, and further the width thereof is the same as that of the corner CR (width of the cut forming part) of the scattering light guide 50. The leading end of the cap forms a cylindrical lens part LS.

The light flux radiated forward from the light emitting part Em with a diffusion to some extent the diffusion in the thickness direction is controlled by the cylindrical lens part LS, thereby being converted into the flat light flux. Accordingly, when the LEDa' is arranged in the vicinity of the respective corners CR of the scattering light guide 50 so as align to them, the light can be supplied into the scattering light guide efficiently along the direction of the scattering light guide.

EX1003, Page 746

In the example shown in Fig. 13b, the cap part CP of the LEDa" is shaped in a rectangular column and an inclined flat shape sideward reflecting part RF is disposed at a leading end of the cap part CP. The light flux radiated forward from the light emitting part EM of the LEDa" is reflected at the sideward reflecting part RF, then converted to the light flux directed sideward. Since the reflection occurs on the side of the high refractive index material in the sideward reflecting part RF, the greater part of the light can be totally reflected due to the same reason as that described in Fig. 9.

When such a LEDa" is arranged in the vicinity of the respective corners CR of the scattering light guide 50 so as to align to the light guide, the light can be supplied into the scattering light guide.

Next, the fourth embodiment which is preferable in a case where it is enough that the shining part is formed only on a peripheral portion of a display panel for speed meter is described. In this embodiment, since the difference from the first embodiment resides only in the optical coupling of a scattering light guide and a primary light source, the illustration and the explanation of the other features are omitted.

Fig. 14a is a view of the main part of the fourth embodiment viewing from the back side and Fig. 14b is a view of the same main part viewing from the front side thereof. The scattering light guide 50 used in this embodiment comprises two U-shaped elements 50a, 50b. The scattering light guide 50 may be produced by integral molding or assembling of the respective molded elements.

The both elements 50a, 50b are identical in size, and the shape is in a mirror image manner. The thickness of both of the elements 50a, 50b reduce gradually from end surfaces 50a', 50b' for the optical coupling, both of them being connected to each other at the thinnest part 50ab. Reference symbol K denotes a center axis of the display panel.

The light radiated from two light source elements La, Lb arranged in the vicinity of the end surfaces 50a', 50 b' is introduced into respective elements 50a, 50b, then guided toward the thinnest part 50ab from both of them. In this process, the light exits to the front side of the scattering light guide due to the same principle as that explained in the first embodiment with reference to Fig. 7, and the shining part 56 shown in Fig. 12b is formed.

The fourth embodiment explained above is advantageous to give a small depth size to the display panel. Further, light is prevented intensively except the portion which requires the displaying light. Moreover, the cuts which are the same as that shown in Figs. 12a - 12c may be formed at the end surfaces 50a', 50b' in order to improve the efficiency of the optical coupling at the end surfaces 50a', 50b'. The above-mentioned LEDs shown in Figs. 13a and 13b may be used for the light source elements La, Lb.

As means for ensuring sufficiently the quantity of light which contributes to the displaying, the coating layer of a low refractive index material (ink, paint, etc.) may be used in addition to the shape (especially, transition of thickness) of the scattering light guide which constitutes the light guiding plate. The fifth embodiment and the sixth embodiment in which this idea is applied to the display panel for speed meter and the operating portion of air conditioner are described with reference to Figs. 15 and 16.

Fig. 15 is a partially cutaway view and a partially enlarged sectional view of a display panel of a fifth embodiment. Since the arrangement of the light source element and the construction of the elements except the scattering light guide of the display panel, etc., are the same as those of the first embodiment, the illustration and detailed explanation for them are omitted. However, it should be noted that the transparent sheet 60 used in the first embodiment is not used in the fifth embodiment.

In Fig. 15, the light guide used in the display panel is constituted of the scattering light guide 50 shaped in a disk having the center at the axis K, similarly to the first embodiment. The scattering light guide 50 is constituted of the center portion 51 having a uniform thickness and the peripheral portion 52 shaped in a taper reducing in thickness in the radial direction. A hole 54 for the pointer is formed at the center of the center portion 51. An appropriate number of the light source receiving holes (not shown) are formed around the hole 54.

As shown in the enlarged sectional view for the circle part, the coating layer 61 having a refractive index lower than that of the matrix of the scattering light guide 50 is formed on the displaying surface of the scattering light guide 50 except the portion for the shining part 56. For example, the ink made of a fluorine type material is preferable as the material of the coating layer 61, since it has a relatively low refractive index. The layer 62 formed outside the coating layer 61 is a light shielding ink layer having a background color of the display panel. The layers 61, 62 are not formed on the portion corresponding to the shining part 56 where the surface of the scattering light guide 50 should be exposed.

However, a transparent ink layer may be applied in response to the requirement of the displaying color. On this occasion, it is preferable to use an ink layer having a refractive index higher than that of the matrix of the scattering light guide 50, so as to avoid reduction in brightness of the shining part 56.

An important feature of this embodiment resides in that the light is prevented from leaking due to the presence of the coating layer 61 having a refractive index lower than that of the matrix of the scattering light guide 50. That is, it is general that many inks are higher in refractive index than the material (acryl resin, etc.) of the light guiding plate (scattering light guide 50). Accordingly, in a case where the display information is put directly on the light guiding plate, the light exiting from the light guiding plate is easily absorbed, so that a less bright shining part is obtained.

On the contrary, in this embodiment, the light is held in the scattering light guide 50 by the coating layer 61 of low refractive index not only in the uniform thickness part 51 but also in the taper shape periphery portion 52. Accordingly,

EX1003, Page 747

the light is prevented from leaking out through the boundary of the scattering light guide 50 and the coating layer 61, thereby the absorption loss being avoided. As a result, the strong light which contributes to the displaying exits concentratedly from the portion at which the layers 61, 62 do not exist, so that the bright shining part 52 is formed. Then, the transparent sheet (see reference numeral 60 in Fig. 1) on which the display information is put is omitted without reducing the brightness of the display.

Fig. 16 is a perspective view showing the sixth embodiment in which the invention is applied to a display panel of the operating portion for an air conditioner. Further, Fig. 17 is a simplified sectional view taken along the plane shown by the symbol A in Fig. 16. In this embodiment, the scattering light guide 70 constituting a back light illuminating part is shaped in a wedge over the total length thereof. A semi-circle cut part 74 which receive the whole or a part of the light source element L is formed on the thick side end part 73.

A coating layer 71 having a refractive index lower than that of the matrix of the scattering light guide 70 is formed by using, for example, a fluorine type ink on the displaying surface side of the scattering light guide 70 except the portion for shining part. The layer 72 formed outside the coating layer 71 is a light shielding ink layer having a background color of the display panel. In Fig. 17, two portions denoted by reference numerals 76, 76' are exemplified as the examples of the portion corresponding to the shining part.

The coating layers 71, 72 are not formed on the portion corresponding to the shining parts 76, 76' (and other parts for letters, figures, etc.), with the surface of the scattering light guide 50 exposed.

Accordingly, the light is held effectively in the scattering light guide due to the same reason similar to that of the sixth embodiment, thereby the light being prevented from leaking the through the boundary of the scattering light guide 70 and the coating layer 71, and the absorbing loss being avoided. As a result, the strong light which contributes to the displaying exits concentratedly from the portion at which the layers 71, 72 do not exist, so that the bright shining part 52 is formed.

An air layer may exist on the back side of the scattering light guide 70 and the low refractive index coating layer 75 made of the same material as that of the front side may be formed thereon. Instead of the air layer and the coating layer, a reflecting body made of silver, aluminum, a white reflective sheet, etc., may be arranged thereon.

Finally, compositions of scattering light guides used in display panels according to the invention and producing methods thereof are explained supplementarily. As described in the first embodiment, generally, the scattering light guide 50 is made of a material having refractive index ununiform structures uniformly dispersed in a matrix of the transparent resin. Examples of the resin matrix are shown in Tables 1 and 2.

In one example described already, particles (particle diameter of 2μm) made of a silicone type resin as different refractive index particles are dispersed uniformly at a rate of 0.07wt% in the matrix made of poly (methyl methacrylate) (PMMA). Hereinafter, there are described some of the examples of preferable composition and manufacturing/forming methods.

[Example 1] (described in the first embodiment);

Resin matrix; poly (methyl methacrylate) (PMMA)
Kind of dispersed fine particles; silicone type fine particle
Particle diameter and content; 2μm, 0.07wt%
Molding method; casting polymerization, biaxial extrusion molding

[Example 2];

Resin matrix; poly (methyl methacrylate) (PMMA)
Kind of dispersed fine particles; glass beads
Particle diameter and content; 8μm, 0.06wt%
Molding method; casting polymerization, biaxial extrusion molding

[Example 3];

Resin matrix; poly (methyl methacrylate) (PMMA)
Kind of dispersed fine particles; styrene (St) bridging fine particle
Particle diameter and content; 8μm, 0.005wt%
Molding method; casting polymerization, biaxial extrusion molding

[Example 4];

Resin matrix; polycarbonate (PC)

EX1003, Page 748

Kind of dispersed fine particles; silicone type fine particle
Particle diameter and content; 2μm, 0.01wt%
Molding method; kneading polymer and fine particle, biaxial extrusion molding

[Example 5];

Resin matrix; polycarbonate (PC)
Kind of dispersed fine particles; poly (methyl methacrylate) (PMMA) bridging fine particle
Particle diameter and content; 8μm, 0.03wt%
Molding method; kneading polymer and fine particle, biaxial extrusion molding

[Example 6];

Resin matrix; polycarbonate (PC)
Kind of dispersed fine particles; styrene (St) bridging fine particle
Particle diameter and content; 8μm, 1.7wt%
Molding method; kneading polymer and fine particle, biaxial extrusion molding

[Example 7];

Resin matrix; polycarbonate (PC)
Kind of dispersed fine particles; glass bead
Particle diameter and content; 8μm, 0.02wt%
Molding method; kneading polymer and fine particle, biaxial extrusion molding

As described in detail above, if a display panel according to the present invention is applied to various kinds of the instruments installed in motorcars, airplanes, ships, etc., displaying light with a high efficiency is obtained and the depth size of display panel can be made small, while manufacturing cost and electric power comsumption are reduced. Further, since the displaying is given by an exiting light from the scattering light guide of the display panel according to the invention, a soft displaying light which does not stimulate the eyes can be obtained without additional constructions such as light diffusing sheet, or the like.

It is to be understood that the invention may also be applicable to instruments in locations other than vehicles, for example in stationary equipment control panels, where it is desirable for the instrument to be illuminated.

Claims

1. A display panel for an instrument, in which a shining part for displaying information is formed by using a primary light source means and a plate-shape light guide optically coupled to said primary light source means, wherein at least a part of the light guide is constituted by a scattering light guide which has a region tending to reduce in thickness as distance increases away from the position at which the optical coupling occurs, and at least a portion of the shining part is provided by light exiting from said region.

2. A display panel according to claim 1, wherein the optical coupling occurs in a hole or recess disposed in the light guide for receiving a primary light source means or for receiving light from a primary light source means.

3. A display panel according to claim 2, wherein a reflecting means for deflecting light to the direction of the scattering light guide is disposed in said hole or recess.

4. A display panel according to claim 1, wherein the optical coupling occurs at an edge of the scattering light guide.

5. A display panel according to claim 4, wherein a cut part for optical coupling is disposed on said edge.

6. A display panel according to any one of the preceding claims, wherein at least a part of that portion of the scattering light guide which does not correspond to said shining part is covered with a layer having a refractive index lower than that of the scattering light guide.

7. A display panel according to claim 6, wherein the outside of said layer is further covered with a light shielding layer.

EX1003, Page 749

8. A display panel according to claim 4, or any one of claims 5, 6 and 7 when appended to claim 4, wherein the primary light source means comprises a light emitting diode for generating an incident light flux coordinately directed to the scattering light guide.

9. A display panel according to any one of the preceding claims, for an instrument which is adapted to be installed in a vehicle.

EX1003, Page 750

FIG. 1

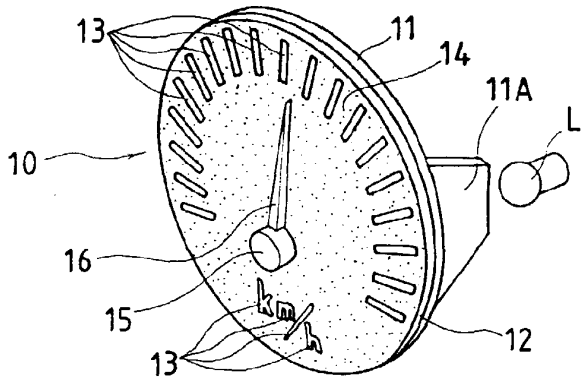


FIG. 2

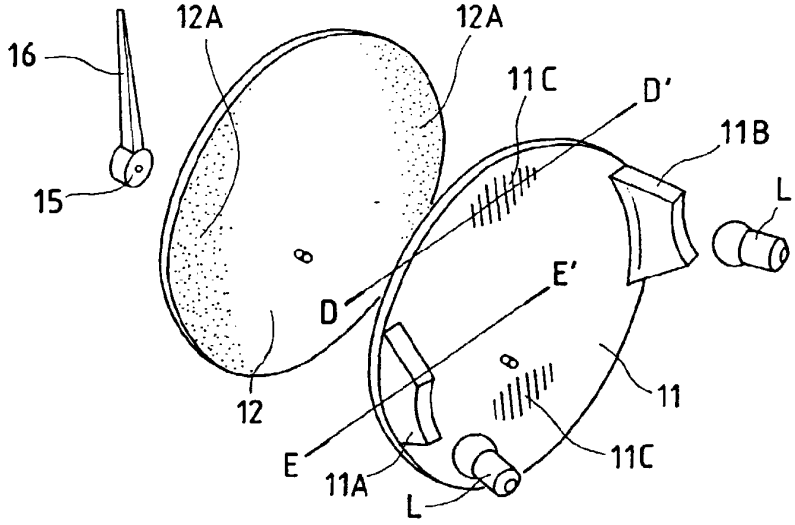
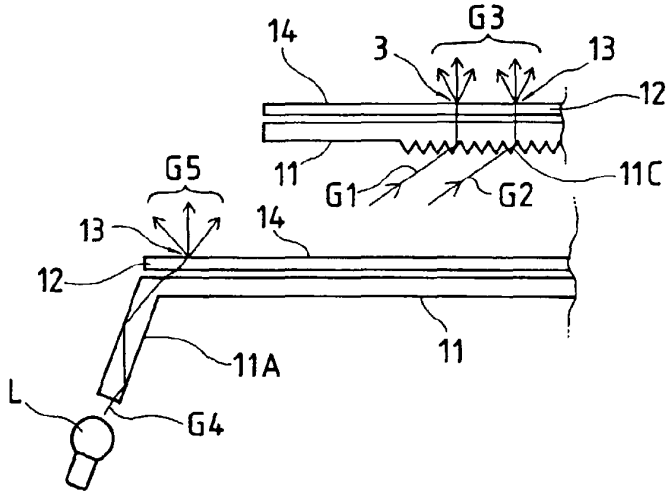


FIG. 3



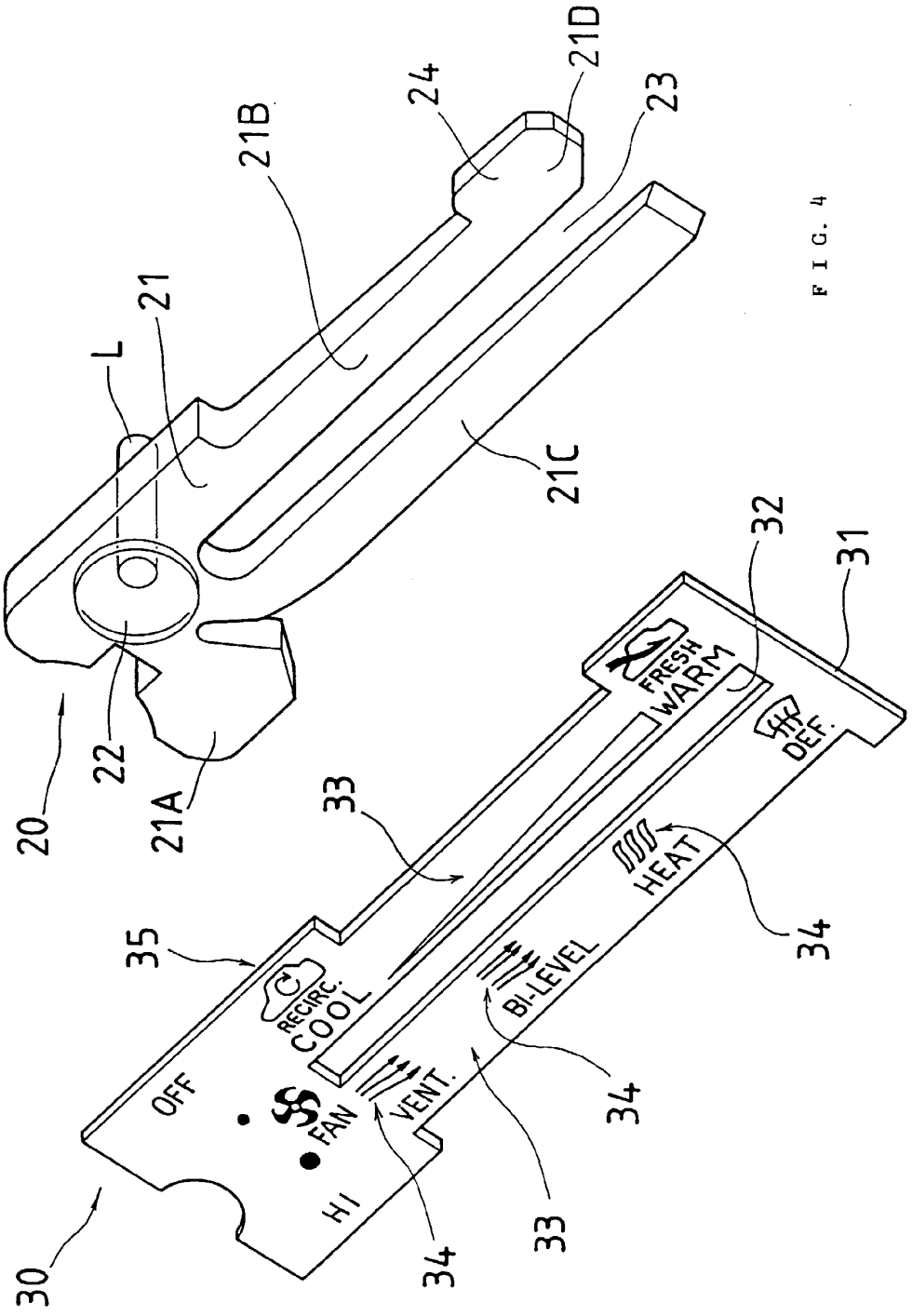
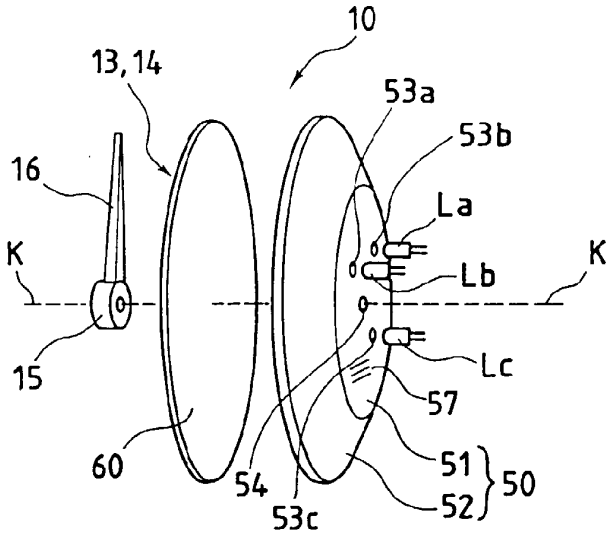
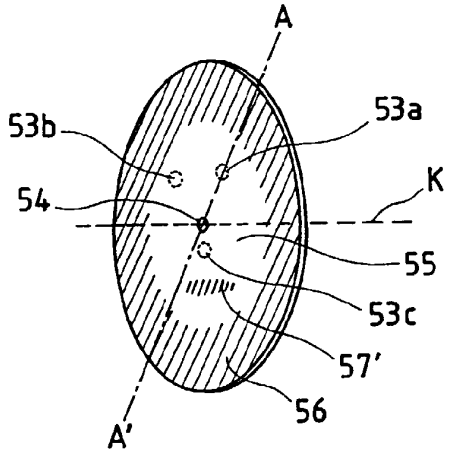

L
21
21B
24
21D
23
21C
22
21A
20
32
31
FRESH
WARM
DEF.
33
HEAT
35
RECIRC.
COOL
BI-LEVEL
34
OFF
FAN
VENT.
HI
30
34
33
34

FIG. 4

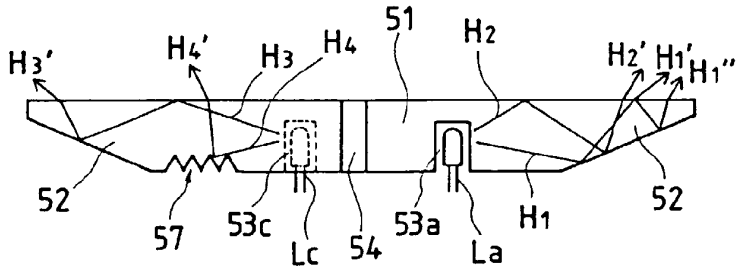
F I G. 5



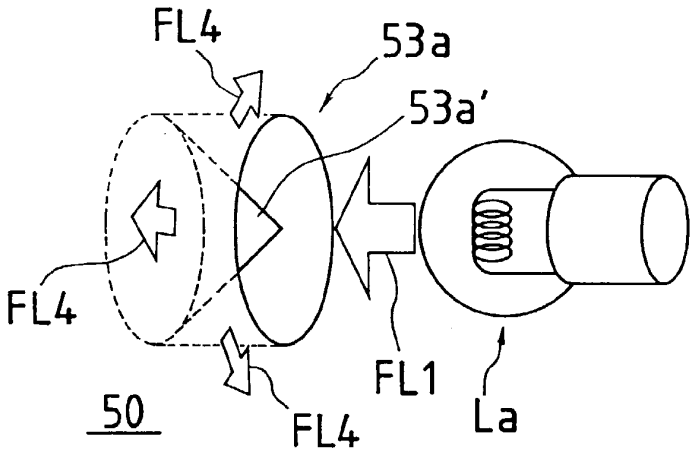
F I G. 6



F I G. 7



F I G. 8


FL4
53a
53a'
FL4
FL1
La
50
FL4

F I G. 9

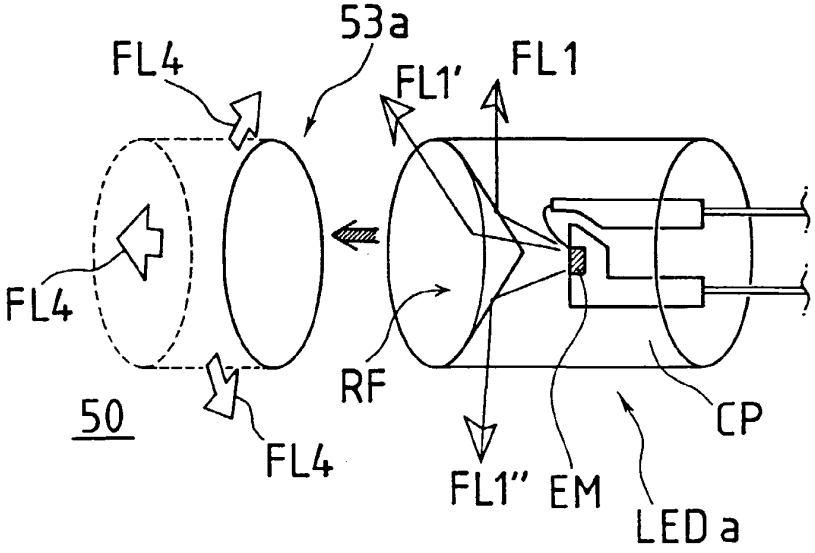

53a
FL4
FL1'
FL1
FL4
RF
50
FL4
CP
FL1"
EM
LED a

FIG. 10(a)

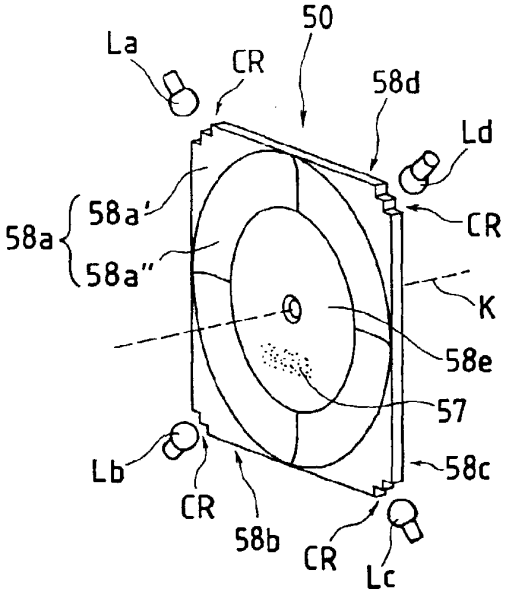


FIG. 10(b)

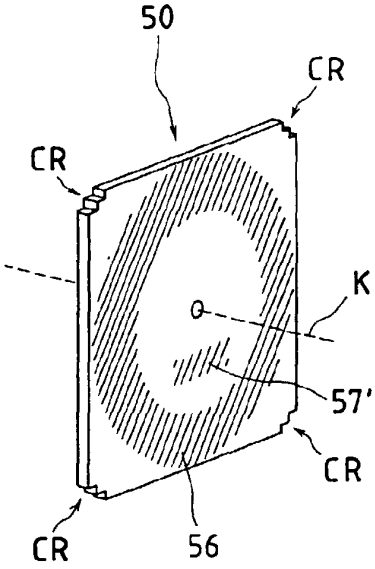


FIG. 11(a)

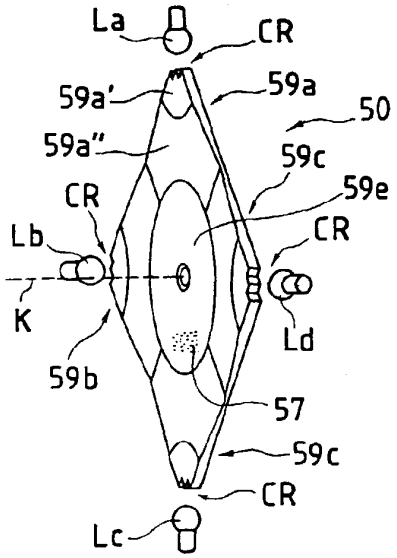
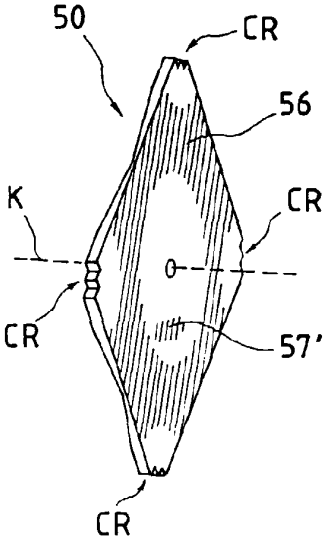
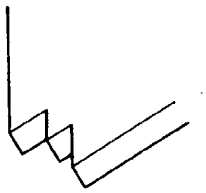


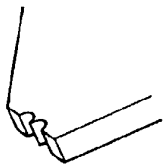
FIG. 11(b)



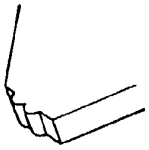
F I G. 12(a)



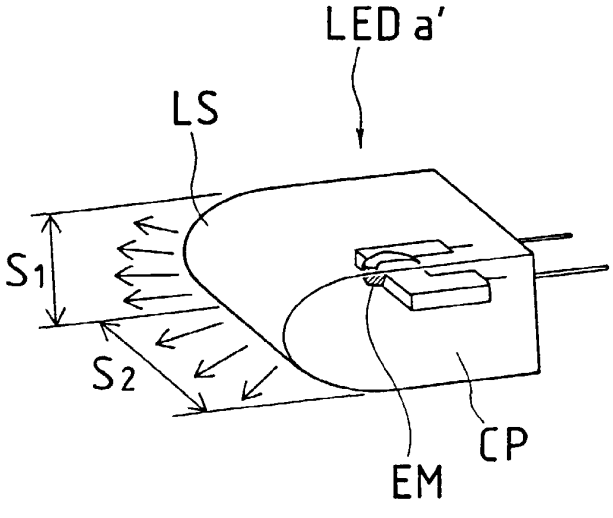
F I G. 12(b)



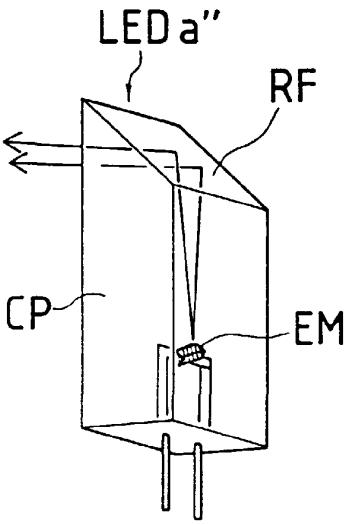
F I G. 12(c)



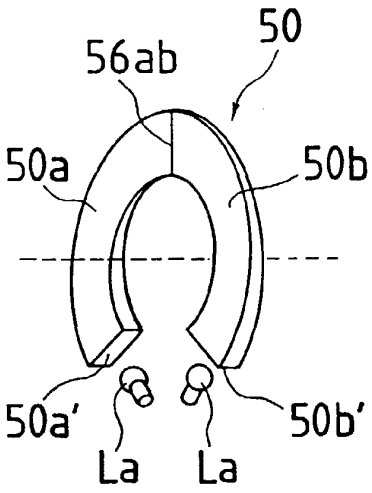
F I G. 13(a)



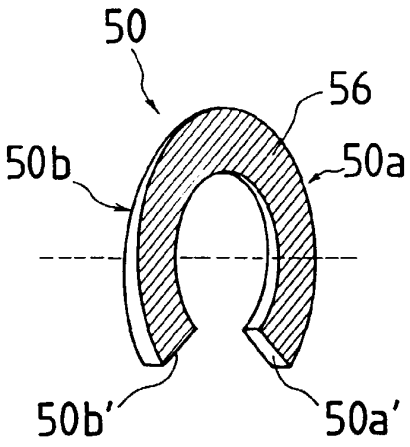
F I G. 13(b)



F I G. 14(a)



F I G. 14(b)



F I G. 15

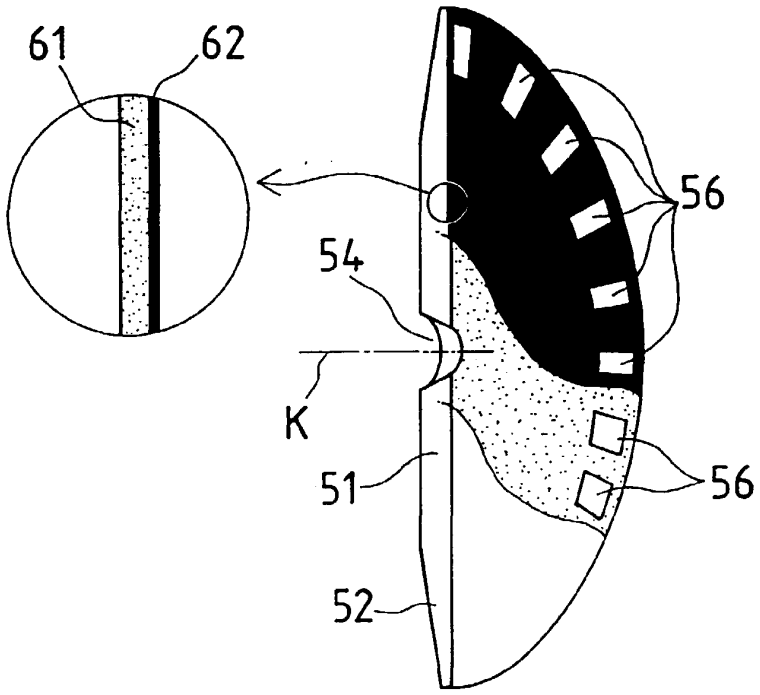


FIG. 16

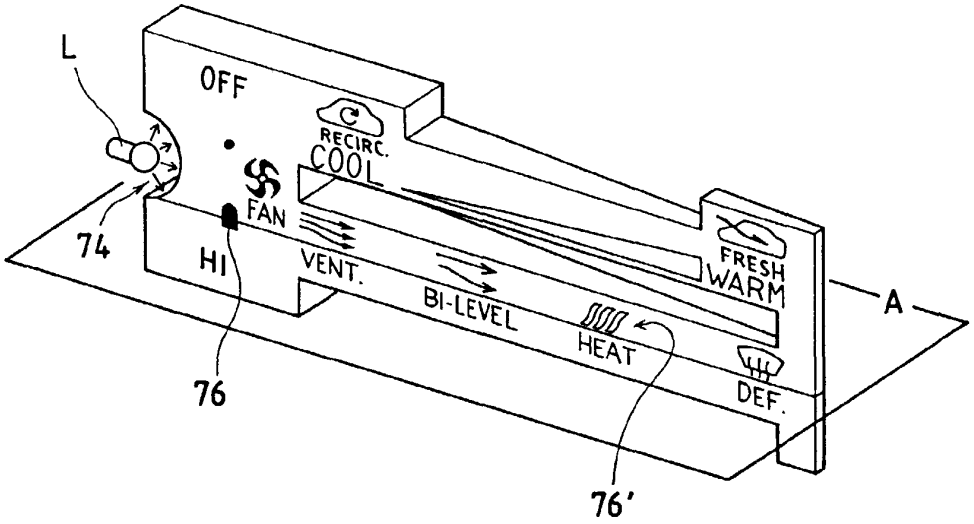
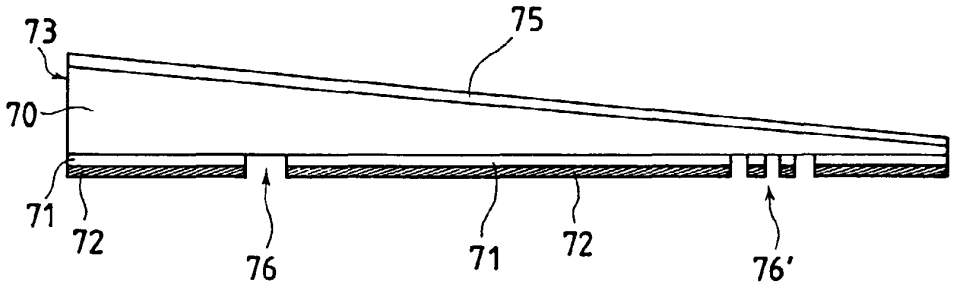

L
OFF
RECIRC.
COOL
FAN
HI
VENT.
BI-LEVEL
HEAT
FRESH
WARM
DEF.
A
74
76
76'

FIG. 17


73
75
70
71
72
76
71
72
76'

European Patent Office

EUROPEAN SEARCH REPORT

Application Number
EP 96 30 1775

DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int.Cl.6)
X	EP-A-0 382 880 (VDO ADOLF SCHINDLING AG) * column 2, line 32 - column 3, line 11; figures 1,4 *	1,2,9	G09F9/00 B60K35/00 B60Q3/04
A	US-A-4 768 300 (RUTILI) * column 2, line 41 - column 3, line 4; figures 1-3 *	1,2,4,5, 8,9	
A	GB-A-2 018 485 (NISSAN MOTOR CO. LTD.) * page 1, line 82 - page 2, line 109; figures 1,2 *	1,4,6-9	
A	FR-A-2 536 504 (VALEO S.A.) * page 5, line 22 - page 7, line 12; figure 3 *	1,4,5,9	
A	DE-A-36 02 819 (K.K. TOSHIBA) * page 7, line 11 - page 10, line 16; figures 3,4 *	1,2,4,9	
A	EP-A-0 431 667 (DELCO ELECTRONICS CORP.) * column 2, line 19 - column 3, line 28; figures 1,2 *	1,2,9	TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int.Cl.6) G09F B60K B60Q F21V

The present search report has been drawn up for all claims

Place of search	Date of completion of the search	Examiner
BERLIN	26 June 1996	Taylor, P

CATEGORY OF CITED DOCUMENTS

X : particularly relevant if taken alone
Y : particularly relevant if combined with another document of the same category
A : technological background
O : non-written disclosure
P : intermediate document

T : theory or principle underlying the invention
E : earlier patent document, but published on, or after the filing date
D : document cited in the application
L : document cited for other reasons

& : member of the same patent family, corresponding document

EPO FORM 1503 03.82 (P04C01)

Luminary

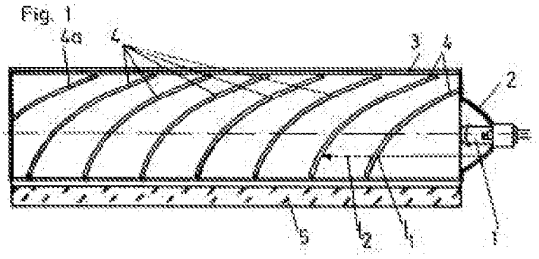
Publication number: EP0733850 (A2)
Publication date: 1996-09-25
Inventor(s): PRAJCZER PETER [AT] +
Applicant(s): BARTENBACH CHRISTIAN [AT] +
Classification:
- international: ***F21S2/00; F21V13/04; F21V13/08;*** *F21Y101/00;* **F21S2/00; F21V13/00;** (IPC1-7): F21S1/14; F21V7/02
- European: F21V7/00H; F21V13/04
Application number: EP19960102436 19960218
Priority number(s): AT19950000338 19950224

Also published as:
EP0733850 (A3)

Cited documents:
US4432039 (A)
US4740048 (A)
US4337506 (A)
US5005931 (A)
EP0130585 (A2)

Abstract of **EP 0733850 (A2)**

The high-brilliance, preferably halogen, lamp (1) in combination with a reflector (2) radiates a parallel beam into a housing (3) containing a series of preferably five or more concave semitransparent or dichroic mirrors (4). Each mirror directs a portion of the incident light downwards through a lens (5) giving the desired distribution curve. Its reflectance can be varied by adjustment of the inclination to the direction of the incident beam (I1). Dazzle is avoided as the filament of the lamp cannot be seen directly from below.



Data supplied from the ***espacenet*** database — Worldwide

(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 733 850 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.09.1996 Patentblatt 1996/39

(51) Int. Cl.[6]: **F21S 1/14**, F21V 7/02

(21) Anmeldenummer: **96102436.1**

(22) Anmeldetag: **18.02.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: **24.02.1995 AT 338/95**

(71) Anmelder: **Bartenbach, Christian**
A-6071 Aldrans (Tirol) (AT)

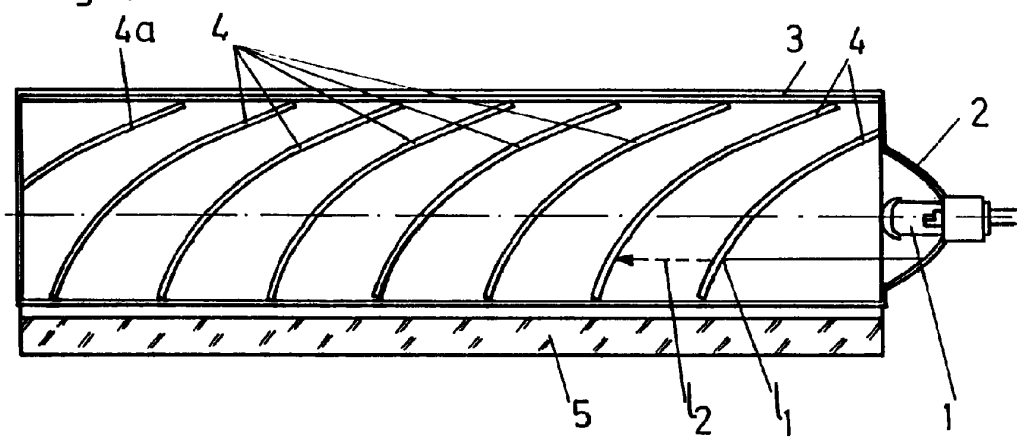
(72) Erfinder: **Prajczer, Peter**
A-6020 Innsbruck (AT)

(74) Vertreter: **Torggler, Paul, Dr. et al**
Wilhelm-Greil-Strasse 16
6020 Innsbruck (AT)

(54) Leuchte

(57) Leuchte mit einer Lampe (1) und mit zwei oder mehreren Spiegeln (4), die teildurchlässig ausgebildet und - von der Lampe (1) aus gesehen - hintereinander angeordnet sind, wobei durch einen Spiegel (4) durchtretendes Licht (I_2) jeweils auf den von der Lampe im Lichtweg nächstentfernten Spiegel (4) trifft.

Fig. 1



EP 0 733 850 A2

Printed by Rank Xerox (UK) Business Services
2.13.5/3.4

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Leuchte mit einer Lampe und mit zwei oder mehreren Spiegeln, die teildurchlässig ausgebildet und - von der Lampe aus gesehen - hintereinander angeordnet sind, wobei durch einen Spiegel durchtretendes Licht jeweils auf den von der Lampe im Lichtweg nächstentfernten Spiegel trifft.

Solche Leuchten sind beispielsweise aus der US-A-4,740,048 und US-A-5,005,931 bekannt. Aufgabe der Erfindung ist es, eine Leuchte der eingangs genannten Gattung mit geringer Blendwirkung zu schaffen, bei der insbesondere punktförmige Lichtquellen mit hoher Leuchtdichte, wie beispielsweise Halogenlampen, zum Einsatz kommen können.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß die Lichtaustrittseite der Leuchte eine oder mehrere Linsen aus transparentem Material aufweist, durch die das von den teildurchlässigen Spiegel reflektierte Licht aus der Leuchte austritt.

Bei der erfindungsgemäßen Leuchte wird der Lampenlichtstrom einer Lampe (vorzugsweise einer punktförmigen Lampe, also einer Lampe mit einer eng lokalisierten hohen Leuchtdichte, insbesondere einer Halogenlampe) zunächst durch die hintereinandergeschalteten, teildurchlässigen Spiegel um einzelne Lichtstromportionen zerlegt. Je nach Ausbildung der teildurchlässigen Spiegel und gegebenfalls nachgeschalteter Linsen können die einzelnen Lichtstromportionen verschiedenste Ausstrahlrichtungen haben. Die gesamte Lichtverteilungskurve der Leuchte ergibt sich dann durch Addition der Teillichtverleitungskurven der einzelnen aufgegliederten Lichtstromportionen. Die erfindungsgemäße derten Lichtstromportionen. Die erfindungsgemäße Leuchte ist durch die den Lichtstrom verteilende austrittsseitige Linse in der Lage, aus dem Licht einer punktförmigen Lichtquelle ein breiter strahlendes System zu schaffen, bei dem man sehr hohe Brillanz bei doch sehr guter Schattigkeit durch die räumliche Aufteilung erreicht.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand der nachfolgenden Figurenbeschreibung näher erläutert:

Die Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Leuchte in einem schematischen Längsschnitt, die Fig. 2 zeigt einen schematischen Querschnitt, die Fig. 3 zeigt die Form eines teildurchlässigen Spiegels vor dem Krummen, die Fig. 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel in einem schematischen Längsschnitt, die Fig. 5 einen schematischen Querschnitt dieses Ausführungsbeispiels, die Fig. 6 und 7 zeigen jeweils weitere Ausführungsbeispiele in schematischen Längsschnitten.

Die in den Fig. 1 und 2 dargestellte Leuchte weist eine Lampe 1, vorzugsweise eine punktförmige Halogenlampe mit hoher Leuchtdichte und Brillanz auf. Diese Lampe 1 weist einen Lampenreflektor 2 auf, der vorteilhaft mit der Lampe 1 zu einer Baueinheit verbunden ist. Diese Lampen-Lampenreflektor-Kombination strahlt einen gebündelten Lichtstrom, vorzugsweise Parallelstrahlen, in das in den Fig. 1 und 2 unten offene längliche und innen verspiegelte Gehäuse 3. In diesem Gehäuse 3 sind erfindungsgemäß mehrere teildurchlässige Spiegel 4 hintereinander angeordnet. Der letzte Spiegel 4a kann auch voll verspiegelt sein. An diesen teildurchlässigen Spiegeln 4 wird jeweils ein Lichtanteil (Lichtstrahl I_1) reflektiert und ein anderer Teil (Lichtstrahl I_2) durchgelassen. Erfindungsgemäß trifft das durchtretende Licht dann auf jeweils einen weiteren teildurchlässigen Spiegel. Insgesamt erfolgt somit eine Aufteilung des von der Lampe ausgestrahlen Lichtes in Teillichtströme, was bereits zu einer gewünschten Leuchtdichtereduktion führt. In der Praxis wird man günstigerweise drei, vorzugsweise mindestens fünf, teildurchlässige Spiegel 4 hintereinander anordnen, um eine angemessene Leuchtdichtereduktion zu erzielen.

Die Spiegel 4 können mit einer teildurchlässigen oder dichroiden Beschichtung bedampft sein. Es ist aber auch möglich, die teildurchlässigen Spiegel aus unbeschichtetem durchsichtigem Material, vorzugsweise gehärtetem Glas auszubilden, wobei die teilweise Spiegelwirkung allein durch die normale Oberflächenreflexion hervorgerufen wird. Das Ausmaß dieser Oberflächenreflexion kann man durch die Winkellage der Oberfläche zur Hauptauftreffrichtung des Lichtes variieren. Der Reflexionsanteil kann erhöht werden, wenn die Spiegeloberflächen schräg zum einfallenden Licht, vorzugsweise unter einem Winkel von höchstens 60° angeordnet werden.

Was die Reflexions- und Transmissionsgrade betrifft, so ist es günstig, wenn diese über den gesamten Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichtes im wesentlichen konstant, vorzugsweise um weniger 10 % variieren, womit störende Farbeffekte ausgeschlossen werden können.

Das Verhältnis von Transmission zu Reflexion wird man in Abhängigkeit von der Zahl der verwendeten teildurchlässigen Spiegel variieren und im allgemeinen die Reflexion geringer sowie die Transmission höher halten, wenn mehr Spiegel hintereinandergeschaltet sind. Es hat sich gezeigt, daß es besonders günstig ist, wenn der von einem teildurchlässigen Spiegel reflektierte Anteil der gesamten auf den Spiegel auftreffenden Lichtmenge prozentzahlenmäßig zwischen 50/n und 250/n, vorzugsweise zwischen 100/n und 200/n, liegt, wobei n die Zahl der hintereinanderliegenden teildurchlässigen Spiegel ist. Wenn man also beispielsweise sieben hintereinandergeschaltete teildurchlässige Spiegel hat, wie dies beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 der Fall ist, dann sollte der reflektierte Anteil pro Spiegel grob zwischen 7 und 35, vorzugsweise zwischen 14 und 28 % der auf diesen Spiegel auftreffenden Lichtmenge betragen.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die teildurchlässigen Spiegel aus Glasplatten konstanter Dicke (beispielsweise 2 mm) gebildet, die vor der Krümmung gemäß Fig. 1 in der Ansicht so aussehen wie in Fig. 3. Durch diese Krümmung ergibt sich

EX1003, Page 762

eine weitere Reduzierung der Leuchtdichte durch eine Strahlaufweitung der einfallenden Parallelstrahlen. Diese Strahlaufweitung erfolgt in der Zeichenebene der Fig. 1. Um auch senkrecht darauf eine Strahlaufweitung zu erzielen, ist die Leuchte austrittseitig mit einer Linse 5 aus transparentem Material versehen, durch die das von den teildurchlässigen Spiegeln 4 reflektierte Licht aus der Leuchte austritt. Durch diese Linse 5 kann man die Lichtverteilungskurve nochmals in gewünschter Weise beeinflussen und die Leuchtdichte und damit die Blendwirkung noch weiter reduzieren. Die erfindungsgemäße Leuchte kann insbesondere seitliche neben einem Wandspiegel, vorzugsweise zum Spiegelrand, angeordnet werden und stellt eine Alternative zu den üblichen länglichen Leuchtstoffröhren dar, wobei gegenüber diesen Leuchtstoffröhren vor allem die Lichtverteilung und der Farbton des Lichtes erheblich besser ist.

Wie bereits erwähnt, sind die teildurchlässigen Spiegel günstigerweise in einem Gehäuse 3 angeordnet, welches gleichzeitig als Halterung für die teildurchlässigen Spiegel 4 fungiert. Die teildurchlässigen Spiegel können insbesondere in einer linearen Reihe mit Abstand zueinander angeordnet sein. Aus herstellungstechnischen Gründen ist es insbesondere günstig, die teildurchlässigen Spiegel gleich auszubilden und auszurichten. Grundsätzlich ist es aber natürlich auch möglich, die teildurchlässigen Spiegel in ihrer Abfolge unterschiedlich auszubilden, sowohl in der Form als auch in den Reflexions- und Transmissionsgraden. Auch ist es möglich, die teildurchlässigen Spiegel nicht linear hintereinander, sondern beispielsweise konzentrisch um eine reflektorlose Lampe anzuordnen.

Insgesamt lenkt die in den Fig. 1 und 2 dargestellte Leuchte das von der Stirnseite des Gehäuses 3 über die Lampe bzw. den Reflektor 2 parallel eingestrahlte Licht im wesentlichen quer zur Gehäuselängsrichtung um, wo es über die Linse 5 oder eine bloße Abdeckung aus transparentem Material (ohne Linsenwirkung) aus einer seitlichen Lichtaustrittsöffnung (in Fig. 1 unten) aus dem Gehäuse 3 austritt.

Um Blendungen nahezu vollständig zu vermeiden, ist es günstig, wenn jeder von der Lampe 1 kommende Lichtstrahl vor dem Austritt aus der Leuchte zumindest einmal von einem teildurchlässigen Spiegel 4 reflektiert worden ist. Mit anderen Worten ist es nicht möglich, von außen direkt auf die Lampenwendel zu sehen.

Das in den Fig. 4 und 5 dargestellte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiel im wesentlichen dadurch, daß die teildurchlässigen Spiegel plan ausgebildet sind. Solche planen Spiegel 4 weiten daher den von der Stirnseite des Gehäuses 3 her in Gehäuselängsrichtung eingestrahlen Parallellichtstrahl, wenn überhaupt, nur geringfügig auf. Diese doch gewünschte Strahlaufweitung wird beim Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 4 und 5 durch Linsenflächen 5a am einstückigen Linsenkörper 5 erzielt. In Querrichtung erfolgt die Strahlaufweitung durch die in Fig. 5 gezeigte Form des Linsenkörpers 5.

Bei dem in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Lampe 1 im wesentlichen freistrahlend, d.h. sie weist keinen bündelnden Reflektor 2 auf. Es sind links und rechts der Lampe teildurchlässige Spiegel 4 vorgesehen, unterhalb der Lampe kann eine Abdeckung 6 angeordnet sein.

Neben den bisher beschriebenen Systemen, bei welchen reflektierende eingelegte Teile (Spiegel 4) vorgesehen waren, ist es auch denkbar, einen transparenten Block 7 (beispielsweise aus Glas oder Kunststoff) vorzusehen, wie er beispielsweise in Fig. 7 gezeigt ist. Dieser Block 7 weist schlitzartige Ausnehmungen 8 auf, deren Grenzflächen zum Block 7 die teildurchlässigen Spiegel bilden. Durch Hintereinanderschaltung solcher Grenzflächen kann dann auch mit einem solchem Block 7, der vorzugsweise einstückig ausgebildet ist, die erfindungsgemäße Strahlaufteilung erzielt werden.

Patentansprüche

1. Leuchte mit einer Lampe (1) und mit zwei oder mehreren Spiegeln (4), die teildurchlässig ausgebildet und - von der Lampe (1) aus gesehen - hintereinander angeordnet sind, wobei durch einen Spiegel (4) durchtretendes Licht (I_2) jeweils auf den von der Lampe im Lichtweg nächstentfernten Spiegel (4) trifft, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtaustrittseite der Leuchte eine oder mehrere Linsen (5) aus transparentem Material aufweist, durch die das von den teildurchlässigen Spiegel (4) reflektierte Licht aus der Leuchte austritt.

2. Leuchte nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens drei, vorzugsweise mindestens fünf, teildurchlässige Spiegel (4) hintereinander angeordnet sind.

3. Leuchte nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der Spiegel teildurchlässig oder dichroid bedampft ist.

4. Leuchte nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der Spiegel (4) aus unbeschichtetem durchsichtigem Material, vorzugsweise gehärtetem Glas, besteht.

5. Leuchte nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegeloberflächen zumindest teilweise schräg, vorzugsweise unter einem Winkel von höchstens 60°, zur Hauptauftreffrichtung des Lichtes liegen.

6. Leuchte nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der Spiegel plan ist.

EX1003, Page 763

7. Leuchte nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der Spiegel gekrümmt ist.

8. Leuchte nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Lampe (1) von einem Lampenreflektor (2) umgeben und mit diesem vorzugsweise zu einer Baueinheit verbunden ist.

9. Leuchte nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Lampen-Lampenreflektor-Kombination (1, 2) einen gebündelten Lichtstrom, vorzugsweise Parallelstrahlen, auf die teildurchlässigen Spiegel ausstrahlt.

10. Leuchte nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der teildurchlässigen Spiegel (4) in einer linearen Reihe mit Abstand zueinander angeordnet ist und vorzugsweise gleich ausgebildet und ausgerichtet ist.

11. Leuchte nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die teildurchlässigen Spiegel (4) über den gesamten Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichtes im wesentlichen gleiche, vorzugsweise um weniger als 10 % variierende, Reflexions- und Transmissionsgrade aufweist.

12. Leuchte nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der von einem teildurchlässigen Spiegel (4) reflektierte Anteil der gesamten auf den Spiegel (4) auftreffenden Lichtmenge prozentzahlenmäßig zwischen 50/n und 250/n, vorzugsweise zwischen 100/n und 200/n, liegt, wobei n die Zahl der hintereinanderliegenden teildurchlässigen Spiegel (4) ist.

13. Leuchte nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die teildurchlässigen Spiegel (4) in einem innen vorzugsweise verspiegelten, länglichen Gehäuse (3) angeordnet sind, an dessen Stirnseite die Lampe (1) gegebenenfalls samt Lampenreflektor (2) angeordnet ist und von dort aus vorzugsweise in Gehäuselängsrichtung auf die Spiegel (4) einstrahlt.

14. Leuchte nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (3) eine seitliche Lichtaustrittsöffnung aufweist, die vorzugsweise von einer Abdeckung (5) aus transparentem Material abgedeckt ist.

15. Leuchte nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß jeder von der Lampe (1) kommende Lichtstrahl vor dem Austritt aus der Leuchte zumindest einmal von einem teildurchlässigen Spiegel (4) reflektiert ist.

16. Leuchte nach einem der Ansprüch 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Linsenflächen an einem einstückigen Linsenkörper ausgebildet sind.

17. Leuchte mit einer Lampe (1) und mit zwei oder mehreren Spiegeln (4), die teildurchlässig ausgebildet und - von der Lampe (1) aus gesehen - hintereinander angeordnet sind, wobei durch einen Spiegel (4) durchtretendes Licht (I_2) jeweils auf den von der Lampe im Lichtweg nächstentfernten Spiegel (4) trifft, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 16, gekennzeichnet durch einen transparenten Block (7) mit mehreren, vorzugsweise schlitzartigen Ausnehmungen (8), deren Grenzflächen zum Block die teildurchlässigen Spiegel bilden.

18. Leuchte nach einem der Ansprüche 1 bis 17, gekennzeichnet durch eine punktförmige Lampe, insbesondere Halogenlampe.

19. Leuchte nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß sie seitlich neben einem Wandspiegel angeordnet ist und sich vorzugsweise parallel zu einem Spiegelrand erstreckt.

EX1003, Page 764

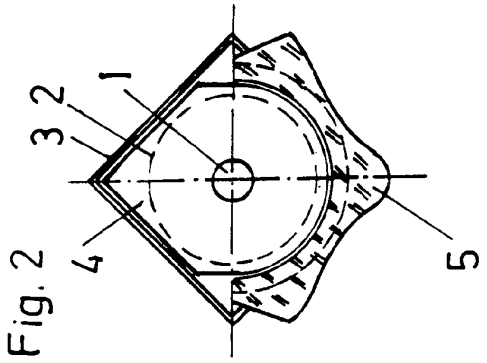


Fig. 2

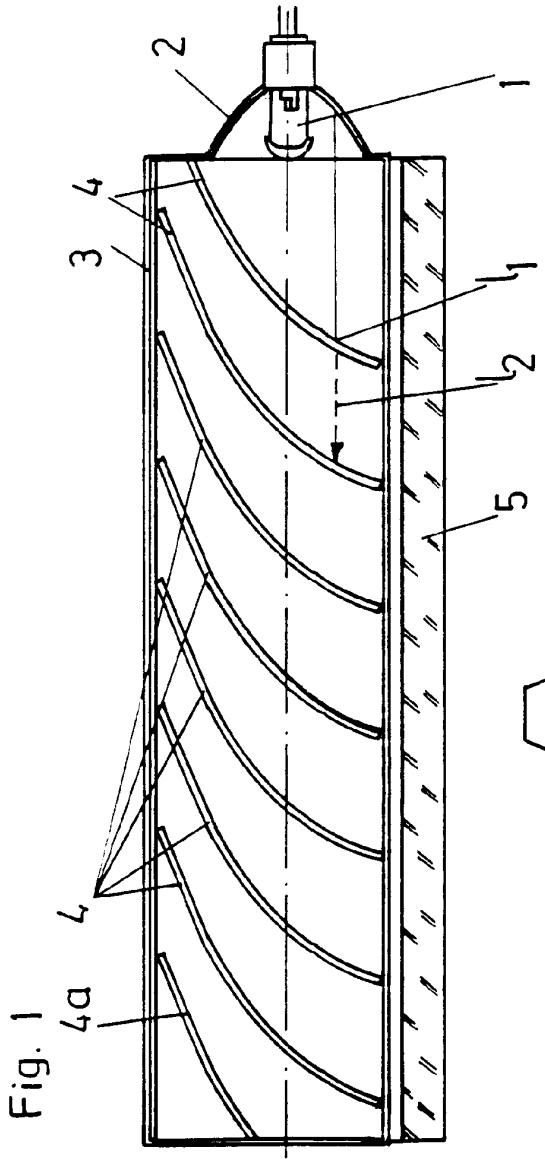


Fig. 1

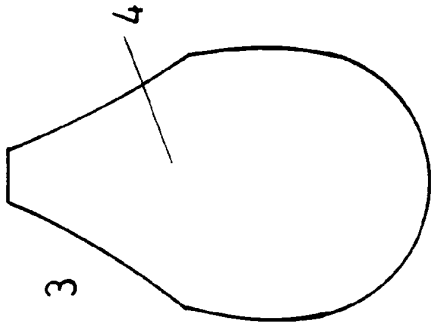


Fig. 3

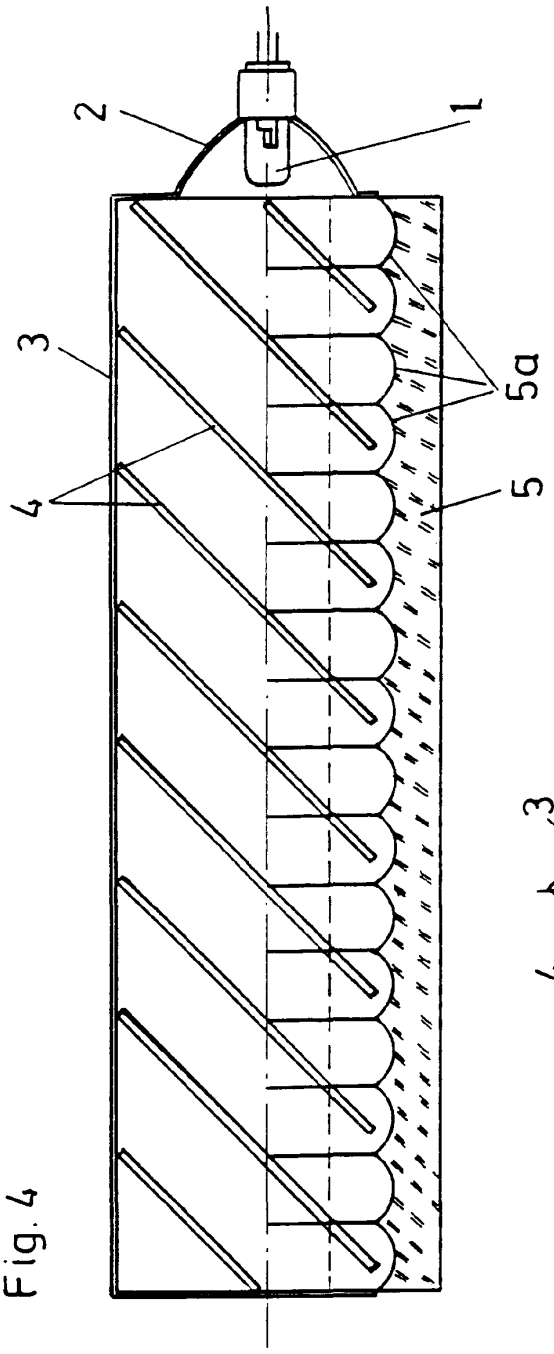


Fig. 4

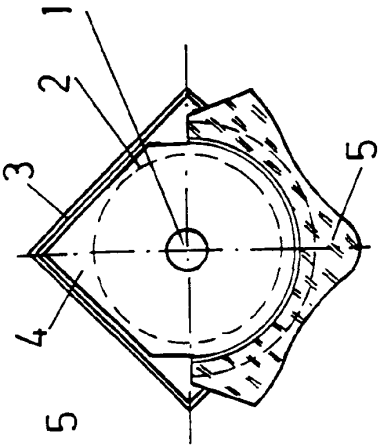


Fig. 5

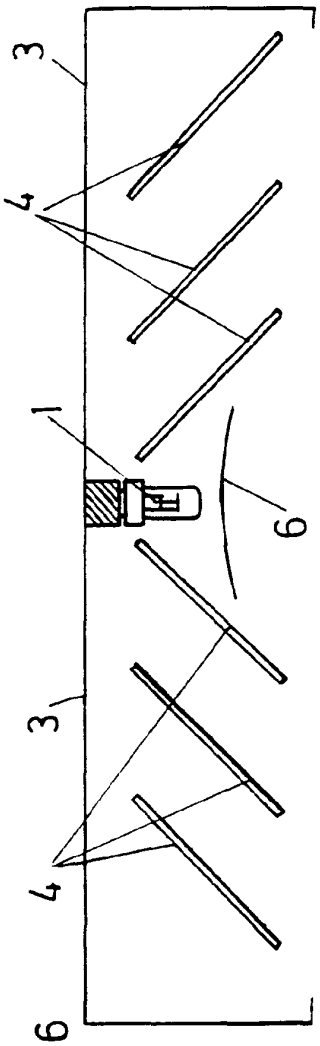


Fig. 6

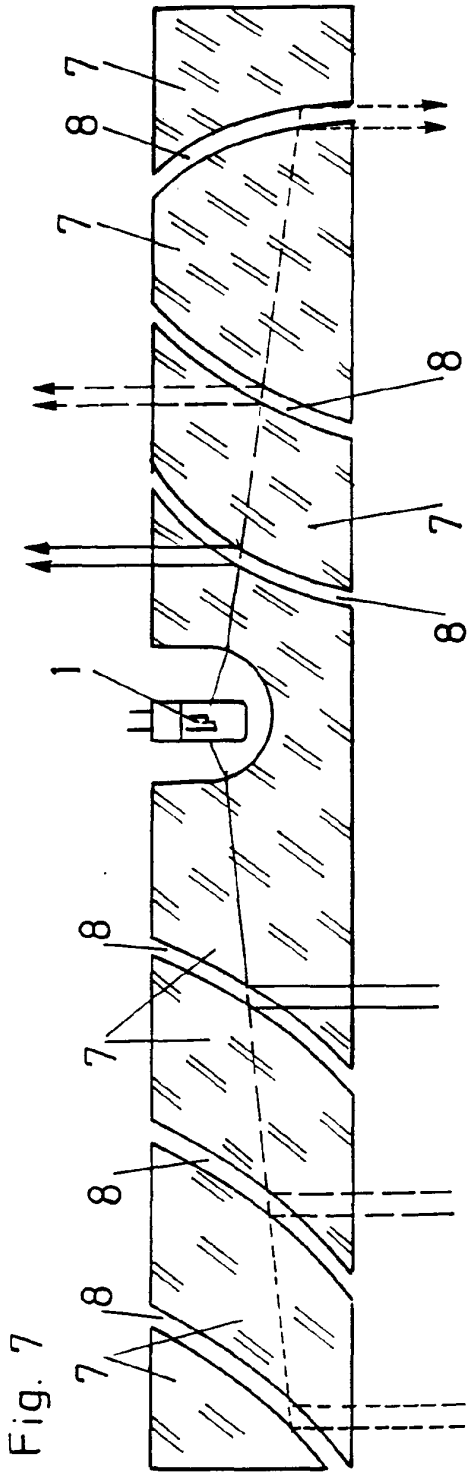


Fig. 7

(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 733 928 A2

(12) **EUROPEAN PATENT APPLICATION**

(43) Date of publication:
25.09.1996 Bulletin 1996/39

(51) Int. Cl.[6]: **G02F 1/1335**

(21) Application number: **96104174.6**

(22) Date of filing: **15.03.1996**

(84) Designated Contracting States:
DE FR GB IT SE

(30) Priority: **21.03.1995 US 408049**

(71) Applicant: **Hughes Aircraft Company**
Los Angeles, California 90045-0066 (US)

(72) Inventor: **Smith, Ronald T.**
Torrance, CA 90504 (US)

(74) Representative: **KUHNEN, WACKER & PARTNER**
Alois-Steinecker-Strasse 22
D-85354 Freising (DE)

(54) Holographic backlight for flat panel displays

(57) An improved holographic backlight (10) and liquid crystal display (21) system. The holographic backlight (10) comprises a cold cathode fluorescent tube (11) for providing white light, and a light pipe (13) disposed to receive the white light. A phase retarding film layer (14) is attached to a first surface (15) of the light pipe (13). A double-layer reflection/ transmission hologram (16) is disposed on an output surface (17) of the light pipe (13) opposite the film layer (14). Light from the cold cathode fluorescent tube (11) is injected into the light pipe (13), and is diffracted off of the double-layer hologram (16). This produces quasi-collimated s-polarized light having well-defined spectral colors that is transmitted by the hologram (16) in an array of red, green, and blue patches of light corresponding to the clear apertures of the red, green, and blue elements (22) of an active matrix liquid crystal display (21). The result is a liquid crystal display (21) with high display brightness, reduced battery power requirements, increased battery lifetime, and high contrast over a wide viewing angle.

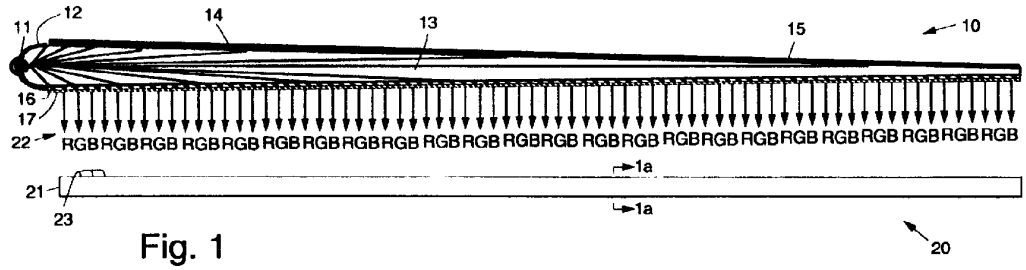


Fig. 1

EP 0 733 928 A2

Description

BACKGROUND

The present invention relates to flat panel displays, and more particularly, to improved holographic backlights and liquid crystal display systems employing them.

The assignee of the present invention manufactures holograms for use in holographic lighting devices and in holographic displays, including flat panel displays, and the like. Patents of the assignee of the present invention that are somewhat related to the present invention include those related to trapped beam holographic displays and lighting devices, and include U.S. Patent No. 5,101,193 entitled "Universal standalone Holographic Center High Mounted Stoplight", U.S. Patent No. 5,347,435 entitled "Linear Lamp Trapped Beam Holographic Center High Mounted Stoplight", and U.S. Patent No. 5,341,230 entitled "Waveguide Holographic Telltale Display".

Existing color flat panel displays for laptop computers include a backlight, a red/green/blue absorptive filter, and an active matrix liquid crystal display. The backlight includes one or multiple cold cathode fluorescent tubes which inject light into a light pipe that is designed to gradually couple light out over the entire surface of the light pipe. In this manner, it is possible to provide an emitting surface of uniform brightness white light. The white light passes through the red/green/blue absorptive filter and then the active matrix liquid crystal display to create a color image.

However, there are a number of disadvantages of this technology that limits the performance of conventional flat panel displays. A conventional backlight emits nearly randomly polarized light. However, an active matrix liquid crystal display has a linear polarizer at its input side and therefore filters out more than 50% of the randomly polarized light. This results in relatively low transmittance of light from a conventional backlight through the active matrix liquid crystal display.

The light from a conventional backlight is uniformly emitted over the backlight surface, but the active matrix liquid crystal display elements have clear apertures over only about 40% of their surface to make room for electronics. Therefore, a large portion of light emitted from current backlights is wasted because it is blocked by the opaque portions of the active matrix liquid crystal display.

The emitted light from a conventional backlight is uniformly white light over the entire surface of the backlight. However, each of the red/green/blue filters is designed to be transmissive for one color only (red, green, or blue). Therefore, the transmittance of this light through the red/green/blue filter is only 20-30%.

Current backlights emit light over a wide angular field of view. However, the active matrix liquid crystal display works with high contrast only for light that is incident at a near-normal angle relative to the display surface. Therefore, current displays lose contrast rapidly as one moves his or her viewing location away from normal.

Therefore, it is an objective of the present invention to provide for improved holographic backlight liquid crystal display systems employing holographic backlights that overcome the limitations of conventional displays and improved liquid crystal display systems employing the holographic backlights.

SUMMARY OF THE INVENTION

In order to meet the above and other objectives the present invention provides for a thin holographic backlight and liquid crystal display system. The holographic backlight is comprised of a cold cathode fluorescent tube outputting white light and a flat tapered light pipe disposed to receive the light output from the fluorescent tube. A phase retarding film layer is attached to a first surface of the light pipe. A double-layer reflection/transmission hologram is disposed on a second, output surface of the light pipe opposite to the first surface. To form the liquid crystal display system, a liquid crystal display, or active matrix liquid crystal display is disposed to receive light that is transmitted by the double-layer hologram.

Light from the cold cathode fluorescent tube is injected into the light pipe, and is diffracted off of the double-layer hologram. This produces quasi-collimated s-polarized light having well-defined spectral colors. The s-polarized light is diffracted by the hologram and (or emitted from the light pipe) in a array of red, green, and blue patches of light. These red, green, and blue patches of light correspond to red, green, and blue elements of the liquid crystal display.

In contrast to conventional backlights that emit nearly randomly polarized light, the present invention emits mainly s-polarized light which passes through the polarizer of the active matrix liquid crystal display with high transmittance. Since the light emitted from the holographic backlight is highly polarized, it may be possible to remove the first polarizer in the active matrix liquid crystal display. In the present invention, light is emitted from the light pipe only in spatial regions of its surface adjacent to clear apertures in the active matrix liquid crystal display, which minimizes light blockage from opaque areas of the active matrix liquid crystal display.

Light is emitted in blue, green, and red bundles, corresponding to blue, green, and red pixel elements of the liquid crystal display. Under certain conditions, this may permit removal of the green/red/blue absorptive filter used in the active matrix liquid crystal display. In the event that the absorptive filter must be kept, transmittance through it is significantly higher than for light existing from conventional backlights.

Light coupled out of the light pipe is quasi-collimated at a near normal exit angle compared to the wide angular field of view of emitted light from typical back-

EX1003, Page 769

lights. This is advantageous because the polarizers in the liquid crystal display work best at near normal incidence, resulting in a high contrast image. After passing through the active matrix liquid crystal display, a diffuser may be used to fill whatever viewing eyebox is desired.

The present invention may be used for a wide variety of applications including with flat panel displays for laptop computers, edgelit thin tail lamps, and light devices, and edgelit automotive displays.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The various features and advantages of the present invention may be more readily understood with reference to the following detailed description taken in conjunction with the accompanying drawings, wherein like reference numerals designate like structural elements, and in which:

Fig. 1 illustrates a holographic s-polarized quasi-collimated full-color backlight in accordance with the principles of the present invention;
Fig. 2 illustrates a cross sectional view of an active matrix liquid crystal display employed in the backlight of Fig. 1;
Fig. 3 shows an enlarged view of a portion of the backlight of Fig. 1;
Fig. 4 shows a light emission spectrum of a cold cathode fluorescent tube;
Fig. 5 illustrates a hologram doublet that is designed to take green light that is incident at 45° from normal in a light pipe and diffract it out of a light pipe at near-normal exit angle;
Fig. 6 shows a graph of high diffraction efficiency as a function of incident angle versus wavelength for a reflection hologram that is one element of the holographic doublet;
Fig. 7 shows a graph of high diffraction efficiency as a function of diffracted/incident angle versus wavelength for the reflection/transmission hologram;
Fig. 8 shows a graph of high diffraction efficiency as a function of diffracted angle versus wavelength for the transmission hologram;
Fig. 9 shows how a phase retarding film layer states the polarization of incident light;
Fig. 10 illustrates position of red/green/blue holograms relative to an active matrix liquid crystal display of the holographic backlight of Fig. 1; and
Fig. 11 shws additional embodiments of the present invention.

DETAILED DESCRIPTION

Referring to the drawing figures, Fig. 1 illustrates a holographic s-polarized quasi-collimated full-color backlight 10 in accordance with the principles of the present invention, and a liquid crystal display system 20 employing the holographic backlight 10. Fig. 3 shows an enlarged view of a portion of the backlight 10 of Fig. 1.

The holographic backlight 10 shown in Figs. 1 and 3 is a new type of backlight 10 that eliminates the disadvantages of conventional holographic backlights. The present holographic backlight 10 is comprised of a light source 11 such as a cold cathode fluorescent tube 11 and light injecting means 12 such as a non-imaging concentrator 12 for concentrating the light emitted by the light source 11 or fluorescent tube 11. A relatively thin flat tapered light pipe 13 that may be comprised of plastic, for example, is disposed to receive light transmitted by the concentrator 12. A phase retarding film layer 14 is disposed on a first surface 15 of the flat light pipe 13. However, in some instances, the phase retarding film layer 14 may not be required and is thus not necessary, or may provide zero retardance. A double hologram 16 is disposed on a second, output surface 17 of the light pipe 13, that preferably comprises a double-layer reflection/transmission hologram 16. Typically, the double-layer hologram 16 is laminated to the light pipe 13. A cover layer 19 (Fig. 5) is disposed on the exposed surface of the double-layer hologram 16. In the liquid crystal display system 20, light output from the holographic backlight 10 is applied to a liquid crystal display 21, such as an active matrix liquid crystal display 21 for projection thereby.

Referring to Fig. 2, it illustrates a cross sectional view of the active matrix liquid crystal display 21 employed in the backlight 10 of Fig. 1. As is generally well-known in the art, the active matrix liquid crystal display 21 is comprised of a plurality of layers as follows. An input polarizer 31 is disposed on an input surface that typically comprises a stretched polyester film, for example, and the input polarizer is disposed on a glass substrate 32 that has a thickness on the order of 1110 microns. A layer 33 comprising electronic circuitry is disposed adjacent to the glass substrate 32 that is on the order of up to 1 micron in thickness. An alignment layer 34 is disposed next to the layer of electronic circuitry 33 that is on the order of 50 nanometers in thickness. A liquid crystal material layer 35 having a plurality of clear apertures 35a disposed therein is disposed next to the alignment layer 34 that is on the order of 6-8 microns in thickness. An indium tin oxide layer 36 is disposed next to the liquid crystal material layer 35 that is on the order of 300 nanometers to thickness. A passivation layer 37 is disposed next to the liquid crystal material layer 35 that is on the order of 25 microns in thickness. A color filter layer 38 is disposed next to the passivation layer 37 that is on the order of 2-3 microns in thickness. A second glass substrate 39 is disposed next to the color filter layer 38 that is on the order of 1110 microns in thickness. An output polarizer 40 is disposed on the second glass substrate 39, and an antireflection film 41 is disposed over the polarizer.

The elements of the active matrix liquid crystal display 21 that are particularly relevant to the present invention are the input and output polarizers 31,40, the color filter layer 38, and the liquid crystal material layer 35. The backlight 10 of the present invention produces

EX1003, Page 770

s-polarized light output and is believed to permit the removal of the input polarizer from the structure of the active matrix liquid crystal display 21. In addition, the red/green/blue output of the present backlight 10 may also allow removal of the color filter from the structure of the active matrix liquid crystal display 21. Furthermore, the light output of the hologram doublet 16 of the present backlight is aligned to the clear apertures of the liquid crystal material layer of the active matrix liquid crystal display 21.

In operation, light from the cold cathode fluorescent tube 11 is injected into the light pipe 13, and is then diffracted off of the double-layer hologram 16. This produces quasi-collimated s-polarized light having well-defined spectral colors that is emitted from the light pipe 13 in an array of red, green, and blue patches of light 22 corresponding to red, green, and blue pixel elements 23 of the liquid crystal display 21.

The output spectrum of the cold cathode fluorescent tube 11 is shown in Fig. 4 and includes three wavelength bands in the blue, green, and red, each of which are roughly 30 nanometers wide. The light from the cold cathode fluorescent tube 11 is partially collimated by the non-imaging concentrator 12 so that the angle of incidence of its rays onto the front surface of the light pipe 13 is between 41° (the critical angle of total internal reflection) and 90° from normal. Therefore, light is totally trapped within the light pipe 13. The incident angles of light output at the cold cathode fluorescent tube 11 is injected into the light pipe 13 between angles of 41° and 90° at wavelengths from 410-690 nanometers.

Referring to Fig. 5, the double-layer hologram 16 is comprised of a layer of trapped-beam reflection holograms 16a and a layer of trapped-beam transmission holograms 16b. Each hologram doublet 16 (reflection plus transmission holograms 16a, 16b) is designed to diffract incident light of a certain incident angle and wavelength band out of the light pipe 13 at near-normal to its surface. For example, Fig. 5 illustrates a hologram doublet 16 designed to take green light that is incident at 45° from normal in the light pipe 13 and diffract it out of the light pipe 13 at near-normal exit angle. The 45° light passes from the cold cathode fluorescent tube 11 directly onto the double-layer hologram 16 and passes through them essentially undiffracted, totally reflects off the cover 19/air interface, passes back through the transmission hologram 16d undiffracted, and is incident on the reflection hologram 16c.

The reflection hologram 16c efficiently diffracts a band of light with incident angles and wavelengths given in Fig. 6, and diffracts it into the angles shown in Fig. 7. The wavelength bandwidth of the reflection hologram 16c is fairly narrow for a given incident angle but its reflection band changes as the incident angle changes. In this manner it is capable of strongly diffracting light across the entire visible spectrum. Light of 555 nanometers in wavelength that is incident at 45° in the light pipe 13 diffracts off the reflection hologram 16 at 70° off-axis in the light pipe 13.

The light reflected off of the reflection hologram 16c is incident on the trapped-beam transmission hologram 16d. The diffraction characteristics of the trapped-beam transmission hologram 16d are shown in Figs. 7 and 8. The angular bandwidth of the transmission hologram 16d is narrow for a given wavelength, but when illuminated by white light, it is capable of strongly diffracting light from a wide range of incident angles. Light at 555 nanometers in wavelength that is incident on the transmission hologram 16b at 70° off-axis in the light pipe 13 is strongly diffracted on-axis at 0° from normal.

The reflection hologram 16c and transmission hologram 16d working together strongly diffract the green light whose incident angles were centered about 45°. The light is diffracted out of the light pipe 13 in a quasi-collimated beam. The net effect of the hologram doublet 16 is to select a small spectral and angular component of the light incident from the cold cathode fluorescent tube 11 and diffract it out of the backlight 10.

The emitted light is quasi-collimated because the liquid crystal display 21 typically employs the input and output polarizers 31, 38 and therefore has high contrast only for near-normal incidence light. This is why the image in laptop computers loses contrast rapidly when it is viewed off-axis. However in the present invention, only near-normal light is incident on the liquid crystal display 21. If one desires a large viewing field of view, a controlled diffusing screen (such as a Physical Optics Corporation light shaping diffuser, for example) of the desired vertical and horizontal angular spread may be employed after the liquid crystal display 21. Therefore, a viewer will see a high contrast image over a large and well-defined viewing area, which is not possible with current displays.

The transmission hologram 16d strongly diffracts s-polarized light only. The p-polarized green light passes through the transmission hologram 16d essentially undiffracted. Therefore, the emitted light is highly polarized which allows it to pass through the active matrix liquid crystal display 21 with high transmittance.

The light that is incident on the hologram doublet 16 at 45° but which is not green passes through the hologram doublet undiffracted, and reflects off the cover 19/air interface, transmits through the hologram doublet 16, and back into the light pipe 13 at 45°. The s-polarized 70° incident green light strongly reflects off of the reflection hologram 16c and back into the light pipe 13 at a 45° off-axis angle. The 70° incident angle blue and red light (and p-polarized green light) pass through the hologram doublet 16 undiffracted, reflect off the cover 19/air interface, and pass through the hologram doublet 16 a second time undiffracted and re-enter the light pipe 13 at 70° off axis.

On the opposite side of the light pipe 13 the phase retarding film layer 14 imparts a phase retardation $\Delta\phi$ to the incident light. With reference to Fig. 9, the green p-polarized light at 70° off axis angle and which is incident

EX1003, Page 771

on the phase retarding film layer 14 passes through the phase retarding film layer 14, reflects off the phase retarding/air interface, and passes through the phase retarding film layer 14 a second time. The resultant beam is elliptically polarized with a phase retardation $2\Delta\phi$ (plus a small phase retardation component due to the reflection off of the phase retarding layer 14/air interface). The purpose is to gradually convert p-polarized light back into s-polarized light so it is usable by the hologram 16.

For example, assume $2\Delta\phi = 90°$. In this case, the green p-polarized light incident on the phase retarding film layer 14 at 70° emerges from a double pass through the retarding film layer 14 as circularly polarized light so that 50% of the light is s-polarized and 50% is p-polarized. When the 70° circularly polarized light is incident on another green diffracting hologram doublet 16, the s-polarized component strongly diffracts off of the reflection hologram 16c at 45° (see Fig. 5) while the p-polarized component passes through undiffracted. The 45° diffracted s-polarized light is converted by the phase retarding film layer 14 into 50% s, 50% p at 45°. The s-polarized 45° light encountering another green diffracting doublet 16 is diffracted by the doublet 16 out into ambient space. In this manner, 25% of the wasted polarized 70° light eventually is reconverted to usable diffracted s-polarized light. Calculations may be performed to determine the optimum phase retardance for a given application

The light pipe 13 is purposefully tapered so that direct rays from the cold cathode fluorescent tube 11 which are off-axis greater than 45° will gradually be steered more on-axis until they reach -45° and exit the backlight 10 through one of the hologram doublets 16. Likewise, highly off-axis undiffracted light left over from previous encounters with the hologram doublets 16 gets recycled by gradually decreasing in off-axis angle (e.g., 70°, then 65°, then 60°...., 45°) as it encounters multiple bounces off of the tapered light pipe 13. It also gets polarization scrambled so that when it returns 45° off-axis incident angle and re-encounters a green diffracting hologram doublet 16 approximately 50% of its light will be s-polarized and will efficiently diffract out of the backlight 10.

The previous discussion has focused on a hologram doublet 16 that strongly diffracts 45° off-axis light into a 0° exit angle with respect to normal. However, it is possible to design the hologram doublet 16 to strongly diffract light that is incident at an angle other than 45°. In fact, the structure of the hologram doublet 16 may be filled with red-, green-, and blue-diffracting hologram doublets 16 designed to efficiently diffract a wide variety of different incident angles. This is a method of utilizing different angular potions of the light emitted from the light source 11. This technique may be used in addition to or instead of the light pipe tapering technique in order to use as many angular portions of the light from the light source as possible.

In addition, although the preferred embodiment of the present invention uses a tapered light pipe 13, an additional embodiments areshown in Fig. 11 that uses a plane-parallel untapered light pipe 13a and the hologram doublets 16 described above. Using a plane-parallel untapered light pipe 13a permits formation of other embodiments of the present invention. For example, as shown in Fig. 11, one embodiment is a backlight 10 comprising two subsystems 10a, 10b including (1) a first subsystem 10a comprising a first cold cathode fluorescent tube 11a, concentrator 12a, phase retarding layer 14, light pipe 13a, and double-layer hologram 16a, and (2) a second cold cathode fluorescent tube 11b, concentrator 12b, the phase retarding layer 14, light pipe 13b, and double-layer hologram 16b on the same light pipe 13 but where the second subsystem 10b is clocked 90° on the light pipe 13 relative to the first subsystem 10a. Since there is a 90° rotation between the two subsystems 10a, 10b, the holograms 16 of the first subsystem 10a ignore the light from the second subsystem 10b and vice versa. The result is a backlight 10 that uses two cold cathode fluorescent tubes 11 and which emits nearly twice as much s-polarized quasi-collimated red/green/blue light as the tapered-light-pipe embodiment of the present invention described above.

In summary, an array of green-diffracting hologram doublets 16, combined with a tapered light pipe 13 and a phase retarding film layer 14, is capable of emitting near-normal, s-polarized quasi-collimated green light in only those spatial surface areas of the light pipe 13 corresponding to clear aperture regions of the active matrix liquid crystal display 21. In a similar manner red-diffracting hologram doublets 16 and blue-diffracting hologram doublets 16 may be made, and the resultant pattern of red, green and blue diffracting holograms may be aligned to the red, green, and blue pixel elements 22 of the active matrix liquid crystal display 21 in the miner shown in Fig. 10. In some applications, it is possible using this technique to eliminate the color filter (not shown) in the active matrix liquid crystal display 21, which transmits only 20-30% of the white light incident upon it. However, even if color purity considerations necessitate the use of the color filter, the transmittance of colored light through the color filter (e.g.. green light from the green-diffracting hologram doublet 16 transmitting through the green absorptive filter) will have a transmitance of much greater than 20-30%, typically on the order of from 50-60%.

The holographic backlight 10 works more efficiently than a conventional backlight by delivering green light to green pixel elements 22 of the liquid crystal display 21, preferentially emitting s-polarized light, converting some unusable p-polarized light into diffracted s-polarized light, delivering light spatially where it is needed, making the emitted light quasi-collimated to so that it passes through the liquid crystal display 21 with high contrast, and providing a tailored diffuser after the active matrix liquid crystal display 21 to give the viewer a desired viewing zone without losing image contrast.

EX1003, Page 772

It is not currently known what the total efficiency of the present holographic backlight 10 is, that is, how much light from the cold cathode fluorescent tube 11 is actually diffracted by the holograms 16. However, it is believed that the overall efficiency is greater than that of conventional backlights, which produces a liquid crystal display 21 with higher display brightness, reduced battery power requirements, increased battery lifetime, and higher contrast over a wider viewing angle.

Thus there has been described new and improved holographic backlights and liquid crystal display systems employing same. It is to be understood that the above-described embodiment is merely illustrative of some of the many specific embodiments which represent applications of the principles of the present invention. Clearly, numerous and other arrangements can be readily devised by those skilled in the art without departing from the scope of the invention.

Claims

1. A holographic backlight (10) characterized by:

   a white light source (11) for emitting white light;
   alight pipe (13);
   light injecting means (12) for injecting the white light from the white light source (11) into the light pipe (13);
   a phase retarding layer (14) disposed on a first surface (15) of the light pipe (13); and
   a double-layer reflection/transmission hologram (16) disposed on an output surface (17) of the light pipe (13).

2. The backlight (10) of Claim 1 wherein the white light source (11) is characterized by a cold cathode fluorescent tube (11).

3. The backlight (10) of Claim 1 wherein the means (12) for injecting is characterized by a non-imaging concentrator (12).

4. The backlight (10) of Claim 1 wherein the light pipe (13) is tapered.

5. The backlight (10) of Claim 1 wherein the double-layer reflection/transmission hologram (16) is characterized by an array of reflection/transmission hologram doublets (16) that is varied across the surface of the backlight (10) so as to select different angular portion of the light injected into the light pipe (13).

6. The backlight (10) of Claim 1 wherein the phase retarding layer (14) has zero retardance.

7. The backlight (10) of Claim 1 wherein the double-layer reflection/transmission hologram (16) produces quasi-collimated s-polarized light having well-defined spectral colors that is transmitted in an array of red, green, and blue patches of light.

8. The backlight (10) of Claim 1 wherein the double-layer reflection/transmission hologram (16) is laminated to the first surface (15) of the tapered light pipe (13).

9. The backlight (10) of Claim 1 wherein the light pipe (13) is characterized by a plane-parallel light pipe (13a) and wherein the backlight (10) is further characterized by:

   a second white light source (11b) for emitting white light;
   second light injecting means (12b) for injecting the white light from the second white light source (11b) into the light pipe (13); and
   a second double-layer reflection/transmission hologram (16b) disposed on an output surface (17) of the light pipe (13) that is oriented orthogonal to the other hologram (16).

10. A holographic backlight (10) for use with a liquid crystal display (21), said backlight (10) characterized by:

    a cold cathode fluorescent tube (11) for emitting white light;
    a non-imaging concentrator (12) for concentrating the white light emitted by the fluorescent tube (11);
    a substantially flat tapered light pipe (13) for receiving concentrated light provided by the concentrator (12) and for providing an emitting surface that emits white light of substantially uniform brightness;
    a phase retarding film layer (14) disposed on a first surface (15) of the tapered light pipe (13); and
    a double-layer reflection/transmission hologram (16) disposed on a second, output surface (17) of the tapered light pipe (13); and
    wherein light emitted by the cold cathode fluorescent tube (11) is injected into the tapered light pipe (13) and is diffracted off of the double-layer hologram (16) so that quasi-collimated s-polarized light having well-defined spectral colors is transmitted thereby as an array of red, green, and blue patches of light corresponding to the clear apertures of the red, green, and blue elements (22) of the liquid crystal display (21).

11. The system (10) of Claim 10 wherein the liquid crystal display (21) is characterized by an active matrix liquid crystal display (21).

EX1003, Page 773

12. The system (10) of Claim 10 wherein the double-layer reflection/transmission hologram (16) is laminated to the first side of the tapered light pipe (13).

13. A liquid crystal display system (20) characterized by:

a cold cathode fluorescent tube (11) for emitting white light;
a non-imaging concentrator (12) for concentrating the white light emitted by the fluorescent tube (11);
a light pipe (13) for receiving the white light transmitted by the non-imaging concentrator (12);
a phase retarding film layer (14) disposed on a first surface (15) of the light pipe (13);
a double-layer reflection/transmission hologram (16) disposed on a second, output surface (17) of the light pipe (13) for diffracting the light emitted from the light pipe (13) to produce quasi-collimated s-polarized light having well-defined spectral colors;
a liquid crystal display (21) disposed adjacent the hologram (16) for receiving the quasi-collimated s-polarized light transmitted by the hologram (16); and
a diffusing screen to spread the light into a desired angular viewing zone;
wherein light emitted by the cold cathode fluorescent tube (11) is injected into the light pipe (13) and is diffracted off of the double-layer hologram (16) to produce the quasi-collimated s-polarized light having well-defined spectral colors which is transmitted as an array of red, green, and blue patches of light corresponding to the clear apertures of the red, green, and blue elements (22) of the liquid crystal display (21).

14. The system (20) of Claim 13 wherein the liquid crystal display (21) is characterized by an active matrix liquid crystal display (21).

15. The system (20) of Claim 13 wherein the light pipe (13) is tapered.

16. The system (20) of Claim 13 wherein the light pipe (13) is characterized by a plane-parallel light pipe (13) and wherein the system (20) is further characterized by:

a second white light source (11b) for emitting white light;
second light injecting means (12b) for injecting the white light from the second white light source (11b) into the light pipe (13); and
a second double-layer reflection/transmission hologram (16b) disposed on an output surface (17) of the light pipe (13) that is oriented orthogonal to the other hologram (16).

EX1003, Page 774

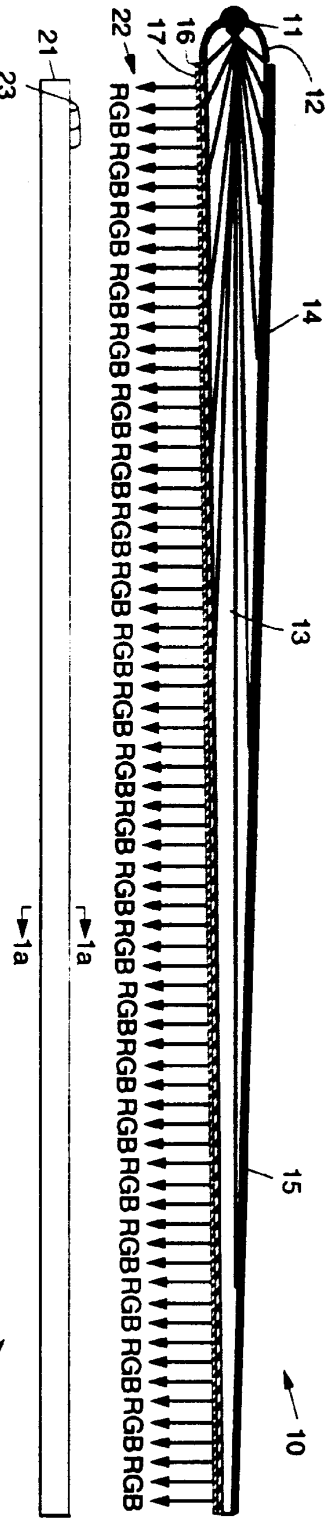

10
11
12
13
14
15
16
17
20
21
22
23
1a
1a
RGB

Fig. 1

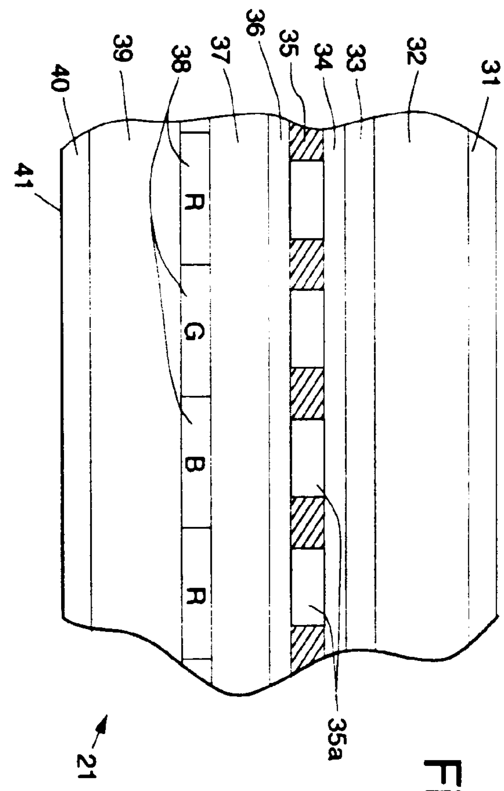

21
31
32
33
34
35
35a
36
37
38
39
40
41
R
G
B
R

Fig. 2

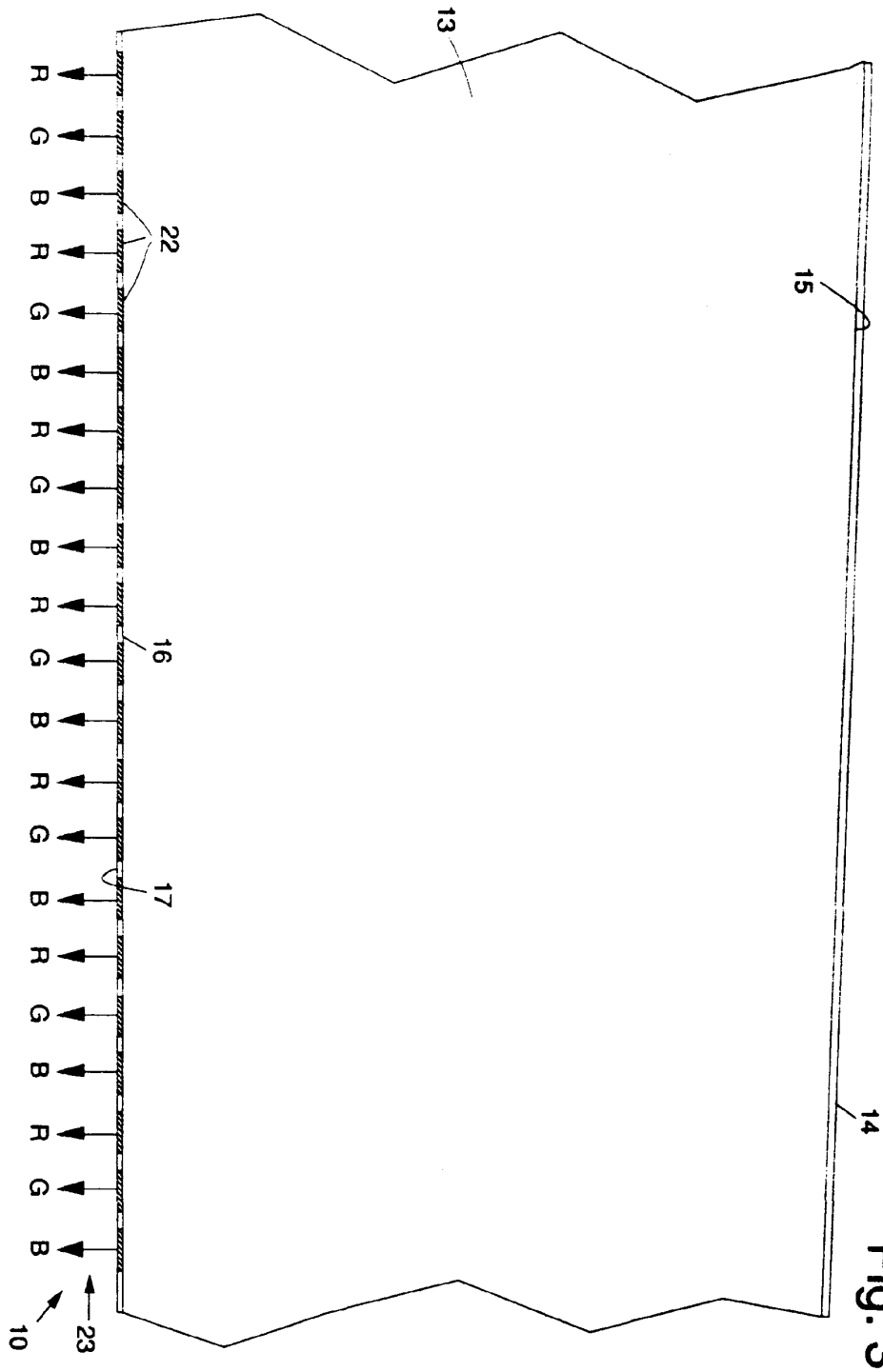


Fig. 3

Fig. 4

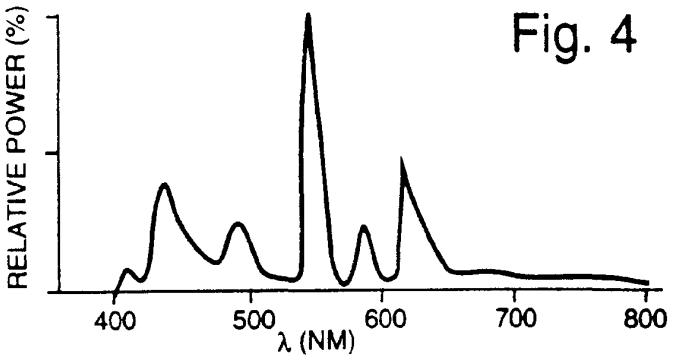
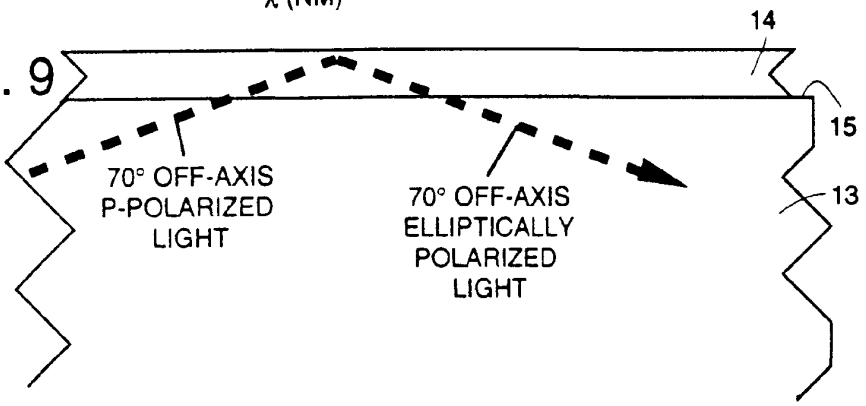


Fig. 9



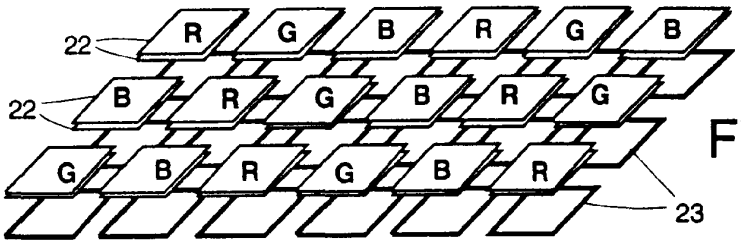
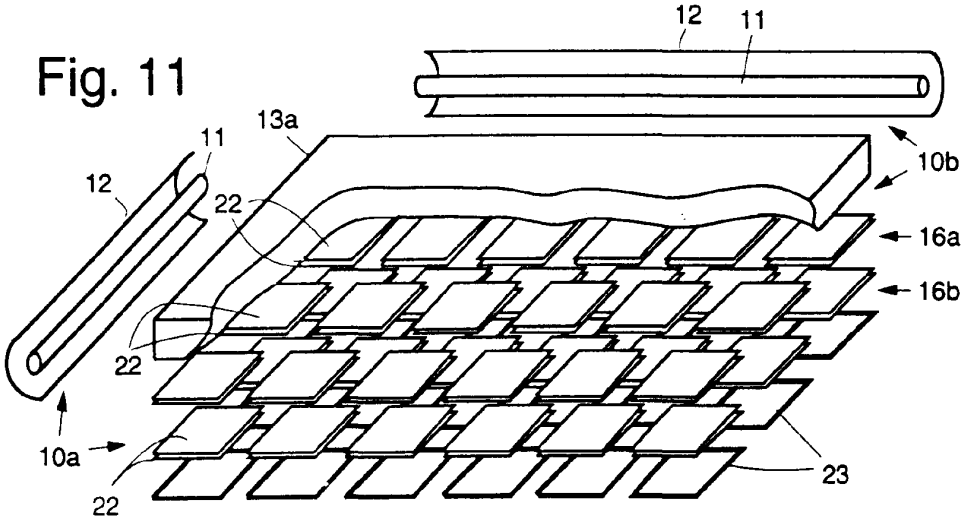


Fig. 10

Fig. 11



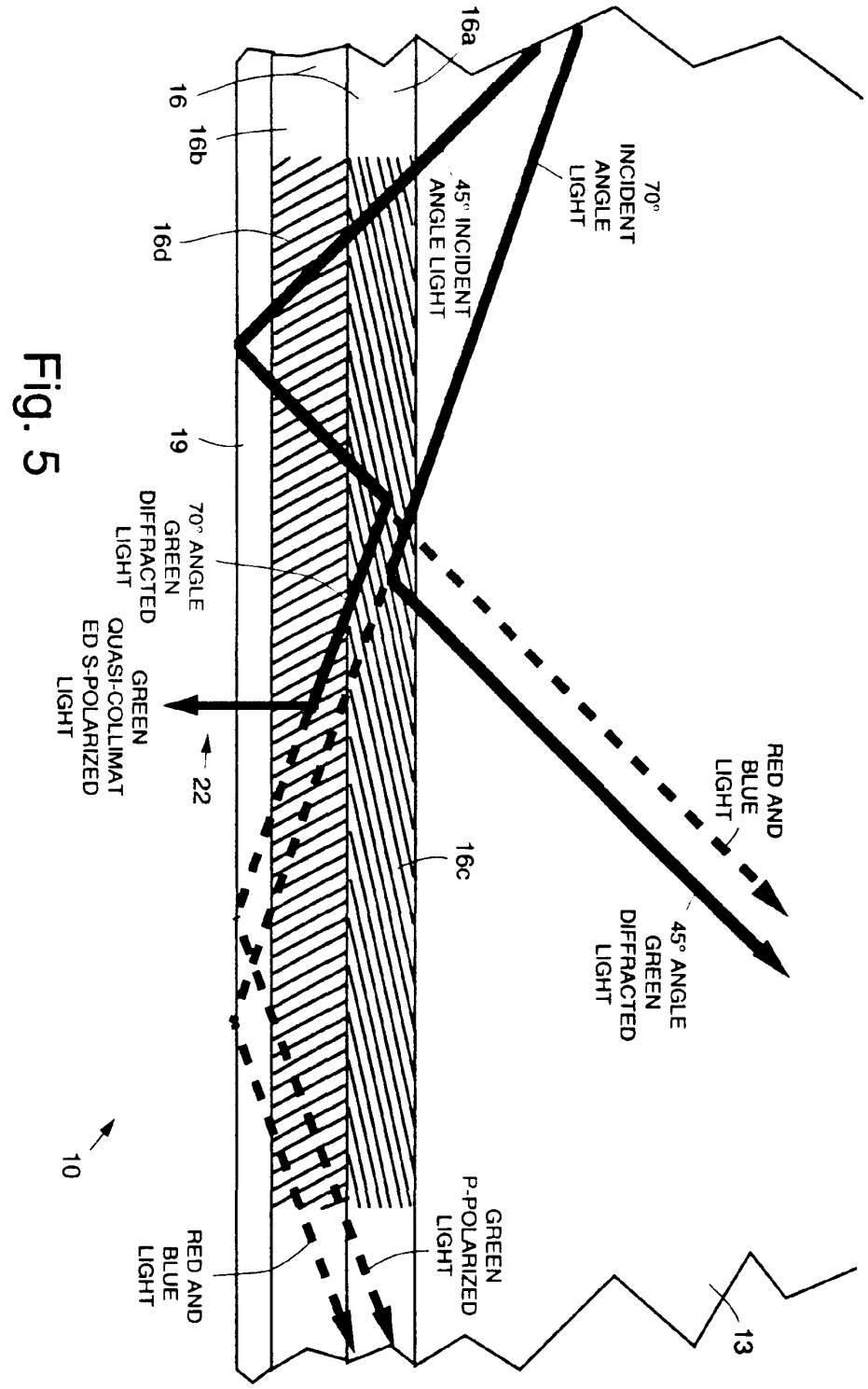

16a
16
16b
16d
70° INCIDENT ANGLE LIGHT
45° INCIDENT ANGLE LIGHT
19
70° ANGLE GREEN DIFFRACTED LIGHT
GREEN QUASI-COLLIMATED S-POLARIZED LIGHT
22
RED AND BLUE LIGHT
45° ANGLE GREEN DIFFRACTED LIGHT
16c
10
GREEN P-POLARIZED LIGHT
RED AND BLUE LIGHT
13

Fig. 5

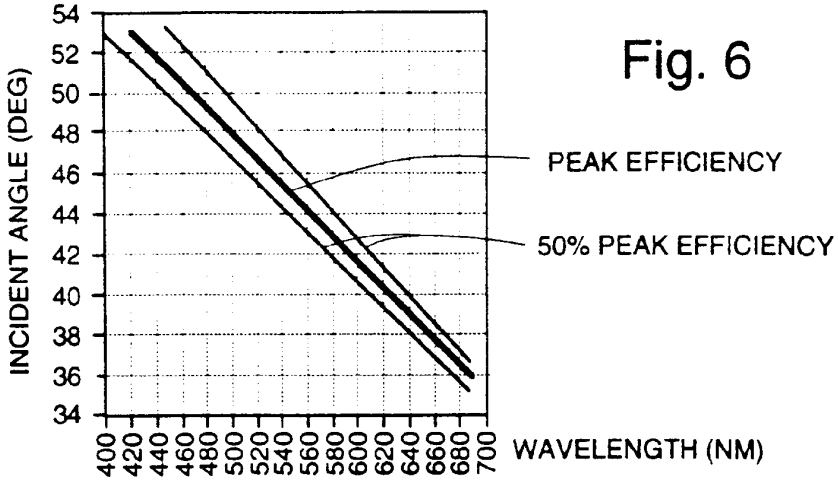


Fig. 6

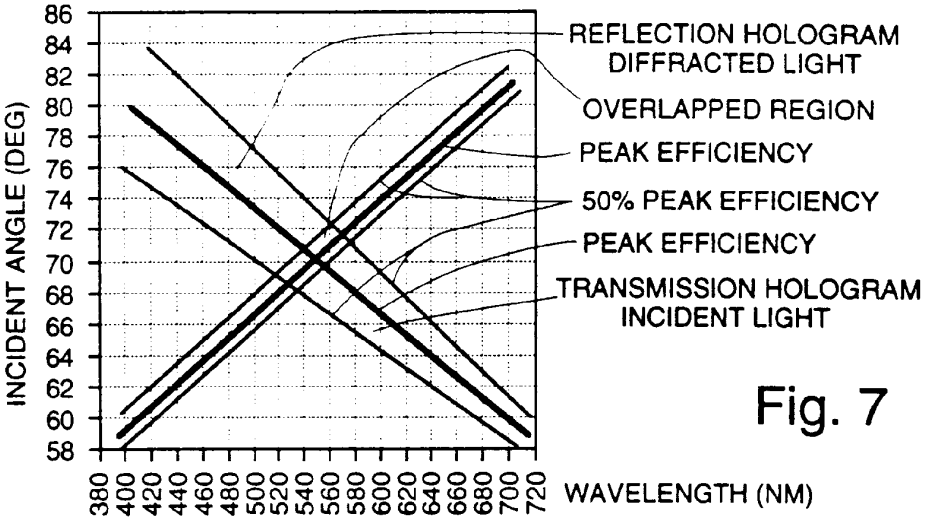


Fig. 7

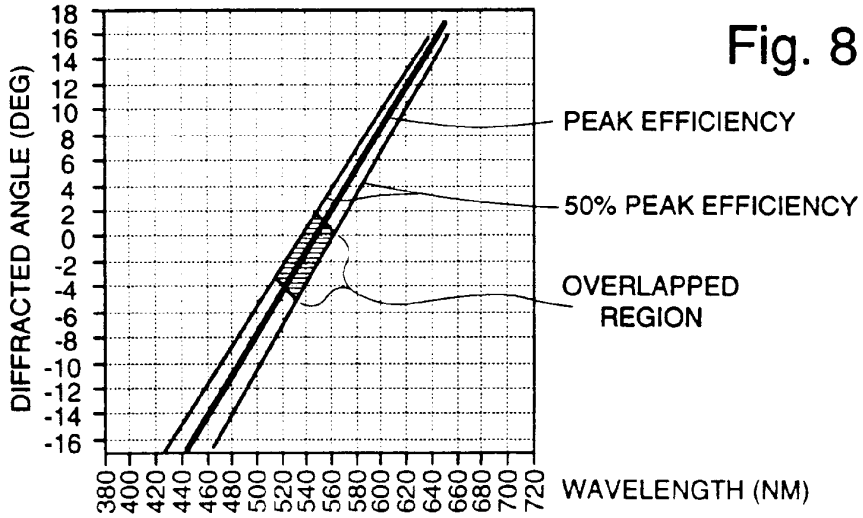


Fig. 8

(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 944 800 B1

(12) **EUROPEAN PATENT SPECIFICATION**

(45) Date of publication and mention of the grant of the patent:
25.06.2003 Bulletin 2003/26

(21) Application number: **97950921.3**

(22) Date of filing: **09.12.1997**

(51) Int Cl.[7]: **F21V 8/00**

(86) International application number:
PCT/US97/22742

(87) International publication number:
WO 98/026212 (18.06.1998 Gazette 1998/24)

(54) **LIGHTING APPARATUS HAVING LOW PROFILE**

BELEUCHTUNGSVORRICHTUNG MIT NIEDRIGEM PROFIL

APPAREIL D'ECLAIRAGE EXTRA-PLAT

(84) Designated Contracting States:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

(30) Priority: **12.12.1996 US 764298**
24.09.1997 US 936717

(43) Date of publication of application:
29.09.1999 Bulletin 1999/39

(73) Proprietor: **Teledyne Lighting and Display Products, Inc.**
Hawtorne, CA 90250 (US)

(72) Inventors:
- **PELKA, David, G.**
Los Angeles, CA 90045 (US)
- **POPOVICH, John**
Del Mar, CA 92014 (US)
- **QIAO, Yong**
Arcadia, CA 91006 (US)

(74) Representative: **VOSSIUS & PARTNER**
Siebertstrasse 4
81675 München (DE)

(56) References cited:
EP-A- 0 403 764
EP-A- 0 442 529
EP-A- 0 531 939
EP-A- 0 733 928
WO-A-92/13232
GB-A- 2 283 849
US-A- 5 485 291
US-A- 5 575 549

Note: Within nine months from the publication of the mention of the grant of the European patent, any person may give notice to the European Patent Office of opposition to the European patent granted. Notice of opposition shall be filed in a written reasoned statement. It shall not be deemed to have been filed until the opposition fee has been paid. (Art. 99(1) European Patent Convention).

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

EP 0 944 800 B1

Description

[0001] The present invention relates to a lighting apparatus. More particularly, the present invention relates to a low profile lighting apparatus utilizing a waveguide for illumination. The invention is particularly advantageous for use as a backlight for illuminating a display.

[0002] Backlights may be used to illuminate both mechanical displays, such as on analog watches or automobile gauges, as well as electronic displays, such as liquid crystal displays used with cellular phones, and pagers, and personal digital assistants. Because many backlight applications involve smaller displays where space is at a premium, it is desirable to reduce the thickness of such backlights while still maintaining the area of illumination. Backlights thus require reduced aspect ratios, defined as the ratio of the thickness of the backlight to the length of the illumination area.

[0003] One type of a backlight utilizes of a light source, such as a light-emitting diode (LED), that is coupled to a waveguide into which light is injected. The light source is typically mounted at an outer peripheral edge of the waveguide and is energized to emit light into the waveguide. The light undergoes several reflections between the surfaces of the waveguide until being transmitted through a top surface to illuminate the display.

[0004] One difficulty associated with such backlights is they do not produce a uniform intensity across the surface of the waveguide. The light loses intensity as it propagates outward from the light source. Consequently, as the distance from the light source increases, the intensity of the light transmitted out of the waveguide decreases. This results in the portions of the waveguide distal of the light source having reduced intensity.

[0005] There is therefore a need for an efficient backlight having a low aspect ratio that provides a substantially uniform illumination profile across the entire area of illumination.

[0006] Prior art includes various devices for coupling light from a light source into a waveguide. For example, EP-A-0 821 820, which is a document under Art. 54 (3) EPC, discloses a lighting device that includes a body comprised of impact- and break-resistant material, such as acrylic glass, which can be either transparent or translucent. The body has two flat, parallel peripheral surfaces, a front surface and a rear surface, which are connected by side walls. A groove is formed in each of the side walls, and a ribbon-shaped light source, comprising, e.g., an electroluminescent film, is disposed in this groove. By insertion of the light source into the groove, essentially all the usable luminous output of the ribbon-shaped light source enters the body. Light within the body is intended to exit the front surface while the rear surface, opposite of the front surface, reflects light onto the front surface.

[0007] EP-A-0 403764 discloses an illuminated display unit comprising a light guide panel that serves for illuminating logo symbols thereon. An electrical illuminating element, such as an LED, is placed in the vicinity of a lateral edge of the light guide panel to introduce light therein. The light guide panel is substantially thinner than the illuminating element, i.e., the LED, therefore, the illuminating element is mounted in a batten secured to the lateral edges of the light guide panel. To ensure that all of the light from the LED is able to pass to the light guide panel, the light guide batten has external surfaces that are at least partly reflecting.

[0008] A need still remains, however, for an apparatus and method for uniformly distributing light transmitted out of waveguides.

[0009] The present invention is defined by the features of the claims.

[0010] One aspect of the present invention relates to a lighting apparatus for illuminating an illumination area of a display. The lighting apparatus comprises a waveguide adapted for mounting adjacent the display so as to illuminate the illumination area of the display. The waveguide comprises a top surface having an optical output area corresponding in size to the illumination area, a bottom surface spaced apart from the top surface, and a side surface extending between the top and bottom surfaces. Reflective material is positioned adjacent the bottom and side surfaces of the waveguide. At least one light source is mounted to input light proximate to a periphery of the waveguide between the top and bottom surfaces. The waveguide further comprises a light ejector on one of the top and bottom surfaces configured to redirect light propagating between the surfaces towards the top surface for transmission therethrough. The light ejector is arranged to provide a preselected illumination profile across the optical output area of the top surface.

[0011] Another aspect relates to a lighting apparatus comprising a waveguide having pair of opposed surfaces. Each of the surfaces is at least partially reflective and at least one of the surfaces is partially transmissive. Each of the surfaces have a reflectivity greater than the transmissivity of the at least one surface.

[0012] Another aspect relates to a lighting apparatus comprising a planar waveguide having a peripheral edge and a light source mounted proximate to the peripheral edge so as to direct light into the waveguide along a path extending from the fight source towards an optical diverter in the waveguide. The optical diverter in the path redirects light rays away from the path towards the periphery of the waveguide.

[0013] Yet another aspect relates to a lighting apparatus comprising a top surface, a bottom surface in spaced relationship to the top surface and cooperating with the top surface to form a waveguide having a thickness defined by the distance between the top and bottom surfaces, and at least one solid state point light source mounted to input light into the waveguide between the surfaces. One of the surfaces has a curvature relative to the other surface which yields a substantial variation in the thickness of the waveguide in a selected

EX1003, Page 781

region of the waveguide. The variation follows a geometric contour selected to redirect light propagating between the surfaces of the waveguide so that the redirected light exits the top surface of the waveguide.

[0014] Another aspect relates to a lighting apparatus comprising a waveguide having top and bottom surfaces and a peripheral edge. The waveguide has a thickness defined by the distance between the top and bottom surfaces. The thickness at the peripheral edge is substantially different than the thickness in a region intermediate opposing sides of the peripheral edge. The thickness has a geometry selected to enhance ejection of light from the top surface intermediate the opposing sides. At least one fight source is disposed proximate to the peripheral edge to introduce light into the waveguide between the top and bottom surfaces.

[0015] Yet another aspect relates to a lighting apparatus comprising a waveguide of solid material, the waveguide having a top surface, a bottom surface and a side surface. A light source is mounted to input light into the waveguide and reflective material is juxtaposed with one of the top and bottom surfaces wherein at least a portion of one of the top and bottom surfaces has a pattern of elongate structures that generally increase in density with distance from the light source.

[0016] In yet another aspect, there is disclosed an illumination and display device comprising an optical waveguiding layer and an illumination coupler embedded in an interior region of the waveguiding layer. In one embodiment, the illumination coupler includes one or more semiconductor light emitting devices. A portion of the optical waveguiding layer has a pair of symmetric (a) nonplanar, curved surfaces, or (b) a plurality of flat, planar surfaces approximating the nonplanar, curved surface. The pair of symmetric surfaces form a cusp lying on the axis of the one or more semiconductor light emitting devices to produce total internal reflection of light from the one or more semiconductor light emitting devices into the waveguiding layer. Display elements are formed on surfaces of the waveguiding layer to cause light to be emitted from the waveguiding layer.

[0017] Another aspect relates to an illumination and display device, comprising an optical waveguiding layer, with an illumination coupler embedded in an interior region of the waveguiding layer, wherein the illumination coupler includes one or more semiconductor light emitting devices. Display elements formed on the surface of the waveguiding layer cause light to be emitted from the waveguiding layer.

[0018] Yet another aspect relates to an illumination and display device, comprising an optical waveguiding layer with an illumination coupler embedded in an interior region of the waveguiding layer, in one embodiment, the illumination coupler includes one or more semiconductor light emitting devices, each of the one or more semiconductor light emitting devices having a longitudinal axis that is parallel to the surface of the optical waveguiding layer. A hole or recess may be formed in the interior region of the waveguiding layer where the one or more semiconductor light emitting devices is placed. The device also may comprise display elements formed on the surface of the waveguiding layer to cause light to be emitted from the waveguiding layer.

[0019] A further aspect of the invention is directed to an illumination device comprising a waveguide having an illumination coupler embedded in an interior region thereof. The waveguide has generally parallel top and bottom surfaces outside of the interior region such that light is guided therebetween. The illumination coupler comprises a refractive index interface configured to capture light rays propagating along a line that forms less than the critical angle of total internal reflection with respect to at least one of the top and bottom surfaces, such that the captured light rays are injected therebetween for propagation outside of the interior region. In one embodiment, the illumination coupler comprises a surface configured for total internal reflection of light incident thereon. The illumination coupler of this embodiment is integrally formed with the waveguide from a single piece of transparent material, and the reflecting surface is uncoated. A point source of light is disposed at least partially, preferably fully, within a cavity formed in the waveguide adjacent the total internal reflecting surface. Display elements may be included on at least one of the surfaces for ejecting light from the waveguide. Additionally, diffusive reflective material may be included on at least one of the top and bottom surfaces.

[0020] In yet another aspect, there is disclosed a lighting apparatus, comprising a device that emits light and an optical cavity that is formed by diffusive reflective surfaces, the cavity having an output region through which light from the cavity passes. The light emitting device is mounted to supply light to the cavity while being hidden from direct view through the output region. The cavity has a diffusely reflective surface area and the output region also has an area. The ratio of the area of the output region to the sum of (i) the area of the output region and (ii) the surface area of the cavity is at least 0.05. Additionally, the cavity has a depth and the output region has an edge to edge bisector dimension, the ratio of the depth to the bisector dimension being significantly less than 0.1. The lighting apparatus additionally comprises an angular spectrum restrictor positioned to restrict output illumination through the output region to a predetermined range of angles.

[0021] Another aspect of the invention involves a method of lighting. The method comprises producing illumination from an optical cavity formed by diffusely reflecting surfaces and outputting illumination from the cavity through an output illumination region. Producing of the illumination comprises directing light rays from a source of illumination into the cavity such that the source of the illumination is not visible through the output illumination region. The method further comprises restricting the angular spectrum of illumination from the output illumination region to a predetermined range of angles,

EX1003, Page 782

and mounting the optical cavity to illuminate at least a portion of a room.

[0022] In another aspect, there is disclosed a method of manufacturing a lighting apparatus. One embodiment of the method comprises wrapping a flexible sheet of reflective material around one side of a tubular light source, juxtaposing a member forming an optical cavity with another side of the tubular light source so that light from the source is introduced into the optical cavity, and attaching the flexible sheet to the member such that the sheet retains the tubular source in juxtaposition with the member.

Brief Description of the Drawings

[0023] These and other features of the invention will now be described with reference to the drawings of a preferred embodiment, which are intended to illustrate and not to limit the invention, and in which:

Figure 1 is a perspective view of wristwatch incorporating one embodiment of a lighting apparatus;
Figure 1A is a cross-sectional view of the watch of Figure 1 taken along line 1A-1A;
Figure 2 is a top plan view of the lighting apparatus used to illuminate the watch of Figure 1;
Figure 3 is a cross-sectional side view of the lighting apparatus of Figure 2 taken along the line 3-3;
Figure 4 is a cross-sectional view of the lighting apparatus of Figure 2 taken along the line 4-4;
Figure 4A is an enlarged view of a portion of Figure 4;
Figure 4B is a cross-sectional view similar to that of Figure 4, but with elongate structures on the top surface;
Figure 4C is a cross-sectional view similar to that of Figure 4, but with reflective material surrounding the entire waveguide;
Figure 5 is a top plan view of an alternative embodiment of a waveguide for use in the lighting apparatus of Figure 2;
Figure 6 is a top plan view of yet another embodiment of a waveguide for use in the lighting apparatus of Figure 2;
Figure 7 is a top plan view of yet another embodiment of a waveguide for use in a lighting apparatus;
Figure 8 is a top plan view of a waveguide showing another embodiment of an optical diverter;
Figure 9 is a cross-sectional view of a lighting apparatus used with a light enhancing structure;
Figure 10 is a top plan view of a waveguide having a dimple for redirecting light rays;
Figure 11 is a cross-sectional side view of the lighting apparatus of Figure 10 taken along the line 11-11;
Figure 12 is a perspective view of an alternate embodiment of a lighting apparatus;
Figure 13 is a cross-sectional view of the lighting apparatus of Figure 12;
Figure 14 is a perspective view of a housing used with the lighting apparatus of Figure 12;
Figure 15 is a perspective view of a lighting apparatus including a total internal reflection region;
Figure 16 is cross-section view of the lighting apparatus of Figure 15 taken along the line 16-16;
Figure 16A is an enlarged view of a portion of Figure 16;
Figure 17 is a perspective view of an alternative embodiment of a lighting apparatus including a total internal reflection region;
Figure 18 is a cross-sectional view of the lighting apparatus of Figure 17 taken along the line 18-18;
Figure 19 is a schematic side view of a prior art "bullet lens" tED;
Figure 20 is a schematic side view of a prior art "bare" LED;
Figure 21 is a perspective view of an exit sign incorporating an alternative embodiment of a lighting apparatus;
Figure 22 is a rear perspective view of an automobile having taillights that incorporate a lighting apparatus;
Figure 23 is a top view of a wrist watch incorporating an alternative embodiment of a lighting apparatus;
Figure 24 is a cross-sectional side view of the exit sign of Figure 21 taken along the line 24-24;
Figure 25 is a perspective view of an exit sign incorporating yet another embodiment of a lighting apparatus;
Figure 26 is a side view of an exit sign incorporating extractive display elements;
Figure 27 is a side view of an extractive display element;
Figure 2B is a side view of an alternative embodiment of an extractive display element;
Figure 29 is a perspective view of an exit sign incorporating circular grooves for extracting light; and
Figure 30 is a cross-sectional side view of the exit sign of Figure 29.

Detailed Description of the Preferred Embodiment

[0024] Referring to Figures 1 and 1A, one embodiment of the present invention is utilized as a back lighting apparatus 26 for a wristwatch 20. Although the wristwatch 20 is shown having a generally circular shape, it will be appreciated that the wristwatch may have any of a variety of shapes.

[0025] An outer housing 22 of the wristwatch 20 encloses a thin disk 30 of substantially transparent material that is spaced below a watch crystal 24. The disk 30 has an upper display surface 32 and an opposed bottom surface 34. The display surface 32 includes indicia 35 (Figure 1), such as numerals for indicating time, although other indicia could also be displayed. Two hands 36 of the watch 20 are mounted for rotation about a stem

EX1003, Page 783

38 that extends through the disk 30. The stem is driven by a watch mechanism 40 in a well known manner. Alternatively, the disk 30 may comprise a liquid crystal display in which indicia, such as the hands and numerals, are electrically generated.

[0026] Referring to Figure 1A, the lighting apparatus 26 is interposed between the disk 30 and watch mechanism 40 for illuminating the disk 30. The lighting apparatus 26, which is preferably in contact with the disk 30, includes a waveguide 42 and a light source 44 positioned along a peripheral edge of the waveguide 42.

[0027] In the illustrated embodiment, the housing 22 supports the disk 30 and the lighting apparatus 26 in juxtaposed relationship to each other. The disk 30 is mounted so that its periphery is supported by a first annular lip 46 which partially covers the display surface 32 to define a viewing area or illumination region of the display surface 32. The waveguide 42, which has a diameter slightly larger than that of the disk 30, is mounted so that its periphery is supported by a second annular lip 48 in the housing 22. The second annular lip 48 is sized to shield the light source 44 from being directly visible through the illumination region of the display surface 32. By way of example, the diameter of the illumination region may be 27 mm.

[0028] As shown in Figure 2, the waveguide 42 has a circular shape-optimal for illuminating a circular watch, although other shapes may be utilized for various applications. The light source 44 is mounted within a triangular or V-shaped notch 50 in the peripheral edge of the waveguide 42. The notch 50 serves as an optical diverter which redirects light transmitted by the light source 44, utilizing refractive index differences at the interface 52 formed by the sides of the notch 50. In a preferred embodiment, the V-shaped optical diverter 50 is symmetrical such that a line passing through its apex and the center of the waveguide 42 bisects the V-shaped notch.

[0029] In a preferred embodiment, the light source is a single, solid state, point source of light, such as a light emitting diode (LED) 44 mounted on a carrier or circuit board (not shown). The carrier on which the LED 44 is mounted is attached to the waveguide at the back of the notch 50 (i.e., the open end opposite the apex) utilizing an adhesive (not shown). The LED 44, which is typically in the form of a cube of solid state material that emits light from each of multiple faces (i.e., its top surface and four sides), is spaced from the sides of the notch 50 with air therebetween. The difference in index of refraction between the waveguide and the air creates the refractive index interface 52 that causes light to refract as the light passes into the waveguide 42. In accordance with this advantageous feature, a substantial fraction of the light passing through the interface 52 is refracted toward opposite sides of the waveguide 42 (i.e., the sides generally adjacent to and on opposite sides of the light source 44). In this manner, regions of the waveguide 42 that are located to the sides of the light source 44 are efficiently illuminated, and the diverter 50 thereby contributes to uniform illumination.

[0030] The waveguide 42 is preferably comprised of a material that is transparent to light produced by the LED 44, such as a transparent polymeric material, and may be manufactured by vaiious well-known methods, such as machining or injection molding. Preferred materials for the waveguide 42 are acrylic, polycarbonate, and silicone. Acrylic, which has an index of refraction of approximately 1.5, is scratch resistant and has a lower cost relative to polycarbonate. Polycarbonate, which has an index of refraction of approximately 1.59, has higher temperature capabilities than acrylic. Polycarbonate also has improved mechanical capabilities over acrylic. Silicone has a refractive index of approximately 1.43. The refractive index of air is 1.0. The dimensions of the waveguide 42 may vary, although the waveguide 42 is desirably very thin relative to its length so as to provide a low profile. The distance between the top surface 56 and the bottom surface 58 is preferably on the order of 1-3 mm, while the diameter of the waveguide 42 is typically at least 2.0 mm.

[0031] As shown in Figure 2, a plurality of display elements comprising elongate structures 54 extend across the waveguide 42 for redirecting light propagating within the waveguide 42. Although illustrated as lines, the elongate structures 54 have a three-dimensional shape, as described in detail below. In the illustrated embodiment, the elongated elongate structures 54 are arranged in a pattern consisting of intersecting lines that extend radially outward from a common point at the center of the waveguide 42 through which the stem 38 passes. The elongate structures 54 are preferably spaced apart by an equal angular distance, such as 0.3 degrees. It has been found that the pattern of radial grooves utilized in the watch 20 are highly effective in eliminating "shadows" that would otherwise be cast by the watch stem 38.

[0032] As illustrated in Figure 3 the waveguide 42 includes atop surface 56 and an opposed bottom surface 58, which are substantially parallel to each other. A side or edge surface 60 extends between the top arid bottom surfaces 56, 58 along the periphery of the waveguide 42. While the surfaces 56, 58 are typically flat for backlight applications, the surfaces 56, 58 may also be formed as curved surfaces, such as when the waveguide is utilized as a taillight for an automobile.

[0033] A diffusive reflective material 62 is positioned adjacent the bottom surface 58 and side surface 60 of the waveguide 42, with the material 62 also preferably covering a peripheral strip 61 on the top surface 56. In the embodiment illustrated, the peripheral strip 61 is sufficiently wide to cover the notch 50 so that the top, the bottom, and the outside edge of the notch 50 are covered by the reflective material 62. The peripheral strip is also preferably sufficiently wide that the LED 44 cannot be viewed directly from viewing angles of 75 degrees or less lit being understood that the viewing angle is

EX1003, Page 784

measured from a line normal to the top surface 56). By way of example, the peripheral strip may be equal in width to the width of the second annular lip 48 of the watch 20 (Figure 1).

[0034] The diffusive reflective material 62, which has a reflectivity of at least 88% may comprise a single layer or multiple layers of diffusely reflective tape, such as DRP™ Backlight Reflector, manufactured by W.L. Gore & Associates. DRP™ Backlight Reflector has a reflectivity of approximately 97%-99.5%, depending on its thickness and the wavelength of the light. Alternatively, the reflective material 62 could comprise a paint or coating that is applied to the surfaces 58 and 60, such as white house paint or a more exotic material, such as the Labsphere Corporation's Spectraflect paint. Spectraflect paint's reflectivity is considerably higher than house paint, roughly 98%, while the reflectivity of a good white house paint is approximately 90%.

[0035] Because the reflective material 62 covers the bottom and side surfaces 58, 60, as well as the peripheral strip on the top surface 56, light will be emitted from the waveguide in an output illumination region or aperture 65 comprising the central uncovered portion of the top surface 56 (i.e., the portion of the surface 56 interior to the peripheral strip 61). It will be appreciated that light rays incident on the top surface 56 at an angle of incidence (i.e., the angle of the ray relative to a line normal to the surface) at least equal to a critical angle will be totally internally reflected toward the bottom surface 58. That is, the top surface 56 will reflect all of such light back into the waveguide 42. Light rays having an angle of incidence less than the critical angle are transmitted through the top surface 56. The value of the critical angle is dependent on the difference in the indices of refraction between the waveguide 42 and the disk 22, as is known by those skilled in the art. For a waveguide 42 having a refractive index of 1.5, the critical angle is approximately 42° when surrounded by air.

[0036] As shown in Figures 4 and 4A, the elongate structures 54 may comprise grooves defined by surfaces 64 (Figure 4A) that form a substantially triangular or V-shaped cross-section. The elongate structures 54 advantageously alter the angle of incidence of light reflected toward the top surface 56 to enhance passage therethrough. That is, the angled surfaces 64 reflect light toward the top surface 56 at an angle of incidence less than the critical angle so that such light passes through the top surface 56 rather than being totally internally reflected. The elongate structures 54 are thus used to "eject" light rays that might otherwise be totally internally reflected by the top surface 56. This advantageously increases the optical efficiency of the waveguide 42 by ejecting light that would otherwise experience energy loss through repeated reflections. The elongate structures are defined by a depth D and an apex angle θ that bisects the V-shaped structure 54. In the preferred embodiment, depth D is in the range of 1-2 micrometers and the angle θ is approximately equal to 45 degrees. Preferably, an air gap is maintained within the V-shaped structure 54 (i.e., the grooves are not filled with reflective material).

[0037] The elongate structures 54 are preferably arranged to achieve generally uniform illumination profiles across the illumination output region of the waveguide. In preferred embodiments, the uniformity ratio of the output illumination region, which is defined as the ratio of the highest intensity to lowest illumination within such region is no more than 2 to 1.

[0038] Referring to Figures 4B, in another preferred embodiment, the elongate structures 54 are placed on the top surface 56 instead of the bottom surface 58. The remaining aspects of this embodiment are identical to those of the embodiment shown in Figure 4.

[0039] In an additional embodiment, shown in Figure 4C, the entire waveguide, including the top surface 56, bottom surface 58, and side surfaces 60 are covered by reflective material 63, which is preferably the same diffusely reflecting type as the material 62, but is partially transmissive and partially reflective. Additionally, the material 63 has a reflectivity that is greater than its transmissivity, that is, the reflectivity is greater than 50% and the transmissivity is less than 50%. In one preferred embodiment, which may be utilized in the watch 20, the reflectivity is about 96% and the transmissivity is about 4%. This embodiment provides an output illumination which is substantially uniform, even without the elongate structures 54, although such structures may still be desirable to reduce shadows from the watch stem 38 (Figure 1A). This embodiment is also advantageous in that the indica (numerals, etc.) may be applied directly to the reflective material 63, thereby eliminating the need for the display disk 30.

[0040] Various types of groove patterns may be utilized as to improve the uniformity of the illumination within the region to be illuminated, depending on the situation. Referring to Figure 5, the elongate structures 54 may be arranged in a pattern of nonintersecting arcuate lines that are arranged about the light source 44. In a preferred embodiment, the radius of curvature of the arcuate lines increases with distance from the point source 44. Additionally, the centers of the radius of curvature lie along a line passing through the point source and the center of the illumination region of the waveguide, with all such centers lying along such line (on the side of the waveguide that is further from the waveguide center than from the source 44). The arcuate lines are nonuniformly spaced apart to compensate for loss of intensity as the light propagates outwardly from the light source 44. Specifically, the spacing between the elongate structures 54 decreases as the distance from the light source 44 increases so that the density of the elongate structures 54 increases moving away from the light source 44. The increased density of elongate structures 54 desirably increases the ejection of light rays in these areas to compensate for the distance from the source 44.

EX1003, Page 785

[0041] As shown in Figure 6, the elongate structures 54 could also be arranged in a more complex pattern comprised of a combination of simpler patterns. For example, the patterns could take the form of arcuate lines that emanate outward from the light source 44 and straight lines that extend radially outward from the center of the waveguide 42.

[0042] Figure 7 shows a rectangular-shaped waveguide 42. Such a waveguide is preferably used to illuminate a rectangular-shaped display, such as on cellular phones or personal digital assistants. Although reflective material is not shown, it will be understood that this embodiment may be constructed in the manner previously described. In the illustrated embodiment, multiple point light sources 44 are coupled to introduce light at spaced peripheral locations along the edge of the waveguide 42. Because multiple sources are employed, optical diverters such as the notch 50 are optional, and may or may not be included. The elongate structures 54 of this embodiment are arranged in concentric arcs around each of the light sources 44, although various other patterns are contemplated, including those discussed above.

[0043] Figure 8 illustrates an alternative embodiment in which elongate structures 54 are formed in a waveguide 42a by scratching a top or bottom surface of the waveguide with an abrasive, such as sandpaper. The abrading is preferably non uniform such that the density of the scratches or grooves increase with distance from the light source 44. By way of specific example, in the rectangular waveguide shown in Figure 8, the grooves are directed along the length of the rectangle, rather than the width. The groove pattern is generally amorphous on a local basis, but is substantially directional and nonrandom on a global basis.

[0044] Figure 8 also illustrates an alternative embodiment of an optical diverter that is formed by a triangular opening 50a that extends through a waveguide 42a at its periphery. The opening is between the light source 44 and the output illumination region of the waveguide 42, and a line drawn between the source and the center of such region bisects the triangle while passing through its apex. As shown, the triangular opening 50a has two sides which intersect at a location proximate to the light source to form such apex.

[0045] The triangular opening 50a is filled with a material, such as air, which has a refractive index significantly different from that of the material of the waveguide 42. The shape of the optical diverter 50a and the refractive index difference cause light emanating from the light source 44 to intersect the optical diverter 50a at an angle of incidence which results in total internal reflection of the light towards opposite sides of the waveguide 42. Thus, the optical diverter 50a, like the notch 50, redirects the path of light rays to regions of the waveguide that are on opposite sides of the light source 44.

[0046] Referring to Figure 9, the top surface 56 of the wave guide 42 (or alternative embodiments thereof) may be covered with an angular spectrum restrictor 72 that restricts the output radiation pattern from the output illumination region 65 of the waveguide to a predetermined range of angles (in this context, the term "spectrum" is used in the sense of an angular spectrum rather than a wavelength spectrum). The angular spectrum restrictor 72 comprises a planar micro-replicated optical structure, such as a holographic diffuser, binary diffractive diffuser, or array of microlenses. In the preferred embodiment, the angular spectrum restrictor 72 comprises a brightness enhancing film (BEF) which, in addition to restricting the output spectrum, enhances the intensity of the illumination in the output illumination region 65. The BEF 72 is preferably placed in physical contact with a diffuser 70 to collectively form a light quality enhancing apparatus 73. Preferably, the diffuser 70 is disposed between the BEF 72 and the waveguide 42 and in contact with the waveguide 42. The-purpose of the diffuser is to remove the effect of residual nonuniformities, such as cosmetic imperfections, in the surfaces of the waveguide 42. The diffuser 70 is comprised of translucent material, typically a thin plastic surface or volume diffuser, both of which are characterized by very low absorption and minimum energy losses.

[0047] As mentioned above, the BEF 72 restricts output illumination within defined boundary lines and also increases the brightness within the output illumination region 65. In the preferred embodiment, the BEF 72 is a commercially available thin film having linear pyramidal structures, such as 3M model 90/50 film. The BEF transmits only those light rays from the waveguide that satisfy certain incidence angle criteria with respect to the top surface 56. All other light rays are reflected back into the waveguide 42 toward the bottom or side surfaces 58 and 60, respectively, where they are reflected by the reflective material 62. In effect, the reflected rays are "recycled" until they are incident on the BEF 72 at an angle which permits them to pass through the BEF 72.

[0048] As is well known, a BEF, such as the BEF 72, concentrates illumination within boundaries defined by a pair of mutually inclined planes (which in cross-section form a "V") and does not provide concentration in the orthogonal direction. In some applications of the invention, it is preferable to concentrate the illumination two orthogonal directions, and for such applications, a second BEF oriented orthogonally to the first BEF, may be included. With two crossed BEFs, the emission from the waveguide will be within boundaries resembling a truncated inverted cone. As is conventional in the art, the boundaries are defined by the full-width, half-maximum (FWHM) of the optical intensity. By way of example, the boundaries of the cone may be inclined relative to a line normal to the top surface 56 by an angle of no more than about 35 degrees, in which case the illumination will be visible only within viewing angles of 35 degrees or less.

[0049] Figures 10 and 11 illustrate a top and a cross-sectional side view, respectively, of yet another embod-

EX1003, Page 786

iment of the lighting apparatus 26 that utilizes a waveguide 42b. As shown in Figure 10, a light source 44 is mounted adjacent an optical diverter 50 and the waveguide 42b is covered with reflective material 62 or 63 in the manner described above with respect to the waveguide 42 shown in Figures 2-4C. The top surface 56 of the waveguide 42b includes a depressed region or dimple 74 that redirects light rays propagating in the waveguide 42b, as described below. As best shown in Figure 22, the dimple 74 comprises a surface 75 of smooth and continuous curvature relative to the bottom surface 58 so as to define an area of reduced thickness of the waveguide 42b. As used herein, the "thickness" of the waveguide 42 refers to the distance between the top surface 56 and the bottom surface 58. In the preferred embodiment, the variation of thickness (e.g., depth of the dimple 74) is at least equal to 5% of the thickness of the waveguide 42 outside the dimple 74.

[0050] The dimple 74 is preferably centrally located with respect to the periphery of the waveguide 42, covers an area at least 70% that of the top surface 56, and defines an elliptical shape in a cross-section parallel to the top surface 56. For the rectangular waveguide, shown in Figure 10, the geometric contour of the dimple 74 defines a super ellipse in accordance with the following equation:

$$(x/a)^n + (y/b)^p = 1$$

where n and p are both greater than 2, a is the length of the major axis of the ellipse, and b is the length of the minor axis of the ellipse. As is well known, increasing the exponents n and p above two causes the shape of the ellipse to become less oval and more rectangular. These exponents are preferably selected so that the curved edges of the dimple 74 extend substantially to the edges of the output illumination region of the waveguide.

[0051] According to an advantageous feature of the waveguide 42b, the surface 75 of the dimple 74 follows a geometric contour that redirects light propagating between the top surface 56 and the bottom surface 58, so that the redirected light more readily and uniformly exits the top surface 56 of the waveguide 42b. Specifically, some light will be incident on the curved dimple surface 75 at an angle of incidence which causes it to refract through the top surface 56. Light having an incident angle within the critical range will be totally internally reflected. Reflected light will be directed toward the bottom surface 58 or side surface 28. The reflective material 62 adjacent these surfaces reflects the light toward the top surface 56 for transmission therethrough. Light reflected from the bottom surface 58 in the region of the dimple 74 will typically be incident on the dimple surface 7517-20 at a reduced angle of incidence which permits the light to be transmitted therethrough. Other embodiments may utilize multiple light sources 44 with a single and multiple dimples 74.

[0052] As shown in Figures 12 and 13, another embodiment of the lighting apparatus, referred to as lighting apparatus 170, comprises a rectangular waveguide 172 having a top surface 174 (Figure 13) and an opposed bottom surface 176 (Figure 13). Four side surfaces 178a (Figure 13), 17Bb (Figure 13), 178c, and 178d extend between the top surface 174 and bottom surface 176. A pair of lamps 180a, 180b are mounted adjacent the opposing side surfaces 178a and 178b. The lamps 180a, 180b are preferably held in place by diffusive reflective material 182 that surrounds the lamps 180a, 180b and covers a significant portion of the waveguide 172, as described more fully below.

[0053] The lamps 180 preferably comprise fluorescent tubes of circular cross-section which extend along substantially the entire length of the sides 178a, 178b. As best shown in Figure 13, the sides 178a and 178b of the waveguide 172 are preferably each concave to form respective elongate channels that extend along the entire length of the sides 178a, 178b. Such channels are configured to flushly receive respective surfaces on sides of the lamps 180a, 180b. An optical coupling gel 184 is interposed between the lamps 180a, 180b and the sides 178a, 178b of the waveguide 172 in order to reduce repetitive index differences by eliminating air gaps therebetween and thereby efficiently couple light from the lamps 180a, 180b to the waveguide 172. Alternatively, the lamps 180a, 180b may each comprise a linear array of point sources, such as LEDs (not shown).

[0054] In the preferred embodiment, the reflective material 182 entirely covers the bottom surface 176 and wraps around the lamps 180a, 180b to secure and retain them in juxtaposition with the side surfaces 178a, 178b of the waveguide 172. The reflective material 182 also wraps around the sides 178c, 178d and extends onto a portion of the top surface 174 so as to form a peripheral strip 186 (Figure 12) that extends around the perimeter of the top surface 174.

[0055] Accordingly, the interior surface of the reflective material creates an optical cavity that is filled by the solid waveguide 172 and lamps 180. The portion of the top surface 174 of the waveguide 172 that is not covered by reflective material 182 forms an illumination output region or aperture 188 through which light is output from the waveguide 172. The peripheral strip 186 is sufficiently wide to shield the lamps 180 from being viewed directly through the aperture 188. In the illustrated embodiment, the aperture 188 has a rectangular shape. It will be appreciated that the aperture 188 could also be circular or take on any other of a wide variety of shapes suited for various applications.

[0056] An angular spectrum restrictor 190, such as described above in connection with Figure 9, may be juxtaposed with the aperture 188. In a preferred embodiment, the angular spectrum restrictor comprises a brightness enhancing film (BEF) 190, as described above, utilized with a diffuser 192 to collectively form a

EX1003, Page 787

light quality enhancing (LQE) apparatus 196. A color filter 198 may be added to the LQE apparatus 196, if desired. In one embodiment, the edges of the LQE apparatus 196 are interposed between the waveguide upper surface 174 and the peripheral strip 186 of the reflective material 182 so that the reflective material 182 secures the LQE apparatus 196 to the waveguide 172. Alternately, the LQE apparatus 196 may be positioned over the reflective material 182 and secured using an adhesive.

[0057] The waveguide 172, lamps 180, reflective material 182, and LQE form a lighting assembly that may be used as a downlight or a backlight. The reflective material 182 reflects light from the lamps 180a, 180b towards the waveguide 172 so that substantially all of the light is coupled into the waveguide 172 through sides 178a, 178b and the optical gel 184. The light undergoes diffuse reflections within the waveguide 172 before exiting from the waveguide 172 through the aperture 188. In particular, the light reflects against the diffusive reflective material 182 that covers the bottom surface 176, surrounds the side surfaces 178a-178d, and covers the peripheral strip 186.

[0058] In the lighting apparatus 170, pertinent design factors include the area of the illumination aperture 188, and the combined cavity area, that is the sum of (i) the surface area of the optical cavity and (ii) the area of the aperture 188. For reasonably efficient use of the energy emitted from the lamps 180a, 180b the ratio of the area of the aperture 188 to the combined cavity area is preferably at least 0.20, and in one preferred embodiment the ratio is at least 0.40.

[0059] Another parameter of interest is the edge-to-edge dimension of the aperture 188, particularly the dimension referred to herein as the bisector dimension. This bisector dimension is an edge to edge dimension that extends between opposing sides of the aperture 188, along a line passing through the geometric center of the aperture 188, and substantially perpendicular to the aperture edges at such opposing sides (or a tangent thereto in the case of a circular aperture). In one embodiment, all of the edge-to-edge bisector dimensions of the output region are at least 4 inches in length. The ratio of the depth of the cavity to the edge to edge bisector dimensions affects both the intensity and uniformity of the light emanating from the opening formed by the aperture 188. In one preferred embodiment of the present invention, the ratio of the depth of the cavity to any of the edge to edge bisector dimensions is significantly less than 0.1, and preferably no more than 0.08. In another embodiment, only the longest bisector dimension satisfies these ratios. In yet another embodiment, the ratio is no more than 0.03.

[0060] The waveguide 172 is comprised of material that is transparent to light produced by the lamps 180a, 180b, such as a transparent polymeric material, and may be manufactured by various well-known methods, such as machining or injection molding. Preferred materials for the waveguide 172 are acrylic, polycarbonate, and silicone.

[0061] As mentioned above in connection with the previous embodiments, the reflective material 182 has a reflectivity of at least 90% and may comprise a single layer or multiple layers of diffusely reflective tape, such as DRP™ Backlight Reflector, manufactured by W.L. Gore & Associates. Alternately, the surfaces of the waveguide 172 may be coated with a reflective paint of the type described above.

[0062] The light emerging through the aperture 188 of the lighting apparatus 170 may be used to illuminate a display or to provide illumination for a room. In a preferred embodiment, the lighting apparatus 170 is used as a ceiling light fixture. By way of example, when used as a light fixture for a room, the waveguide 172 may be approximately 16"x 4" and approximately 6 mm thick. The diameter of the lamps 180 preferably match the thickness of the waveguide 172.

[0063] Referring to Figure 14, the lighting apparatus 170 may include a hollow housing 200 comprising a planar upper portion 202, side portions 204a-204d, and bottom portions 206a and 206b that together define a hollow space sized to receive the lighting assembly. The side portion 204a is pivotably mounted to one edge of the upper portion 202, thereby allowing it to be opened so that the lighting assembly may be slid into the hollow space within the housing 200. Rails may be positioned on the side portions 204b and 204c to facilitate insertion of the lighting assembly into the housing 200.

[0064] As shown in Figure 14, the bottom portions 206a and 206d define an opening 208 therebetween that is at least as large as the aperture 188. The lighting assembly is positioned within the housing 200 so that the illumination aperture 188 of the waveguide 172 is juxtaposed with the opening 208 in the housing 200. Power may be supplied to the lamps 180 in any known manner, such as through an electrical ballast 210 positioned in the housing 200 and connected to the lamps via electrical wires. When the lighting apparatus is illuminated, light emerges from the waveguide 172 through the aperture 188 and into the room.

[0065] Figures 15 and 16 illustrate yet another embodiment of a lighting apparatus utilizing a waveguide 42c. As best shown in Figure 15, the top surface of the waveguide 42 includes a total internal reflection (TIR) region 76 having a smoothly curved surface 80 (Figures 16 and 16A) defining a vortex shape that extends into the waveguide 42. Preferably, the region 76 has the shape of an equiangular spiral that forms into a cusp 82. Referring to Figures 16 and 16A, the surface 80 has a curved shape that is symmetrical about a vertical axis 83 that extends through the cusp 82 and perpendicular to the top surface 56. A light source 44, preferably an LED, is mounted immediately below the cusp 82. The LED 44 is embedded in a correspondingly-shaped hole, channel, or recess 84 that extends into the bottom surface 58 of the waveguide 42c. In order to ensure good coupling into the waveguide 42c and reduce reflections

EX1003, Page 788

at the interface between facets of the LED and corresponding sides of the recess 84, a transparent optical coupling agent, such as an adhesive or gel (not shown), may be used to fill any air gaps between the LED 44 and the waveguide 42a. The transparent optical coupling agent could be an epoxy, silicone, or any well-known organic or inorganic optical coupling materials. Preferably, the refractive index of the coupling agent is between that of the LED 44 and waveguide 42.

[0066] The surface 80 may be either a nonplanar, curved surface, or a nonplanar surface comprising of a plurality of flat surfaces approximating a curve that produces total internal reflection (TIR). As mentioned, the shape of the surface 80 is preferably a symmetric section of an equiangular spiral. However, other geometric shapes can be used to produce total internal reflection including symmetric sections of hyperbolae, parabolas, sine curves and circles, provided that such shapes are analytically shown to produce total internal reflection, as described below. Mathematical modelling of these shapes can be performed with an optical analysis software package such as ASAP by Breault Research of Tucson, Arizona. However, various parameters such as the waveguide thickness and the shape of the surface 80 must be optimized to optimize the coupling of light into the waveguide 42c.

[0067] The geometric contour of the surface 80 is selected so that the TIR cusp region 76 formed thereby totally internally reflects substantially all fight rays directly emitted by the light source 44. Toward this end, the surface 80 is contoured such that substantially all light rays emitted from the light source 44 are incident on the surface 80 at an angle at least equal to the critical angle. This may be accomplished by calculating the range of possible incidence angles of light rays from the light source 44 at various local areas of the surface 86. The local areas are then oriented so that all rays are incident within the critical range. The local areas could be large in size so that the surface 80 consists of a collection of flat surfaces. As the size of the local areas decreases, the surface 80 forms into a smoothly curved surface having an equiangular spiral shape as shown in Figures 16 and 16A.

[0068] In the embodiment illustrated, the bottom surface 58, side surfaces 60, and the back of the LED are covered by the diffusive reflective material 62. When the light source 44 is energized, the light totally internally reflected from the surface 30 propagates within the waveguide 42 outside of the TIR cusp region 76. The reflective material 62 functions in the manner described with reference to the waveguide 42. This embodiment is particularly advantageous when the waveguide is utilized as a tail light lens for an automobile. It is contemplated that multiple TIR cusp regions 76 could be positioned on a waveguide 42C, and thus the total combined area of illumination may be quite large.

[0069] Figures 17 and 18 illustrate an alternative embodiment of the TIR cusp region 76 used in a waveguide 42d. Referring to Figure 17, the TIR region 76 is elongated so as to define an elongated cusp 82a that extends along an axis 83. The TIR region 76 comprises top and bottom equiangular spiral curved surfaces 86, 88 (Figure 18) that symmetrically extend from either side of the elongated cusp 82a. In the illustrated embodiment, a TIR region 76 is located on both the top surface 56 and the bottom surface 58, although the TIR region could also be located on a single surface.

[0070] A light source 86 is mounted immediately below the elongated cusp 82. The light source 86 may consist of a single elongated light source that extends along the entire length of the cusp 82, such as a fluorescent tube. Alternatively, the light source 86 may consist of a plurality of point light sources, such as LEDs, that form a line aligned immediately below the length of the cusp 82. The tip of the elongated cusp 82 may be rounded to provide controlled leakage of light from the light source 86 in the area of the waveguide 42d immediately above the light source 86. This will eliminate dark spots above the light source 86.

[0071] The waveguide 42d shown in Figures 17 and 18 functions in essentially the same manner as the waveguide shown in Figures 12-13. That is, the TIR region 76 totally internally reflects substantially all light emitted by the light source 86. The symmetric pair of curved surfaces 86, 88 joined at the elongated cusp 82a provide total internal reflection (TIR) of the light from the light source 44 along either side of the axis 83. The cusp 82a divides the light from the light source 44 into two equal portions.

[0072] Because the TIR cusp regions 76 of Figures 15-18 reflect substantially all light incident thereon, these regions 76 will appear dark relative to portions of the waveguide outside the TIR regions 76. In situations where such dark spots are objectionable, the surface 80 should be contoured to be a less than perfect internal reflector so that a significant portion of the incident light leaks through the surface 80. The amount of leakage should preferably be no more than is necessary to substantially eliminate the dark spots, and provide an intensity in the TIR regions substantially equal to that of the surrounding region. Such leaky TIR regions thus provide substantially uniform output illumination across the entire output region of the waveguide.

[0073] LEDs have many desirable' properties for optical display systems, including low cost and low driving voltage. LEDs are capable of producing various colors, such as red, green and blue. The driving voltage of an LED may vary from 1.8 volts to 4.0 volts, and the differential energy levels of the quantum mechanical bandgap produces these spectral colors. However, those skilled in the art will appreciate that other point sources may be used. Laser diodes (Lds) or superluminescent light emitting diodes could be used, as well as any semiconductor light emitting device.

[0074] Figure 19 shows a conventional prior art LED 110 in a "bullet lens" package. The LED 110 includes a

EX1003, Page 789

housing 111 that encloses two electrical leads 112 connected to an anode 113 and a cathode 114. A layer 115 of Group HI-V semiconductor compound, such as A1GaAs, GaAsP, or A1InGaP, is interposed between the anode 113 and cathode 114. A cup-shaped reflector 116 is positioned behind the semiconductor layer 115. The top portion of the housing 111 forms a hemispherical immersion lens 117 made of an acrylic or an epoxy.

[0075] When a voltage in the range of 1.8-4.0 V is applied between the anode 113 and cathode 114, the LED produces visible light energy according to the photoelectric effect. The reflector 116 reflects the light in an upward direction so that the light does not pass through the sides of the housing 111. The lens 117 focuses the light emitted by the semiconductor layer 115. The semiconductor material has a refractive index of approximately 3.4 and the index of refraction of the plastic package of the housing 6 is 1.5.

[0076] Figure 20 shows a conventional prior art "bare" light emitting diode 110a. The LED 110a includes a semiconductor layer 115a positioned on a flat base 117. A dielectric dome 118 covers the semiconductor layer 115. A reflector 116a is positioned between the base 117 and the semiconductor layer 115.

[0077] Figure 21 shows an exit sign 130 illuminated in accordance with another embodiment of the invention. The exit sign 130 consists of a planar waveguiding layer or waveguide 132 having a surface 134 on which an illumination coupling element 136 is centrally located. The illumination coupling element 136 produces and couples illumination from LEDs 140 into the waveguide 132. A plurality of display elements 142 are also located on the surface 134 for coupling the light from the waveguide 132 to an external viewer 144.

[0078] Referring to Figure 21, the display elements 142 have shapes that form the letters "E", "X", "I", and "T", although the display elements may form any of a wide variety of symbols and shapes for illumination. For instance, for illuminating a tail light (Figure 22), the display elements 142 might be in the form of elongate structures, such as horizontal or vertical lines or channels in the tail light surface. In an alternative embodiment for illuminating a watch or clock face (Figure 23), the display elements 142 might be in the form of numbers or dots on the dial. For a watch using display elements 142, a single LED could be located in the interior region of a circular waveguide on the watch face. Alternatively, four LEDs could be located in the interior of the watch face, with each LED illuminating one quadrant of the watch face, such as shown in Figure 23. Additionally, the LEDs could be arranged in a circular array with equiangular spacing.

[0079] Figure 24 illustrates a cross-sectional view of the waveguide 132. As shown, the display elements 142 are concave structures that extend into the surface 134. The display elements 142 could also be convex structures. The surfaces of the display elements 142 may either be smooth surfaces or rough surfaces to increase optical diffusion.

[0080] As shown in Figure 24, the illumination coupling element 136 includes one or more LEDs 140 that are embedded in a bottom surface 146 of the waveguide 132. The LEDs 140 are preferably oriented with their longitudinal axes normal to the bottom surface 146 of the waveguide 132. The LEDs 140 may be embedded in either surface 142 or 146 of the waveguide 132, but are preferably embadded in surface opposite location of the display elements 142. The LEDs 140 could consist of either "bullet lens" LEDs or "bare" LEDs.

[0081] As shown in Figure 24, the illumination coupling element 136 comprises a TIR region 150 having curvilinear surfaces 152, 154 similar to surfaces 86 and 88 described above with respect to Figures 14 and 15. The surfaces 86 and 88 curve toward the LED 140 to receive impingement of light from the LED 140. The surfaces 86 and 88 are TIR surfaces with respect to such impingement of light. As shown, the surfaces 86, 88 form a cusp directed toward the LED 140 with the LED 140 having an end terminating in alignment with the cusp to direct substantially all light from the LED directly toward and adjacent the cusp. The TIR region operates in substantially the same manner described above and therefore no further description is provided.

[0082] The illumination coupling element 136 desirably includes a lens element 90 that is integrally formed with the surface of the waveguide that is adjacent to the LED 140. The optical power of the lens element 90 is caused by a refractive index differential between an air gap surrounding the LED 140, the LED 140, the transparent optical coupling agent, and the waveguide 132. In this embodiment of the waveguide 132, the transparent optical coupling agent and the material of the LED 140 preferably all have an index of refraction of about 1.5. An air gap around the LED 140 defines a volume with a refractive index of about 1.0 to cause refraction of light.

[0083] The lens element 90 may optionally be either convex or concave. A convex lens element 90 converges light from the LED 140 to reduce the angular extent of the light radiation from the LED 140. In one embodiment, the focal power of convex lens element 90 is sufficient to coilimate the light rays. A concave lens element 90 diverges light rays emanating from the LED 140 to increase the angle of the light rays on the surfaces 152 and 154. This increases the likelihood of light rays intersecting the surfaces 152 and 154 at an angle of incidence greater than the critical angle.

[0084] Figure 25 illustrates another embodiment of an exit sign 130 generally comprising a waveguide 132a. In this embodiment, LEDs 140 are positioned facing outwardly within a circular coupling element 148 located in an interior light injection region of the waveguide 132a. The longitudinal axes of the LEDs 140 are desirably oriented parallel to the plane of the surface 134. Although Figure 25 shows four LEDs 140 separated by 90° angles in the coupling element 148, it will be appreciated that

EX1003, Page 790

any number of LEDs 140 can be arranged around the perimeter of the coupling element 148. The LEDs 140 may also be arranged in shapes other than circles, with the longitudinal axes preferably aligned parallel to the waveguide 132a, such as, for example, ovoid, rectangular, square, and linear shapes.

[0085] The coupling element 148 may either be integrally formed with the waveguide 132a or it may be modularly inserted into a corresponding hole or recess in the waveguide 132a so that light is injected through the sides of the hole and perpendicular thereto. For a modular configuration, LEDs 140 are desirably first mounted onto the coupling element 148 and then the coupling element 148 is inserted into the hole or recess in the waveguide. A modular insertion technique provides advantages in manufacturing by making it easier to manipulate a plurality of light emitting diodes (LEDs) simultaneously. If the coupling element 148 is integrally formed in the waveguide 132a, the LEDs 140 are inserted directly into the hole or recess in the waveguide. In one possible application 'bare' LEDs may be grown directly on the surface of the waveguide.

[0086] In another embodiment shown in Figure 26, extractive display elements 300 are used in combination with a sign 130 comprising a waveguide 132c. An illumination coupling element 136 is used to inject light into the waveguide 132 in the manner described above. A plurality of extractive display element 300 and waveguiding cylinders 302 are patterned into the surface of the waveguide 132c, as described below. The extractive display elements 300 appear as a series of pointed bumps that are arranged in the shape of symbolic or nonsymbolic figures. Upon illumination through the waveguide 132c and the waveguiding cylinders 302, and in combination with illumination couplers, such as a TIR region described above, the extractive display elements 300 produce a particularly bright, point-like (or line-like) light pattern at the apexes (or vertexes) of the solid polygons.

[0087] Figure 27 shows a side view of an extractive display element 300 formed on the end of a waveguiding cylinder 302. The base of the extractive display element 300 is integral with the end of the waveguiding cylinder 302. Preferably, each of the waveguiding cylinders 302 has a diameter on the order of one-tenth of one inch (0.1"), although the diameter of a cylinder may be as small as on the order of one-thousandth of an inch (0.001").

[0088] In the embodiment shown in Figure 27, the extractive display element 300 is in the shape of a polygonal solid having three equilateral faces 304, 306, 308, and an apex 310 with 120 degree vertices. The number of faces on the extractive display element 300 is not limited to three, and could be any number from two or more. A two-sided extractive display element 300 would be a wedge shape at the end of the cylinder, appearing much like the tip of a screwdriver. A greater number of faces on the extractive display element 300 could include rectangular, hexagonal, octagonal, and circular shapes. In the case of a circular extractive display element 300, the cylinder preferably tapers to a conical tip. Any other wide variety of shapes, such as cross or star shapes, are also contemplated.

[0089] The shape of the extractive display element 300 produces a particularly bright, point-like (or line-like) light output at the apex (or vertex) 310. Light is transmitted by total internal reflection within the waveguiding cylinder 302 until it enters the waveguide cylinder 302 and extractive display element 300 through lateral portion 312. Light within the extractive display element 300 is confined within the equilateral faces 304, 306, 308 by total internal reflection until it comes within the vicinity of apex 310. Light is then efficiently coupled out of the display element 300 as a bright, point-like (or line-like) output by apex (or vertex) 310.

[0090] As shown in Figure 29, the length of the waveguiding cylinder 302 may be reduced so that the display element 142 consists of only the extractive display element 300 formed directly on the surface 134. These extractive display elements 300 are further disclosed in co-pending Patent Application Serial Number 08/683,757, entitled "Light Extractor Apparatus," assigned to the same assignee. It has been found that these extraction elements efficiently extracting excess of 90% of incident radiation with less than 10% backscatter.

[0091] The base of each waveguiding cylinder 302 is preferably formed integral with the surface of the waveguide 301 to facilitate ease of manufacturing. The extractive display elements 300 and waveguiding cylinders 302 may be formed by conventional methods of molding plastic articles, such as injection or compression molding.

[0092] The contrast of the sign 130 utilizing extracting display elements 300 may be equalized by varying the characteristics of the display elements 300 across the surface of sign 130. For example, the diameters of the cylinders 302 that are closer to the illumination coupling means may be made less than the diameters of the cylinders 302 that are farther away from illumination coupling means to compensate for the greater light intensity that is typically present in the central regions of the sign. Decreasing the diameter of the cylinder 302 reduces the quantity of light that is delivered to the apex (or vertex) of the extractive display element 300.

[0093] Figure 29 shows an exit sign 130 comprising a waveguide 132d. An illumination coupling means 318 is positioned in the interior of the waveguide 132d for injecting light into the waveguide 132d. The illumination coupling means include a plurality of LEDs 140. The waveguide 132d includes a series of concentric grooves 320 located on a back surface of the waveguide 132. The concentric circular grooves 320 preferably radiate outward from the central region of the waveguide 132d. The circular grooves 320 are positioned only in the areas where the symbolic or nonsymbolic characters of

EX1003, Page 791

the sign are to be displayed and illuminated so that the circular grooves 320 form the shape of the characters. Preferably, utilizing concentric circular grooves 320 further optimizes the display by matching the symmetry of the light source or obtaining other desirable display properties.

[0094] As shown in Figure 30, the concentric circular grooves 320 are V-shaped structures that act to reflect light through the opposite side of the waveguide 132d. The grooves 320 define an angle between the surfaces of the "V," although the grooves may take other shapes than "V's". The circular grooves 320 differ from the display elements 142 both in the size and location. The depth of the circular grooves 320 may be only on the order of one-tenth of one percent (0.1%) to one percent (1%) of the waveguide 132d thickness.

[0095] The grooves 320 may be formed by any of a variety of methods including machining (mechanical, laser, or EDM), ablation, etching, stamping or embossing. They can also be formed initially over the entire surface of the waveguide and then subsequently filled in with an index matching material in all of the areas except those corresponding to the characters of the display. A decal film or screen may be applied to form the characters or to subsequently remove all but the selected areas. It is also possible to optimize the display characteristics by changing the properties of the grooves 320 at different points on the display. The spatial frequency, width or depth of the grooves 320 may increase at regions further removed from the illumination coupling means 318 in order to obtain desirable display characteristics.

[0096] Although the foregoing description of the preferred embodiments have shown, described, and pointed out certain novel features of the invention, it will be understood that various omissions, substitutions, and changes in the form of the detail of the apparatus as illustrated as well as the uses thereof, may be made by those skilled in the art without departing from the present invention. Consequently, the scope of the present invention should not be limited by the foregoing discussion, which is intended to illustrate rather than limit the scope of the invention.

Claims

1. An illumination device comprising a waveguide (42, 132) having generally parallel top and bottom surfaces outside an interior region thereof, said waveguide (42, 132) **characterized in that**:

   an illumination coupler (76, 150) is provided in said interior region of said waveguide (42, 132), wherein said interior region is adapted to mount a light source (44, 140) at a location, and **in that** said illumination coupler (76, 150) comprises a refractive index interface (80, 86, 88, 152, 154) configured to capture light rays propagating from said location along a line that forms less than the critical angle of total internal reflection with respect to at least one of said top and bottom surfaces such that said captured light rays are totally internally reflected and are injected between said top and bottom surfaces for propagation outside said interior region.

2. The device of Claim 1, further **characterized in that** said illumination coupler (76, 150) comprises a total internal reflection (TIR) surface configured for total internal reflection of light incident thereon.

3. The device of Claim 2, further **characterized by** a point source (44, 140) of light disposed at least partially within a cavity (84) in said waveguide (42, 132), said cavity (84) being adjacent to said total internal reflecting surface.

4. The device of Claim 3, further **characterized by** diffusive reflecting material (62) on one of said top and bottom surfaces (56, 58, 134, 146).

5. The device of Claim 1, further **characterized in that** the waveguide (42, 132) and illumination coupler (76, 150) are integrally formed from a single piece of material (42, 132).

6. The device of Claim 3, further **characterized in that** the point source (44, 140) comprises an LED (44, 140) and one of said top and bottom surface (56, 58, 134, 146) curves toward the LED (44, 140) from the TIR surface (80, 86, 88, 152, 154), the TIR surface (80, 86, 88, 152, 154) defining a cusp (82, 82a) directed toward the LED (44, 140), the LED (44, 140) in alignment with the cusp (82, 82a) to direct substantially all light from the LED (44, 140) directly toward and adjacent the cusp (82, 82a).

7. The device of Claim 6, further **characterized in that** said LED (44, 140) has a light-emitting surface located within a boundary (56, 58, 134, 146) defined by the top and bottom surfaces (56, 58, 134, 148) of said waveguide (42, 132).

8. The device of Claim 7, further **characterized in that** said surface of said LED (44, 140) is optically coupled to said waveguide (42, 132) with an optical coupling agent.

9. The device as defined in Claims 2 to 8, further **characterized by** display elements (142) formed on said waveguide (42, 132) outside the interior region (76, 150) to cause light to be emitted from said waveguide (42, 132).

10. The device of Claim 8, further **characterized in that** said display elements (142) are formed as concave

EX1003, Page 792

channels (142) within the surface (56, 58, 134, 146) of the waveguide (42, 132) and external surfaces of said channels (142) are either smooth or rough to promote diffuse output radiation.

11. The device of Claim 10, further **characterized in that** said concave channels (142) of said display elements (142) have depths across said waveguiding layer (42, 132) that compansate for differences in said illumination.

12. The device of Claim 9, further **characterized in that** said display elements (142) are concentric circular grooves (320) in a surface (56, 58, 134, 146) of the waveguide (42, 132).

13. The device of Claim 9, further **characterized in that**

each of said display elements (142) is formed as an extractive display element (300) on a waveguiding cylinder (302);

each of said extractive display elements (300) being formed as a solid polygon having an apex (310) or a vertex on a line normal to said waveguide (42, 132), and light from said waveguide (42, 132) is transmitted by total internal reflection within both said waveguiding cylinder (302) and by faces (304, 306, 308) of said extractive display element (300) to be emitted at said apex (310) or said vertex of said extractive display element (300).

14. The device of Claim 9, further **characterized in that**

each of said display elements (142) is formed as an extractive display element (300) on said waveguide (42, 132), each of said extractive display elements (300) being formed as a polygon solid having an apex (310) or a vertex, and light from said waveguide (42, 132) is transmitted by total internal reflection by side faces of said extractive display element (300) to be emitted at said apex (310) or said vertex of said extractive display element (300).

15. The device of Claim 9 or 14, further **characterized in that**

said display elements (142) are arranged in either symbolic alphanumeric patterns or nonsymbolic patterns.

16. The device of Claims 1, 2, 3, 4, and 5, further **characterized in that** one of said top and bottom surfaces (56, 58, 134, 146) curves toward said light source (44, 140) to form said refractive index interface (80, 86, 88, 152, 154), said curved surface (80, 86, 88, 152, 154) defining a cusp (82, 82a) directed toward said light source (44, 140), the light source (44, 140) being aligned adjacent the cusp (82, 82a) such that substantially all light from the light source (44, 140) is directed toward and adjacent the cusp (82, 82a).

17. The device of Claim 8, 7, 8, and 16, further **characterized in that** said curved surface (80, 152, 154) is circularly symmetric about an axis (83) through said cusp (82) normal to said top surface (56, 134).

18. The device of Claims 6, 7, 8, and 16, further **characterized in that** said curved surface (86, 88) defines an alongated cusp (82a).

19. The device of Claims 6, 7, 8, 16, 17, and 18, further **characterized in that** said curved surface (80, 86, 88, 152, 154) comprises a plurality of flat surfaces approximating a smooth curve.

20. The device of Claims 2, 3, 4, 6, 7, and 8, further **characterized in that** said total internal reflection surface (80, 86, 88, 152, 154) is configured such that a portion of light leaks through the total internal reflection surface (80, 86, 88, 152, 154) to provide an intensity substantially equal incident on at least one of said top and bottom regions (56, 58, 134, 146).

21. A method for coupling illumination into a waveguide (42, 132) having generally parallel top and bottom surfaces outside an interior region thereof, **characterized by** the steps of:

illuminating an illumination coupler in the interior region of the waveguide by energizing a light source disposed in the interior region, said illuminating comprising exposing a refractive index interface (80, 86, 88, 152, 154) in said interior region to light rays emanating from the light source;

and

totally internally reflecting light rays incident on the refractive index interface (80, 86, 88, 152, 154) so that reflected light rays are injected between the top and bottom surfaces for propagation outside the interior region of the waveguide (42, 132).

22. The method of claims 21, wherein light rays are propagated outside the interior region of the waveguide (42, 132) by totally internally reflecting said light rays off of a cusp (82, 82a) defined by a curved surface.

23. The method of claim 22, wherein substantially all of said light rays are directed toward and adjacent the cusp (82, 82a).

24. The method of any of claims 21 to 23, wherein a portion of said light rays is leaded through said refractive index interface (80, 86, 88, 152, 154).

25. The illumination device of Claim 1, further **charac-**

EX1003, Page 793

terized in that said refractive index interface (80, 86, 88, 152, 154) has a curved shape that is symmetrical about an axis and converges toward said location.

26. The illumination device of Claim 25, further **characterized in that** said refractive index interface (80, 86, 88, 152, 154) is circularly symmetric about said axis.

27. The illumination device of Claim 26, further **characterized in that** said curved shape conforms to the shape of a vortex.

28. The illumination device of Claim 26, further **characterized in that** said refractive index interface (80, 86, 88, 152, 154) has a shape of an equiangular spiral.

29. The illumination device of Claim 25, further **characterized in that** said refractive index interface (80, 86, 88, 152, 154) is centered above said location.

30. The illumination device of Claim 1, further **characterized in that** said refractive index interface (80, 86, 88, 152, 154) is leaky such that some light emitted by the light source (44, 140) at said location is transmitted through said refractive index interface (80, 86, 88, 152, 154).

31. The illumination device of Claim 1, further **characterized in that** said refractive interface surface (80, 86, 88, 152, 154) converges to form a cusp above said location.

32. The illumination device of Claim 31, further **characterized in that** said cusp is contoured to permit leakage of light through said refractive index interface (80, 86, 88, 152, 154).

33. The illumination device of Claim 32, further **characterized in that** said cusp is rounded to permit leakage of light through said refractive index interface (80, 86, 88, 152, 154).

Patentansprüche

1. Beleuchtungsvorrichtung mit einem Wellenleiter (42, 132), der außerhalb eines Innenbereichs von diesem im wesentlichen parallele obere und untere Flächen aufweist, wobei der Wellenleiter (42, 132) **dadurch gekennzeichnet ist, daß**:

   ein Beleuchtungskoppler (76, 150) in dem Innenbereich des Wellenleiters (42, 132) bereitgestellt ist, wobei der Innenbereich eingerichtet ist, um eine Lichtquelle (44, 140) an einem Ort anzubringen, und daß der Beleuchtungskoppler (76, 150) eine Brechungsindex-Grenzfläche (80, 86, 88, 152, 154) aufweist, die konfiguriert ist, um Lichtstrahlen einzufangen, die sich von dem Ort entlang einer Linie ausbreiten, die in bezug auf die obere und/oder untere Fläche einen kleineren Winkel als den kritischen Winkel der inneren Totalreflexion bildet, so daß die eingefangenen Lichtstrahlen innen totalreflektiert werden und zwischen den oberen und unteren Flächen zur Ausbreitung außerhalb des Innenbereichs injiziert werden.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** der Beleuchtungskoppler (76, 150) eine Fläche mit innerer Totalreflexion (TIR) aufweist, die zur inneren Totalreflexion von darauf einfallendem Licht konfiguriert ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, weiter **gekennzeichnet durch** eine Punktquelle (44, 140) von Licht, die zumindest teilweise innerhalb eines Hohlraums (84) in dem Wellenleiter (42, 132) angeordnet ist, wobei der Hohlraum (84) benachbart zu der Fläche mit innerer Totalreflexion liegt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, weiter **gekennzeichnet durch** ein diffusives reflektierendes Material (62) auf einer von den oberen und unteren Flächen (56, 58, 134, 148).

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** der Wellenleiter (42, 132) und der Beleuchtungskoppler (76, 150) integriert aus einem einzigen Materialstück (42, 132) ausgebildet sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 3, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die Punktquelle (44, 140) eine LED (44, 140) aufweist und daß eine der oberen und unteren Flächen (56, 58, 134, 146) von der TIR-Fläche (80, 86, 88, 152, 154) zur LED (44, 140) hin gekrümmt ist, wobei die TIR-Fläche (80, 86, 88, 152, 154) eine Spitze (82, 82a) definiert, die zur LED (44, 140) hin gerichtet ist, wobei die LED (44, 140) mit der Spitze (82, 82a) ausgerichtet ist, um im wesentlichen alles Licht von der LED (44, 140) direkt zur Spitze (82, 82a) hin und neben diese zu richten.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die LED (44, 140) eine lichtemittierende Fläche aufweist, die sich innerhalb einer durch die oberen und unteren Flächen (56, 58, 134, 146) des Wellenleiters (42, 132) definierten Begrenzung (56, 58, 134, 146) befindet.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, weiter **dadurch ge-**

EX1003, Page 794

kennzeichnet, daß die Oberfläche der LED (44, 140) mit einem optischen Kopplungsmittel optisch mit dem Wellenleiter (42, 132) gekoppelt ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 2 bis 8, weiter **gekennzeichnet durch** Anzeigeelemente (142), die außerhalb des Innenbereichs (76, 150) an dem Wellenleiter (42, 132) ausgebildet sind, um zu bewirken, daß Licht von dem Wellenleiter (42, 132) emittiert wird.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die Anzeigeelemente (142) als konkave Kanäle (142) innerhalb der Oberfläche (56, 58, 134, 146) des Wellenleiters (42, 132) ausgebildet sind und daß die Außenflächen der Kanäle (142) entweder glatt oder rauh sind, um eine diffuse Ausgangsstrahlung zu fördern.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die konkaven Kanäle (142) der Anzeigeelemente (142) über die Wellenleiterschicht (42, 132) Tiefen aufweisen, welche Beleuchtungsdifferenzen kompensieren.

12. Vorrichtung nach Anspruch 9, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die Anzeigeelemente (142) konzentrische kreisförmige Rillen (320) in einer Fläche (56, 58, 134, 146) des Wellenleiters (42, 132) sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 9, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß**:

jedes der Anzeigeelemente (142) als ein extraktives Anzeigeelement (300) auf einem wellenleitenden Zylinder (302) ausgebildet ist,
jedes der extraktiven Anzeigeelemente (300) als ein massives Polygon mit einem Scheitelpunkt (310) oder einem Scheitel auf einer zum Wellenleiter (42, 132) senkrechten Linie ausgebildet ist und Licht von dem Wellenleiter (42, 132) durch innere Totalreflexion sowohl innerhalb des wellenleitenden Zylinders (302) als auch durch die Außenflächen (304, 306, 308) des extraktiven Anzeigeelements (300) übertragen wird, um an dem Scheitelpunkt (310) oder dem Scheitel des extraktiven Anzeigeelements (300) emittiert zu werden.

14. Vorrichtung nach Anspruch 9, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß**:

jedes der Anzeigeelemente (142) als ein extraktives Anzeigeelement (300) auf dem Wellenleiter (42, 132) ausgebildet ist, wobei jedes der extraktiven Anzeigeelemente (300) als ein massives Polygon mit einem Scheitelpunkt (310) oder einem Scheitel ausgebildet ist und Licht von dem Wellenleiter (42, 132) durch innere Totalreflexion durch die Seitenflächen des extraktiven Anzeigeelements (300) übertragen wird, um an dem Scheitelpunkt (310) oder dem Scheitel des extraktiven Anzeigeelements (300) emittiert zu werden.

15. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 14, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß**:

die Anzeigeelemente (142) entweder in symbolischen alphanumerischen Mustern oder nichtsymbolischen Mustern angeordnet sind.

16. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1, 2, 3, 4 und 5, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** eine der oberen und unteren Flächen (56, 58, 134, 146) zu der Lichtquelle (44, 140) hin gekrümmt ist, um die Brechungsindex-Grenzfläche (80, 86, 88, 152, 154) der gekrümmten Fläche (80, 86, 88, 152, 154) zu bilden, welche eine Spitze (82, 82a) definiert, welche zur Lichtquelle (44, 140) hin gerichtet ist, wobei die Lichtquelle (44, 140) neben der Spitze (82, 82a) ausgerichtet ist, so daß im wesentlichen alles Licht von der Lichtquelle (44, 140) zur Spitze (82, 82a) hin und neben diese gerichtet wird.

17. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6, 7, 8 und 16, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die gekrümmte Fläche (80, 152, 154) um eine Achse (83) durch die Spitze (82) senkrecht zur oberen Fläche (56, 134) kreissymmetrisch ist.

18. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6, 7, 8 und 16, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die gekrümmte Fläche (86, 88) eine langgestreckte Spitze (82a) definiert.

19. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6, 7, 8, 16, 17 und 18, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die gekrümmte Fläche (80, 86, 88, 152, 154) mehrere ebene Flächen aufweist, die eine glatte Kurve annähern.

20. Vorrichtung nach den Ansprüchen 2, 3, 4, 6, 7 und 8, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die innen totalreflektierende Fläche (80, 86, 88, 152, 154) so konfiguriert ist, daß ein Teil des Lichts durch die innen totalreflektierende Fläche (80, 86, 88, 152, 154) leckt, um eine Intensität bereitzustellen, die auf mindestens einen von den oberen und unteren Bereichen (56, 58, 134, 146) im wesentlichen gleich fällt.

21. Verfahren zum Koppeln von Beleuchtung in einen Wellenleiter (42, 132) mit außerhalb eines Innenbereichs von diesem im wesentlichen parallelen oberen und unteren Flächen, **gekennzeichnet durch**

EX1003, Page 795

die Schritte:

Beleuchten eines Beleuchtungskopplers im Innenbereich des Wellenleiters **durch** Zuführen von Energie zu einer Lichtquelle, die im Innenbereich angeordnet ist, wobei beim Beleuchten eine Brechungsindex-Grenzfläche (80, 86, 88, 152, 154) in dem Innenbereich aus der Lichtquelle austretenden Lichtstrahlen ausgesetzt wird, und
inneres Totalreflektieren der auf die Brechungsindex-Grenzfläche (80, 86, 88, 152, 154) einfallenden Lichtstrahlen, so daß reflektierte Lichtstrahlen zwischen den oberen und unteren Flächen zur Ausbreitung außerhalb des Innenbereichs des Wellenleiters (42, 132) injiziert werden.

22. Verfahren nach Anspruch 21, wobei sich die Lichtstrahlen außerhalb des Innenbereichs des Wellenleiters (42, 132) durch innere Totalreflexion der Lichtstrahlen an einer durch eine gekrümmte Fläche definierten Spitze (82, 82a) ausbreiten.

23. Verfahren nach Anspruch 22, wobei im wesentlichen alle Lichtstrahlen zu der Spitze (82, 82a) hin und neben diese gelenkt werden.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 23, wobei ein Teil der Lichtstrahlen durch die Brechungsindex-Grenzfläche (80, 86, 88, 152, 154) geführt wird.

25. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die Brechungsindex-Grenzfläche (80, 86, 88, 152, 154) eine gekrümmte Form aufweist, die um eine Achse symmetrisch ist und zu dem Ort hin konvergiert.

26. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 25, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die Brechungsindex-Grenzfläche (80, 86, 88, 152, 154) um die Achse kreissymmetrisch ist.

27. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 26, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die gekrümmte Form mit der Form eines Wirbels übereinstimmt.

28. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 26, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die Brechungsindex-Grenzfläche (80, 86, 88, 152, 154) eine Form einer gleichwinkligen Spirale aufweist.

29. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 25, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die Brechungsindex-Grenzfläche (80, 86, 88, 152, 154) um den Ort zentriert ist.

30. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die Brechungsindex-Grenzfläche (80, 86, 88, 152, 154) verlustbehaftet ist, so daß ein Teil des von der Lichtquelle (44, 140) an dem Ort emittierten Lichts durch die Brechungsindex-Grenzfläche (80, 86, 88, 152, 154) hindurchtritt.

31. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die Brechungsindex-Grenzfläche (80, 86, 88, 152, 154) zur Bildung einer Spitze über dem Ort konvergiert.

32. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 31, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spitze konturiert ist, um ein Lecken von Licht durch die Brechungsindex-Grenzfläche (80, 86, 88, 152, 154) zu ermöglichen.

33. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 32, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spitze abgerundet ist, um ein Lecken von Licht durch die Brechungsindex-Grenzfläche (80, 86, 88, 152, 154) zu ermöglichen.

Revendications

1. Dispositif d'éclairage comprenant un guide d'ondes (42, 132) généralement doté de surfaces supérieure et inférieure parallèles à l'extérieur d'une région intérieure de celui-ci, ledit guide d'ondes (42, 132) étant **caractérisé en ce que** :

un coupleur d'éclairage (76, 150) est prévu dans ladite région intérieure dudit guide d'ondes (42, 132), dans lequel ladite région intérieure est adaptée pour monter une source lumineuse (44, 140) à un emplacement, et **en ce que** ledit coupleur d'éclairage (76, 150) comprend une interface d'indice de réfraction (80, 86, 88, 152, 154) configurée pour capturer les rayons lumineux qui se propagent à partir dudit emplacement le long d'une ligne qui forme moins que l'angle critique de réflexion interne totale par rapport à au moins l'une desdites surfaces supérieure et inférieure de sorte que lesdits rayons lumineux capturés sont réfléchis de manière totale et interne et sont injectés entre lesdites surfaces supérieure et inférieure pour la propagation à l'extérieur de ladite région intérieure.

2. Dispositif selon la revendication 1 **caractérisé en outre en ce que** ledit coupleur d'éclairage (76, 150) comprend une surface de réflexion interne totale (TIR) configurée pour la réflexion interne totale de la lumière incidente sur celui-ci.

EX1003, Page 796

3. Dispositif selon la revendication 2 **caractérisé en outre par** une source ponctuelle (44, 140) de lumière disposée au moins partiellement à l'intérieur d'une cavité (84) dans ledit guide d'ondes (42, 132), ladite cavité (84) étant adjacente à ladite surface de réflexion interne totale .

4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en outre par** le matériau réfléchissant de diffusion (62) dans l'une desdites surfaces supérieure et inférieure (56, 58, 134, 146).

5. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en outre en ce que** le guide d'ondes (42, 132) et le coupleur d'éclairage (76, 160) sont intégralement formés à partir d'un seul morceau de matériau (42, 132).

6. Dispositif selon la revendication 3 **caractérisé en ce que** la source ponctuelle (44, 140) comprend un voyant LED (44, 140) et l'une desdites surfaces supérieure et inférieure (56, 58, 134, 146) se courbe vers le voyant LED (44, 140) à partir de la surface TIR (80, 86, 88, 152, 154), la surface TIR (80, 86, 88, 152, 154) définissant un sommet (82, 82a) dirigé vers le voyant LED (44, 140), le voyant LED (44, 140) étant en alignement avec le sommet (82, 82a) pour diriger sensiblement toute la lumière provenant du voyant LED (44, 140) directement vers et de manière adjacente au sommet (82, 82a).

7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en outre en ce que** ledit voyant LED (44, 140) possède une surface d'émission lumineuse située dans une limite (56, 58, 134, 146) définie par les surfaces supérieure et inférieure (56, 58, 134, 146) dudit guide d'ondes (42, 132).

8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en outre en ce que** ladite surface dudit voyant LED (44, 140) est couplée de manière optique audit guide d'ondes (42, 132) avec un agent de couplage optique.

9. Dispositif selon les revendications 2 à 8, **caractérisé en outre par** des éléments d'affichage (142) formés sur ledit guide d'ondes (42, 132) à l'extérieur de la région intérieure (76, 150) pour provoquer l'émission de lumière à partir dudit guide d'ondes (42, 132).

10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en outre en ce que** lesdits éléments d'affichage (142) sont formés comme des canaux concaves (142) à l'intérieur de la surface (56, 58, 134, 146) du guide d'ondes (42, 132) et les surfaces externes desdits canaux (142) sont soit lisses soit rugueuses pour favoriser le rayonnement de sortie diffus.

11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en outre en ce que** lesdits canaux concaves (142) desdits éléments d'affichage (142) ont des profondeurs sur ladite couche de confinement (42, 132) qui compensent les différences dans ledit éclairage.

12. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en outre en ce que** lesdits éléments d'affichage (142) sont des rainures circulaires concentriques (320) sur une surface (56, 58, 134, 146) du guide d'ondes (42, 132).

13. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en outre en ce que** :

chacun desdits éléments d'affichage (142) est formé comme un élément d'affichage d'extraction (300) sur un cylindre de confinement (302) ;
chacun desdits éléments d'affichage d'extraction (300) étant formé comme un polygone plein doté d'un sommet (310) ou d'un noeud sur une ligne normale par rapport audit guide d'ondes (42, 132), et la lumière provenant dudit guide d'ondes (42, 132) est transmise par la réflexion interne totale à l'intérieur desdits deux cylindres de confinement (302) et par les faces (304, 306, 308) dudit élément d'affichage d'extraction (300) pour être émise au niveau dudit sommet (310) ou dudit noeud dudit élément d'affichage d'extraction (300).

14. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en outre en ce que** :

chacun desdits éléments d'affichage (142) est formé comme un élément d'affichage d'extraction (300) sur ledit guide d'ondes (42, 132), chacun desdits éléments d'affichage d'extraction (300) étant formé comme un solide polygone doté d'un sommet (310) ou d'un noeud, et la lumière provenant dudit guide d'ondes (42, 132) est transmise par la réflexion interne totale par les faces latérales dudit élément d'affichage d'extraction (300) pour être émise au niveau dudit sommet (310) ou dudit noeud dudit élément d'affichage d'extraction (300).

15. Dispositif selon la revendication 9 ou 14, **caractérisé en outre en ce que** :

lesdits éléments d'affichage (142) sont agencés soit en modèles alphanumériques symboliques soit en modèles non symboliques.

16. Dispositif selon les revendications 1, 2, 3, 4 et 5 **caractérisé en outre en ce que** l'une desdites surfaces supérieure et inférieure (56, 58, 134, 146) se

EX1003, Page 797

courbe vers ladite source lumineuse (44, 140) pour former ladite interface d'indice de réfraction (80, 86, 88, 152, 164), ladite surface courbe (80, 86, 88, 152, 154) définissant un sommet (82, 82a) dirigé vers ladite source lumineuse (44, 140), la source lumineuse (44, 140) étant alignée de manière adjacente au sommet (82, 82a) de sorte que sensiblement toute la lumière provenant de la source lumineuse (44, 140) est dirigée vers et adjacente au sommet (82, 82a).

17. Dispositif selon les revendications 6, 7, 8 et 16 **caractérisé en outre en ce que** ladite surface courbe (80, 152, 154) est symétrique de manière circulaire autour d'un axe (83) à travers ledit sommet (82) normal par rapport à ladite surface supérieure (56, 134).

18. Dispositif selon les revendications 6, 7, 8 et 16 **caractérisé en outre en ce que** ladite surface courbe (86, 88) définit un sommet allongé (82a).

19. Dispositif selon les revendications 6, 7, 8, 16, 17 et 18 **caractérisé en outre en ce que** ladite surface courbe (80, 86, 88, 152, 154) comprend une pluralité de surfaces plates qui se rapprochent d'une courbe régulière.

20. Dispositif selon les revendications 2, 3, 4, 6, 7 et 8 **caractérisé en outre en ce que** ladite surface de réflexion interne totale (80, 86, 88, 152, 154) est configurée de sorte qu'une partie de lumière s'échappe à travers la surface de réflexion interne totale (80, 86, 88, 152, 154) pour proposer une intensité sensiblement égale incidente sur au moins l'une desdites régions supérieure et inférieure (56, 58, 134, 146).

21. Procédé pour coupler l'éclairage dans un guide d'ondes (42, 132) généralement doté de surfaces supérieure et inférieure parallèles à l'extérieur d'une région intérieure de celui-ci, **caractérisé par** les étapes consistant à :

éclairer un coupleur d'éclairage dans la région intérieure du guide d'ondes en alimentant une source lumineuse disposée dans la région intérieure, ledit éclairage comprenant les étapes consistant à :

exposer une interface d'indice de réfraction (80, 86, 88, 152, 154) dans ladite région intérieure aux rayons lumineux provenant de la source lumineuse ; et
réfléchir de manière totale et interne les rayons lumineux incidents sur l'interface d'indice de réfraction (80, 86, 88, 152, 154) de sorte que les rayons lumineux réfléchis sont injectés entre les surfaces supérieure et inférieure pour la propagation à l'extérieur de la région intérieure du guide d'ondes (42, 132).

22. Procédé selon la revendication 21, dans lequel les rayons lumineux sont propagés à l'extérieur de la région intérieure du guide d'ondes (42, 132) en réfléchissant de manière interne et totale lesdits rayons lumineux hors d'un sommet (82, 82a) défini par une surface courbe.

23. Procédé selon la revendication 22, dans lequel sensiblement tous lesdits rayons lumineux sont dirigés vers et adjacents au sommet (82, 82a).

24. Procédé selon l'une quelconque des revendications 21 à 23, dans lequel une partie desdits rayons lumineux est entraînée à travers ladite interface d'indice de réfraction (80, 86, 88, 152, 154).

25. Dispositif d'éclairage selon la revendication 1, **caractérisé en outre en ce que** ladite interface d'indice de réfraction (80, 86, 88, 152, 154) a une forme courbe qui est symétrique autour d'un axe et converge vers ledit emplacement.

26. Dispositif d'éclairage selon la revendication 25, **caractérisé en outre en ce que** ladite interface d'indice de réfraction (80, 86, 88, 152, 154) est symétrique de manière circulaire autour dudit axe.

27. Dispositif d'éclairage selon la revendication 26, **caractérisé en outre en ce que** ladite forme courbe correspond à la forme d'un sommet.

28. Dispositif d'éclairage selon la revendication 26 **caractérisé en outre en ce que** ladite interface d'indice de réfraction (80, 86, 88, 152, 154) a une forme d'une spirale équiangulaire.

29. Dispositif d'éclairage selon la revendication 25 **caractérisé en outre en ce que** ladite interface d'indice de réfraction (80, 86, 88, 152, 154) est centrée au dessus dudit emplacement.

30. Dispositif d'éclairage selon la revendication 1 **caractérisé en outre en ce que** ladite interface d'indice de réfraction (80, 86, 88, 152, 154) peut fuir de sorte qu'une certaine partie de lumière émise par la source lumineuse (44, 140) audit emplacement est transmise à travers ladite interface d'indice de réfraction (80, 86, 88, 152, 154).

31. Dispositif d'éclairage selon la revendication 1 **caractérisé en outre en ce que** ladite interface d'indice de réfraction (80, 86, 88, 152, 154) converge pour former un sommet au dessus dudit emplace-

EX1003, Page 798

ment.

32. Dispositif d'éclairage selon la revendication 31 **caractérisé en outre en ce que** ledit sommet est préformé pour permettre la fuite de la lumière à travers ladite interface d'indice de réfraction (80, 86, 88, 152, 154).

33. Dispositif d'éclairage selon la revendication 32 **caractérisé en outre en ce que** ledit sommet est arrondi pour permettre la fuite de la lumière à travers ladite interface d'indice de réfraction (80, 86, 88, 152, 154).

EX1003, Page 799

Fig. 1

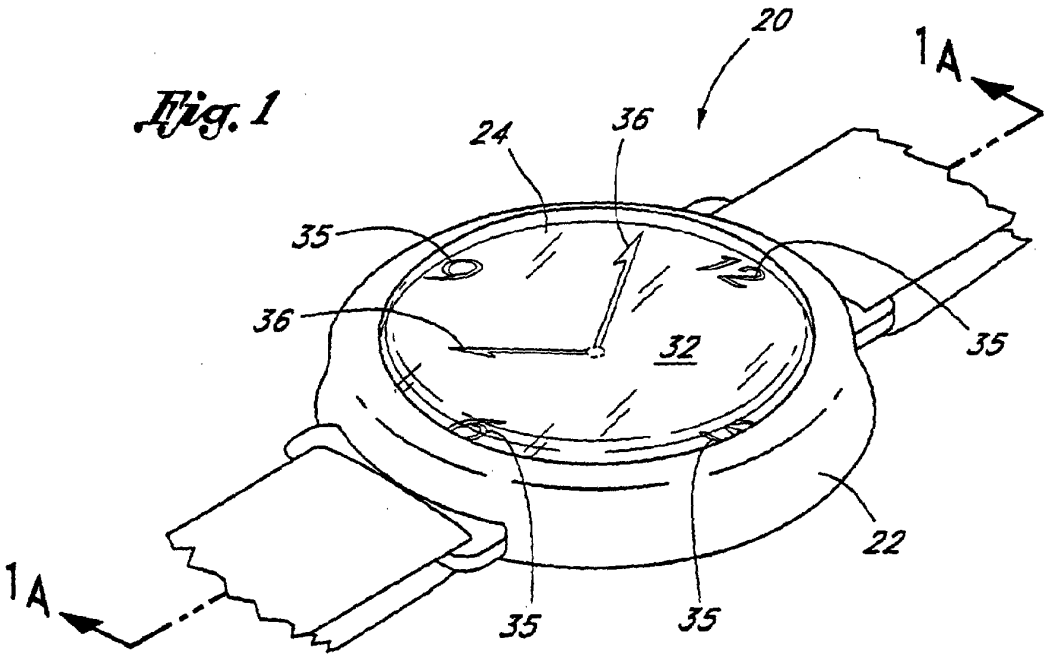

20
1A
24
36
35
36
32
35
22
1A
35
35

Fig. 1A

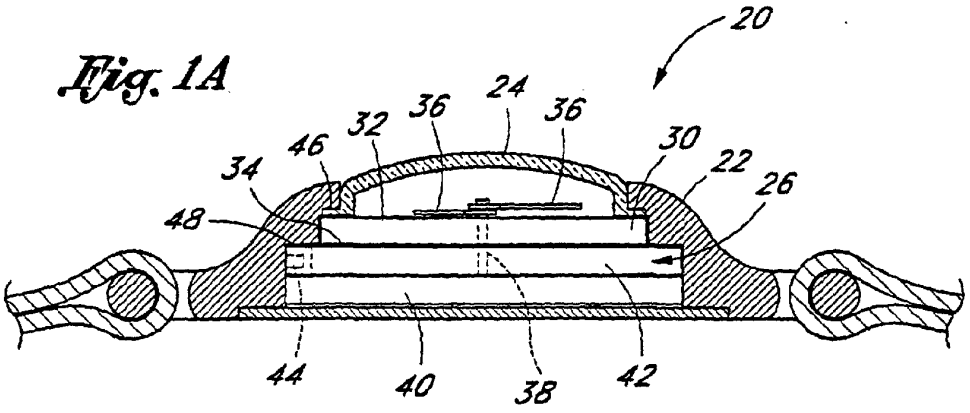
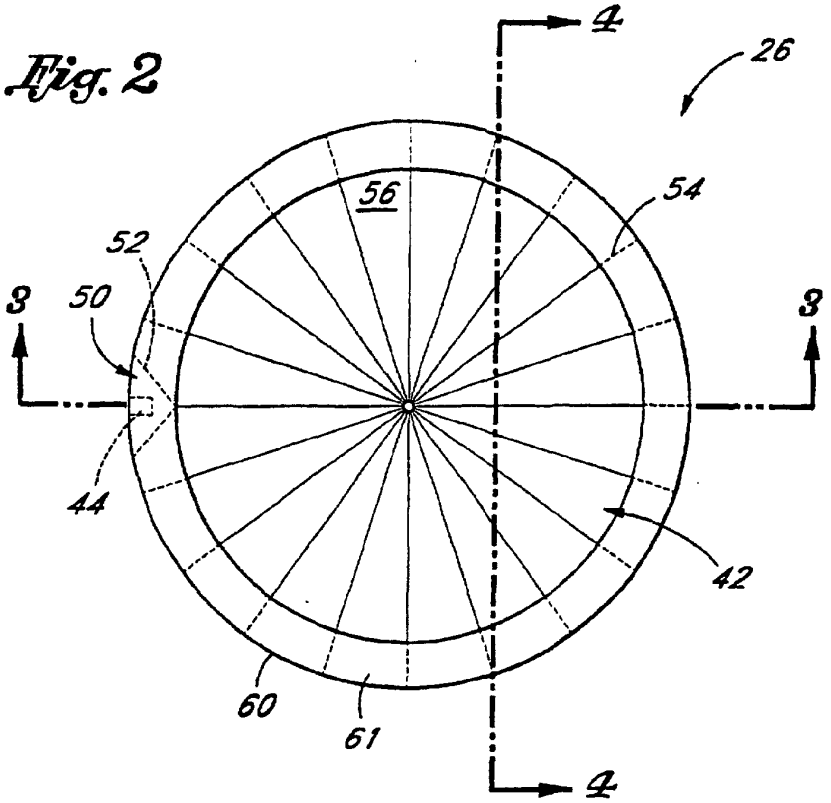

20
24
36
32
36
46
34
30
22
26
48
44
40
38
42

Fig. 2



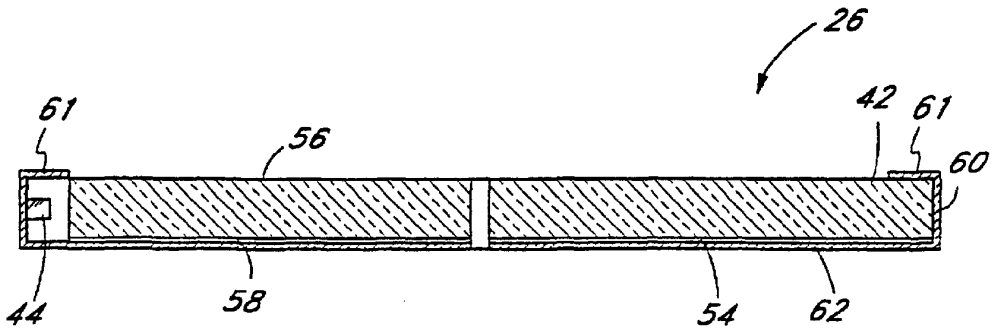


Fig. 3

Fig. 4

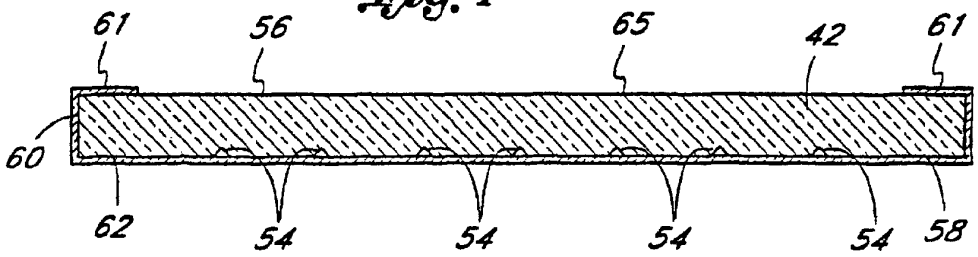


Fig. 4A

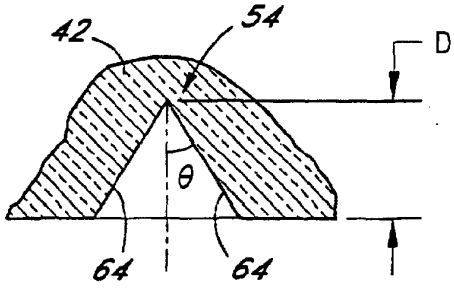


Fig. 4B

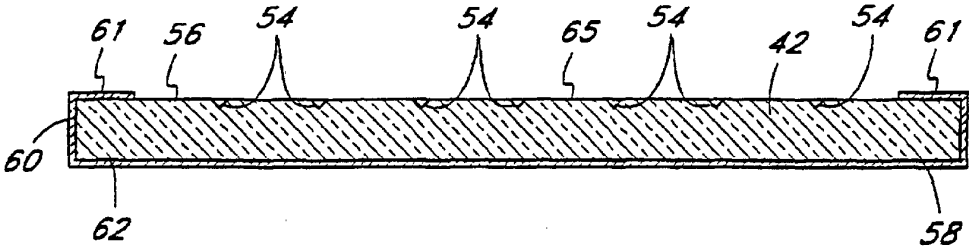


Fig. 4C

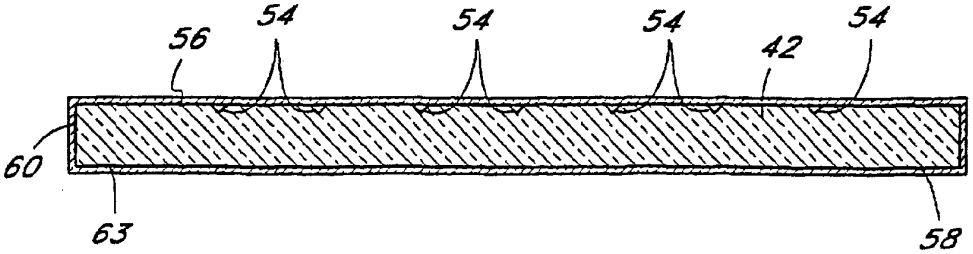


Fig. 5

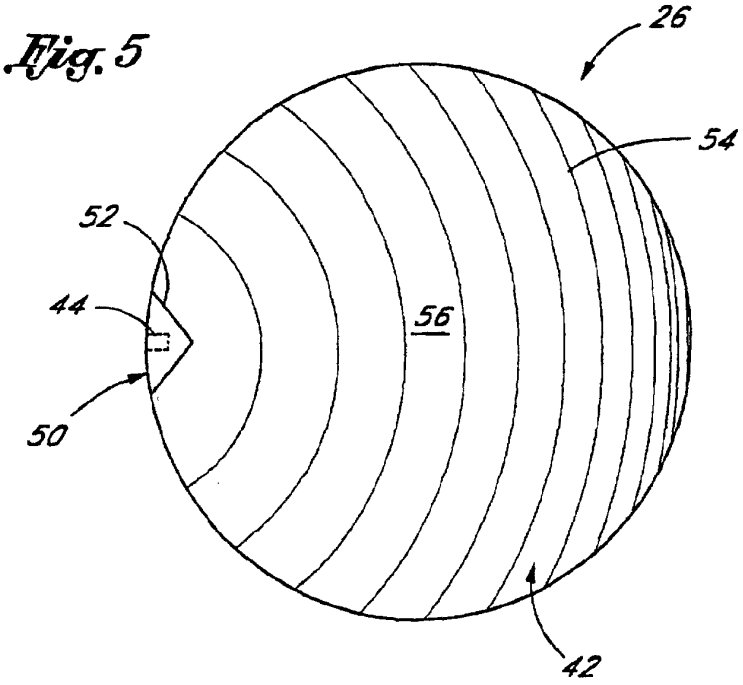


Fig. 6

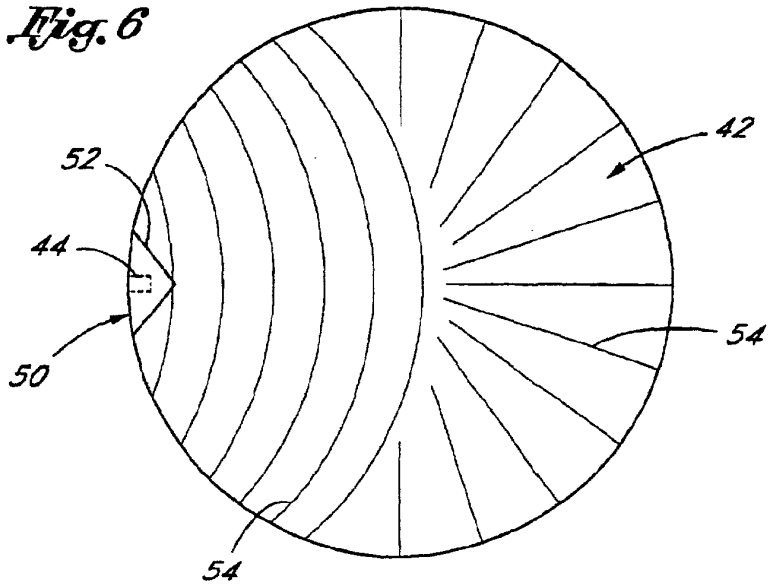


Fig. 7

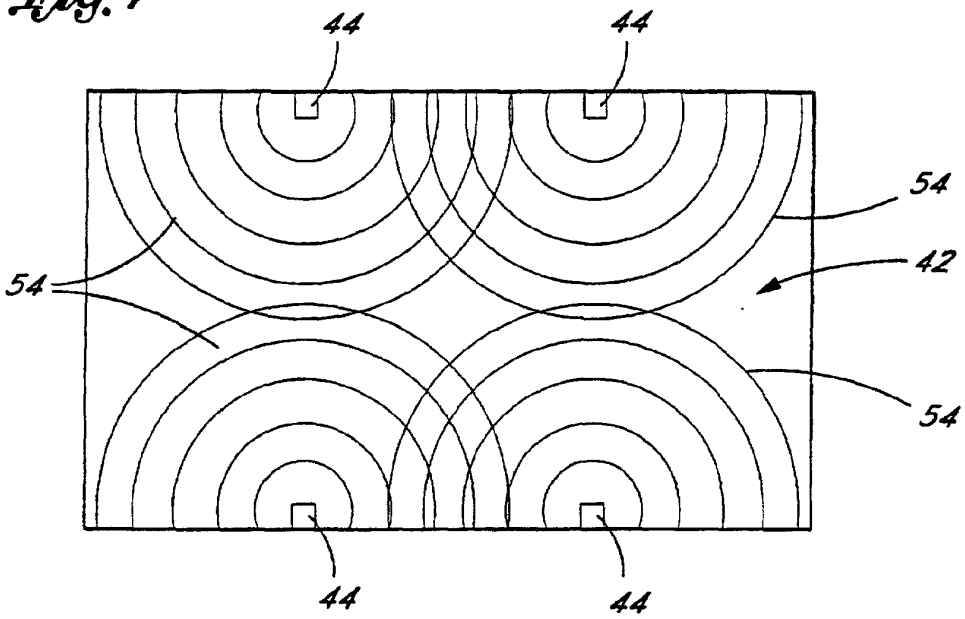


Fig. 8

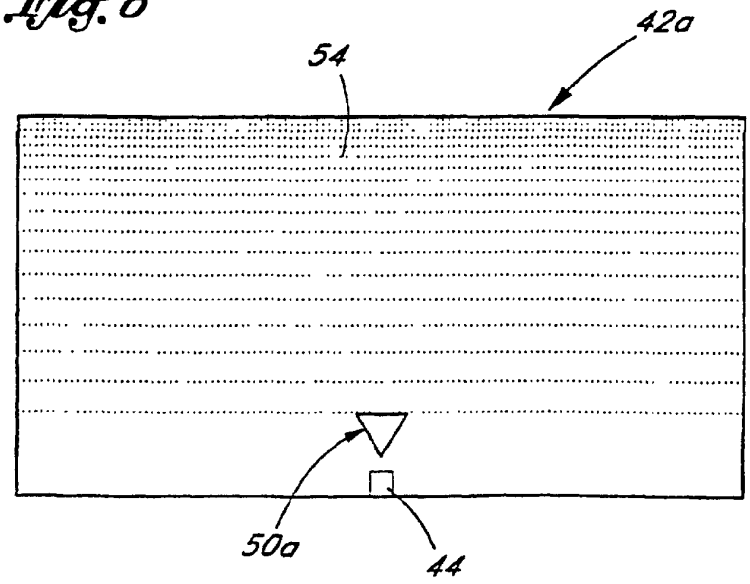


Fig. 9

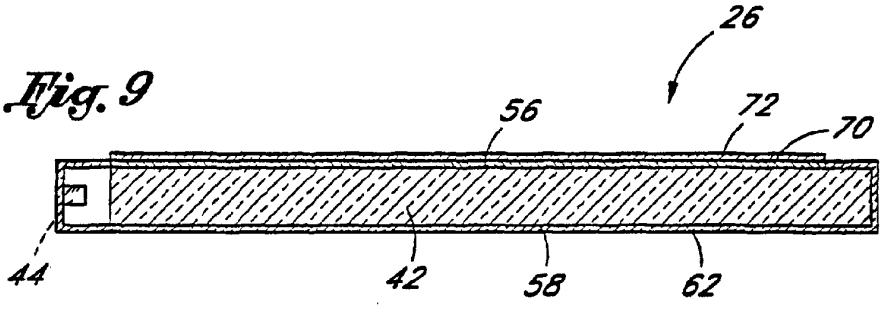


Fig. 10

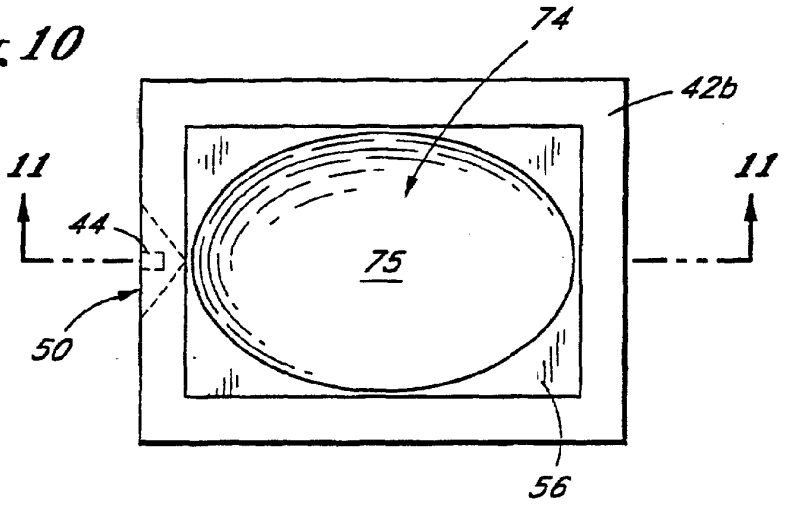
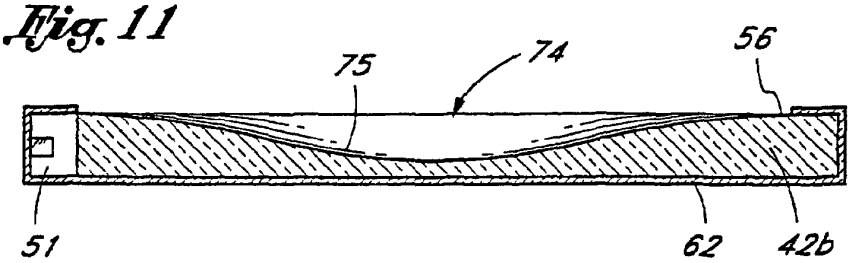


Fig. 11



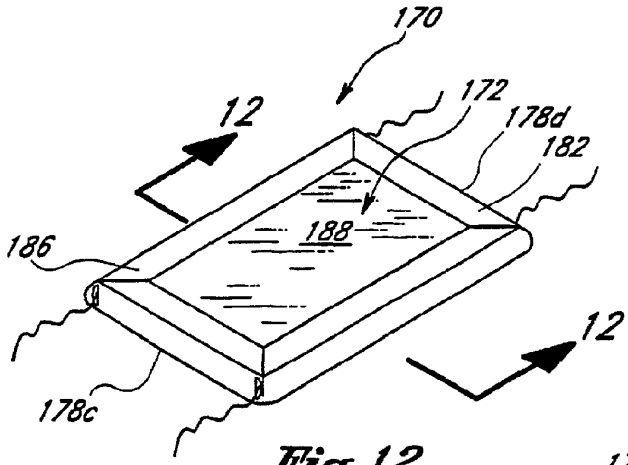


Fig. 12

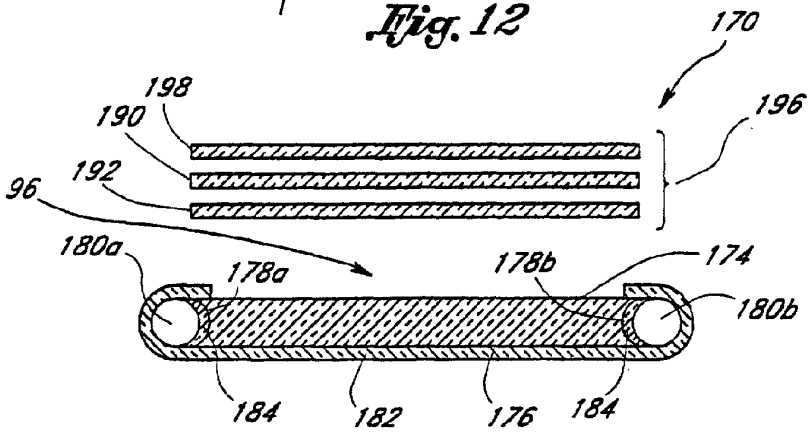


Fig. 13

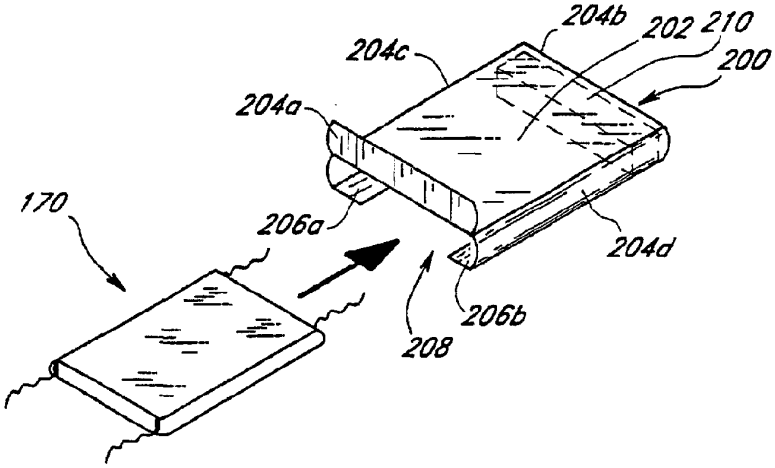


Fig. 14

Fig. 15

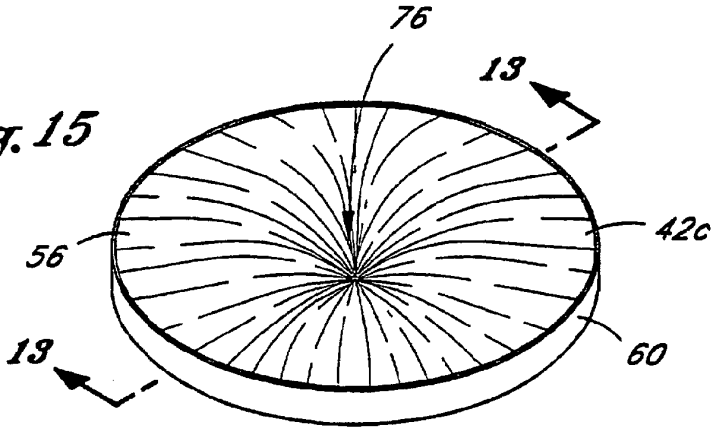


Fig. 16

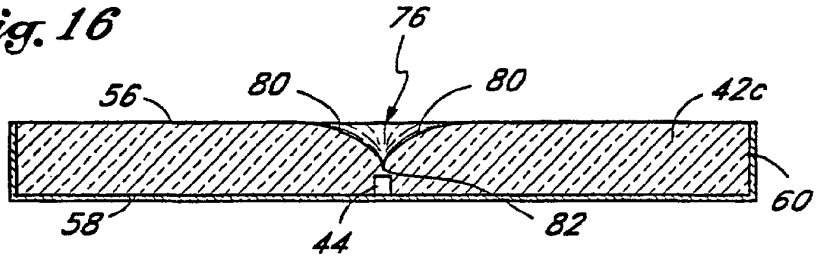


Fig. 16A

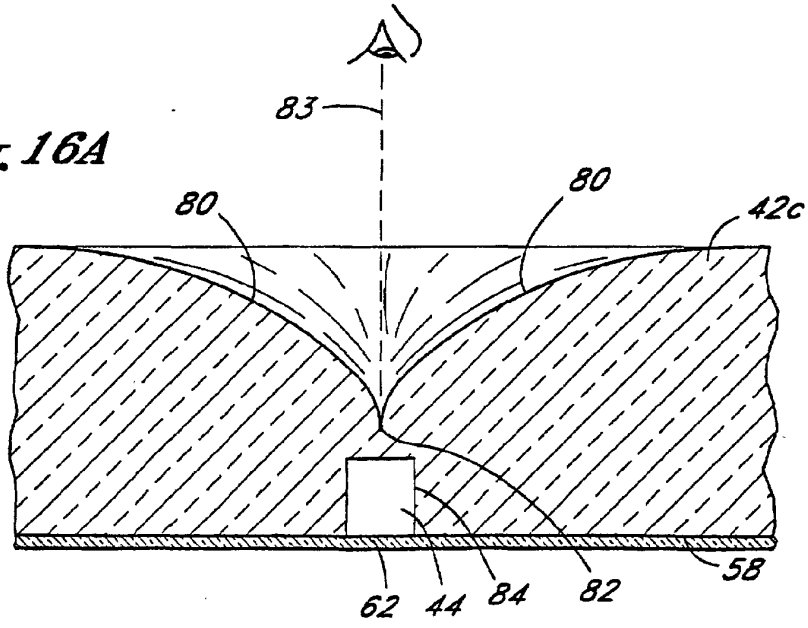


Fig. 17

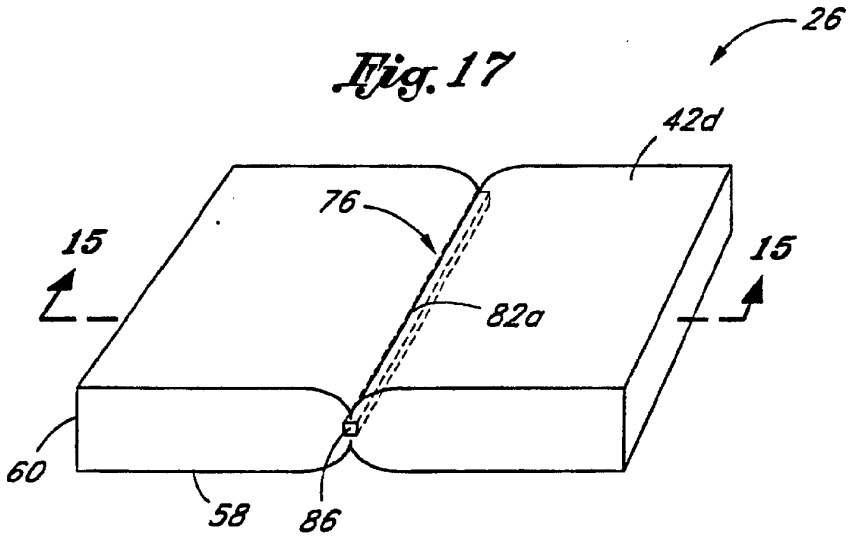


Fig. 18

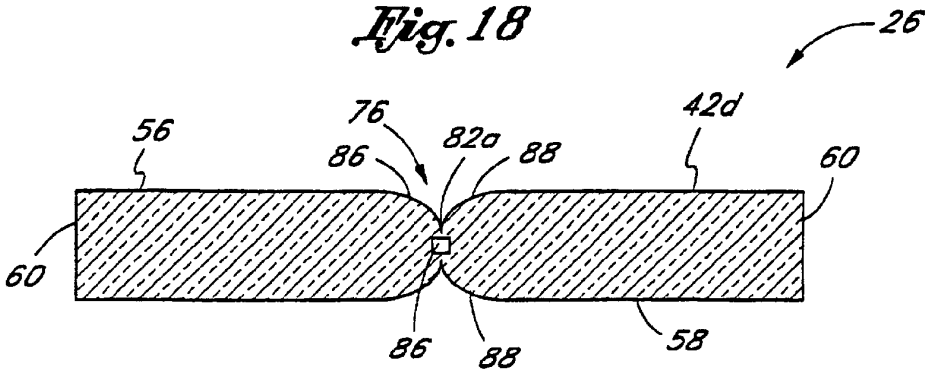


Fig. 19
(PRIOR ART)

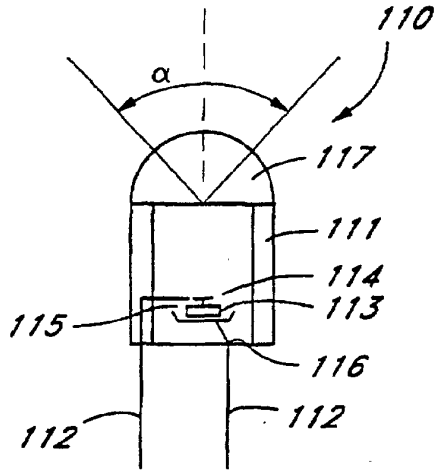


Fig. 20
(PRIOR ART)

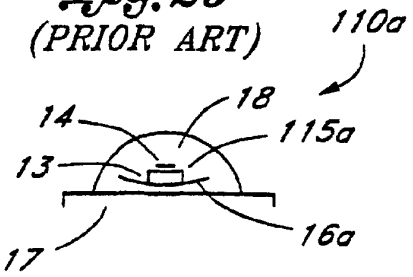
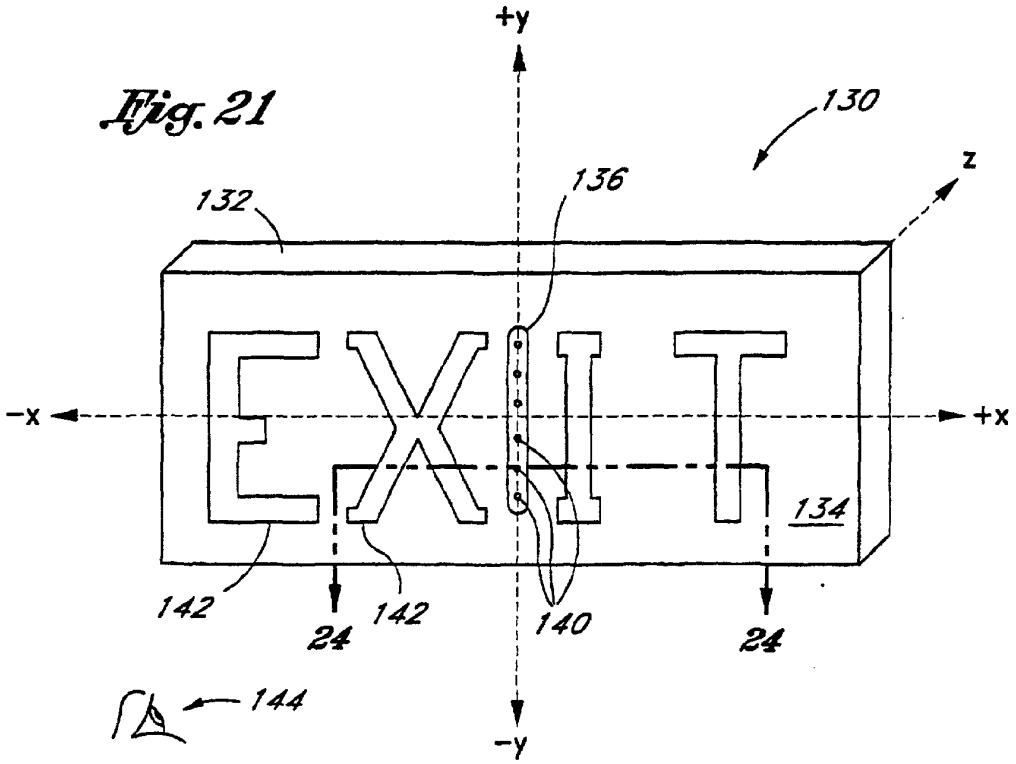


Fig. 21



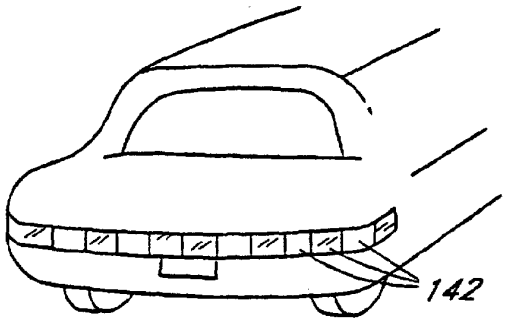


Fig. 22

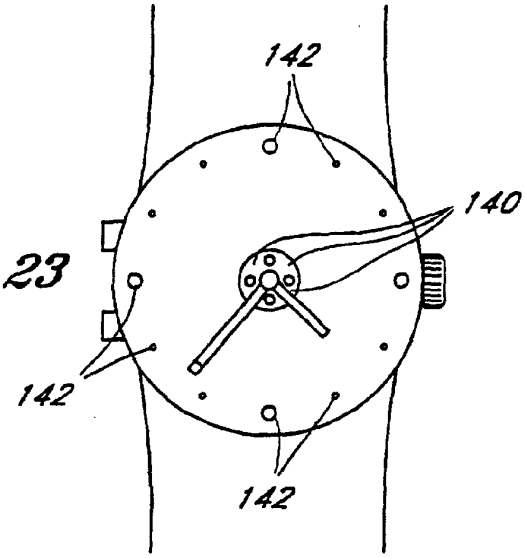


Fig. 23

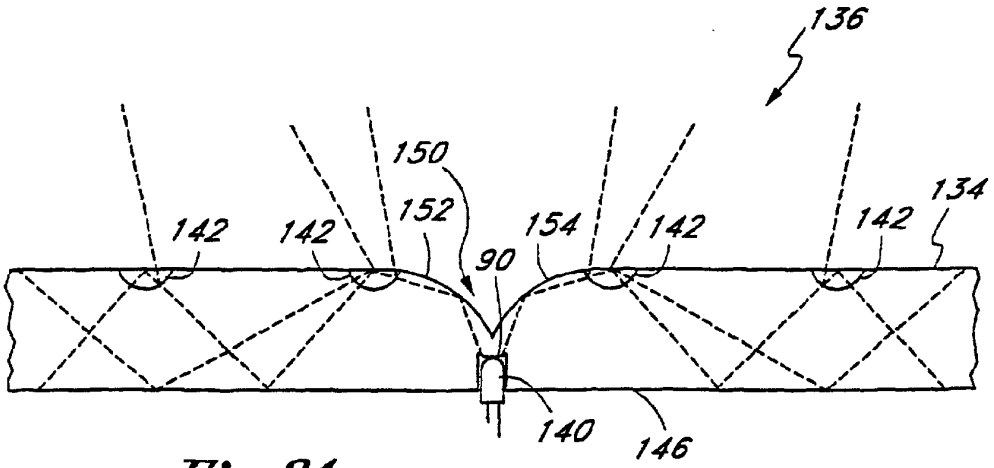


Fig. 24

Fig. 25

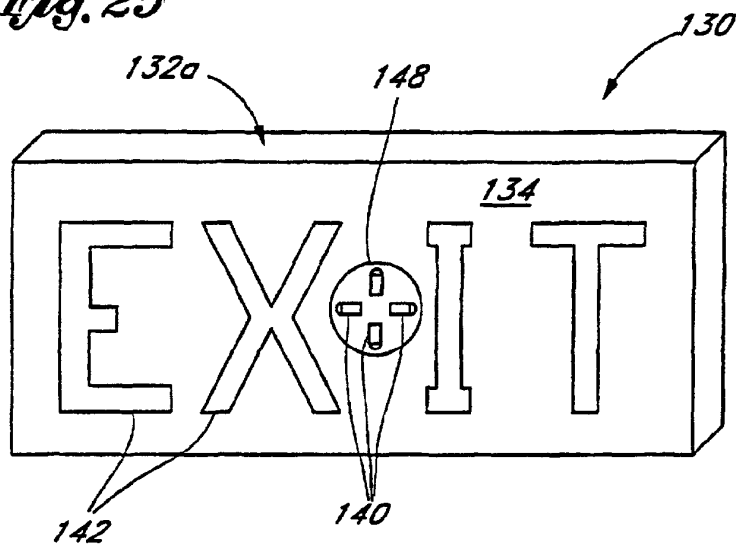


Fig. 27

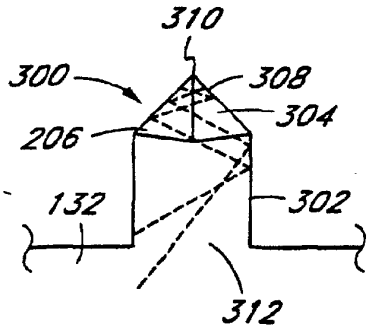


Fig. 28

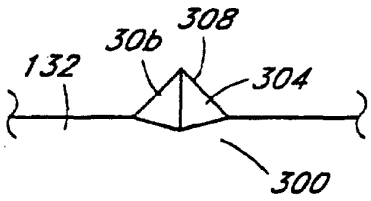


Fig. 26

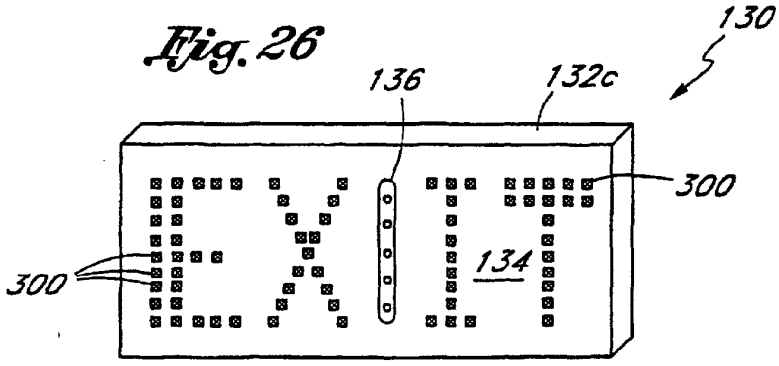


Fig. 29

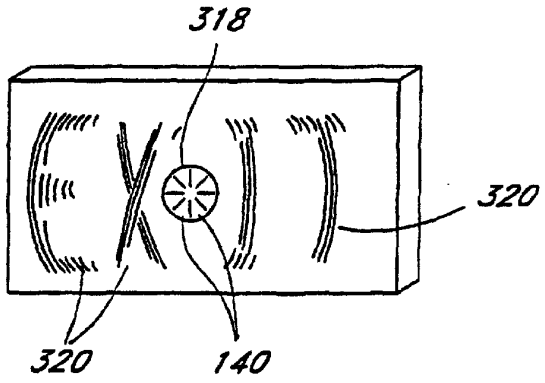
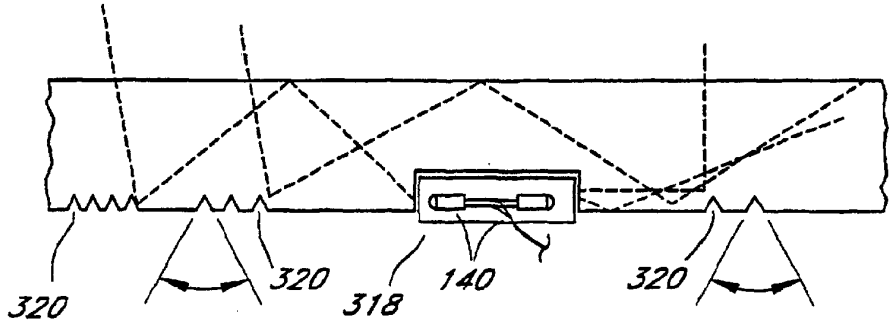


Fig. 30



(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:
(11) Publication number: **EP 1 200 772 A0**
(11) Numéro de publication:

Internationale Anmeldung veröffentlicht durch die Weltorganisation für geistiges Eigentum unter der Nummer:

WO 01/07828 (art. 158 des EPÜ).

International application published by the World Intellectual Property Organisation under number:

WO 01/07828 (art. 158 of the EPC).

Demande internationale publiée par l'Organisation Mondiale de la Propriété sous le numéro:

WO 01/07828 (art. 158 de la CBE).

(12) UK Patent Application (19) GB (11) 2 283 849 (13) A

(43) Date of A Publication 17.05.1995

(21) Application No 9322275.0

(22) Date of Filing 29.10.1993

(71) Applicant(s)
Protec Fire Detection Plc

(Incorporated in the United Kingdom)

Protec House, Churchill Way, NELSON, Lancashire, BB9 6RT, United Kingdom

(72) Inventor(s)
James Barry Merrin

(74) Agent and/or Address for Service
Appleyard Lees
15 Clare Road, HALIFAX, West Yorkshire, HX1 2HY, United Kingdom

(51) INT CL^6
G09F 13/18

(52) UK CL (Edition N)
G5C CEK

(56) Documents Cited
GB 2252193 A **GB 2234581 A** **GB 0656213 A**
EP 0426411 A2 **US 5136480 A** **US 4811507 A**

(58) Field of Search
UK CL (Edition M) **G5C CEK**
INT CL^5 **G09F**
Online databases: W.P.I

(54) Luminaire

(57) An edgelit luminaire assembly (2, Figure 1) includes a display panel 18 depending vertically from a housing (12) which includes illumination means 14. The panel 18 comprises two spaced apart transparent or semi-transparent plastics sheets on which information, for example the word "EXIT", is printed in white opaque material. Respective arrays of lines are arranged, e.g. screen printed, in a fluorescent green material, on inwardly facing surfaces of the plastics sheet, and an opaque, suitably green coloured sheet of card is sandwiched between the sheets, with the inwardly facing surfaces of the array lines abutting the card. The lines may be rectilinear or curved and are arranged to distribute light across the panel.

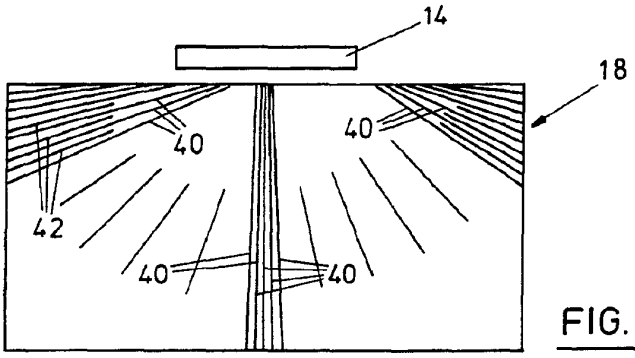


FIG. 5

GB 2 283 849 A

At least one drawing originally filed was informal and the print reproduced here is taken from a later filed formal copy.

The claims were filed later than the filing date within the period prescribed by Rule 25(1) of the Patents Rules 1990.

This print takes account of replacement documents submitted after the date of filing to enable the application to comply with the formal requirements of the Patents Rules 1990.

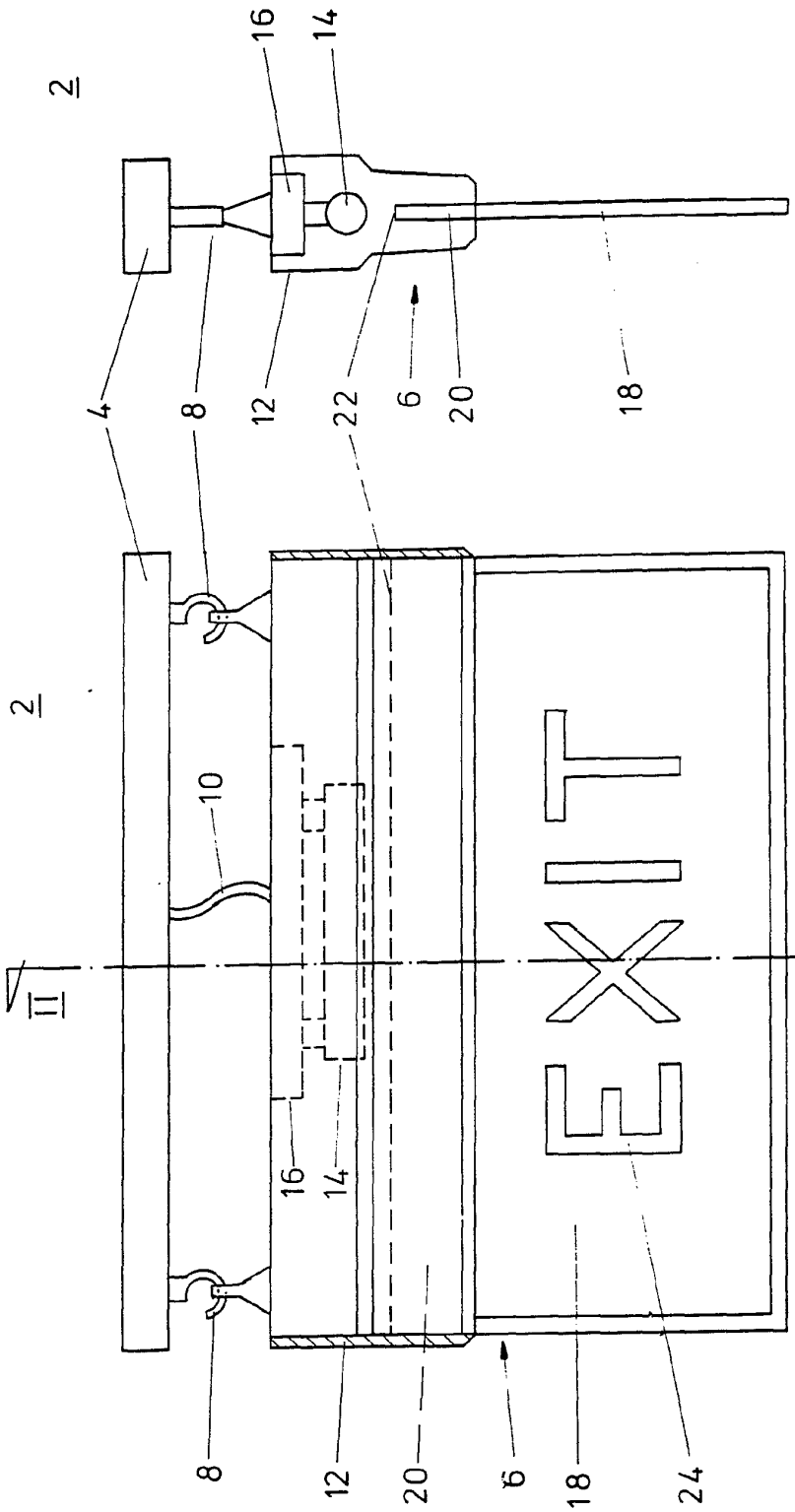


FIG. 2

FIG. 1

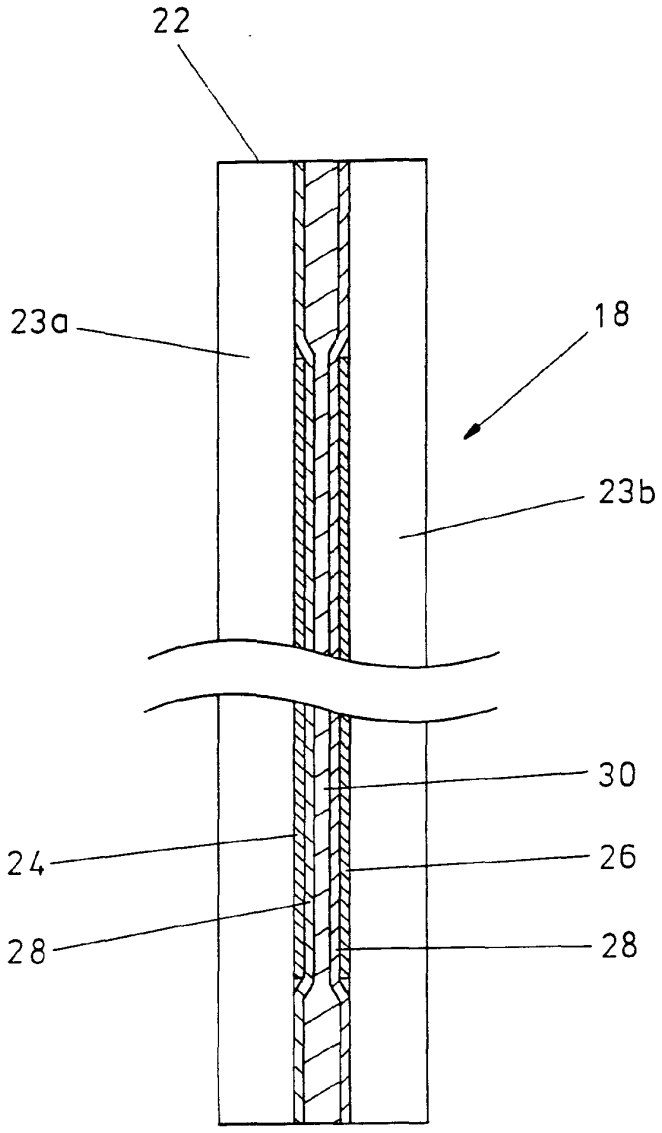


FIG. 3

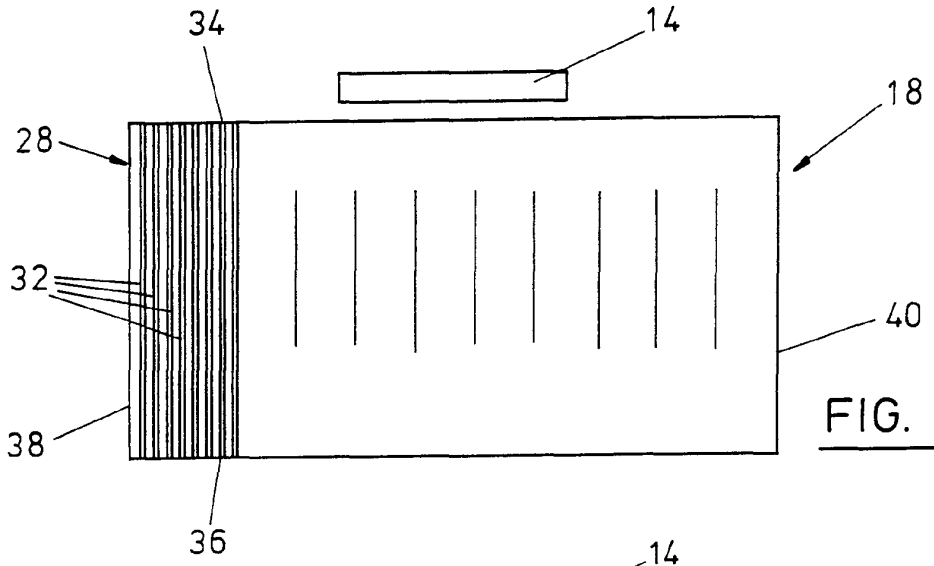


FIG. 4

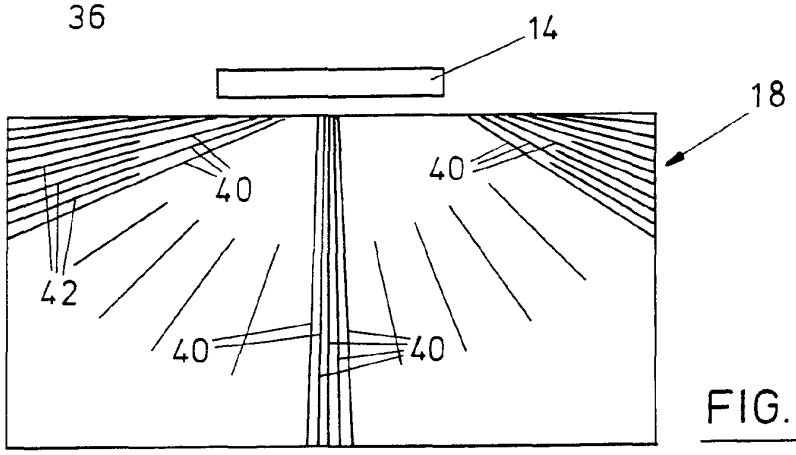


FIG. 5

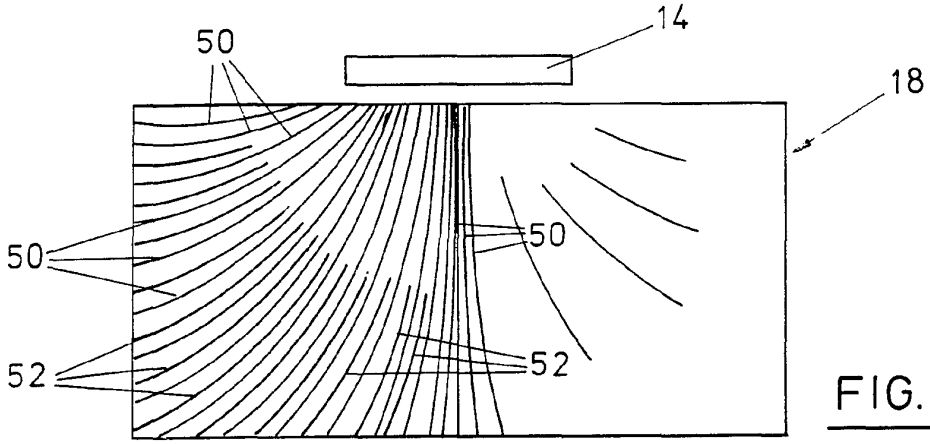


FIG. 6

LUMINAIRE

This invention relates to a luminaire, and particularly, although not exclusively, relates to an edgelit luminaire.

U.K. Patent Application Number GB 2 253 301 (JSB Electrical plc) discloses an edgelit luminaire comprising an oblong housing containing a source of illumination and a display panel of transparent or semi-transparent material depending vertically from the housing through an opening therein and having on at least one surface a sign, notice or graphic symbol. The display panel of the luminaire has an array of dots on at least part of one surface, the dots having a luminosity selected to be affected by illumination provided by the source located in the housing. The provision of the dots is stated to ensure an even distribution of light from the source throughout the entire panel, thereby enhancing the luminosity of the sign, notice or graphic symbol which the display panel carries.

Preferred embodiments of the present invention aim to provide a novel and advantageous luminaire.

According to a first aspect of the present invention, there is provided a luminaire comprising a display panel and an illumination means arranged to illuminate the display panel, wherein the display panel includes a plurality of spaced apart lines arranged to distribute illumination from said illumination means across the panel.

The luminaire is preferably an edgelit luminaire.

The spaced apart lines have been found to distribute illumination across the panel in an advantageous manner.

Preferably, at least some of said plurality of lines extend from a position adjacent one edge of the panel to a position adjacent another edge, for example an opposing edge, of the panel. In one embodiment, all lines of the display panel extend from a position adjacent one edge of the panel to a position adjacent another edge, preferably an opposing edge, of the panel.

Said spaced apart lines are preferably substantially rectilinear. Alternatively, the spaced apart lines may be curved. Said lines preferably extend parallel to one another. Alternatively, the lines may diverge away from one another, suitably on moving away from the illumination means of said luminaire.

The lines may have a thickness in the range 0.1 mm to 3 mm. Preferably, the lines have a thickness in the range 0.1 mm to 1.5 mm. More preferably, the thickness of the lines is less than 1 mm. Preferably, adjacent lines are spaced apart by a distance approximately equal to the thickness of the lines.

The display panel may include lines of a first length and lines of a second length wherein said first length is greater than said second length. Lines of said second length may be positioned between pairs of adjacent lines of said first length. Lines of a third length, which is preferably less than said first length and said second length, may be positioned between pairs of lines of said second length. For example, where the lines diverge away from one another as described above, shorter lines may be provided between pairs of adjacent diverging lines.

Said luminaire preferably includes a housing in which said illumination means is disposed. A part of said display panel is preferably disposed within said housing and, suitably, said illumination means is arranged to direct illumination towards an edge of said panel.

Said panel preferably includes a sheet of transparent material. An information conveying element is preferably provided on said sheet, for example, by being screen printed on a surface thereof. Said information conveying element may comprise a word, a numeral and/or a pictogram. Said plurality of lines is suitably provided on said sheet, suitably by means of screen printing the lines over the information conveying element. Preferably, the lines are screen printed using a white matt ink.

Said panel preferably includes two sheets of transparent material as described above both of which sheets include a said information conveying element and a plurality of lines. Said panel preferably comprises said two sheets and a sheet of substantially opaque material provided therebetween.

The invention extends to a display panel for a luminaire, for example an edgelit luminaire, wherein the display panel includes a plurality of spaced apart lines for distributing illumination from an illumination source of the luminaire across the panel.

The invention further extends to a method of distributing illumination from an illumination source of a luminaire, for example, an edgelit luminaire, across a display panel of the luminaire, the method using a display panel which includes a plurality of spaced apart lines arranged to distribute illumination.

Specific embodiments of the invention will now be described, by way of example, with reference to the accompanying diagrammatic drawings, in which :-

Figure 1 is a front elevation, partly in cross-section, of an edgelit luminaire assembly;

Figure 2 is a cross-section along line II-II of Figure 1;

Figure 3 is a detailed enlarged cross-section of a display panel of the edgelit luminaire;

Figure 4 is a front elevation of part of an edgelit luminaire which includes a display panel having a plurality of parallel rectilinear lines;

Figure 5 is a front elevation of part of an edgelit luminaire which includes a display panel having a plurality of rectilinear lines which diverge away from one another, and

Figure 6 is a front elevation of part of an edgelit luminaire which includes a display panel having a plurality of curved lines which diverge away from one another.

The edgelit luminaire assembly 2 shown in Figures 1 and 2 comprises a mounting member 4 which may be secured to, for example, a ceiling in a building. Edgelit luminaire 6 is releasably secured by means of hook arrangements 8 to the mounting member 4. A power supply line 10 extends between the member 4 and the luminaire 6.

The luminaire 6 comprises a housing 12 in which tubular light source 14 is disposed. The light source 14 is connected to electrical/electronic circuitry 16 which is arranged to control the light source. A display panel 18 depends vertically from the housing 12. A upper portion 20 of the panel 18 is enclosed by a part of the housing 12 and transverse edge 22 of the panel 18 faces the light source 14.

The display panel 18 is shown in detail in Figure 3 and may be made as follows. The panel 18 comprises two spaced apart transparent or semi-transparent plastics sheets 23a and 23b, for example transparent Perspex (Trade Mark) sheets. Information conveying elements 24 which may comprise the letters of the word "EXIT" are screen printed, in white opaque material, on a surface of the sheet 23a. Information conveying elements 26 which may comprise the letters of the word "ENTRANCE" are screen printed, in a white opaque material, on a surface of the sheet 23b. Next, an array of lines 28 (described in detail below with reference to Figures 4 to 6) is screen printed, in a fluorescent green material, on the surface of sheet 23a, over the information conveying elements 24 thereon. Similarly, an array of lines 28 is screen printed, in a fluorescent green material, on the surface of sheet 23b over the information conveying elements 26 thereon. In the assembled panel 18, shown in Figure 3, an opaque green coloured sheet of card 30 is sandwiched between the sheets 23a, 23b, with inwardly facing surfaces of the array of lines 28 abutting the card 30.

The array of lines 28 of panel 18 may be as shown in Figure 4. Referring to that figure, the array comprises a multiplicity of vertically extending parallel rectilinear unbroken lines 32. Each of the lines 32

extends from an upper edge 34 to a lower edge 36 of the panel and the array of lines extends from one side 38 of the panel to the opposing side 40 thereof, although only a few of the lines 32 in the array have been shown, in the interests of clarity. The lines are suitably about 0.5 mm in thickness and spaced apart by about 0.5 mm. The lines cover about 50% of the area of the panel.

Alternatively, the array of lines of the panel 18 may be as shown in Figure 5. Referring to that Figure, the array comprises a multiplicity of rectilinear lines 40 which diverge away from one another on moving away from the light source 14. The array also includes a multiplicity of lines 42 which are positioned between lines 40 and suitably partially fill gaps between adjacent lines 40. A line 42 is provided between adjacent lines 40 when the gap between diverging adjacent lines is greater than a certain distance, for example 3 mm. Not all of lines 40, 42 are shown in the figure, however, it should be appreciated that lines 40 and/or 42 are provided across the whole of the panel 18. The lines 40, 42 are suitably about 0.5 mm in thickness. Lines 40 are spaced apart by about 0.5 mm at their ends which are closest to the light source 14. The lines 40, 42 together cover about 50% of the area of the panel.

Alternatively the array of lines of the panel 18 may be as shown in Figure 6. Referring to that figure, the array comprises a multiplicity of curved lines 50 which diverge away from one another on moving away from the light source 14. The array also includes a multiplicity of curved lines 52 which are positioned between lines 50 and suitably fill gaps between adjacent lines 50. As in Figure 5, a line 52 is provided between adjacent lines 50 when the gap between diverging adjacent lines 50 is

greater than a certain distance, for example 3 mm. Not all lines 50, 52 are shown in the figure, however, it should be appreciated that lines 50 and/or 52 are provided across the whole of panel 18. Also, lines 50, 52 are suitably about 0.5 mm in thickness. Lines 50 are spaced apart by about 0.5 mm at their ends which are closest to the light source 14. The lines 50, 52 together cover about 50% of the area of the panel.

The edgelit luminaire 6 operates as follows. Light from light source 14 is directed downwardly towards panel 18. Light passes into plastics sheets 23a, 23b of the panel via transverse edge 22 thereof. The light is distributed throughout each sheet 23a, 23b by the lines 32; 40, 42; or 50, 52 of the panel. Consequently, the information conveying elements 24, 26 are clearly visible to convey the message, e.g. "EXIT" and "ENTRANCE". The provision of opaque card 30, ensures that the respective conveying elements 24, 26 are visible from one side of the panel 18 only.

It has been found that the arrangement of the lines 32; 40, 42; and/or 50, 52 distribute light in an advantageous manner across the panel 18. In one modification of the Figure 5 and 6 embodiments, the area covered by lines 40, 42; 50, 52 in a region of the panel which is closest to the light source 14 may be less than the area covered by lines 40, 42; 50, 52 in a region of the panel which is further from the light source 14. The arrangement of lines may increase the dispersion of light to regions of the panel which are relatively far away from the light source.

The reader's attention is directed to all papers and documents which are filed concurrently with or previous to

this specification in connection with this application and which are open to public inspection with this specification, and the contents of all such papers and documents are incorporated herein by reference.

All of the features disclosed in this specification (including any accompanying claims, abstract and drawings), and/or all of the steps of any method or process so disclosed, may be combined in any combination, except combinations where at least some of such features and/or steps are mutually exclusive.

Each feature disclosed in this specification (including any accompanying claims, abstract and drawings), may be replaced by alternative features serving the same, equivalent or similar purpose, unless expressly stated otherwise. Thus, unless expressly stated otherwise, each feature disclosed is one example only of a generic series of equivalent or similar features.

The invention is not restricted to the details of the foregoing embodiment(s). The invention extends to any novel one, or any novel combination, of the features disclosed in this specification (including any accompanying claims, abstract and drawings), or to any novel one, or any novel combination, of the steps of any method or process so disclosed.

CLAIMS

1. A luminaire comprising a display panel and an illumination means arranged to illuminate the display panel, wherein the display panel includes a plurality of spaced apart lines arranged to distribute illumination from said illumination means across the panel.

2. A luminaire according to Claim 1, being an edgelit luminaire.

3. A luminaire according to Claim 1 or Claim 2, wherein at least some of said plurality of lines extend from a position adjacent one edge of the panel to a position adjacent another edge thereof.

4. A luminaire according to any preceding claim, wherein all of said plurality of lines of the display panel extend from a position adjacent one edge of the panel to a position adjacent another edge thereof.

5. A luminaire according to any preceding claim, wherein said spaced apart lines are substantially rectilinear.

6. A luminaire according to any of Claims 1 to 4, wherein the spaced apart lines are curved.

7. A luminaire according to any preceding claim, wherein said lines extend parallel to one another.

8. A luminaire according to any of Claims 1 to 6, wherein the lines diverge away from one another.

9. A luminaire according to Claim 8, wherein said lines diverge away from one another on moving away from the illumination means of said luminaire.

10. A luminaire according to any preceding claim, said lines having a thickness in the range 0.1 mm to 3 mm.

11. A luminaire according to any preceding claim, wherein adjacent lines are spaced apart by a distance approximately equal to the thickness of the lines.

12. A luminaire according to any preceding claim, wherein the display panel includes lines of a first length and lines of a second length wherein said first length is greater than said second length.

13. A luminaire according to Claim 12, wherein said lines of said second length may be positioned between pairs of adjacent lines of said first length.

14. A luminaire according to any preceding claim, including a housing in which said illumination means is disposed.

15. A luminaire according to Claim 14, wherein a part of said display panel is disposed within said housing and said illumination means is arranged to direct illumination towards an edge of said panel.

16. A luminaire according to any preceding claim, wherein said panel includes a sheet of transparent material on which said plurality of lines is provided.

17. A luminaire according to any preceding claim, wherein said panel includes two sheets of transparent

material both of which sheets include a respective information conveying element and a respective plurality of lines.

18. A luminaire according to Claim 17, said panel comprising said two sheets and a sheet of substantially opaque material therebetween.

19. A display panel for a luminaire, wherein the display panel includes a plurality of spaced apart lines for distributing illumination from an illumination source of the luminaire across the panel.

20. A method of distributing illumination from an illumination source of a luminaire across a display panel of the luminaire, the method using a display panel which includes a plurality of spaced apart lines arranged to distribute illumination.

21. A luminaire substantially as hereinbefore described with reference to the accompanying diagrammatic drawings.

22. A display panel substantially as hereinbefore described with reference to the accompanying diagrammatic drawings.

23. A method substantially as hereinbefore described with reference to the accompanying diagrammatic drawings.

Patents Act 1977 Examiner's report to the Comptroller under Section 17 (The Search report) 12	Application number GB GB 9322275.0
Relevant Technical Fields (i) UK Cl (Ed.M) G5C (CEK) (ii) Int Cl (Ed.5) G09F	Search Examiner R A H CASLING Date of completion of Search 2 DECEMBER 1994
Databases (see below) (i) UK Patent Office collections of GB, EP, WO and US patent specifications. (ii) ONLINE DATABASES: WPI	Documents considered relevant following a search in respect of Claims :- 1-23

Categories of documents

X:	Document indicating lack of novelty or of inventive step.	**P:**	Document published on or after the declared priority date but before the filing date of the present application.
Y:	Document indicating lack of inventive step if combined with one or more other documents of the same category.	**E:**	Patent document published on or after, but with priority date earlier than, the filing date of the present application.
A:	Document indicating technological background and/or state of the art.	**&:**	Member of the same patent family; corresponding document.

Category	Identity of document and relevant passages		Relevant to claim(s)
X	GB 2252193 A	(WORLD AUTO PLATE) see page 12, the reference to Figure 12	1, 3-5, 7, 19, 20
X	GB 2234581 A	(PIONEER ELECTRONIC) see page 12 (bottom)	1-5, 7, 14-16, 19, 20
X	GB 656213	(WESTINGHOUSE) see page 1 line 14 and page 1 line 80 et seq	1-3, 6, 8, 14, 15, 19, 20
X	US 5136480	(LUMITEX) see column 3 line 35	1-5, 7, 14-16, 19, 20
X	US 4811507	(BLANCHET) see column 2 line 50	1, 2, 5, 7, 12, 14-16, 19, 20
X	EP 0426411 A2	(MINNESOTA) see column 2 line 53	1-5, 7, 19, 20

Databases: The UK Patent Office database comprises classified collections of GB, EP, WO and US patent specifications as outlined periodically in the Official Journal (Patents). The on-line databases considered for search are also listed periodically in the Official Journal (Patents).

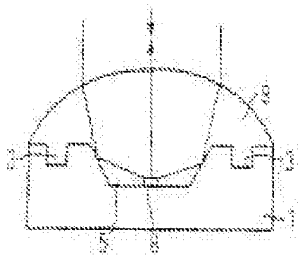
OPTO-DEVICE TO WHICH SURFACE MOUNTING IS ENABLED

Publication number: JP3011771 (A)
Publication date: 1991-01-21
Inventor(s): GIYUNTAA WAITORU; FURANTSU SHIERUHORUN +
Applicant(s): SIEMENS AG +
Classification:
- international: ***G02B6/42; G09F9/33; H01L31/02; H01L31/0203; H01L31/0232; H01L33/00;*** **G02B6/42; G09F9/33; H01L31/02; H01L31/0203; H01L31/0232; H01L33/00;** (IPC1-7): H01L31/02; H01L33/00
- European: H01L33/48C2; G02B6/42C2; G02B6/42C3; G02B6/42C3R; G02B6/42C8; G09F9/33; H01L31/0203; H01L31/0232; H01L31/0232B; H01L33/60
Application number: JP19900136919 19900525
Priority number(s): EP19890109835 19890531

Also published as:
JP2962563 (B2)
EP1022787 (A1)
EP1022787 (B1)
US5040868 (A)
ES2150409 (T3)
more >>

Abstract of **JP 3011771 (A)**

PURPOSE: To realize a device which can be flexibly used, by installing an optical device on a substratum, fixing the optical device by using an adjustment assisting tool, and attaching the device in such a manner that a light does not leak from the side surface. CONSTITUTION: An optical device 9 is automatically fixed to at least one substratum 1 with a mounting equipment. In this case, the optical device 9 is fixed to the substratum 1 by using an adjustment assisting tool 3, and a light is prevented from leaking from the side of a part between the device 9 and the substratum 1. The substratum 1 contains at least an optical transmitter and/or an optical receiver 8, and the optical device 9 shapes a radiation light and/or a receiving light.; The receiver 8 and a transmitter are arranged in a recess 5 of the substratum 1, so that crosstalk between various transmitters is evaded, side light receiving is reduced, and S/N ratio is improved. Thereby an optodevice which can be flexibly used can be obtained.



Data supplied from the ***espacenet*** database — Worldwide

⑲日本国特許庁（JP）　⑪特許出願公開

⑫公開特許公報（A）　平3−11771

⑤1Int. Cl.⁵	識別記号	庁内整理番号	⑬公開　平成3年(1991)1月21日
H 01 L 33/00	N	7733−5F	
31/02		7522−5F H 01 L 31/02	B

審査請求　未請求　請求項の数 16　（全9頁）

⑤4発明の名称　表面実装可能なオプトデバイス

⑳特　願　平2−136919
㉒出　願　平2(1990)5月25日

優先権主張　㉜1989年5月31日㉝欧州特許機構(EP)㉛89109835.2

⑦2発明者　ギュンター、ワイトル　ドイツ連邦共和国レーゲンスブルク、ブラシュヴエーク3
⑦2発明者　フランツ、シエルホルン　ドイツ連邦共和国レーゲンスブルク、ドクトルヨハンマイヤーシュトラーセ14
⑦1出願人　シーメンス、アクチエンゲゼルシヤフト　ドイツ連邦共和国ベルリン及ミュンヘン（番地なし）
⑦4代理人　弁理士　富村　潔

明　細　書

1．発明の名称　表面実装可能なオプトデバイス

2．特許請求の範囲

1）実装装置によって自動的に実装可能でありかつ少なくとも1つの光送信器および（または）受信器（8）を含む少なくとも1つの基体（1）と、放射光および（または）受信光を成形するための少なくとも1つの光学装置（9）と、この少なくとも1つの光学装置（9）を調整して固定するための調整補助具（2〜4、10、11、12、15、22、26、28）とを有することを特徴とする表面実装可能なオプトデバイス。

2）前記放射光および（または）受信光の成形は前記基体（1）によっても行われることを特徴とする請求項1記載のデバイス。

3）前記光送信器および（または）受信器（8）は半導体送信器および（または）半導体受信器であることを特徴とする請求項1または2記載のデバイス。

4）前記基体（1）内には送信光のための反射器（5）が設けられることを特徴とする請求項1ないし3の1つに記載のデバイス。

5）前記反射器は前記基体（1）の金属支持体への押型によって設けられることを特徴とする請求項4記載のデバイス。

6）前記基体（1）の反射性被覆体が設けられることを特徴とする請求項4または5記載のデバイス。

7）前記調整補助具として突起またはクランプまたは溝または孔または窪みが設けられることを特徴する請求項1ないし6の1つに記載のデバイス。

8）光の送信方向および（または）受信方向を転換するための転向装置が設けられることを特徴とする請求項1ないし7の1つに記載のデバイス。

9）前記光学装置として光学レンズが設けられることを特徴とする請求項1ないし8の1つ

EX1003, Page 831

に記載のデバイス。

10) 前記光学装置として発光面（１９）が設けられることを特徴とする請求項１ないし９の１つに記載のデバイス。

11) 前記光学装置として光導体結合器（２０）が設けられることを特徴とする請求項１ないし１０の１つに記載のデバイス。

12) 前記光学装置（９）用に１５０℃以下の耐久温度に耐える材料が使用されることを特徴とする請求項１ないし１１の１つに記載のデバイス。

13) 前記デバイスはディスプレイ用に使用されることを特徴とする請求項１ないし１２の１つに記載のデバイス。

14) 前記デバイスは光アレイ用に使用されることを特徴とする請求項１ないし１３の１つに記載のデバイス。

15) 前記デバイスは光信号伝送用に使用されることを特徴とする請求項１ないし１４の１つに記載のデバイス。

16) 前記デバイスは光ファイバー式情報システムに使用されることを特徴とする請求項１ないし１５の１つに記載のデバイス。

3．発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は表面実装可能なオプトデバイスに関する。

〔従来の技術〕

ＳＭＤ（表面実装デバイス）はプリント板モジュールの組立技術に適する。ＳＭＤはデバイスの新しい加工様式つまり表面実装ならびに新しい技術に適合しなければならない最近の世代のデバイスを含む。

表面実装は挿入実装の従来技術の代わりに益々用いられるようになっている。表面実装はリード線無しデバイスがリード線付きデバイスの代わりにプリント板またはその他の基板上に設置されることを意味する。ＳＭＤを用いることによって他の利点が得られる。つまり、プリント板モジュールが７０％に小形化し、製造が合理的になり、信頼性が高くなる。

表面実装可能なデバイスは自動実装機において加工される場合には経済的に使用することが出来る。表面実装の利点はデバイス、プリント板レイアウト、自動実装、はんだ付け技術、試験が互いに良好に調和すればする程多くなる。

表面実装可能なオプトデバイスはヨーロッパ特許出願公開第００８３６２７号公報によって公知である。この公知のオプトデバイスにおいては、セラミック材料から成る基板上にオプトエレクトロニク半導体基体が配置される。この半導体基体上にはエポキシ樹脂から成りドーム状湾曲を有する光透過膜が配設される。この公知のデバイスは主としてディスプレイ装置用への使用が考慮されている。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、エポキシ樹脂から成る光透過膜が半導体基体上に予め与えられたドーム状湾曲を有することは、公知のデバイスの柔軟な使用を困難にしている。

そこで、本発明は、柔軟に使用可能な冒頭で述べた種類の表面実装可能なオプトデバイスを提供することを課題とする。

〔課題を解決するための手段〕

このような課題を解決するために、本発明は、実装装置によって自動的に実装可能でありかつ少なくとも１つの光送信器および（または）受信器を含む少なくとも１つの基体と、放射光および（または）受信光を成形するための少なくとも１つの光学装置と、この少なくとも１つの光学装置を調整して固定するための調整補助具とを有することを特徴とする。

〔作用および発明の効果〕

本発明においては、放射光および（または）受信光を成形するための光学装置は、この光学装置と基体との間の側部から実際上光が漏出しないように基板上に取付けられる。

本発明においては、送信器および（または）受信器は基体の窪み内に配置される。これによってプリント板または１つの基板、複数の基体上に配

EX1003, Page 832

設された種々の送信器間のクロストークが回避される。このような窪みは反射器として簡単な方法で形成され得る。

受信器が窪み内に配置されると、側光受信が軽減するので有効S／N比が明確に改善される。

本発明においては基体はその表面にドーム状湾曲を有しないので、基体は実装装置によって精密に位置決め可能である。

基体と光学装置との間の位置決め精度は同様に本発明においては表面に公知のドーム状湾曲を有する公知のデバイスに関する反射器の位置決め精度よりも大きい。これによって一定の結合比が得られると共に、観察者に良い印象を与える。

基体がほぼ平坦状の表面を有することは有利であり、このことは実装技術にとっては好ましいことである。

基体に光学装置を固定するためにも使われる調整補助具が突起、クランプ、孔、窪みの形態にて基体および光学装置に形成されることは有利である。

複数の基体に対して1つの光学装置が設けられ得る。反対に、1つの基体に対して複数の光学装置が使用され得る。

本発明は僅かな製作費用でもって可変の光学要素を備えた表面実装可能なオプトデバイスの製作を可能にする。光学要素を変えるためには従来技術においては特別に合わせられたケースが製作されなければならなかった。このことは最終実装の領域において、特に部品被覆において高い投資を必要とする。さらに、SMD自動実装機の実装が光学要素の形状を制限する。

本発明は費用的に良好でありかつ市販の自動実装機にて加工可能である表面実装可能な構成形状（基本デバイス）の製作を可能にする。さらに、本発明においては、実装プロセスおよびはんだ付けプロセスの後にこの基本デバイスがその都度の適用例に合わせられた光学要素に結合される。

基体と光学要素（光学装置）とを分離することによって構成形状の個数が可成り低減する。実装性およびはんだ付け性に関してSMDデバイスに出される高い要求は本発明によるデバイスを用いることによって確実に実現される。光学要素の形状はデザインおよび材料選択に関してその都度の適用例に著しく良好に最適化され得る。

基本デバイス（基体）は光送信器および（または）受信器を含む。光送信器の場合には、半導体デバイスを反射器内に実装することは有利である。この反射器は金属支持体への押型としてまたは反射性、必要な場合には高反射性を有するプラスチックによる被覆体によって形成され得る。金属支持体への押型と反射性プラスチックとを組合わせ使用することも同様に可能である。デバイスの外形は、実装技術にとって好ましくかつほぼ平坦状の表面が基体に設けられさらに光学要素に基体を結合するために調整補助具が基体内に成形されるように形成される。

光学要素（光学装置）はその都度の適用例に応じて形成（デザイン）される。幅狭または幅広の放射特性または受信特性を有するオプトデバイスが実現される。光学装置内で光転向装置を使用すると、送信方向または受信方向が或る角度、例えば90°転換される。これによって所謂サイドルッカー（Side-Looker）形構成形状が必要とされなくなる。サイドルッカー形構成形状においては、デバイスの送信器または受信器はデバイスが配置される基板の表面に対して平行な方向に向けられる。

光学装置による光学レンズの代わりに光導波路が用いられると、SMD化光導波路デバイスが得られる。

SMDデバイスは1986年9月8日に出願された米国特許出願第904638号の米国特許出願明細書、ヨーロッパ特許出願公開第0218832号公報、ドイツ連邦共和国特許出願公開第3231277号公報およびPCT特許出願公開第WO85／01634号公報によって公知である。

〔実施例〕

次に、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

第1図a～fは基体1の実施例を示す概略図で

EX1003, Page 833

ある。基体1は光送信器および（または）光受信器が配置される少なくとも1つの窪み5を有する。この窪み5は光送信器が配置される際には反射器として有利に構成され得る。窪み5にはプラスチック例えば注型樹脂が注入されると有利である。基体1が実装される基板とは反対側に位置する基体1の表面はほぼ平坦状に形成される。このことは、平坦表面がデバイス実装装置によって自動的にかつ高速度で吸引され得ることを意味する。従って、平坦表面を有する基体1は基板、例えばプリント板上に非常に迅速にかつ非常に精密に位置決めされ得る。基体1はこの基体1上の光学装置の調整を改善するために溝2、孔3および突起4が設けられ得る。さらに、基体1に対して光学装置の固定を行うために設けられかつ専門家が手操作することの出来る他の調整補助具を設置することも出来る。

第2図a～cおよび第3図a～cは基体1の製作を説明するための概略図である。電気端子6、7は、半導体基体8を取付けその半導体基体8と電気端子6とのボンディングワイヤ結合を行う間、所謂リードフレーム技術によって一緒に保持される。ボンディングワイヤ結合が行われた後に、半導体基体8、ボンディングワイヤおよび電気端子6、7の一部分が例えば熱硬化性プラスチックまたは熱可塑性プラスチックの如きプラスチックによって一体注型される。最初にリードフレームがプラスチック例えば熱可塑性プラスチックをコーティングされ、その後窪み5の内部に半導体基体8が配置され得るようにしてもよい。次に窪み5が注型樹脂を注入される。基体1の被覆体には例えば孔3の如き調整補助具が設けられる。電気端子6、7は、第2図に示される如く基体1の被覆体から鶴翼状に突出するように基体1の被覆体を突出した後に折曲げられ得るか、または第3図に示される如く基体1の被覆体を突出した後に下方に折曲げられさらに基体1の被覆体の中心部に向かって折曲げられ得る。

基体1に対して本発明においては僅かな基本形しか必要としない。さらに、表面実装を行う際に現れる高温度および応力に耐えるプラスチック材料は少量しか必要とされない。基体1の被覆体としてはＳＭＤ化可能な全ての材料が使用され得る。基体1の被覆体としては例えばＬＣＰ（液晶ポリマー）材料が使用され得る。基体1に僅かな基本形が必要ではあるが、本発明においては、オプトデバイスを構成する際に形状に関して大きな自由度が得られる。

基体1の被覆体として熱可塑性プラスチックが使用される場合、このプラスチックは２００℃～２８０℃の通常のはんだ付け温度に耐える。

第4図ないし第２３図は本発明によるオプトデバイスの種々の実施例を示す。第4図は反射器5内に光送信器8を備えた基体1を示す。基体1の孔3内には光学装置9の突起が嵌合している。光学装置9はこの突起とは一体成形されている。光学装置9としては完全注型体が使用され得る。光学装置9としては例えば所定の屈折率を有するガラスレンズが使用され得る。しかしながら、光学装置9としては、光送信器および（または）光受信器8によって送信または受信される光を何らかの方法で成形し、束線化しまたは形成するような他の装置も使用され得る。本発明においては、光学装置9としては耐久性には限界があっても高温度には耐え得る材料を使用することが可能である。例えば光学装置9としては（レンズに対してガラス透明度を増すためにまたはディスプレイに対して白色度を増すために入れられる）ポリカーボネートが使用され得る。光学装置9としてはポッカン（Ｐｏｃａｎ）（ポリブチレンーテレフタレート）の如き価格的に手頃なプラスチックも使用され得る。このようなプラスチックは例えば１５０℃以下の耐久温度に耐える。

第4図の光学装置9は例えば収束レンズとして形成されている。この第4図において、平行光は束線光に変換されて、方向転換させられる。窪み（反射器）5および（または）光学装置9を形成することによって種々の放射特性および（または）受信特性が得られる。それゆえ、任意の適用例に対して、僅かな個数の基体1を使用するのに最も

EX1003, Page 834

適するケース形状が製作され得る。

第5図には光学装置9が光送信器および（または）光受信器8によって送信または受信される光を90°転向させるように形成されたオプトデバイスが示されている。この第5図において、光学装置9の光入射面および（または）光出射面は反射曲面およびレンズ状曲面を有している。このような放射特性もしくは反射特性はドイツ連邦共和国実用新案第8500013．2号（1985年4月15日に出願された米国特許出願第723236号明細書）に記載されている。

第5図においては光学装置9はクランプ10と一体成形されている。クランプ10は基体1の切欠または溝内に保持される。

第6図は窪み5内に半導体検出器が配置されている基体1を備えたオプトデバイスを示す。光学装置9はその外周縁部に基体1の切欠11に嵌合する突出部を有している。

基体1は他の材料からもまたプラスチック材料からも製作され得る。基体1は光学装置9を取付けるための平坦表面を有する必要がない。光学装置9は基体1と光学装置9との間の側部から実際上光が漏出し得ないように基体1上に装着されるように簡単の方法で形成され得る。

第7図および第8図は種々異なった個数の送信器および（または）受信器8が複数の窪み5内に配置されたディスプレイデバイスを示す。放射形状は本発明においては窪み5の形状および光学装置9の形成によって与えられる。第7図においては窪み5は比較的小さい開口部を有している。窪み5のこの比較的小さい開口部は光学装置9の内部において上方に向けて拡大する開口部14によって光学的に補助的に拡大されている。

基体1は第7図においては基板、例えばプリント板13上に固定されている。光学装置9は基板13の開口部内に固定されるクランプ12を有している。

第8図においては光学装置9は基体1の切欠内にスナップ結合されるクランプ15を有している。第8図においては光学装置9は基体1内の窪み5の開口部を光学的に補助的に拡大しない開口部16を有している。

第9図および第10図はLEDアレイの概略図を示す。この3×3LEDアレイにおいては基板13上には9個の基体1が固定されている。光学装置9は9個のレンズ17から構成されている。9個のレンズ17は橋絡片18によって一体的に相互に結合されている。光学装置9はこの光学装置9を基板13に固定するクランプ12を有している。各基体1上にはレンズ17が取付けられている。

第11図は3個の基体1が並置されているオプトデバイスを示す。この3個の基体1上には光学装置9が取付けられている。2個の送信器および（または）受信器上にはそれぞれ1個のレンズ17が配置され、一方第3の半導体デバイス上には発光面19が取付けられている。半導体デバイスに付設されたこの発光面19は例えばドイツ連邦共和国実用新案第8713875．5号に記載されている。半導体デバイスの被覆体は出来る限り大きな空間角度にて光を放射するために凹レンズとして形成された光出射面を有している。発光面19は散乱板の特性を有する。

第12図は2個の窪み5を有する個別基体1を示す。第1の窪み5上には光学装置9としてのレンズが取付けられている。第2の窪み5上には取外し可能なファイバー結合を構成するための装置20が取付けられている。この装置20は実際上光導体結合器を表す。装置20には光導波路21が取付けられる。光導体結合器を備えたオプトデバイスは光ファイバー通信網においてサブステーション用に使用され得る。光導体結合器を備えたこのオプトデバイスは例えば自動車の光ファイバーシステムの如き他の光ファイバーシステムにおいても使用され得る。基体1内では勿論集積回路も同様に使用され得る。装置20は勿論クランプによって基体1に固定され得る。

第12図に示された装置は光導体を差込むための保持部材の予備個所を有している。それによって光導体を差込むための補助的な位置決め公差が

EX1003, Page 835

断念され得る。それによって装置２０を備えたオプトデバイスの一層の小形化が可能になる。

１個の窪み５内には光送信器も光受信器も集積回路も配置され得る。

第１３図ａ、ｂおよび第１４図は基体１とそれに付属する光学装置９とを示す。第１３図に示された基体１は所謂７セグメント表示体である。この基体は７個の光孔２３を有する。基体１はさらに第１４図に示された光学装置９を固定するための突起２２を有する。

基板上に並んで実装された多数の基体１上には第１４図に示された光学装置９が配設される。第１４図の光学装置９は７セグメント表示体２４を表示するための徐々に拡大する孔１４を有している。さらに、第１４図の光学装置９は２個の発光面１９を有している。最後に第１４図の光学装置９は第１３図の基体１の突起２２に固定するための穴２６を有している。

本発明によるオプトデバイスは基体１の僅かな変形により種々の光学装置９を可能にする。

第１５図ないし第１７図は所望の適用例に応じて形成された７セグメント表示体の種々の形状を示す。第１５図ないし第１７図の表示体は種々の形状を有してはいるが、この表示体は第１３図の単一の基体１によって実現され得る。第１３図の基体１における窪み５は、第１５図ないし第１７図の光学装置９内の補助拡大部１４によって種々異なった表示体形状が得られるように拡大される。

第１８図および第１９図は種々に配置された光バーを備えた光学装置９を示す。

第２０図ないし第２３図ａ、ｂは第１８図の光学装置９ならびに種々に成形された光バーを有する第１９図の光学装置９が取付けられ得る基体１を示す。

光学装置９は基体１の孔３内に差込まれる突起２８を有している。基体１においては光送信器８が窪み（反射器）５内に配置されている。この反射器５は種々の光開口部１４を備えた光学装置９が装着され得るように形成されている。光バーの均一な照明が得られるようにするために、散乱板（ディフューザ）２７が光学装置９に取付けられる。

第２０図は電気端子７の端部が基体から鶴翼状に離れている基体１を示す。第２２図は電気端子７の端部が下方へ向けて折曲げられた後に基体側に再度折曲げられている基体１を示す。

第２０図および第２２図においては窪み５の周縁部２９は高く形成されている。この周縁部２９は光学装置９の窪み３０内に嵌め込まれる。高く形成された周縁部２９は種々の送信器におけるクロストークを妨げ、および（または）、受信器が窪み５内に配置される場合には有効Ｓ／Ｎ比を改善する。

４．図面の簡単な説明

第１図は基体の概略図、第２図および第３図は基体の製作について説明するための概略図、第４図ないし第２３図はオプトデバイスのそれぞれ異なる実施例を示す概略図である。

１…基体

２…溝

３…孔

４、２２、２８…突起

５…窪み

８…半導体基体

９…光学装置

１０、１２、１５…クランプ

１１…切欠

１９…発光面

２６…開口部

6118）代理人 弁理士 西村 [redacted]

EX1003, Page 836

FIG1

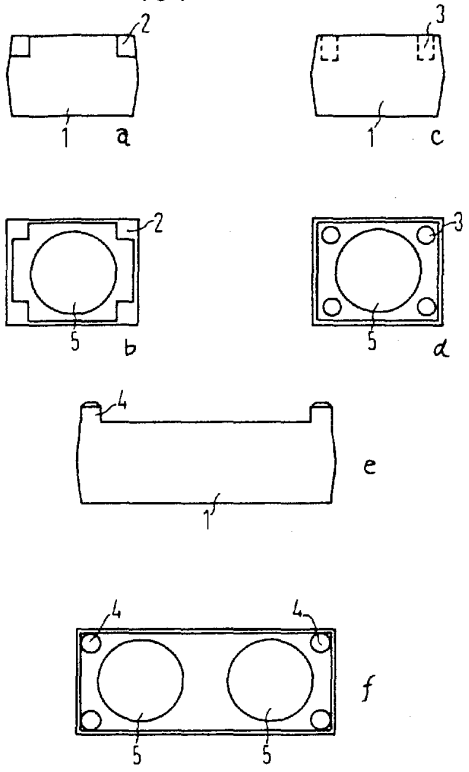


FIG2

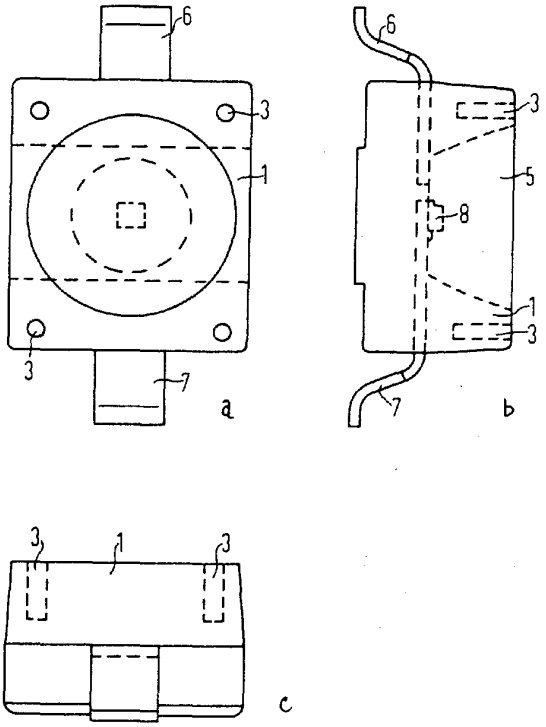


FIG3

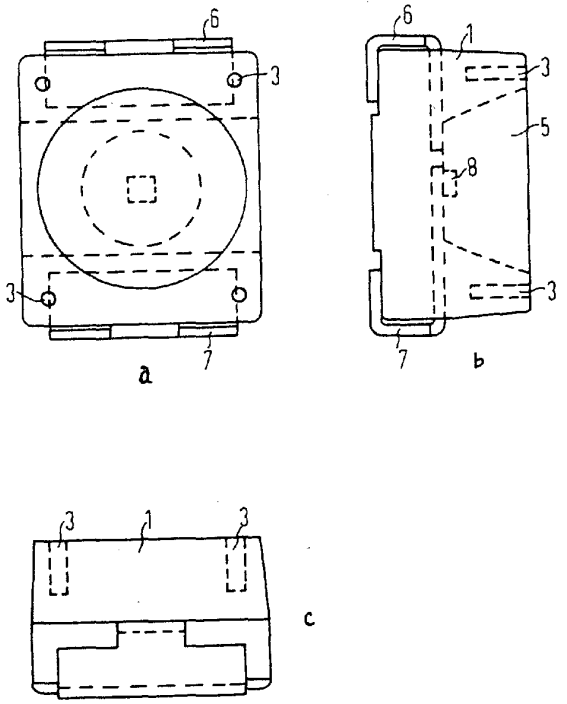


FIG4

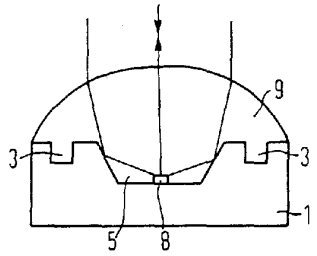
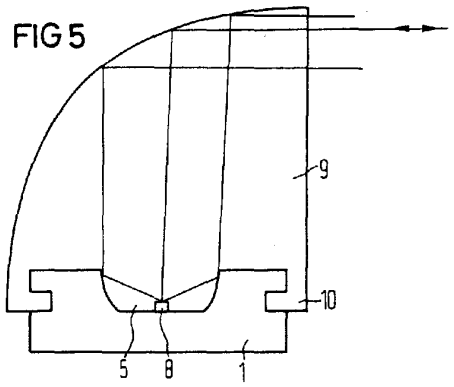


FIG5



EX1003, Page 837

FIG 6

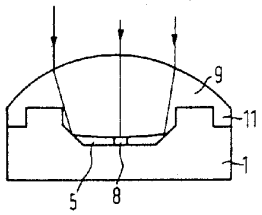


FIG 7

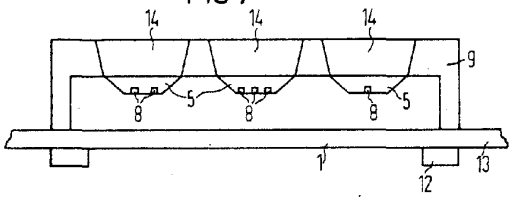


FIG 8

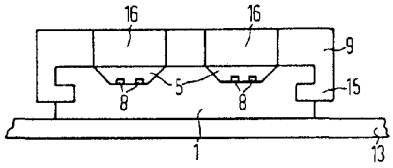


FIG 9

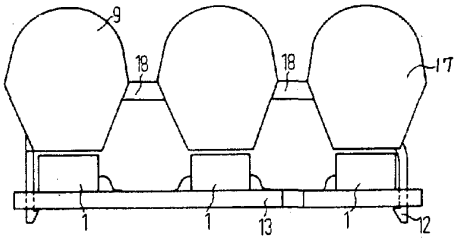


FIG 10

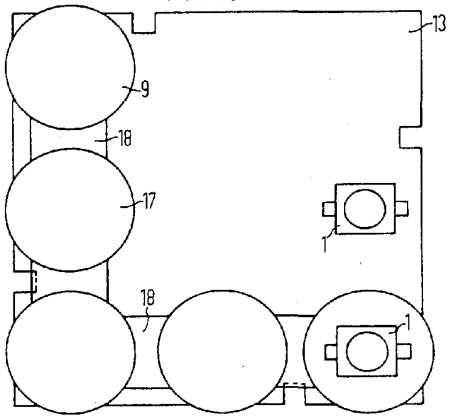


FIG 11

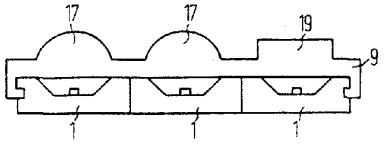


FIG 12

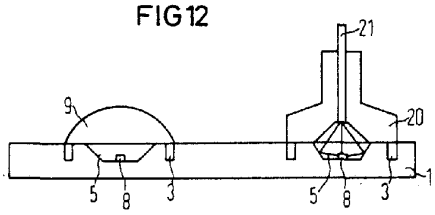


FIG 13

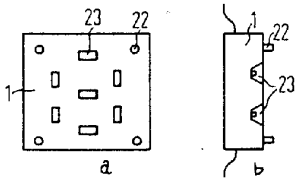


FIG 14

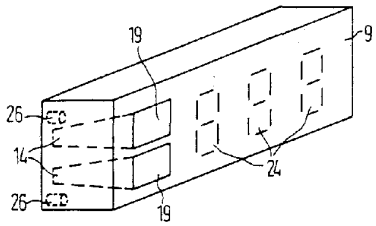
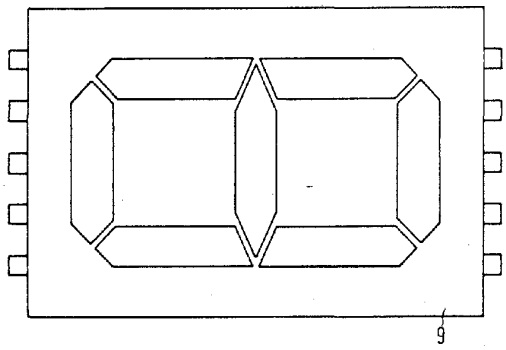


FIG 15



EX1003, Page 838

FIG 16

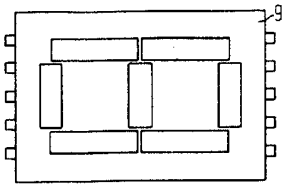


FIG17

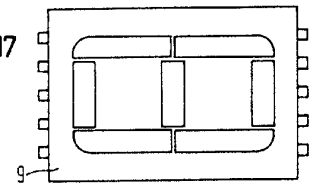


FIG 18

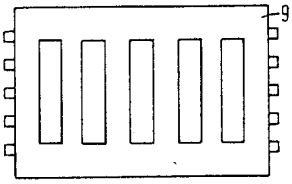


FIG 19

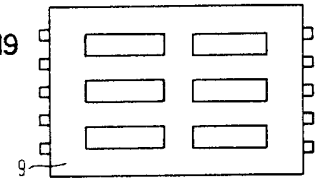


FIG 20

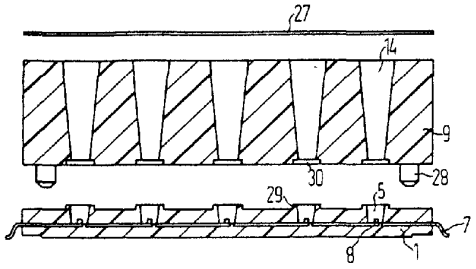


FIG 21

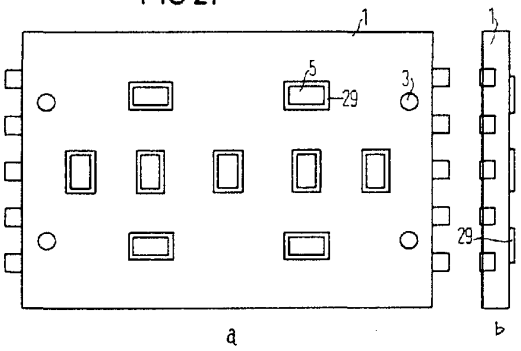


FIG 22

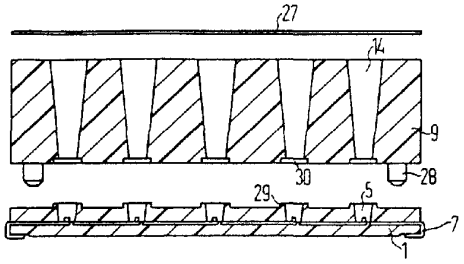
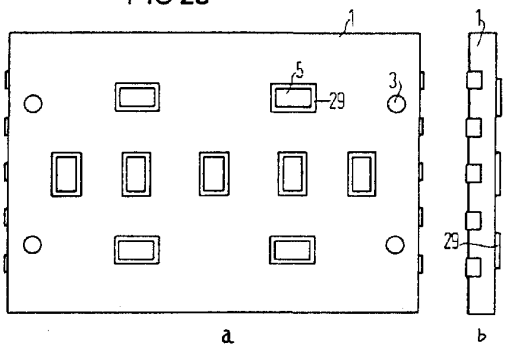


FIG 23



Utility Model Publication No. H05-53252
Published on July 13, 1993

Title of Device: LEAD FRAME
Utility Model Application No.: H03-110130
Filing Date: December 13, 1991

Inventor:
c/o

Applicant:

Attorney:

[Abstract]
[Object]
The object of the device is to provide a lead frame enabling wire to prevent a short between a die pad and a heat sink.

[Structure]
Disclosed is a lead frame comprising a die pad(12) which is placed between inner leads and has shape of a frame and a heat sink(14) inserted and fixed into a hole(16) of the die pad(12), wherein the heat sink(14) is installed in the hole(16) by a support (18) formed in the die pad(12) to have the same height, and the upper surface of the die pad(12) and the upper surface of the heat sink(14) are connected by an insulating tape(22).

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開実用新案公報**（Ｕ）　(11)実用新案出願公開番号

実開平5－53252

(43)公開日　平成５年(1993)７月13日

(51)Int.Cl.[5]	識別記号	庁内整理番号	ＦＩ	技術表示箇所
Ｈ０１Ｌ　23/50	Ｕ	9272－4M		
	Ｔ	9272－4M		
	Ｆ	9272－4M		

審査請求　未請求　請求項の数１(全　2　頁)

(21)出願番号　実願平3－110130

(22)出願日　平成３年(1991)12月13日

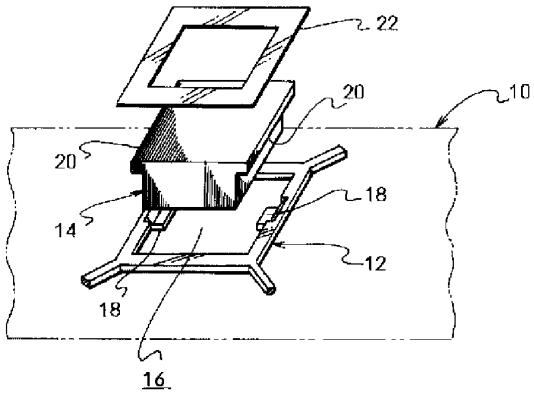
(71)出願人　000190688
新光電気工業株式会社
長野県長野市大字栗田字舎利田711番地

(72)考案者　松沢　秀樹
長野県長野市大字栗田字舎利田711番地
新光電気工業株式会社内

(74)代理人　弁理士　綿貫　隆夫　（外１名）

(54)【考案の名称】　リードフレーム

(57)【要約】
【目的】　ワイヤがダイパット部またはヒートシンクとの間でショートするのを防止可能なリードフレームを提供することを目的とする。
【構成】　インナーリード間にインナーリードと離間して配設されると共に、中央部分がくり抜かれた枠状に形成されたダイパット部１２と、該ダイパット部１２のくり抜かれた空間１６内に挿入、固定されたヒートシンク１４とを具備するリードフレームにおいて、前記ヒートシンク１４は、前記ダイパット部１２に形成された保持部１８により、前記空間１６内において、上面がダイパット部１２の上面と同一高さに保持され、前記ダイパット部１２の上面と前記ヒートシンク１４の上面とは絶縁接着テープ２２で連結されている。



1

【実用新案登録請求の範囲】

【請求項１】　インナーリード間にインナーリードと離間して配設されると共に、中央部分がくり抜かれた枠状に形成されたダイパット部と、

該ダイパット部のくり抜かれた空間内に挿入、固定されたヒートシンクとを具備するリードフレームにおいて、

前記ヒートシンクは、前記ダイパット部に形成された保持部により、前記空間内において、上面がダイパット部の上面と同一高さに保持され、

前記ダイパット部の上面と前記ヒートシンクの上面とは絶縁接着テープで連結されていることを特徴とするリードフレーム。

【図面の簡単な説明】

【図１】本考案に係るリードフレームの実施例を示した＊

2

＊分解斜視図。

【図２】リードフレームのダイパット部を示した斜視図。

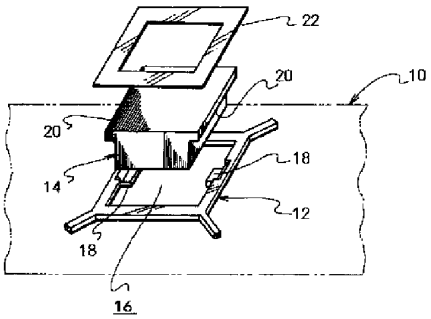
【図３】ヒートシンクの斜視図。

【図４】ヒートシンクをリードフレームへ取り付けた状態を示した断面図。

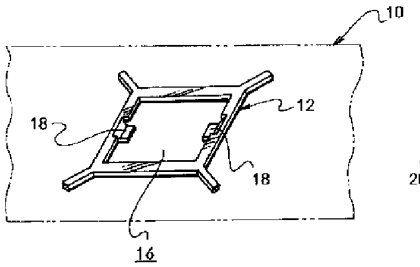
【符号の説明】

１０　リードフレーム
１２　ダイパット部
１４　ヒートシンク
１６　空間部
１８　保持部
２２　片面接着テープ
２８　インナーリード

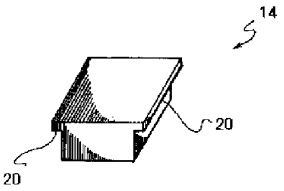
【図１】



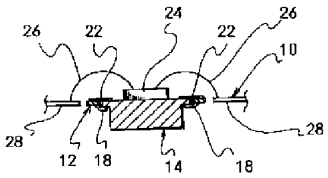
【図２】



【図３】



【図４】



【考案の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本考案はリードフレームに関し、一層詳細には、インナーリード間にインナーリードと離間して配設されると共に、中央部分がくり抜かれた枠状に形成されたダイパット部と、ダイパット部のくり抜かれた空間内に挿入、固定されたヒートシンクとを具備するリードフレームに関する。

【０００２】

【従来の技術】

従来、インナーリード間にインナーリードと離間して配設されると共に、中央部分がくり抜かれた枠状に形成されたダイパット部と、ダイパット部のくり抜かれた空間内に挿入、固定されたヒートシンクとを具備するリードフレームとして特開平１－２９３５５１号公報に開示される技術が有る。

このリードフレームは、集積回路を載置するヒートシンクと、ダイパット部とを備え、ダイパット部には少なくとも１個の貫通孔を設け、ヒートシンクをその貫通孔へ嵌入、固定してなるものである。

【０００３】

【考案が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の従来のリードフレームには次のような課題がある。

ヒートシンクをダイパット部の貫通孔内へ嵌入、固定し、ヒートシンク上に集積回路を載置した後、集積回路とインナーリードとの間をワイヤで結線（ワイヤボンディング）する。ところが、ワイヤボンディングを施したワイヤが自重で垂れ下がり、ダイパット部またはヒートシンクとの間でショートすることがあるという課題がある。

従って、本考案はワイヤがダイパット部またはヒートシンクとの間でショートするのを防止可能なリードフレームを提供することを目的とする。

【０００４】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本考案は次の構成を備える。

すなわち、インナーリード間にインナーリードと離間して配設されると共に、中央部分がくり抜かれた枠状に形成されたダイパット部と、該ダイパット部のくり抜かれた空間内に挿入、固定されたヒートシンクとを具備するリードフレームにおいて、前記ヒートシンクは、前記ダイパット部に形成された保持部により、前記空間内において、上面がダイパット部の上面と同一高さに保持され、前記ダイパット部の上面と前記ヒートシンクの上面とは絶縁接着テープで連結されていることを特徴とする。

【０００５】

【作用】

作用について説明する。

ヒートシンクの上面はダイパット部の上面と同一高さに保持され、ダイパット部の上面とヒートシンクの上面とは絶縁接着テープで連結されているので、ワイヤボンディングを施したワイヤが自重で垂れ下がり、ダイパット部またはヒートシンク方向に移動しても絶縁接着テープがダイパット部またはヒートシンクとの間のショートを防止可能となる。

【０００６】

【実施例】

以下、本考案の好適な実施例について添付図面と共に詳述する。

図２に本実施例のリードフレーム１０のダイパット部１２を示す。ダイパット部１２はリードフレーム１０の幅方向の中央に形成され、インナーリード（不図示）の先端に囲繞された空間内に、インナーリードとは離間して配設されている。ダイパット部１２は、図３に図示する形状のヒートシンク１４が通過可能な空間部１６を有する枠状に形成されている。

１８は保持部であり、ダイパット部１２の空間部１６の内縁から内側へ対向するよう２個突設されている。保持部１８は、ダイパット部１２の空間部１６内に挿入されたヒートシンク１４の上部に形成されている突縁部２０と係合可能になっており、突縁部２０を下方から支持可能になっている。保持部１８の上面の高さレベルはダイパット部１２の上面の高さレベルより低位になるよう形成されており、その差は前記突縁部２０の厚さと一致する。つまり、ヒートシンク１４は

、保持部１８により、空間部１６内において、上面がダイパット部１２の上面と同一高さに保持される。なお、保持部１８の平面的位置、形状、個数等は本実施例に限定されない。

【０００７】

続いて、上記のリードフレーム１０にヒートシンク１４を取り付ける方法について図１および図４と共に説明する。

リードフレーム１０のダイパット部１２の空間部１６内へヒートシンク１４を挿入する。

ヒートシンク１４の突縁部２０をダイパット部１２の保持部１８へ係合させ、ヒートシンク１４の位置決めを行う。ヒートシンク１４の位置決めを行うと、ヒートシンク１４の上面とダイパット部１２の上面との高さレベルは一致する（図４参照）。

ヒートシンク１４の位置決めが終了したら、図１に示すような枠状に形成されると共に、下面に接着（粘着）剤層が形成され、電気的絶縁性を有する片面接着テープ２２をダイパット部１２とヒートシンク１４との間のギャップを跨ぐと共に、ダイパット部１２上面とヒートシンク１４上面とに亘り接着し、両者を連結する（図４参照）。この状態でヒートシンク１４はリードフレーム１０へ固定される。その際、ダイパット部１２上面とヒートシンク１４上面の高さレベルが同一なので接着作業は容易である。なお、ヒートシンク１４の固定手段としては片面接着テープ２２に限定されるものではない。

上記のようにしてヒートシンク１４がダイパット部１２へ固定されたらヒートシンク１４へ集積回路２４が載置固定され、ワイヤ２６が集積回路２４とインナーリード２８との間にボンディングされる。仮にワイヤ２６が自重で垂れ下がり、ダイパット部１２またはヒートシンク１４の上に垂れ下がっても片面接着テープ２２がダイパット部１２またはヒートシンク１４との間のショートを防止可能となる。

【０００８】

この製造工程において、保持部１８がヒートシンク１４を支持するため、簡単にヒートシンク１４を取付可能であり、片面接着テープによる固定も容易に行う

ことができる。

また、保持部１８がヒートシンク１４を支持するため、ヒートシンク１４の重量がダイパット部１２とヒートシンク１４間の固定強度を低下させるおそれは無い。

ダイパット部１２はインナーリード２８と離間しているから（図４参照）、ダイパット部１２の空間部１６内に支持されたヒートシンク１４とインナーリード２８との間の電流リークのおそれは全く無い。

以上、本考案の好適な実施例について種々述べてきたが、本考案は上述の実施例に限定されるのではなく、考案の精神を逸脱しない範囲で多くの改変を施し得るのはもちろんである。

【０００９】

【考案の効果】

本考案に係るリードフレームを用いると、ヒートシンクの上面はダイパット部部の上面と同一高さに保持され、ダイパット部部の上面とヒートシンクの上面とは絶縁接着テープで連結されているので、ワイヤボンディングを施したワイヤが自重で垂れ下がり、ダイパット部部またはヒートシンク方向に移動しても絶縁接着テープがダイパット部またはヒートシンクとの間のショートを防止可能となる。

また、保持部によりヒートシンクの上面はダイパット部部の上面と同一高さに保持されるので、絶縁接着テープの貼着も容易であり、製造作業の作業性を向上させることができる等の著効を奏する。

Utility Model Publication No. H05-46062
Published on June 18, 1993

Title of Device: LIGHT RECEIVING/EMITTING DEVICE
Utility Model Application No.: H03-102747
Filing Date: November 18, 1991

Inventor:
c/o
Applicant: FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.

Attorney:

[Abstract]
[Object]
The object of the device is to provide a light receiving/emitting device which enables the light receiving/emitting device and a light receptacle to keep the insulating state in a simple structure when plugging the light receiving/emitting device into the receptacle.

[Structure]
Disclosed is a light receiving/emitting device comprising a stem(2), a heat sink(3) installed on the stem(2), a semiconductor chip(4) installed on the heat sink(3), a cap(5) sealing the semiconductor chip(4) and driving leads(6) which are electrically connected with the semiconductor chip(4) or the heat sink(3) and are fixed to the stem(2), wherein the stem(2) is formed as an insulator.

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開実用新案公報**（Ｕ）　(11)実用新案出願公開番号

実開平5－46062

(43)公開日　平成５年(1993)６月18日

(51)Int.Cl.[5]	識別記号	庁内整理番号	ＦＩ	技術表示箇所
Ｈ０１Ｓ　3/18		9170－4M		
Ｈ０１Ｌ　31/0232				
33/00	Ｎ	8934－4M		
		7210－4M	Ｈ０１Ｌ　31/ 02	Ｃ

審査請求　未請求　請求項の数１(全　３　頁)

(21)出願番号　実願平3－102747

(22)出願日　平成３年(1991)11月18日

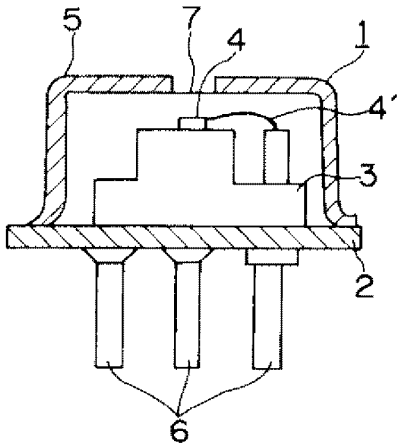
(71)出願人　000005290
古河電気工業株式会社
東京都千代田区丸の内２丁目６番１号

(72)考案者　斎藤　靖彦
東京都千代田区丸の内２丁目６番１号　古河電気工業株式会社内

(72)考案者　新井　米秋
東京都千代田区丸の内２丁目６番１号　古河電気工業株式会社内

(54)【考案の名称】　受・発光素子

(57)【要約】
【目的】　受・発光素子を光レセプタクルに組み込んで使用する際に、受・発光素子と光レセプタクルとを簡単な構成で絶縁状態に保つことができる構造の受・発光素子を提供することにある。
【構成】　ステム２と、ステム２上に設けられたヒートシンク３と、ヒートシンク３上に設けられた半導体チップ４と、半導体チップ４を密閉するキャップ５と、半導体チップ４、又は、ヒートシンク３と電気的に導通し、且つステム２に固定された駆動用リード６とから成る受・発光素子において、ステム２が絶縁体で形成されていることを特徴とする。



1

【実用新案登録請求の範囲】

【請求項１】　ステムと、該ステム上に設けられたヒートシンクと、該ヒートシンク上に設けられた半導体チップと、該半導体チップを密閉するキャップと、前記半導体チップ、又は前記ヒートシンクと電気的に導通し、且つ前記ステムに固定された駆動用リードとから成る受・発光素子において、前記ステムが絶縁体で形成されていることを特徴とする受・発光素子。

【図面の簡単な説明】

【図１】本考案の一実施例を示す断面図である。

【図２】本考案の受・発光素子の使用状態を示す断面図である。

【図３】本考案の別の実施例を示す斜視図である。

【図４】従来の受・発光素子を示す断面図である。

【図５】従来の受・発光素子の一使用状態を示す断面図である。

＊

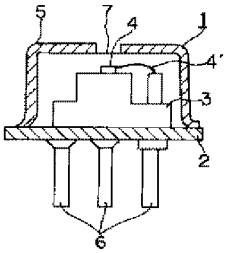
2

＊【図６】従来の受・発光素子の他の使用状態を示す断面図である。

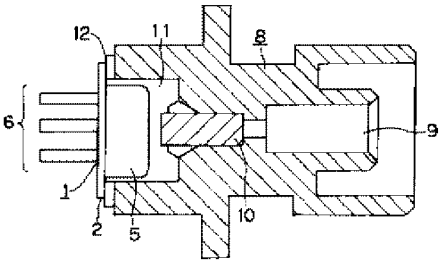
【符号の説明】

1	半導体レーザダイオード
2	ステム
3	ヒートシンク
4	半導体チップ
4´	ボンディングワイヤ
5	キャップ
6	駆動用リード
7	窓部
8	光レセプタクル
9	フェルール
１０	レンズ
１１	収納部

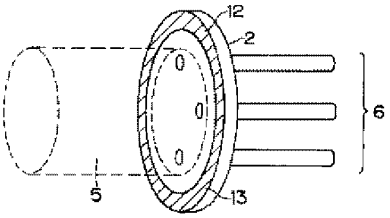
【図１】



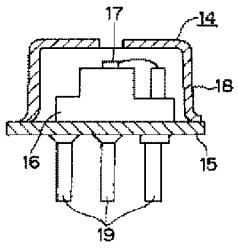
【図２】



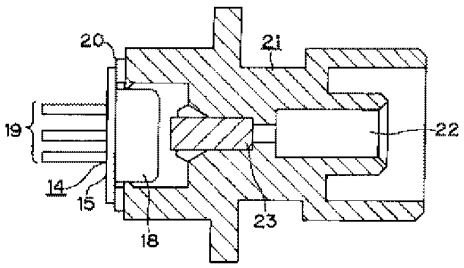
【図３】



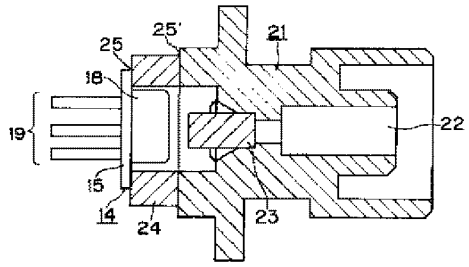
【図４】



【図５】



【図６】



【考案の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本考案は、光通信、又は、情報通信等に使用される受・発光素子の改良に関するものである。

【０００２】

【従来技術】

光通信に使用されている半導体レーザダイオード（ＬＤ）や、発光ダイオード（ＬＥＤ）等の発光素子、又は、受光ダイオード（ＰＤ）等の受光素子の構造は、従来から種々提案されているが、その中でも図４に示す構造のものが一般的である。

図４は半導体レーザダイオードを例にしている。この半導体レーザダイオード１４は、コバール（登録商標）、又は、銅に金メッキが施された金属より成るステム１５と、ステム１５上に金属製のヒートシンク１６を介して設けられた半導体チップ１７と、半導体チップ１７を密閉（保護）する金属製のキャップ１８と、半導体チップ１７、又はヒートシンク１６と電気的に導通し、且つステム１５に溶接等で固定された駆動用リード１９（本例では３本示している。）とから構成されている。

【０００３】

例えば、円板状に形成された金属製のステム１５上には、アルミ等の放熱性のよい金属で形成され、且つステム１５にボンディングにより固定されたヒートシンク１６が設けられており、ヒートシンク１６上には半導体チップ１７がボンディングにより固定されている。半導体チップ１７は、コバール（登録商標）、又は銅に金メッキが施された金属より成るキャップ１８をステム１５の周縁部に溶接、又は接着により固定することで密閉（保護）されており、さらに、半導体チップ１７は、ステム１５に固定された駆動用リード１９の１本と電気的に導通するように設けられている。また、これとは別の駆動用リード１９は、ヒートシンク１６と電気的に導通するように設けられており、半導体レーザダイオード１４を駆動させる際には、これらの駆動用リード１９に外部から電圧を印加して半導

体チップ１７に電流を流し、また、この時のヒートシンク１６は半導体チップ１７の陽極（アノード電極）として働く。

【０００４】

上記構成の半導体レーザダイオード１４を光通信に使用する場合には、半導体レーザダイオード１４を金属製の光レセプタクルに組み込んで、光ファイバーと精度良く光結合させる必要がある。

その組み込み方法の一例としては図５に示すように、半導体レーザダイオード１４のステム１５の周縁部２０をステンレス等の金属から成る光レセプタクル２１に接着材、又は、半田材を用いて固定したり、あるいは図６に示すように、金属製の連結部材２４をステム１５と光レセプタクル２１との間に介在させ、ステム１５と連結部材２４との接合部２５と、光レセプタクル２１と連結部材２４との接合部２５´とをそれぞれＹＡＧレーザ等で溶接してステム１５と光レセプタクル２１とを固定している。尚、図５，６に示す光レセプタクル２１は、光ファイバーを保持するフェルール２２と、半導体チップ１７からの発振光を集光させるレンズ２３とで構成されている。

図５に示す半導体レーザダイオード１４と光レセプタクル２１との半田材による固定の場合には、ステム１５が金属で形成されているので、半導体レーザダイオード１４と光レセプタクル２１とは電気的に導通し、また、接着材による固定の場合にも、接着材の状態によっては半導体レーザダイオード１４と光レセプタクル２１とが電気的に導通する。

【０００５】

尚、本例では発光素子として半導体レーザダイオード１４を例にして説明したが、この他の発光素子、又は受光素子の場合にも、半導体チップ１７の構成、又は機能等（発光素子の場合には、半導体チップ１７が光を発振し、受光素子の場合には受光する。）を除いては、本例の半導体レーザダイオード１４の構成が適用されている。

【０００６】

【考案が解決しようとする課題】

しかしながら従来の受・発光素子においては以下に示すような問題点があった

。

即ち、駆動用リード１９と電気的に導通しているヒートシンク１６は、ステム１５とボンディングにより固定されているので、必然的にステム１５と駆動用リード１９とは電気的に導通状態になっている。従って、本構成の半導体レーザダイオード１４を光レセプタクル２１に組み込んで駆動用リード１９に電圧を印加して電流を流すと、ステム１５を介して光レセプタクル２１にも電流が流れてしまい、その結果、光レセプタクル２１内でショートを起こす問題が生じた。

また、ステム１５とヒートシンク１６とを接着材で固定する場合にも、接着材の状態によってはステム１５とヒートシンク１６とを完全に絶縁状態に保つことができず、同様の問題が生じた。

更に、図６に示すように連結部材２４を介して溶接する場合にも、ステム１５と光レセプタクル２１とが連結部材２４を介して電気的に導通してまう。

【０００７】

本出願人は上記問題点を解決するために、図６において連結部材２４を酸化アルミ、又はガラス等の絶縁体で形成し、ステム１５と光レセプタクル２１との接合部２５，２５´をそれぞれ接着材で固定することも試みたが、部品数が多くなると共に構成が複雑になり、結果としてコスト高になってしまうという問題が生じた。

【０００８】

【考案の目的】

本考案は前記問題点に鑑みなされたものでその目的とするところは、受・発光素子を光レセプタクルに組み込んで使用する際に、受・発光素子と光レセプタクルとを簡単な構成で絶縁状態に保つことのできる構造の受・発光素子を提供することにある。

【０００９】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するための本考案の構成は、ステムと、該ステム上に設けられたヒートシンクと、該ヒートシンク上に設けられた半導体チップと、該半導体チップを密閉するキャップと、前記半導体チップ、又は前記ヒートシンクと電気的

に導通し、且つ前記ステムに固定された駆動用リードとから成る受・発光素子において、前記ステムが絶縁体で形成されていることを特徴とする。

【００１０】

【実施例】

本考案の実施例を図を参照して詳細に説明する。

【００１１】

図１は本考案の一実施例で、発光素子として半導体レーザダイオード（ＬＤ）を例にしている。

本図の半導体レーザダイオード１は、例えば酸化アルミ（Al_2O_3）等のセラミックス、又はガラス等の絶縁体で形成されたステム２と、ステム２上にヒートシンク３を介して設けられた半導体チップ４と、半導体チップ４を密閉するキャップ５と、ヒートシンク３、又は半導体チップ４と電気的に導通し、且つステム２に固定された駆動用リード６（本例では３本示されている。）とから構成されている。

【００１２】

例えば、円板状に形成されたステム２上には、例えばアルミ等の放熱性に優れた金属より成るヒートシンク３が、例えば低融点ハンダガラスにより固定され、ヒートシンク３上には、ボンディング等により半導体チップ４が固定されている。半導体チップ４は、ステム２に固定された駆動用リード６の１本とボンディングワイヤ４´を介して電気的に導通するように設けられ、これとは別の駆動用リード６はヒートシンク３と電気的に導通しており、それぞれの駆動用リード６に電圧を印加することによって半導体レーザダイオード１を駆動させる。さらに半導体チップ４は、例えばコバール（登録商標）、又は銅に金メッキが施こされた金属より成り、且つ中空体のキャップ５をステム２に接着材で固定することで密閉（保護）されている。また、キャップ５の半導体チップ４と対向する箇所には半導体チップ４からの発振光を透過させる透明体の窓部７が設けられており、発振光はこの窓部７を通して外部に放出される。

【００１３】

次に、半導体レーザダイオード１を光通信等に使用する際の使用方法を説明す

る。

半導体レーザダイオード１を光通信等に使用する場合には、光ファイバー等と精度良く光結合させる必要があり、そのためには図２に示すような光レセプタクル８が用いられる。この光レセプタクル８はステンレス等の金属から形成されており、図示しない光ファイバーを保持するフェルール９と、半導体レーザダイオード１からの発振光を集光させるレンズ１０と、半導体レーザダイオード１を組み込む収納部１１とで構成されている。

【００１４】

半導体レーザダイオード１は収納部１１内に組み込まれた後に固定されるが、具体的には絶縁体で形成されたステム２の周縁部１２を接着材で光レセプタクル８に固定することによりなされる。尚、この時、キャップ５と光レセプタクル８とは接触しないように固定される。

また、半導体レーザダイオード１と光レセプタクル８とを溶接により固定する場合には、図３に示すようにステム２の周縁部１２に、例えばコバール（登録商標）等の金属１３を設け、この金属１３と光レセプタクル８とを、例えばＹＡＧレーザ等を用いて溶接固定すればよい。尚、この時のステム２と金属１３とは接着材により固定される。

【００１５】

本実施例のように、ステム２を絶縁体で形成しているので、ステム２を光レセプタクル８に接着材で固定しても両者を絶縁状態に保つことができ、駆動用リード６に電圧を印加して電流を流してもステム２に電圧が加わって電流が流れることもなくなり、光レセプタクル８内でショートを起こさなくなる。

【００１６】

尚、本実施例では発光素子として半導体レーザダイオード１を例に説明したが、この他の発光素子、又は受光素子においても、半導体チップ４の構成、および機能等（発光素子の場合には、半導体チップ４が光を発振し、受光素子の場合には受光する。）を除いては本実施例の半導体レーザダイオード１の構成が適用でき、本実施例と同様の効果を期待することができる。

【００１７】

【考案の効果】

本考案の受・発光素子によれば、ステムを絶縁体で形成しているので、受・発光素子を光レセプタクルに組み込んだ際に、駆動用リードに電圧を印加して電流を流しても、ステムに電圧が加わって電流が流れることもなくなり、受・発光素子と光レセプタクルとを電気的に絶縁状態に保つことができる。

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **02-143202**
(43)Date of publication of application : **01.06.1990**

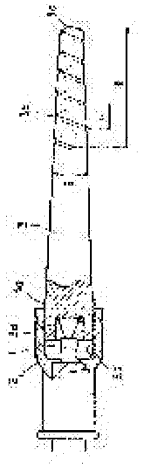
(51)Int.Cl. **G02B 6/00**
F21V 8/00

(21)Application number : **63-297550**
(22)Date of filing : **25.11.1988**

(71)Applicant : **MORI TAKASHI**
(72)Inventor : **MORI TAKASHI**

(54) OPTICAL RADIATOR

(57)Abstract:
PURPOSE: To radiate the light emitted from a light conductor cable with a desired arbitrary light distribution curve by screwing and fixing an optical radiator to the leading end section of a light conductor cable with a screw section and providing a spiral groove in a tapered section, and then, radiating the light in a state where the light is scattered by the groove section.
CONSTITUTION: This optical radiator 3 is provided with a screw section 3a which is meshed with a screw section 2a at one end section and the light conductor rod (optical radiator) 3 is fixed to the leading end section of a light conductor cable 1 by meshing the screw sections 2a and 3a with each other. Namely, this optical radiator 3 is constituted of the tapered light conductor rod 3 and the screw section 3a is provided on one end section, that is, the outer periphery of the large-diameter side end section. In addition, a spiral groove section 3b is provided on the tapered section. The length, pitch, etc., of the spiral groove 3b can be selected arbitrary depending upon the using purpose and, by changing the tapered angle θ of the rod 3, pitch P of the spiral groove 3b, length (l) of the spiral groove section, etc., a desired light orientation curve can be obtained. Therefore, light can be radiated effectively with a desired light distribution curve with a simple and inexpensive constitution.



⑲日本国特許庁（JP）　⑪特許出願公開

⑫公開特許公報（A）　平2－143202

⑤Int. Cl.⁵	識別記号	庁内整理番号
G 02 B 6/00	326	7370－2H
F 21 V 8/00	L	2113－3K

⑬公開　平成2年(1990)6月1日

審査請求　有　請求項の数 4　（全5頁）

⑤④発明の名称　光ラジエータ

⑳特　願　昭63－297550

㉒出　願　昭63(1988)11月25日

⑦②発明者　森　敬　東京都世田谷区上野毛３－16－３－501

⑦①出願人　森　敬　東京都世田谷区上野毛３－16－３－501

⑦④代理人　弁理士　高野　明近

明　細　書

１．発明の名称

光ラジエータ

２．特許請求の範囲

１．光導体ケーブルの先端部に螺着され、該光導体ケーブルを通して伝送されてきた光を放出するための光ラジエータであって、該光ラジエータは、テーパ状部を有する光導体ロッドから成り、該光導体ロッドの大径側外周にネジ部を有し、該ネジ部により前記光導体ケーブルの先端部に螺着し、かつ、テーパ部に螺旋状の溝を有し、該溝部により光を散乱させて放射するようにしたことを特徴とする光ラジエータ。

２．光導体ケーブルの先端部に螺着され、該光導体ケーブルを通して伝送されてきた光を放出するための光ラジエータであって、該光ラジエータは、円柱状の光導体ロッドから成り、該ロッドの一方の端部外周にネジ部を有し、該ネジ部により前記光導体ケーブルの先端部に螺着し、かつ、外周部に光を散乱するための螺旋状の溝を有し、該溝の深さが先端部側で深くなっていることを特徴とする光ラジエータ。

３．光導体ケーブルの先端部に螺着され、該光導体ケーブルを通して伝送されてきた光を放出するための光ラジエータであって、該光ラジエータは、先端部が略半球状に形成され、他端部外周にネジを有する光導体ロッドから成り、該ネジ部により前記光導体ロッドの先端部に螺着し、前記半球状部より光を放射するようにしたことを特徴とする光ラジエータ。

４．光導体ケーブルの先端部に螺着され、該光導体ケーブルを通して伝送されてきた光を放出するための光導体ロッドと、前記光導体ケーブルの先端部に装着され、かつ前記光導体ロッドを覆う透明又は半透明のカバー部材とから成ることを特徴とする光ラジエータ。

３．発明の詳細な説明

技術分野

本発明は、光ラジエータ、より詳細には、光導体ケーブルを通して伝送されてきた光を所望の配

EX1003, Page 858

光曲線になるようにして該光導体ケーブル外へ放射するための光ラジエータに関する。

従来技術

本出願人は、先に、太陽光又は人工光をレンズ等を用いて集束して光導体ケーブル内に導入し、該光導体ケーブルを通して任意所望の箇所に伝達し、該箇所において光導体ケーブルより光を放出させて照明その他の使用例えば植物の促成栽培における光合成光源、クロレラの培養光源、光浴等の美容用光源、光照射による治療用光源等として使用することについて種々提案してきた。而して、光エネルギーを上述のようにして利用しようとする場合、光導体ケーブル内を伝搬されてくる光は指向性を持っており、光導体ケーブルの端部を切断して該切断箇所から光を放出させた場合、その放射角度は、集束光の場合通常約４６°で、かなり狭いものであり、光エネルギーを前述のごとき使用に供しようとする場合、このように単に光導体ケーブルの端部を切断し、該切断箇所から光を放出させるようにしたのでは、希望するような光照射を行うことができない。そのため、本出願人は、光導体ケーブル内を伝搬されてくる光を効果的に拡散して希望の範囲に照射し得るようにした光ラジエータについて種々提案した。

目　的

本発明は、上述のごとき利用に供して有効な光ラジエータを提供することを目的としてなされたもので、特に、簡単かつ安価な構成によって、効果的に所望の配光曲線をもって光放射することのできる光ラジエータを提供しようとするものである。

構　成

第１図乃至第３図は、それぞれ本発明による光ラジエータの実施例を説明するための構成図で、全図を通して、１は光導体ケーブル、２は該光導体ケーブル１の光放出端側に設けられた接続金口、３はアクリル等の光導体ロッドから成る光ラジエータ、４は透明又は半透明体のカバー部材で、接続金口２は、第１図に示すように、少なくとも、先端内側部にネジ部２ａを有し、一方、光ラジエータ３は、一方の端部に該ネジ部２ａに螺合するネジ部３ａを有しており、使用時、これらネジ部２ａと３ａを螺合して光導体ロッド３を光導体ケーブル１の先端部に装着して使用する。

而して、第１図に示した実施例においては、光ラジエータは、テーパ状の光導体ロッド３から成り、その一方の端部つまり大径側の端部外周にネジ３ａが設けられ、また、テーパ部には溝３ｂが螺旋状に設けられている。この螺旋溝３ｂの長さ、ピッチ等は使用目的によって任意に選択することが可能であり、該ロッド３のテーパ角θ、螺旋溝のピッチＰ、螺旋部の長さℓ等を変えることにより所望の配光曲線を得ることができる。更に詳細に説明すると、溝３ｂがない場合には、テーパ状光導体ロッド３内に導入された光は主として先端部３ｃから放出されるが、溝３ｂを設けることによって先端部より手前で光を放出させてℓ区間で放出させるようにすることができ、例えば、本光ラジエータを体内に挿入して、例えば口腔、鼻口、肛門等に挿入して光照射による治療を行うような場合、前方ばかりでなく、側方にも光を放射することができ、特に、肛門等に挿入して使用する場合に挿入しやすく、より効果的な治療を行うことができる。

第２図は、本発明の他の実施例を示す図で、この実施例は、光導体ロッドを円柱状とし、その外周部に螺旋溝３ｂを設けるとともに、この螺旋溝の深さを先端部３ｃ側に近づくに従って深くするようにし、又は螺旋のピッチを短くするようにし、これによって、溝部全体にわたって略一様に光を放出し得るようにしたものであり、これによって、線状の光源を得るようにしている。

第３図は、本発明の他の実施例を示す図で、この実施例は、光導体ロッド３の先端部を半球状とし、該半球状部から光を放出するようにしたもので、このようにすると、光導体ロッドの表面に溝切り等の加工を施す必要が非常に安価な光ラジエータを提供することができる。なお、第３図に示した実施例においては、透明又は半透明のカバー部材４を有し、該カバー部材４を接続具２に着脱

EX1003, Page 859

自在に装着できるようにし、該カバー部材４にて光ラジエータ３を覆うようにしているが、第１図及び第２図に示した光ラジエータにも同様にしてカバー部材を設けることは可能であり、該カバー部材４を設けると、水中で使用する時など光の拡散をより効果的に行うことができ、また、通常の照明その他の使用においても輝度を小さくしてやわらかい光にして使用することができる。なお、このカバー部材４は接続具２に螺着するようにしてもよいが、図示のように、接続金具にＯリング５を設けておき、該Ｏリング５の弾力を利用して単に挿入するだけで装着できるようにしてもよい。更に、第１図に示した実施例において、光導体ロッド３の受光端側に空間部３ｄが設けられ、光導体ケーブル１から放出された光が一旦この空間部３ｄを通して光導体ロッド内に導入されるようにした例が示されているが、第２図に示すように、この空間部をなくして該光導体ロッド３の受光端面が直接光導体ケーブル１の光放出端面に対向又は接触するようにしてもよいことは容易にできよう。

第４図は、前記光導体ケーブル１内に太陽光を導入するための太陽光収集装置の一例を説明するための構成図で、図中、３０は透明体の保護カプセル，３１はフレネルレンズ，３２はレンズホルダー，３３は太陽光方向センサ，３４はフレネルレンズの焦点位置に受光端が配設された光ファイバー又は多数本の光ファイバーから成る光ファイバーケーブル（以下光導体という），３５は光ファイバー又は光ファイバーケーブルホルダー，３６はアーム，３７はパルスモータ，３８は該パルスモータ３７によって回転される水平回転軸，３９は前記保護カプセル３０を搭載するための基台，４０はパルスモータ，４１は該パルスモータ４０によって回転される垂直回転軸で、該太陽光収集装置は、太陽光方向センサ３３によって太陽の方向を検出し、その検出信号によって該太陽光方向センサ３３が太陽の方向を向くように前記水平回転軸３８及び垂直回転軸４１のパルスモータ３７及び４０をそれぞれ駆動し、それによって各レンズ３１によって収束された太陽光がそれぞれのレンズの焦点位置に受光端が配設された光導体３４内に導入されるようになっている。各レンズ毎に配設された光導体３４は一括して束ねられ、光導体ケーブル１として該太陽光収集装置より導出され、任意所望の箇所に導かれ、前述のように、生命体の光反応実験に供される。

第５図は、前記レンズ３１によって収集した太陽光を光導体内に導入するための詳細を説明するための図で、図中、３１はフレネルレンズ等のレンズ、３４はレンズ３１によって集束された太陽光を導入し、該導入された太陽光を任意所望の箇所へ伝達するための光導体であるが、太陽光をレンズ系によって集束した場合、その太陽像は、第６図に示すよう、中心部Ａはほぼ白色光になり、その周辺部Ｂはその焦点位置に合った波長の光成分を多く含むようになる。すなわち、太陽光をレンズ系によって集束した場合、その焦点位置及び太陽像の大きさは光の波長によって異なり、例えば、波長が短い青色系統の光はP_3の位置に直径D_1の太陽像を、緑色系統の光はP_2の位置に直径D_2の太陽像を、また、赤色系統の光はP_3の位置に直径D_3の太陽像を結ぶ。従って、図示の場合、P_1の位置に光導体の受光端面を配置すれば、青色成分の光を周辺部に多く含んだ太陽光を収集することができ、P_2の位置に配置すれば緑色系統の光成分を周辺部に多く含んだ太陽光を、また、P_3の位置に配置すれば赤色系統の光成分を周辺部に多く含んだ太陽光を収集することができ、その際、光導体の直径を収集しようとする光成分に合わせて、例えば、青色系統の時はD_1、緑色系統の時はD_2、赤色系統の時はD_3としておけば、光導体の使用量を少なくして最も効率的に所望の光成分を多量に含んだ太陽光を収集することができる。また、図示のように、光導体３４の受光端面の直径を大きくしてD_0とし、全ての波長成分を含んだ光を収集するようにすることも可能である。なお、光導体３４の受光端面をレンズ系の焦点位置に合わせるに際し、予め、生産工場側で受光端面を焦点位置に固定しておいてもよいが、或い

EX1003, Page 860

は、光導体の受口端面をレンズ系の光軸方向に調節可能にしておき、ユーザ側で所望の色の光に合わせて調節、固定するようにしてもよく、このようにして、光導体ケーブル内に導入する光の波長を使用目的に合せて選択すると、より効果的な使用が可能となる。なお、以上には、太陽光を光導体ケーブル内に導入する例について説明したが、人工光を光導体ケーブル内に導入するようにしてもよいことは容易に理解できよう。

効　果

以上の説明から明らかなように、本発明によると、簡単かつ安価な構成によって、光導体ケーブルから放出された光を任意所望の配光曲線を持たせて放射することができ、光導体ケーブルを通して伝送されてくる光の利用範囲をより拡大することができる。

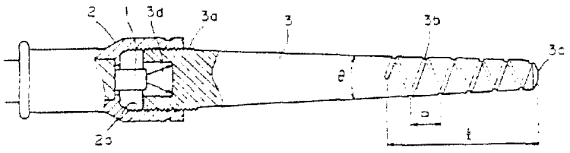
4．図面の簡単な説明

第1図乃至第3図は、それぞれ本発明による光ラジエータの実施例を説明するための構成図、第4図は、光導体ケーブルに光を導入する装置の一例としての太陽光収集伝送装置を示す図、第5図は、光導体ケーブル内に光を導入する場合の具体例を示す図、第6図は、レンズによって結像される太陽像の一例を示す図である。

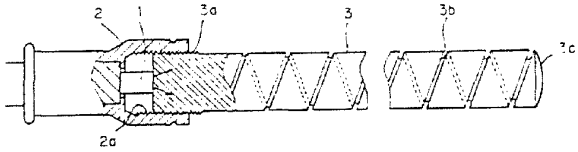
1…光導体ケーブル、2…接続金具、3…光導体ロッド（光ラジエータ）、4…カバー部材。

特許出願人　森　敬
代理人　髙野明近

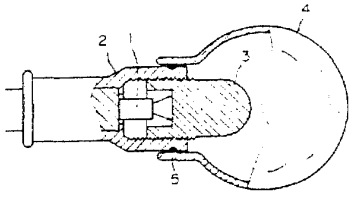
第1図



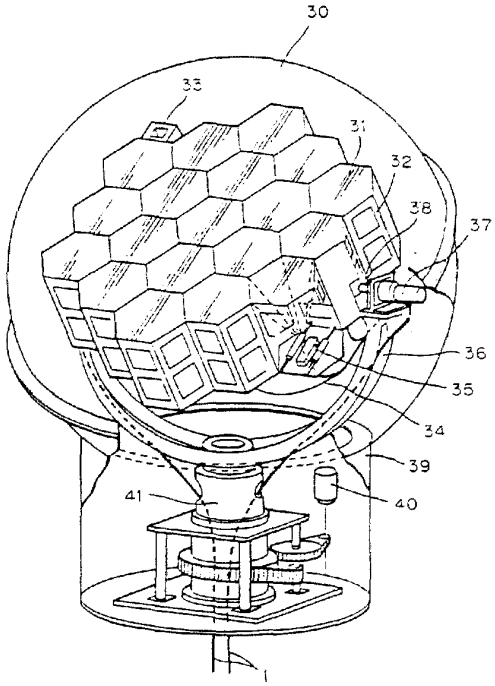
第2図



第3図

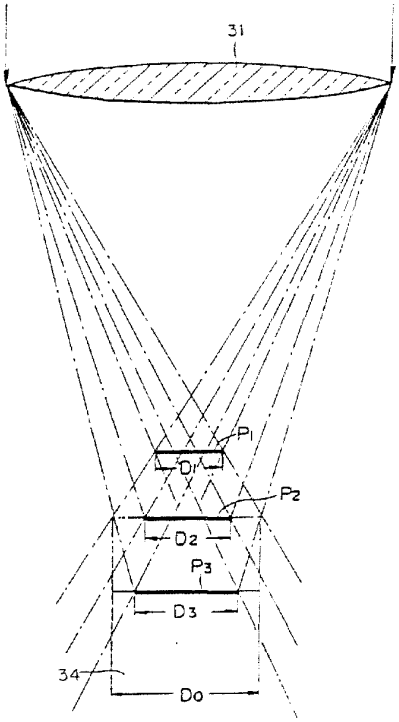


第4図

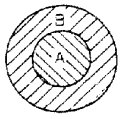


EX1003, Page 861

第 5 図



第 6 図



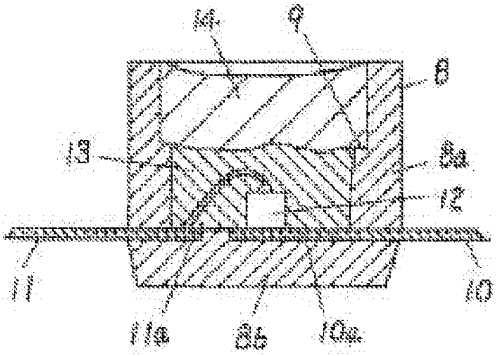
EX1003, Page 862

PHOTOELECTRIC DEVICE

Publication number: JP7111343 (A)
Publication date: 1995-04-25
Inventor(s): SENO KAZUNORI; TAKENOSHITA HIROSHI; TSURU SHIZUO +
Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRONICS CORP +
Classification:
- international: ***H01L23/28; H01L23/29; H01L23/31; H01L33/00;*** **H01L23/28; H01L33/00;** (IPC1-7): H01L33/00; H01L23/28; H01L23/29; H01L23/31
- European:
Application number: JP19930255503 19931013
Priority number(s): JP19930255503 19931013

Abstract of **JP 7111343 (A)**

PURPOSE:To obtain a photoelectric device which is kept high in reliability and characteristic stability independent of temperature, moisture, and even soldering. CONSTITUTION:Lead wires 10 and 11 are introduced into an insulating case 8 passing through the cylinder 8a of an optical shielding insulating case 8, and a photoelectric device 12 consisting of a light emitting device or a photoelectric transducer is connected to the inner ends 10a and 11a of the lead wires 10 and 11. A second transparent epoxy resin layer 14 is laminated on a first transparent silicone resin layer 13 which covers the photoelectric device 12. As the first transparent silicone resin layer 13 is prevented from creeping up by a terraced step 9 provided on the inner surface of the cylinder 8a of the insulating case 8, the second transparent epoxy resin layer 14 and the insulating case 8 can be enhanced in adhesion between them.



Data supplied from the ***espacenet*** database — Worldwide

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報（Ａ）**　(11)特許出願公開番号

特開平7－111343

(43)公開日　平成７年(1995)４月25日

(51)Int.Cl.[6]		識別記号	庁内整理番号	ＦＩ	技術表示箇所
Ｈ０１Ｌ	33/00	Ｎ			
	23/28	Ｄ	8617－4Ｍ		
	23/29				
	23/31				
			8617－4Ｍ	Ｈ０１Ｌ　23/ 30　Ｆ	

審査請求　未請求　請求項の数３　ＯＬ　（全　４　頁）

(21)出願番号　特願平5－255503

(22)出願日　平成５年(1993)10月13日

(71)出願人　000005843
松下電子工業株式会社
大阪府高槻市幸町１番１号

(72)発明者　瀬野　和徳
大阪府高槻市幸町１番１号　松下電子工業株式会社内

(72)発明者　竹ノ下　浩
大阪府高槻市幸町１番１号　松下電子工業株式会社内

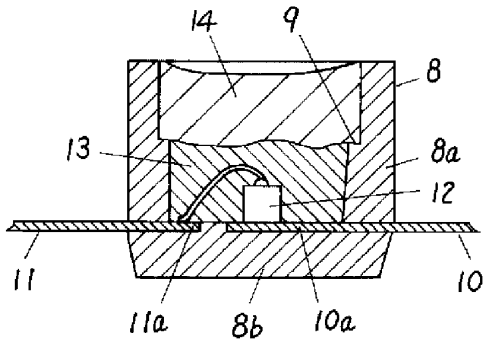
(72)発明者　鶴　静夫
大阪府高槻市幸町１番１号　松下電子工業株式会社内

(74)代理人　弁理士　粟野　重孝

(54)【発明の名称】　光電装置

(57)【要約】
【目的】　低温時、高温高湿時およびハンダ付け時等の別なく安定した特性を示す高信頼性の光電装置を得る。
【構成】　遮光性絶縁ケース８の筒状部８ａを貫通して絶縁ケース８内に入り込んだ複数のリード線１０，１１の内端部１０ａ，１１ａに発光素子または光電変換素子からなる光電素子１２が接続される。光電素子１２を覆うシリコーン系の第１の透明樹脂層１３に対し、エポキシ系の第２の透明樹脂層１４が積層される。絶縁ケース８の筒状部８ａの内面に設けられたテラス状段差９が、第１の透明樹脂層１３の這い上がりを防ぐので、第２の透明樹脂層１４と絶縁ケース８との接着性が良好となる。

8　絶縁ケース
9　テラス状段差
10,11　リード線
12　光電素子
13　第１の透明樹脂層
14　第２の透明樹脂層



1

【特許請求の範囲】

【請求項１】筒状部および底板部を有する遮光性の絶縁ケースと、前記筒状部を貫通して前記絶縁ケース内に入り込み、前記底板部上に内端部を置く複数のリード線と、前記内端部に接続された発光素子または光電変換素子と、前記絶縁ケース内に設けられて前記発光素子または光電変換素子を覆う第１の透明樹脂層と、前記絶縁ケース内に前記第１の透明樹脂層に重ねて設けられた第２の透明樹脂層とを備え、前記絶縁ケースはその筒状部の内面に前記第１の透明樹脂層の這い上がりを防ぐテラス状段差を有していることを特徴とする光電装置。

【請求項２】筒状部および底板部を有し、前記筒状部に沿った隔壁部によって第１および第２の室に仕切られている遮光性の絶縁ケースと、前記筒状部を貫通して前記第１の室内に入り込み、前記底板部上に内端部を置く複数のリード線と、前記内端部に接続された発光素子と、前記筒状部を貫通して前記第２の室内に入り込み、前記底板部上に内端部を置く複数のリード線と、前記第２の室内の前記内端部に接続された光電変換素子と、前記第１および第２の室内にそれぞれ設けられて前記発光素子または光電変換素子を覆う第１の透明樹脂層と、前記第１および第２の室内に前記第１の透明樹脂層に重ねて設けられた第２の透明樹脂層とを備え、前記絶縁ケースはその筒状部の内面および隔壁部に前記第１の透明樹脂層の這い上がりを防ぐテラス状段差を有していることを特徴とする光電装置。

【請求項３】第１の透明樹脂層がシリコーン系の、そして、第２の透明樹脂層がエポキシ系の各合成樹脂からなり、第１の透明樹脂層と発光素子または光電変換素子との界面、第１の透明樹脂層と絶縁ケースとの界面および第１の透明樹脂層と第２の透明樹脂層との界面がそれぞれ半固着状態にあることを特徴とする請求項１または２記載の光電装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】本発明は、ビデオカメラ、ヘッドホンステレオ、ＦＤドライバなどに用いられる発光装置、光電変換装置またはホトリフレクタ等の面実装型光電装置に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】図３に示す従来の面実装型光電装置は、遮光性の絶縁ケース１と、絶縁ケース１の筒状部１ａを貫通して絶縁ケース１の底板部１ｂ上に内端部２ａ，３ａを置く複数のリード線２，３と、内端部２ａ，３ａに接続された発光素子または光電変換素子からなる光電素子４と、絶縁ケース１内に設けられて光電素子４を覆う封止用樹脂層５とかなる。

【０００３】樹脂層５としては、絶縁ケース１に対して接着性のよい透明エポキシ樹脂が用いられる。硬質のエポキシ樹脂は低温時に収縮してＧａ－Ａｌ－Ａｓ等からなる光電素子４に収縮応力を与えるので、可撓性のエポキシ樹脂が用いられる。しかし、可撓性のエポキシ樹脂は吸水性を有するので、高温高湿時に水分を含みやすく、装置の信頼性を低下させる。

【０００４】そこで図４に示すように、光電素子４を可撓性のエポキシ樹脂層６で封止したのち、硬質のエポキシ樹脂層７でさらに封止すると、低温時および高温高湿時のいずれにも耐える信頼性の高い光電装置を得ることができる。

【０００５】しかし、可撓性のエポキシ樹脂層６はその形成時に絶縁ケース１の開口部付近まで這い上がりやすいので、硬質のエポキシ樹脂層７と絶縁ケース１との界面で強い接着力が得られず、絶縁ケース１内に水分が浸入しやすくなる。

【０００６】そこで、光電素子４のパッシベーション膜で防湿し、収縮率の低い可撓性のエポキシ樹脂層のみで封止するのが一般的な構成となっている。

【０００７】

【発明が解決しようとする課題】しかし、可撓性のエポキシ樹脂層のみで封止した面実装型の光電装置は、リフローハンダ付け時の温度上昇に伴い、可撓性のエポキシ樹脂層と光電素子とがその界面で剥離しやすく、装置の特性がハンダ付けの前後で変化するという課題があった。とくにこの課題は、可撓性のエポキシ樹脂層が水分を吸着することによって顕著となるので、面実装の方法や用途に大きな制約を受けることになる。

【０００８】したがって本発明の目的は、低温時、高温高湿時およびハンダ付け時等の別なく安定した特性を示す信頼性の高い光電装置を提供することにある。

【０００９】

【課題を解決するための手段】本発明によると上述した目的を達成するために、筒状部および底板部を有する遮光性の絶縁ケースと、前記筒状部を貫通して前記絶縁ケース内に入り込み、前記底板部上に内端部を置く複数のリード線と、前記内端部に接続された発光素子または光電変換素子と、前記絶縁ケース内に設けられて前記発光素子または光電変換素子を覆う第１の透明樹脂層と、前記絶縁ケース内に前記第１の透明樹脂層に重ねて設けられた第２の透明樹脂層とを備え、前記絶縁ケースはその筒状部の内面に前記第１の透明樹脂層の這い上がりを防ぐテラス状段差を有していることを特徴とする光電装置が提供される。

【００１０】また、筒状部および底板部を有し、前記筒状部に沿った隔壁部によって第１および第２の室に仕切られている遮光性の絶縁ケースと、前記筒状部を貫通して前記第１の室内に入り込み、前記底板部上に内端部を置く複数のリード線と、前記内端部に接続された発光素子と、前記筒状部を貫通して前記第２の室内に入り込み、前記底板部上に内端部を置く複数のリード線と、前記第２の室内の前記内端部に接続された光電変換素子

と、前記第１および第２の室内にそれぞれ設けられて前記発光素子または光電変換素子を覆う第１の透明樹脂層と、前記第１および第２の室内に前記第１の透明樹脂層に重ねて設けられた第２の透明樹脂層とを備え、前記絶縁ケースはその筒状部の内面および隔壁部に前記第１の透明樹脂層の這い上がりを防ぐテラス状段差を有していることを特徴とする光電装置が提供される。

【００１１】第１の透明樹脂層がシリコーン系の、そして、第２の透明樹脂層がエポキシ系の各合成樹脂からなり、第１の透明樹脂層と発光素子または光電変換素子との界面、第１の透明樹脂層と絶縁ケースとの界面および第１の透明樹脂層と第２の透明樹脂層との界面がそれぞれ半固着状態にある構成となすことができる。

【００１２】

【作用】本発明によると、絶縁ケースの筒状部の内面または隔壁部に設けたテラス状段差が、第１の透明樹脂層の這い上がりを抑止するので、第１の透明樹脂層上に第２の透明樹脂層を積層する構成をとりながら、第２の透明樹脂層を絶縁ケースに強固に接着させることができる。

【００１３】第１の透明樹脂層をシリコーン系樹脂等の可撓性合成樹脂で形成し、これに積層される第２の透明樹脂層を硬質のエポキシ系合成樹脂で形成すると、低温時に樹脂層が収縮しても、その応力で光電素子の特性を損なうことがない。また、高温高湿時に水分を吸着する恐れがないので、装置の信頼性を高めることができる。

【００１４】第１の透明樹脂層をシリコーン系等の合成樹脂で形成すると、第１の透明樹脂層と光電素子との界面や、第１の透明樹脂層と第２の透明樹脂層との界面で化学的に接着されず、物理的に半固定の状態に保たれる。このため、第１の透明樹脂層と光電素子との界面がリフロー等のハンダ付け時における温度上昇に伴って新たに剥離することがなく、光電装置の特性を常に安定に維持することができる。

【００１５】

【実施例】つぎに、本発明の実施例を図面の参照により説明する。

【００１６】図１に示す光電装置における遮光性絶縁ケース８は、ポリフェニレンサルファイド（ＰＰＳ）または液晶ポリマー（ＬＣＰ）等の高耐熱性・熱可塑性合成樹脂を素材として形成され、筒状部８ａおよび底板部８ｂを有し、筒状部８ａはその内周面にテラス状段差９を有している。筒状部８ａを貫通した複数のリード線１０，１１は、底板部８ｂ上に内端部１０ａ，１１ａを置いている。リード線１０，１１はリードフレームとして形成されたもので、射出成型される絶縁ケース８と一体化されている。そして、リード線１０，１１の内端部１０ａ，１１ａに発光素子または光電変換素子からなる光電素子１２が接続されている。

【００１７】絶縁ケース８内には光電素子１２を覆う第１の透明樹脂層１３が設けられている。この透明樹脂層１３はシリコーン系合成樹脂をテラス状段差９の高さまで注入したのち、高温に加熱して硬化させたものである。第１の透明樹脂層１３上に、硬質のエポキシ樹脂からなる封止用の第２の透明樹脂層１４が積層形成されている。

【００１８】シリコーン系合成樹脂からなる第１の透明樹脂層１３は硬質エポキシ樹脂からなる第２の透明樹脂層１４に比べて低温時の収縮率が低いので、光電素子１２に収縮応力を与えてその特性を損なうことがない。また、絶縁ケース８内に注入したシリコーン系合成樹脂に対してテラス状段差９がストッパの作用をなすので、第１の透明樹脂層１３がテラス状段差９を越えて這い上がり形成されることがなく、第２の透明樹脂層１４は絶縁ケース８に広い面積で強固に接着される。

【００１９】さらに、第１の透明樹脂層１３と光電素子１２との界面、第１の透明樹脂層１３と絶縁ケース８との界面および第１の透明樹脂層１３と第２の透明樹脂層１４との界面では化学的に強固に接着されず半固着状態に保たれるので、リフローその他のハンダ付け時の温度上昇に伴って新たな界面剥離を生じることがない。このため、ハンダ付けの前後で装置の特性に変化をきたすことがない。

【００２０】本発明をホトリフレクタに適用した実施例を図２に示す。この場合、遮光性の絶縁ケース８は筒状部８ａおよび底板部８ｂを有するほか、筒状部８ｂに沿って設けられた遮光用隔壁部８ｃを有し、この隔壁部８ｃによって第１および第２の室１５ａ，１５ｂに仕切られている。そして、筒状部８ａを貫通して第１の室１５ａ内に入り込んだ複数のリード線１６，１７（リード線１７はリード線１６の背面側にある）の内端部に発光ダイオード等からなる発光素子１８が接続されている。また、筒状部８ａを貫通して第２の室１５ｂ内に入り込んだ複数のリード線１９，２０（リード線２０はリード線１９の背面側にある）の内端部にホトダイオードまたはホトトランジスタ等からなる光電変換素子２１が接続されている。そして、第１および第２の室１５ａ，１５ｂ内のそれぞれに、シリコーン系合成樹脂からなる第１の透明樹脂層１３と、硬質のエポキシ樹脂からなる第２の透明樹脂層１４との積層体が設けられている。絶縁ケース８はその筒状部８ａの内周面および隔壁部８ｃにテラス状段差９を有し、第１の透明樹脂層１３は段差９によってその這い上がりが抑止されている。

【００２１】この場合、第１の室１５ａ内の発光素子１８から発せられた光が装置外の物体で反射し、この反射光が第２の室１５ｂ内の光電変換素子２１で検出されることになるが、第１および第２の室１５ａ，１５ｂ内に設けられた第１および第２の透明樹脂層１３，１４ならびにテラス状段差９が前述した実施例におけると同様の作用をなすので、低温時、高温高湿時およびハンダ付け

時等の別なく安定した特性を維持することができる。

【００２２】第１の室１５ａ内に設けられた第１および第２の透明樹脂層１３，１４と、第２の室１５ｂ内に設けられた第１および第２の透明樹脂層１３，１４とはそれぞれ異質のものであってもよい。一般に、シリコンを素材とする光電変換素子２１はイオン性不純物によって特性に影響を受けやすいので、光電変換素子２１を覆う側の第１の透明樹脂層１３にイオン性不純物の少ない合成樹脂（ジャンクションコーティングレジン）を用いるのが好ましい。

【００２３】なお、第１および第２の透明樹脂層１３，１４は光学的に透明な合成樹脂で、可視光をカットして紫外線または赤外線を透過するものであってもよい。

【００２４】

【発明の効果】以上のように本発明によると、遮光性絶縁ケース内に２層構造の透明樹脂層を設け、絶縁ケースの筒状部の内面に設けたテラス状段差によって第１の透＊明樹脂層の這い上がりを防ぐので、低温時、高温高湿時およびハンダ付け時等の別なく安定した特性を示す信頼性の高い光電装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施例の光電装置の側断面図

【図２】本発明の他の実施例の光電装置の側断面図

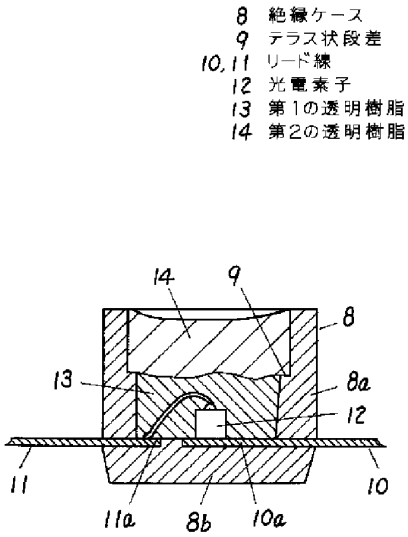
【図３】従来の光電装置の側断面図

【図４】従来の光電装置の側断面図

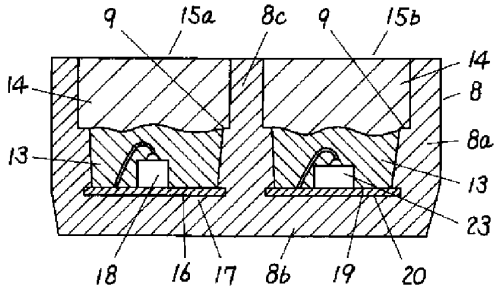
【符号の説明】

８　絶縁ケース
９　テラス状段差
１２　光電素子
１３　第１の透明樹脂層
１４　第２の透明樹脂層
１８　発光素子
２１　光電変換素子

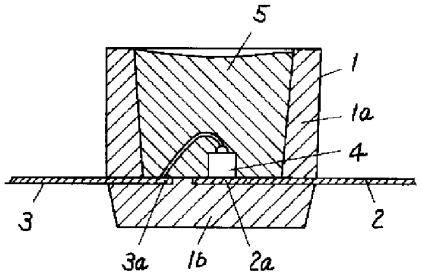
【図１】



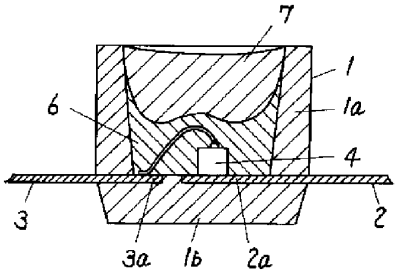
【図２】



【図３】



【図４】

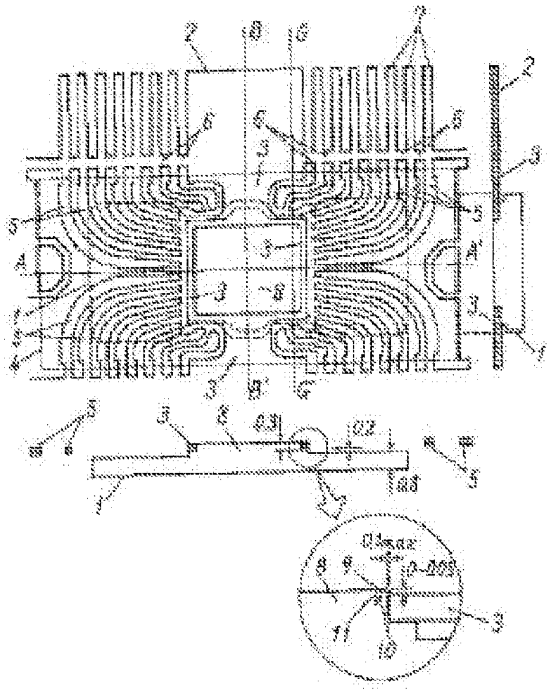


SEMICONDUCTOR DEVICE, MANUFACTURE THEREOF, AND MANUFACTURING APPARATUS

Publication number: JP11040724 (A)
Publication date: 1999-02-12
Inventor(s): INAO KAZUHO; FUNAZAKI KAZUO; KATSUTA KOJI +
Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRONICS CORP +
Classification:
- international: ***H01L23/36; H01L23/50;*** **H01L23/34; H01L23/48;** (IPC1-7): H01L23/50; H01L23/36
- European:
Application number: JP19970195382 19970722
Priority number(s): JP19970195382 19970722

Abstract of **JP 11040724 (A)**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor device which comprises a heat sink having a high radiating effect and suitable for miniaturization of a package and radiating fin leads, and also to provide a method for manufacturing the semiconductor device and an apparatus for manufacturing the semiconductor device.
SOLUTION: A heat sink 1 is formed in its side with a stepped part, and a radiating fin lead 3 of a metallic plate having a through hole made in its major surface is pressed against the heat sink along the configuration of the stepped part to surround it. In this case, the outer edges will cover the radiating fin lead 3. A metallic tool is pushed so as to make a groove 9 having first and second side faces 10 and 11 in each outer edge.



Data supplied from the ***espacenet*** database — Worldwide

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報（Ａ）**　(11)特許出願公開番号

特開平11－40724

(43)公開日　平成11年(1999)２月12日

(51)Int.Cl.[6]	識別記号	ＦＩ	
Ｈ０１Ｌ　23/50		Ｈ０１Ｌ　23/50	Ｆ
23/36		23/36	Ｃ

審査請求　未請求　請求項の数５　ＯＬ　（全 ９ 頁）

(21)出願番号　特願平9－195382

(22)出願日　平成９年(1997)７月22日

(71)出願人　000005843
松下電子工業株式会社
大阪府高槻市幸町１番１号

(72)発明者　稲生　寿穂
大阪府高槻市幸町１番１号　松下電子工業株式会社内

(72)発明者　船崎　和雄
大阪府高槻市幸町１番１号　松下電子工業株式会社内

(72)発明者　勝田　幸治
大阪府高槻市幸町１番１号　松下電子工業株式会社内

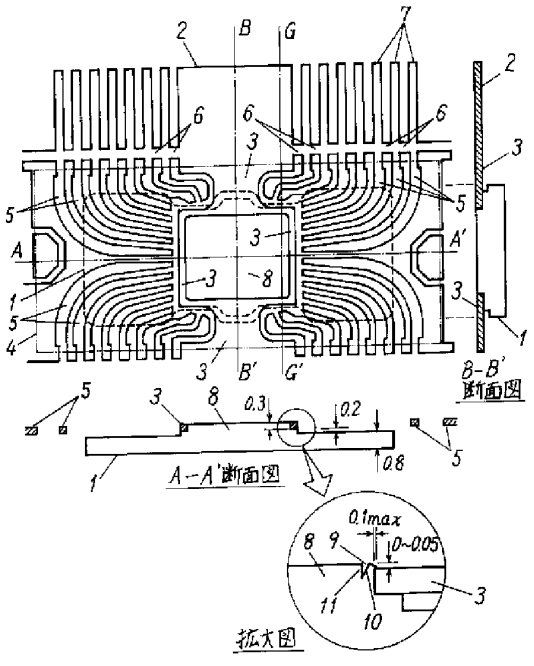
(74)代理人　弁理士　滝本　智之　（外１名）

(54)【発明の名称】　半導体装置及びその製造方法並びにその製造装置

(57)【要約】

【課題】　高い放熱効果を有しパッケージの小型化に適したヒートシンク及び放熱フィンリードを備えた半導体装置とその製造方法並びにその製造装置を提供する。

【解決手段】　ヒートシンク１の側面に階段状の段差部を形成し、この段差部の形状に沿ってこの形状を包含するようにして金属板の主面に貫通孔を形成した放熱フィンリード３を前記段差部に圧着する。ここで、ヒートシンク主面の外縁部に機械的圧力を加えることで、この外縁部を前記放熱フィンリードにに覆い被さるようにする。圧着するときに外縁部に第１の側面１０及び第２の側面１１を有した溝９が形成されるように金属工具を押し当てる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項１】　一主面に半導体ペレットがボンデイングされ、この主面に対する側面に階段状の段差部を有したヒートシンクと、前記主面に隣接した段差部の形状に沿って前記形状を包含するようにして金属板の主面に貫通孔が形成された放熱フィンリードとを備え、前記貫通孔が前記ヒートシンク側面の段差部に圧着され、前記半導体ペレット、ヒートシンク及び放熱フィンリードが封止された半導体装置であって、

前記ヒートシンク主面の外縁部に機械的圧力を加えて前記ヒートシンク外縁部に溝を形成し、この溝の外縁部を前記放熱フィンリードに圧着したことを特徴とする半導体装置。

【請求項２】　前記溝の第１の側面が前記ヒートシンク主面の外縁部の内側から前記ヒートシンクの内部方向に前記主面に対し傾斜を有して形成され、第２の側面が前記主面に略垂直に形成されたことを特徴とする請求項１記載の半導体装置。

【請求項３】　放熱フィンリード近傍において、ヒートシンク主面からこの主面に垂直方向に見た前記ヒートシンクの外縁の投影が、前記放熱フィンリード近傍にあって前記ヒートシンクの外縁部に沿って配置されたインナーリードの外縁部と交差しないことを特徴とする半導体装置。

【請求項４】　主面に対する側面に階段状の段差部を有したヒートシンクと、前記主面に隣接した段差部の形状に沿って前記形状を包含するようにして金属板の主面に貫通孔が形成された放熱フィンリードとを備え、前記放熱フィンリードを前記ヒートシンクに第１の機械的圧力によって圧接させた後、前記主面の垂直上方から第２の機械的圧力を加えることによって前記ヒートシンクの外縁部を前記放熱フィンリードの貫通孔に圧着する半導体装置の製造方法であって、

ヒートシンク主面の外縁部の内側から前記ヒートシンク内部方向に前記主面に対し傾斜を形成する第１の面、第１の面に隣接し前記ヒートシンク主面に略垂直に形成された第２の面及び第２の面に隣接し前記ヒートシンクの主面に並行な面とを有して第１及び第２の面で突起を形成する金属工具を備え、前記ヒートシンク主面の垂直上方から前記ヒートシンク主面に前記工具を圧接して前記第２の機械的圧力を発生させることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項５】　ワイヤ接続の工程において一体化された放熱フィンリード、インナーリード及びヒートシンクを設置する製造装置であって、ヒートシンクを設置する凹部と、この凹部の周囲を形成する壁体とを備え、前記凹部に平行な前記壁体の上面が放熱フィンリード近傍のインナーリードと接するように前記壁体の高さが設定されたことを特徴とする半導体装置の製造装置。

【発明の詳細な説明】

2

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、ヒートシンク及び放熱フィンを備えた半導体装置とその製造方法並びにその製造装置に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】近年、機器の小型化に対応するために消費電力の比較的大きな半導体集積回路を内蔵化した小型パッケージの構造及びその製造方法についての提案がなされている。例えば、この具体的な技術が特開平３－２８６５５８号公報に開示されている。

【０００３】図１０（ａ）及び（ｂ）は従来の半導体装置を示す図である。半導体ペレット１００がボンデイング層１０１を介してタブ１０２に圧着されたものである。タブ１０２には放熱フィンリード１０３が連続しており、さらに放熱フィン１０５が樹脂パッケージ１０４の外部に連続している。一方、樹脂パッケージ１０４の内部のタブ１０２にヒートシンク１０６が接しており、このヒートシンク１０６の端部にはリベット部１０７が備えられ、このリベット部１０７に対応して放熱フィンリード１０３に結合孔１０８が備えられている。ここで、リベット部１０７の先端部が結合孔１０８にかしめ加工によって固定される。このような構造を備えることで半導体ペレット１００で発生した熱は、放熱フィン１０５とヒートシンク１０６の双方から放散される。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】ところが、このような従来の半導体装置においては、複数対のリベット部と結合孔を必要としており、各リベット部間の距離と各結合孔間の距離が等しい値となるように高い加工精度が要求されていた。

【０００５】また、かしめ加工の強度を確保するためにはリベット部の直径を太くする必要があり、このようにしたとき配線用のリードの領域を相対的に狭くするので、配線用のリードの領域を確保するためにパッケージの形状に比較的広い面積が必要とされていた。

【０００６】本発明は上記従来の課題を解決するものであり、高い放熱効果を有すると共にパッケージの小型化に適した半導体装置とその製造方法並びにその製造装置を提供することを目的とする。

【０００７】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項１が講じた手段は、ヒートシンクの側面に階段状の段差部が形成され、この段差部の形状に沿ってこの形状を包含するようにして金属板の主面に貫通孔を形成した放熱フィンリードとを備えており、この貫通孔を前記ヒートシンク側面の段差部に圧着するものである。ここで、ヒートシンクの主面の外縁部に沿って機械的圧力が加わることで前記外縁部が前記放熱フィンリードに覆い被さるようにして圧着されたことを特徴としており、その主面には前記機械的圧力による溝形状が形成されたものである。尚、

この溝はヒートシンクの外縁部に沿って形成されるが、４隅に点状に形成することもできる。

【０００８】この構成を有することで、ヒートシンクがリベット部の機能を有するので、リベット部のための特別な面積を必要とせずにヒートシンクと放熱フィンリードとを圧着することができ、さらに、ヒートシンクの外縁部を突起で押さえつけることでヒートシンクと放熱フィンリードとを容易に圧着させることができる。

【０００９】本発明の請求項２が講じた手段は、請求項１が講じた手段に対して、さらに、溝形状の第１の側面がヒートシンク主面の外縁部の内側からヒートシンクの内部に向かって傾斜を有して形成されており、さらに第２の側面をヒートシンク主面に対して略垂直に形成したことを特徴とするものである。

【００１０】ヒートシンクを放熱フィンリードに圧着させるためにヒートシンク主面の上方から力を加えたとき、第１の側面が主面に対して傾斜角を有して形成される。この第１の側面から外縁部にかけて変形が起きており、この変形部が放熱フィンに被せられて圧着状態が保持される。尚、第２の側面が主面に対して垂直であるときには第２の側面で囲まれた内部の領域に段差等の不具合を生じさせない。このため、半導体ペレットとヒートシンクとをボンデイングさせるための平坦面を確保することができる。

【００１１】本発明の請求項３が講じた手段は、放熱フィンリード近傍において、ヒートシンク主面からこの主面に垂直方向に見た前記ヒートシンクの外縁の投影が、前記放熱フィンリード近傍にあって前記ヒートシンクの外縁部に沿って配置されたインナーリードの外縁部と交差しないことを特徴とするものである。

【００１２】この構成を有することによって、放熱フィン近傍にあってそのリード長が短いインナーリードの先端部と半導体ペレットのパッドとをワイヤーボンドするときに、前記インナーリードの下部にこれらのインナーリードを載せる台を設置させることができる。この台によって短いインナーリードを固定することができ、短いインナーリードで起こり易い発振現象を回避して安定にワイヤボンドを行うことができる。

【００１３】本発明の請求項４が講じた手段は、放熱フィンリードの貫通孔にヒートシンクの主面及び段差部を挿入した後、この放熱フィンリードをヒートシンクに固定枠で圧接させ、さらに、ヒートシンクの主面の垂直上方から金属工具によって機械的圧力を加えることによってヒートシンクの外縁部を前記放熱フィンリードの貫通孔に覆い被せて圧着するものである。ここで、金属工具は、ヒートシンク主面の外縁部を押し広げるために、ヒートシンク内部方向にヒートシンク主面に対し傾斜を有した第１の面及び第１の面に隣接して前記ヒートシンク主面にほぼ垂直に形成された第２の面、この第２の面に隣接して前記ヒートシンクの主面に並行である面とを有しており、第１及び第２の面で突起が形成される。

【００１４】この方法によって、ヒートシンクと放熱フィンリードとを圧着するために主面の上方から力を加えたとき、第２の側面が主面に対して傾斜角を有しているので比較的弱い力で外縁部の形状に変形を起こさせることができ、この外縁部を放熱フィンリード側に容易に被せることができ、一方、第２の側面が主面に対して垂直であるので、主面の上方から力を加えても第２の側面には直接力が加わらず、第２の側面で囲まれた内部の領域に段差等の不具合を生じさせない。このため、半導体ペレットとヒートシンクとをボンデイングさせるための平坦面を確保することができる。

【００１５】本発明の請求項５が講じた手段は、ワイヤ接続の工程において一体化された放熱フィンリード、インナーリード及びヒートシンクを設置する製造装置が、ヒートシンクを設置する凹部と、この凹部の周囲を形成する壁体とを備えており、この壁体の前記凹部に平行な面が放熱フィンリード近傍のインナーリードと接するように前記壁体の高さが設定されたことを特徴とするものである。

【００１６】この隆起した壁体を第１のインナーリード下方に設置することによって、キャピラリが第１のインナーリードを圧接したときに第１のインナーリードのたわみをなくすことができ、安定にワイヤボンドを行うことができる。

【００１７】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【００１８】図１は、本発明の一実施の形態における半導体装置の主要部を示す平面図である。この平面図のＡ－Ａ’でこの主要部の断面を見た図をＡ－Ａ’断面図で示し、Ｂ－Ｂ’でこの主要部の断面を見た図をＢ－Ｂ’断面図で示した。

【００１９】この図１において、１は、放熱効果を高めるために純銅を所定の形状に加工したヒートシンクであり、２は銅合金の金属板から形成された放熱フィンであり、３は放熱フィン２と連続した放熱フィンリードである。４はパッケージの外形を示した領域である。この領域４の内側にあるヒートシンク１の周囲にはヒートシンク１を中心に複数のインナーリード５が配置されており、一方、領域４の外側にはインナーリード５及び放熱フィンリード３を相互に固定するための接続領域６が形成されている。この接続領域６は樹脂封止された後に除去され、各リードは分離される。次に、パッケージの中央部の放熱フィンリード３には方形状の貫通孔が形成されており、この貫通孔は、金属板から放熱フィン２及びインナーリード５、接続領域６、リード７を形成するためのプレス工程若しくはエッチング工程において一体的に形成される。さらに、ヒートシンク１には階段状の突起部８が形成されており、突起部８の上面にあって半導

体ペレットをボンデイングするための面である主面の外縁部は、放熱フィンリードの貫通孔の内縁の形状に沿った形状を備えている。この主面に隣接した直下の段差部でヒートシンク１と放熱フィンリード３が圧着される。この圧着された形状の断面を、Ａ－Ａ’断面図の一部を拡大した図において示す。

【００２０】この拡大図において、突起部８の主面の外縁部の内側に溝９が形成されており、この溝９は、第１の側面１０と第２の側面１１とで構成される。第１の側面１０は、主面に対して所定の角度の傾斜を有しており、第２の側面１１は主面に対して垂直である。この第１、第２の側面は、この側面に対応する凸形状の歯形をヒートシンクの主面に強く押し当てることで形成される。ヒートシンク１の段差部に放熱フィンリード３を圧接した後にヒートシンクの主面に歯形を押し当てるので、ヒートシンク１の外縁部から放熱フィンリード３にヒートシンクの金属が押さえつけられる。このようにして圧着された後に、最大０．１ｍｍ程度ヒートシンクの金属が放熱フィンリード側にはみ出す。一方、突起部８の主面は、放熱フィンリード３の上面から最大０．０５ｍｍ以内の段差となる。ここで、第２の側面で囲まれた領域には横方向の力が加えられないので、この領域の主面は平坦である。この平坦な面に半導体ペレットがボンデイングされる。

【００２１】図２は、図１の拡大図である。図２（ａ）は、図１で既述した溝の断面の拡大図であり、図２（ｂ）は、他の実施の形態を示す溝の断面の拡大図である。

【００２２】図２（ｂ）において、第２の側面１１が主面に対して傾斜を有する。この傾斜によって溝９から突起部８の内部に向かって隆起が発生する。この隆起は比較的狭い領域で起こるので半導体ペレットのボンデイングのための面積を確保することができる。しかし、図２（ａ）のように主面に対してほぼ垂直であることが好ましい。

【００２３】図３は、本発明の一実施の形態に係る半導体装置の断面及び平面を示した図である。

【００２４】図３（ｃ）は、樹脂封止された半導体装置の上方から見た平面図であり、図３（ａ）は、図３（ｃ）のＡ－Ａ’の断面を示す図であり、図３（ｂ）は、図３（ｃ）のＢ－Ｂ’の断面を示す図である。

【００２５】図３（ａ）において、半導体ペレット２０がヒートシンク１の突起部８の主面にボンデイングされ、一方、信号伝達のためのインナーリード５がヒートシンク１と電気的に分離されて配置される。半導体ペレット２０とインナーリード５とはワイヤー２２によって接続される。２１は樹脂封止したパッケージであり、半導体ペレット２０及びヒートシンク１、インナーリード５等を内蔵する。

【００２６】図３（ｂ）において、放熱フィンリード３がヒートシンク１の段差部に圧着され、この放熱フィンリード３に連続した放熱フィン２がパッケージ２１の外部にあって曲げ加工された状態を示したものである。

【００２７】このように、半導体ペレット２０が直接ヒートシンク１の突起部８の主面にボンデイングされているので、従来技術のタブが不要であり、構造を簡略化することができる。さらに、このヒートシンク１の段差部に放熱フィン２が圧着されているので半導体ペレット２０で発生した熱が、ヒートシンク及び放熱フィンの２つの経路を介して外部に効率よく排出される。

【００２８】２８ピンに対応した図３（ｃ）のパッケージ外形寸法が１８ｍｍと１１ｍｍである場合、ヒートシンクに純銅、放熱フィンリードに銅合金を使用した構成によって室温において約７Ｗの許容損失を得ることができる。

【００２９】図４は、図１のヒートシンクの平面及び断面を示した図である。平面図におけるＣ－Ｃ’の断面をＣ－Ｃ’断面図で示し、Ｄ－Ｄ’の断面をＤ－Ｄ’断面図で示したものである。

【００３０】図４の平面図形において、破線で囲んだ領域３０に長方形に対して凹部が形成されており、この領域に後述のリード長が短いインナーリードの先端が位置する。Ｃ－Ｃ’断面図において示されたように、突起部８の主面から隣接した段差の面まで長さは０．３ｍｍであり、この段差の面に隣接するヒートシンクの面までの長さは０．２ｍｍであり、このヒートシンクの面から裏面までの長さは０．８ｍｍである。また、Ｃ－Ｃ’及びＤ－Ｄ’断面図に示されたように、突起部８の主面の寸法は４．７ｍｍと３．８ｍｍであり、段差部の凸部の形状を除いた部分の寸法は５．３ｍｍと５．４ｍｍである。

【００３１】図５は、図１のインナーリード５、リード７、放熱フィン２及び放熱フィンリード３の平面図である。放熱フィンリード３の中央部に方形状の貫通孔４０を有しており、この貫通孔４０の形状は、図４のヒートシンク１の突起部８の主面の外縁部に応じた形状を形成している。

【００３２】また、図４の領域３０に対応した領域にインナーリード４１及び４２が形成されている。このインナーリード４１、４２は、放熱フィンリード３の形状を削り取った形の領域に位置し、より多くの配線用リードを確保させるものである。このインナーリード４１、４２は、他のインナーリードの長さに対して相対的に短い。そのため、ワイヤーボンド時にインナーリード４１、４２の先端部に超音波振動による力が加わると、接続部６を支点として振動による比較的強い反発力が発生しやすい。

【００３３】図６は、本発明の半導体装置の製造方法の一実施の形態を示した図である。図６（ａ）において、固定台５０の上にヒートシンク１が設置されており、さ

らに、放熱フィンリード３が突起部８に填め込まれる様子を示したものである。

【００３４】図６（ｂ）において、放熱フィンリード３が突起部８の段差部に圧接された様子を示したものである。この状態においては、放熱フィンリード３は容易に取り外すことができる。図６（ｃ）は、放熱フィンリード３の上部から固定枠５１が押し当てられ、放熱フィンリード３とヒートシンク１とを固定した状態で、突起部８に向かって上部から工具５２が押し当てられる様子を示したものである。工具５２の先端部の拡大した拡大図において、この工具は、第１の面５３と第２の面５４とを有して突起部５５を形成している。第１の面５３は、ヒートシンクの主面に対して所定の傾斜角を有しており、第２の面５３は、ヒートシンク主面に垂直である。第１の面５３と第２の面５４との交差する部分で鋭角が形成される。図６（ｄ）は、この突起部５５が、ヒートシンク１の主面の外縁部近傍に押し当てられた様子を示したものである。突起部５５がヒートシンクに食い込み、ヒートシンク１の主面の外縁部が放熱フィンリード３の側に覆い被される。突起部の第１の面５３及び第２の面５４とによって、ヒートシンクの外縁部に第１の側面１０と第２の側面１１とを有した溝９が形成される。

【００３５】図７は、本発明の製造装置の一実施の形態を示した図である。図７（ａ）は、図１の半導体装置の主要部のＧ－Ｇ’の断面に基づいてインナーリード４２に係る本発明の一実施の形態を示し、図７（ｂ）は、構成、作用の比較のための図である。

【００３６】図７（ａ）において、固定台６０の上面に一体化されたヒートシンク１と放熱フィンリード３が設置され、固定台６０に連なる壁体６１の上面にインナーリード４２が設置される。ここで、中空状のキャピラリ６２にワイヤ２２が通されており、超音波振動によってワイヤの先端部が半導体ペレット２０に圧着された後、さらにインナーリード４２の先端部にワイヤ２２の他の部位が圧着されることでワイヤ接続がされる。インナーリード４２にキャピラリ６２が接する面の反対面には壁体６１の面が接するので、インナーリード４２が安定に設置された状態でワイヤ接続をすることができる。図７（ｂ）は、インナーリード４２にキャピラリ６２が接する面の反対面と固定台６０の面との間に隙間６３が存在する場合を示したものである。この隙間６３があるために、壁体６１の端部にインナーリード４２が接する部位６４を支点としてバネが形成される。このため、超音波振動による圧着時にインナーリード４２にバネによる振動が生じやすくワイヤ接続に不具合が生じる。比較試験した結果、図７（ｂ）のワイヤ接続の良品率は５０％以下であったのに対し、図７（ａ）のワイヤ接続の良品率は約１００％であった。

【００３７】図８は、図７の製造装置の平面及び断面図を示したものである。図８（ａ）は、固定台６０全体の平面図であり、図８（ｂ）は、本発明の主要部を示す拡大図である。ここで、Ｅ－Ｅ’の断面をＥ－Ｅ’断面図で示し、Ｆ－Ｆ’の断面をＦ－Ｆ’断面図で示す。

【００３８】図８（ａ）において、孔７０にボルトが貫通しワイヤボンド装置本体に固着される。図８（ａ）は、２連のコムリードに対応した形状を有しており、図４のヒートシンクの平面形状に応じた凹部７１を有する。

【００３９】図８（ｂ）は、凹部７１近傍の拡大図である。凹部７１の中央部には固定台６０を貫く貫通孔７２が空けられており、この貫通孔を介してヒートシンク１の裏面が真空吸着される。図４の領域３０に対応して、凹部７１に凹部の内部に向かって凸部７３が形成されており、ワイヤ接続時に凸部７３の面によってインナーリード４１及び４２の先端部が保持される。ヒートシンク１の底面から放熱フィンリード３の底面までの長さが１．０mmであり、この長さに対応して、凹部７１の平面から凸部７３の平面までの長さは１．０mmに設定される。また、インナーリード５とインナーリード５の下部に位置したヒートシンクの平面との隙間の長さが０．２mmであり、この長さに対応して凹部７１に隣接して凸部７３を含まない部分の平面と凸部７３の面との段差が０．２mmに設定される。

【００４０】図９は、固定台のワイヤボンド装置に占める位置を示した斜視図である。固定台６０が、固定枠８０に圧着されており、アーム８１の先端部に圧着されたキャピラリ６２によってワイヤ接続がされる。固定枠８０には、真空吸引するための孔８２が設けられており、この孔８２の先が貫通孔７２に通じる。

【００４１】

【発明の効果】以上のように本発明は、ヒートシンク主面の外縁部に機械的圧力を加えて前記ヒートシンク外縁部に溝を形成し、この溝の外縁部を前記放熱フィンリードに圧着したことによって、リベット部のための特別な面積を必要とせずにヒートシンクと放熱フィンリードとを圧着することができ、さらに、ヒートシンクの外縁部を突起で押さえつけることでヒートシンクと放熱フィンリードとの圧着が容易な半導体装置を実現できる。

【００４２】さらに、前記溝の第１の側面が前記ヒートシンク主面の外縁部の内側から前記ヒートシンクの内部方向に前記主面に対し傾斜を有して形成され、第２の側面が前記主面に略垂直に形成されたことによって、半導体ペレットとヒートシンクとをボンデイングさせるための平坦面を確保した本道体装置を実現できる。

【００４３】また、放熱フィンリード近傍において、ヒートシンク主面からこの主面に垂直方向に見た前記ヒートシンクの外縁の投影が、前記放熱フィンリード近傍にあって前記ヒートシンクの外縁部に沿って配置されたインナーリードの外縁部と交差しないことによって、前記インナーリードの下部にこれらのインナーリードを載せ

る台を設置させることができる半導体装置を実現できる。

【００４４】さらに、ヒートシンク主面の外縁部の内側から前記ヒートシンク内部方向に前記主面に対し傾斜を形成する第１の面、第１の面に隣接し前記ヒートシンク主面に略垂直に形成された第２の面及び第２の面に隣接し前記ヒートシンクの主面に並行な面とを有して第１及び第２の面で突起を形成する金属工具を備え、前記ヒートシンク主面の垂直上方から前記ヒートシンク主面に前記工具を圧接して前記第２の機械的圧力を発生させることによって、比較的弱い力で外縁部の形状に変形を起こさせることができ、この外縁部を放熱フィンリード側に容易に被せることができ、一方、第２の側面が主面に対して垂直であるので、半導体ペレットとヒートシンクとをボンデイングさせるための平坦面を確保する半導体装置の製造方法を実現できる。

【００４５】さらに、ヒートシンクを設置する凹部と、この凹部の周囲を形成する壁体とを備え、前記凹部に平行な前記壁体の上面が放熱フィンリード近傍のインナーリードと接するように前記壁体の高さが設定されたことによって、キャピラリが第１のインナーリードを圧接したときに第１のインナーリードのたわみをなくすことができ、安定にワイヤボンドを行うことができる半導体装置の製造装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施の形態における半導体装置の主要部を示す平面図

【図２】図１の拡大図

【図３】本発明の一実施の形態における半導体装置の断面及び平面を示した図

【図４】図１のヒートシンクの平面及び断面を示した図

【図５】図１のインナーリード、リード、放熱フィン及び放熱フィンリードの平面図

【図６】本発明の半導体装置の製造方法の一実施の形態を示した図

【図７】本発明の製造装置の一実施の形態を示した図

【図８】図７の製造装置の平面及び断面を示した図

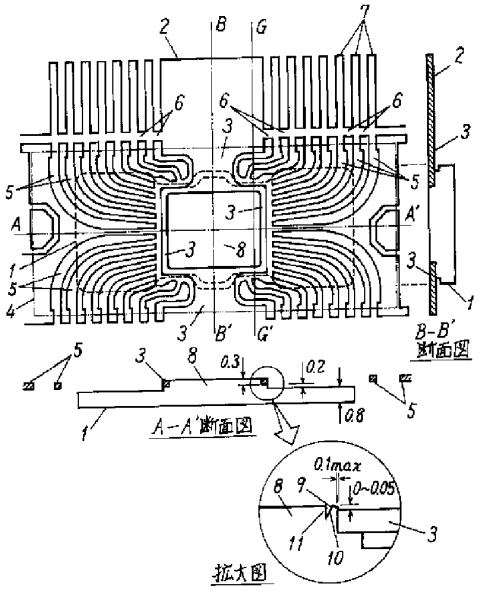
【図９】固定台のワイヤボンド装置に占める位置を示した斜視図

【図１０】従来の半導体装置を示す図

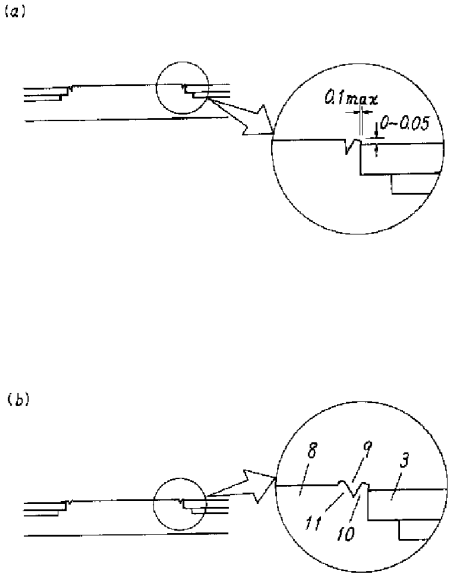
【符号の説明】

１　ヒートシンク
２　放熱フィン
３　放熱フィンリード
４　領域
５　インナーリード
６　接続領域
７　リード
８　突起部
９　溝
１０、１１　側面
２０　半導体ペレット
２１　パッケージ
２２　ワイヤ
３０　領域
４０　貫通孔
４１、４２　インナーリード
５０　固定台
５１　固定枠
５２　工具
５３、５４　面
５５　突起部
６０　固定台
６１　壁体
６２　キャピラリ
６３　隙間
６４　部位
７０　孔
７１　凹部
７２　貫通孔
７３　凸部
８０　固定枠
８１　アーム
８２　孔
１００　半導体ペレット
１０１　ボンデイング層
１０２　タブ
１０３　放熱フィンリード
１０４　樹脂パッケージ
１０５　放熱フィン
１０６　ヒートシンク
１０７　リベット部
１０８　結合孔

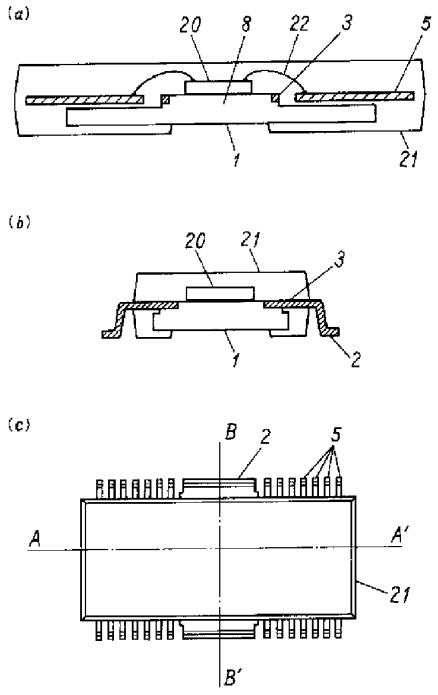
【図１】


B-B'
断面図
A-A'断面図
拡大図
0.1max
0~0.05
0.3
0.2
0.8

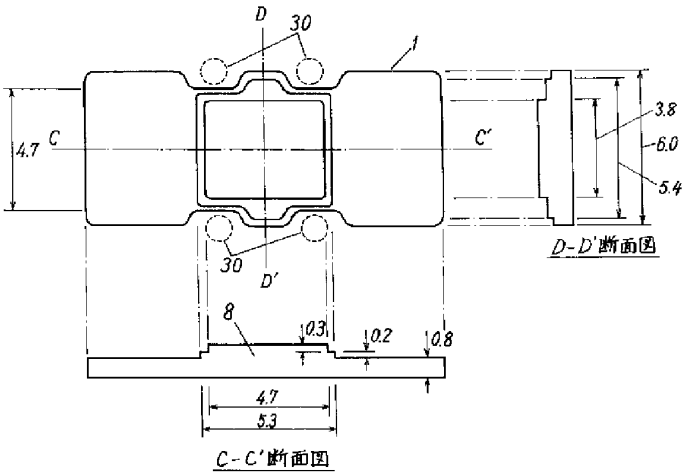
【図２】


(a)
(b)
0.1max
0~0.05

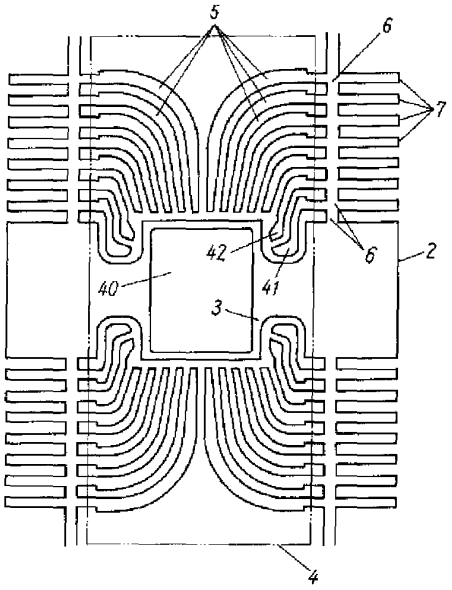
【図３】


(a)
(b)
(c)

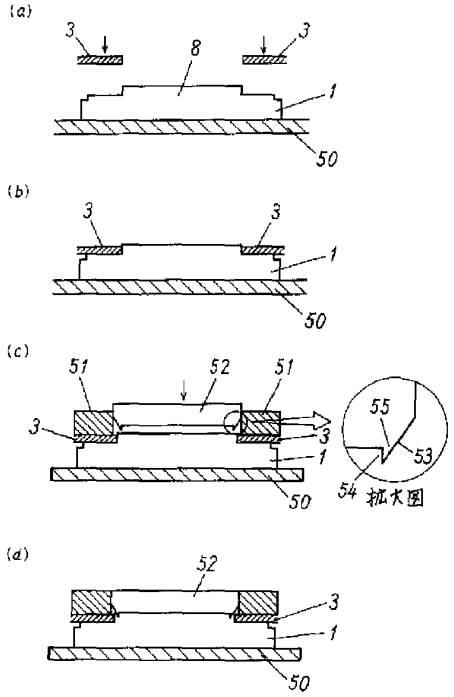
【図４】


D-D'断面図
C-C'断面図
3.8
6.0
5.4
4.7
5.3
0.3
0.2
0.8

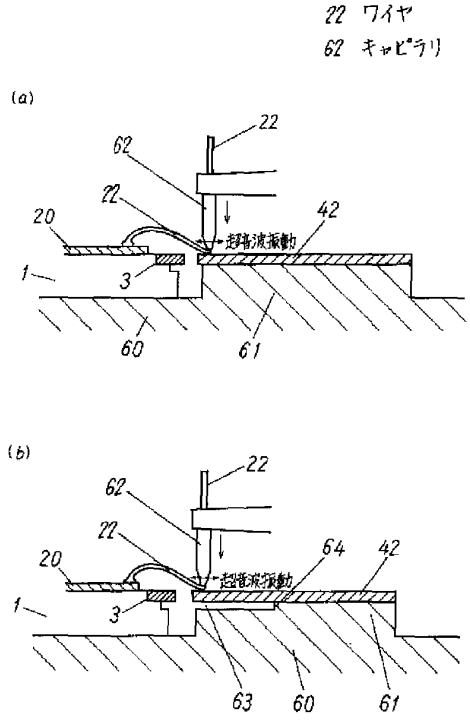
【図５】


5
6
7
42
40
41
3
6
2
4

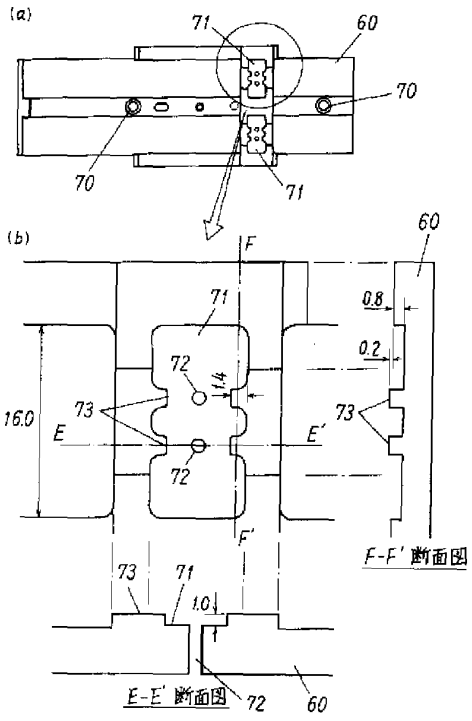
【図６】


(a)
3
8
3
1
50
(b)
3
3
1
50
(c)
51
52
51
3
3
1
50
55
53
54 拡大図
(d)
52
3
1
50

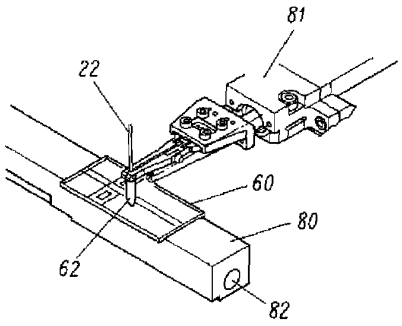
【図７】


22 ワイヤ
62 キャピラリ
(a)
22
62
22
20
超音波振動
42
1
3
60
61
(b)
22
62
22
20
超音波振動
64
42
1
3
63
60
61

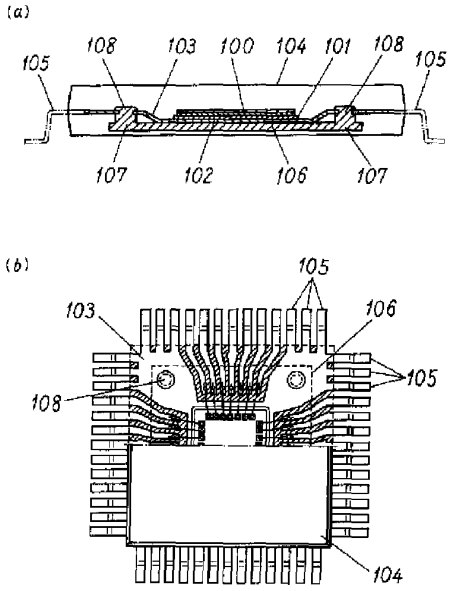
【図８】


(a)
71
60
70
70
71
(b)
F
60
71
0.8
0.2
72
1.4
16.0
73
E
E'
73
72
F'
F-F' 断面図
73
71
1.0
E-E' 断面図
72
60

【図９】


81
22
60
80
62
82

【図１０】


(a)
105
108
103
100
104
101
108
105
107
102
106
107
(b)
105
103
106
105
108
104

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **11-110790**
(43)Date of publication of application : **23.04.1999**

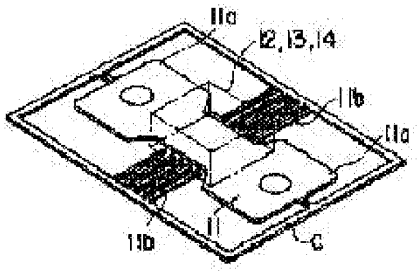
(51)Int.Cl. **G11B 7/135**

(21)Application number : **09-266593**
(22)Date of filing : **30.09.1997**

(71)Applicant : **TOSHIBA CORP**
(72)Inventor : **SHINODA MASAYUKI**

(54) OPTICAL HEAD DEVICE

(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laser light emitting element, which can reduce the cost and manufacturing process of a laser light emitting element applied to an optical head device.
SOLUTION: Concerning the laser light emitting element applied to this device, a laser unit 12 and a photodetector unit 13 are integrally held by a heat sink 14. Besides, the heat sink 14 is molded integrally with a lead frame 11 and a housing. At such a time, this housing is integrally arranged on the lead frame 11 so that the lead frame 11 and the heat sink 14 can be directly contacted. Thus, the laser element with high heat radiation efficiency can be provided.



(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報（Ａ）**　(11)特許出願公開番号

特開平11－110790

(43)公開日　平成11年(1999)４月23日

(51)Int.Cl.[6]	識別記号	ＦＩ	
Ｇ１１Ｂ　7/135		Ｇ１１Ｂ　7/135	Ｚ

審査請求　未請求　請求項の数７　ＯＬ　（全 ９ 頁）

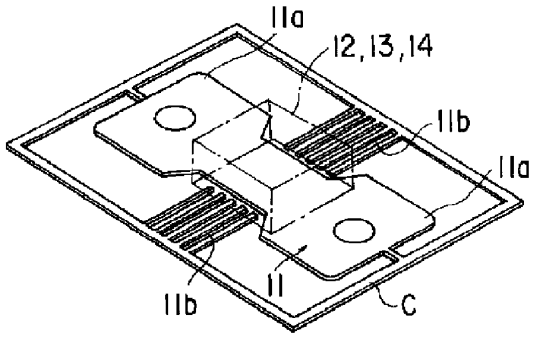
(21)出願番号　特願平9－266593

(22)出願日　平成９年(1997)９月30日

(71)出願人　000003078
株式会社東芝
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(72)発明者　篠田　昌幸
神奈川県川崎市幸区柳町70番地　株式会社東芝柳町工場内
(74)代理人　弁理士　鈴江　武彦　（外６名）

(54)【発明の名称】　光ヘッド装置

(57)【要約】
【課題】光ヘッド装置に適用されるレーザ発光素子のコストおよび製造工程を削減可能なレーザ発光素子を提供する
【解決手段】この発明の光ヘッド装置に適用されるレーザ発光素子は、レーザユニット１２とフォトディテクタユニット１３がヒートシンク１４により一体に保持される。また、ヒートシンクは、リードフレーム１１とハウジング１０とに、一体成形される。このとき、ハウジング１０は、リードフレーム１１上に一体に配置することで、リードフレーム１１とヒートシンク１４とを直接接触される。これにより、放熱効率の高いレーザ素子が提供される。



1

【特許請求の範囲】

【請求項１】光源からの光を記録媒体の記録面に集光するとともに、記録面で反射された光を概ね平行な光に変換する集光手段と、前記集光手段により概ね平行な光を前記集光手段から分離する方向変更手段と、前記方向変更手段により前記集光手段に向かう光と分離された光を光電変換して前記集光手段と記録媒体の記録面との位置関係を適正値に設定するための集光手段位置検出手段と、を有する光ヘッド装置において、

前記光源は、前記光源を熱伝導可能に外部構造体と接続する導体部材上に配置されていることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項２】前記光源は、前記集光手段位置検出手段を少なくとも一方を支持する基板に設けられた前記ヒートシンクに対し、補助基板を伴って、熱伝導可能に保持されていることを特徴とする請求項１記載の光ヘッド装置。

【請求項３】前記光源は、所定波長の光を出射する光出射面と、この光出射面に対向する光出射面後面と、光出射面および光出射面後面のそれぞれと直交するとともに互いに概ね平行に配列される２面のメタライズ面と、光出射面および光出射面後面のそれぞれと２面のメタライズ面のそれぞれに直交することで概ね立方体あるいは厚さのある板状体を構成する２端面を有し、この２端面を保護するシール剤により前記補助基板の所定の位置に固定されることを特徴とする請求項２記載の光ヘッド装置。

【請求項４】前記シール剤は、前記光源の２端面を気密する気密剤を兼ねることを特徴とする請求項３記載の光ヘッド装置。

【請求項５】前記シール剤は、前記光源を前記補助基板に固定する接着剤を兼ねることを特徴とする請求項３記載の光ヘッド装置。

【請求項６】光を出射する光出射面と、この光出射面に対向する光出射面後面と、光出射面および光出射面後面のそれぞれと直交するとともに互いに概ね平行に配列される２面のメタライズ面と、光出射面および光出射面後面のそれぞれと２面のメタライズ面のそれぞれに直交することで概ね立方体あるいは厚さのある板状体を構成する２端面を有し、所定波長の光を前記光出射面と直交する方向に出力する光源と、この光源からの光を記録媒体の記録面に集光するとともに、記録面で反射された光を概ね平行な光に変換する集光手段と、を有する光ヘッド装置において、前記光源は、前記光源を熱伝導可能に外部構造体と接続するリードフレーム上に配置されていることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項７】第１の方向に延出され、光を出射する光出射面と、この光出射面に対向する光出射面後面と、前記第１の方向と直交する第２の方向に延出され、互いに概ね平行に配列される２面のメタライズ面と、前記第１および第３の方向のそれぞれの方向と直交する第３の方向に沿って規定され、前記光出射面、前記光出射面後面、前記２面のメタライズ面のそれぞれとともに概ね立方体または厚さのある板状体を構成する２端面を有し、前記第１の方向に沿って所定波長の光を出力する光源と、この光源からの光を記録媒体の記録面に集光するとともに、記録面で反射された光を概ね平行な光に変換する集光手段と、を有する光ヘッド装置において、

前記光源は、前記光源を熱伝導可能に外部構造体と接続する導体部材上に配置されていることを特徴とする光ヘッド装置。

2

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】この発明は、記録媒体としての光ディスクから情報を再生するための光ヘッド装置に係り、特にレーザビームを提供するレーザユニットの改良に関する。

【０００２】

【従来の技術】光ディスク装置は、記録媒体としての光ディスクの記録面に、断面ビーム径が所定の大きさに設定された光ビームを照射する対物レンズを有する光ヘッド装置を含み、記録面に光ビームを照射することで、光ディスクに記録されている情報に対応する反射光を取り出して情報を再生する。

【０００３】上述した光ヘッド装置は、光ビームを発生する光源としての半導体レーザ素子（以下、単にレーザ素子と示す）と、レーザ素子から放射された光ビームを記録媒体としての光ディスクの記録面に収束させるとともに記録面で反射された反射光ビームを取り出す対物レンズと、対物レンズにより取り出された反射光ビームを光電変換して光ディスクに記録されている情報に対応する再生信号を出力するフォトディテクタと、それぞれの要素の間で、光ビームの光路を形成する複数の光学部材等等により形成されている。

【０００４】レーザ素子は、図７に示すように、レーザユニットベース（ステム）１０１上に形成されたレーザユニット１０２を有している。また、ステム１０１のレーザユニット１０２が形成される側には、レーザユニット１０２のレーザチップ１０３から放射されるレーザビームＬを外部に出射可能なガラス窓１０４が設けられているキャップ１０５が、気密構造に固定されている。なお、レーザユニット１０２は、ステム１０１に形成された図示しない回路部分を経由してステム１０１のレーザユニット１０２が形成される側と反対の側に複数本突出されたリードピン１０６により、図示しない駆動回路に接続される。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図７から明らかなように、レーザ素子は、気密確保のために、気密構造を必要とすることから、例えばガラス窓１０４

を含むキャップ１０５を用い、さらにキャップ１０５とステム１０１とを図示しないシール剤により密閉しなければならない。

【０００６】また、図８に示すように、例えば、レーザユニット１１２を、一体成形の箱形とした場合であっても、気密のために、ガラス板１１４が必要となる。この場合、レーザチップ１１３から所定波長のレーザビームを放射させるために、図示しない駆動回路とレーザユニット１１２とを接続するリードピン１１６は、ハウジング１１８にモールドされる。なお、ガラス板１１４は、レーザユニット１１２に対して気密構造に接続されなければならないことから、図示しないシール剤による気密処理も、図７に示したと同様に削減できない行程となる。また、図８に示した構造を用いた場合には、図７に示したキャップ１０５を用いる構造に比較して、部品コストは低減可能であるが、放熱性の点では、図７に示した構成が有利であり、レーザチップ１１３から発生されるレーザビームの波長が変動しやすい問題がある。

【０００７】このため、例えば、図９に示すように、図８に示した構造のレーザユニット１１２のハウジング１１８の背面（ガラス板１１４が密着される面に対向する面）に、放熱用の放熱アダプタ１１９を用意して放熱性を改善する例が提案されている。

【０００８】しかしながら、図９に示すように、放熱アダプタ１１９を必要とすることは、部品コストを増大させる問題がある。また、上述したように、いづれの製造方法および行程によっても、製造工程が複雑であったり、部品点数が削減できない等の理由から、組立コストが増大する問題がある。このことは、光ディスク装置の装置コストを増大させることになる。

【０００９】この発明の目的は、光ディスクから情報を再生する光ヘッド装置に適用されるレーザ発光素子を製造する際に、コストおよび工程を削減可能なレーザ発光素子を提供することにある。

【００１０】

【課題を解決するための手段】この発明は、上述した問題点に基づきなされたもので、光源からの光を記録媒体の記録面に集光するとともに、記録面で反射された光を概ね平行な光に変換する集光手段と、前記集光手段により概ね平行な光を前記集光手段から分離する方向変更手段と、前記方向変更手段により前記集光手段に向かう光と分離された光を光電変換して前記集光手段と記録媒体の記録面との位置関係を適正値に設定するための集光手段位置検出手段と、を有する光ヘッド装置において、前記光源は、前記光源を熱伝導可能に外部構造体と接続する導体部材上に配置されていることを特徴とする光ヘッド装置を提供するものである。

【００１１】また、この発明は、光を出射する光出射面と、この光出射面に対向する光出射面後面と、光出射面および光出射面後面のそれぞれと直交するとともに互いに概ね平行に配列される２面のメタライズ面と、光出射面および光出射面後面のそれぞれと２面のメタライズ面のそれぞれに直交することで概ね立方体あるいは厚さのある板状体を構成する２端面を有し、所定波長の光を前記光出射面と直交する方向に出力する光源と、この光源からの光を記録媒体の記録面に集光するとともに、記録面で反射された光を概ね平行な光に変換する集光手段と、を有する光ヘッド装置において、前記光源は、前記光源を熱伝導可能に外部構造体と接続するリードフレーム上に配置されていることを特徴とする光ヘッド装置を提供するものである。

【００１２】さらに、この発明は、第１の方向に延出され、光を出射する光出射面と、この光出射面に対向する光出射面後面と、前記第１の方向と直交する第２の方向に延出され、互いに概ね平行に配列される２面のメタライズ面と、前記第１および第３の方向のそれぞれの方向と直交する第３の方向に沿って規定され、前記光出射面、前記光出射面後面、前記２面のメタライズ面のそれぞれとともに概ね立方体または厚さのある板状体を構成する２端面を有し、前記第１の方向に沿って所定波長の光を出力する光源と、この光源からの光を記録媒体の記録面に集光するとともに、記録面で反射された光を概ね平行な光に変換する集光手段と、を有する光ヘッド装置において、前記光源は、前記光源を熱伝導可能に外部構造体と接続する導体部材上に配置されていることを特徴とする光ヘッド装置を提供するものである。

【００１３】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照してこの発明の実施の形態を詳細に説明する。図１に示されるように、光ヘッド装置１は、光ディスクの図示しない記録面に概ね平行に配置された本体ユニット２および本体ユニット２と光ディスクを所定の速度で回転する図示しないスピンドルモータとの間を移動可能に配置され、光ディスクの図示しない記録面に向けて本体ユニット２からのレーザビームを照射するアクチェータユニット３を有している。

【００１４】本体ユニット２には、偏光面の方向が所定方向に定義付けられたレーザビームＬを出射するレーザユニット１２、レーザユニット１２からのレーザビームＬをアクチェータユニット３（図示しない光ディスクの記録面）に向けて通過させるとともにその一部を図５を用いて後段に詳述するＡＰＣフォトディテクタに向けて反射し、さらにレーザユニット１２から放射されたレーザビームＬの断面形状を概ね円形に整える楕円補正プリズム５、楕円補正プリズム５を通過されたレーザビームＬをアクチェータユニット３に向けて案内するとともに、図示しない光ディスクの記録面で反射された反射レーザビームＬｒを所定の方向に案内するために反射レーザビームＬｒに所定の光学特性を与える偏光性ホログラム６、偏光性ホログラム６を通過したレーザビームＬを

コリメートとするコリメートレンズ７およびコリメートレンズ７を通過して光ディスクの記録面に照射されたレーザビームＬの偏光の方向と光ディスクの記録面から反射された反射レーザビームの偏光の方向を９０°回転するλ／４板８が、順に配置されている。なお、偏光性ホログラム６には、レーザビームＬが光ディスクの記録面で反射されて、λ／４板８により、円偏光からレーザユニット１２を出射された状態に比較して偏光の方向が９０°回転された光ディスクからの反射レーザビームのみを透過するとともに、所定の角度だけ回折させることのできる光学特性が与えられている。また、上述、楕円補正プリズム５、偏光性ホログラム６、コリメートレンズ７およびλ／４板８は、本体ユニット２の本体ブロック２ａに、一体的に配置されている。

【００１５】本体ブロック２ａは、熱伝導率が高く（すなわち放熱性に富み）、温度の変化にともなう形状変化が小さい、例えばアルミニウムにより形成されている。この本体ブロック２ａの所定位置には、図５を用いて後段に説明するリードフレーム状に形成されたステム（ユニットベース）１１の上に形成されたレーザユニット１２とフォトディテクタユニット１３が一体に固定されている。なお、フォトディテクタユニット１３とレーザユニット１２のそれぞれは、ステム１１の第１の面１１ａの面方向の概ね全域に延出された立方体状あるいは所定の厚さが与えられた板状のヒートシンク１４に熱伝導可能に固定されている。

【００１６】レーザユニット１２は、図２に示すように、ステム（リードフレーム）１１の第１の面１１ａと直交するヒートシンク１４のレーザチップ取付面１４ａに熱伝導可能に密着されたサブマウント１５と、サブマウント１５の所定の位置に固定されたレーザチップ１６からなる。

【００１７】レーザチップ１６は、図３に示すように、概ね立方体または厚さのある板状に形成され、第１の方向に延出されるとともに、図示しない半透明膜（保護膜）がコーティングされた光出射面１６ａおよび光出射面１６ａに対向する光出射面後面１６ｂ、光出射面１６ａおよび光出射面後面１６ｂのそれぞれに直交する第１の方向に延出され、互いに概ね平行に配列された一対の面であってレーザチップ１６の広い面積の部分を形成するメタライズ面１６ｃおよび１６ｄ、並びに第１および第２の方向のそれぞれに直交する第３の方向に沿った切断面１６ｅおよび１６ｆを有している。

【００１８】ところで、レーザチップ１６の多くは、詳述しない半導体層を複数層積層した後、広い面積の部分の酸化の防止と電気的導通の確保のために、それぞれの面がメタライズ加工され、さらに光出射面１６ａおよび光出射面後面１６ｂに、上述した半透明膜がコーティングされて、その後、所定の幅に切り出されて製造される。このため、メタライズ面１６ｃ，１６ｄと、光出射面１６ａおよび光出射面後面１６ｂは、実質的に気密加工されることになる。

【００１９】このことから、気密加工すなわちシール剤による気密処理は、上述した切断面１６ｅ，１６ｆを、外気から保護することが主目的となる。なお、光出射面１６ａと光出射面後面１６ｂおよび２面のメタライズ面１６ｃ，１６ｄは、他に保護材を伴わない構造となる。

【００２０】図４は、図２に示したレーザユニット１２のサブマウント１５の外周面の特徴を説明する概略図である。図４に示されるように、サブマウント１５は、ヒートシンク１４のレーザチップ取付面１４ａと接触される第１の広い面積の面１５１、第１の面１５１に対向する第２の広い面積の面（レーザチップ保持面）１５２、この第１および第２の面のそれぞれに挟まれ、互いに対をなす１組の平行な面１５３および１５４、第１の面ないし第４の面１５１ないし１５４のそれぞれに囲まれた２面の内の一方である底面１５５、底面１５５に対向するとともに、レーザチップ面１５２から第１の面１５１に向けて僅かな段部１５０が設けられた上面１５６からなる６面により囲まれた立方体または厚さの厚い板状体である。なお、サブマウント１５は、例えば窒化アルミ（Al_2N_3）等の絶縁物により構成されている。

【００２１】サブマウント１５の第１の面１５１の全面は、メタライズ（金属メッキ）加工によりメタライズされている。同様に、第２の面１５２および上面１５６は、第２の面１５２の所定位置に密着されるレーザチップ１６に駆動電流を供給可能とするための絶縁ギャップを提供する絶縁領域１５２ａおよび１５６ａを除く全面が、メタライズ加工によりメタライズされている。従って、第２の面１５２と、上面１５６のそれぞれがメタライズされる領域は、上述した絶縁領域１５２ａと１５６ａにより、それぞれ、２つの領域（第１の導体領域）１５２ｂ，（第２の導体領域）１５２ｃおよび（第１の導体領域）１５６ｂ，（第２の導体領域）１５６ｃに分割される。なお、第１の面１５１と上面１５６および第２の面１５２のメタライズ領域は、上述した段部１５０により、電気的に独立に構成される。また、レーザチップ１６は、レーザチップ保持面（第２の面）１５２のメタライズされた領域１５２ｂに密着されるものとする。

【００２２】図４に示した構成において、サブマウント１５のレーザチップ保持面１５２の領域１５２ｂに密着されたレーザチップ１６に、レーザチップ１６によるレーザ発光を可能とする所定の駆動電流を供給するために、領域１５２ｃから、例えばレーザチップ１６のアノード１６ａに、ボンディングワイヤ１５７が接続される。一方、レーザチップ１６のカソード１６ｂは、レーザチップ保持面１５２の領域１５２ｂと電気的に接続された上面１５６の領域１５６ｂにより図示しない駆動電源と接続される。これにより、レーザチップ１６によるレーザ発光を可能とするための駆動電源の接続構造を簡

素化できる。

【００２３】このように、サブマウント１５のヒートシンク１４と接する面１５１とレーザチップ１６が密着される対向面（第２の面）１５２と、それぞれの面を接続する第３および第４の面１５３，１５４ならびに底面１５５および上面１５６の少なくとも１面（上述した例では、第３の面１５３）をメタライズしてサブマウント１５に密着されるレーザチップ１６に、レーザ駆動電流を供給可能な導体部分を設けることにより、従来のレーザユニットにおいて削減することのできなかった中継部材（配線材）を用いることなく、レーザチップ１６に所定の駆動電流を供給可能となる。

【００２４】図５は、図２に示したレーザユニット１２とフォトディテクタユニット１３とを保持するステム１１として利用されるリードフレームの概略図である。図５に示されるように、ステムすなわちリードフレーム１１は、本体ブロック２ａへの固定を可能とする取付タブ１１ａ，１１ａ、レーザユニット１２およびフォトディテクタユニット１３のそれぞれの各要素と図示しない駆動回路または検出回路もしくは増幅回路等と接続されるリードピンエリア１１ｂおよびリードフレーム１１上に、レーザユニット１２およびフォトディテクタユニット１３を一体に保持するハウジング１０が、例えばセラミックにより一体成形される際に、半導体製造プロセスに利用されるＴＣＰ（Ｔａｐｅ　Ｃａｒｒｉｅｒ　Ｐａｃｋｋａｇｅ，テープキャリアパッケージ）手法に類似した成形工程の利用を可能とするフレーム１１ｃからなる。なお、フレーム１１は、ハウジング１０が成形された後、切断される。

【００２５】このように、レーザユニット１２およびフォトディテクタユニット１３を一体に保持するハウジング１０を、リードフレーム１１上に一体に配置することで、リードフレーム１１とヒートシンク１４とを直接接触させることが可能となる。

【００２６】従って、放熱効率の高いレーザ素子が提供される。アクチェータユニット３は、後述する対物レンズを、図示しない光ディスクの記録面に沿うとともに記録面に形成されている図示しないトラックを横切る方向にシーク移動させるキャリッジ３０を有している。

【００２７】キャリッジ３０は、キャリッジ３０と一体に形成されるリニアモータの一部をなす一対のラジアル駆動コイル３１，３１と一対のガイドレール３２，３２により、光ディスクの半径方向に移動される。

【００２８】キャリッジ３０には、レーザユニット４から出射され、光ディスクの記録面に概ね平行に案内されるレーザビームＬを、後述する対物レンズに入射させるために折り曲げる立上げミラー３３が配置されている。

【００２９】立上げミラー３３に案内され、立上げミラー３３で反射されたレーザビームＬが向かう方向すなわち立上げミラー３３と光ディスクとの間には、立上げミラー３３で反射されたレーザビームＬを光ディスクの記録面の所定深さすなわち図示しない記録層に結像させるとともに光ディスクの記録層で反射された反射レーザビームＬｒをレーザユニット４に向けて送出するための対物レンズ３４が配置されている。

【００３０】対物レンズ３４は、対物レンズ３４を保持するレンズホルダ３５に保持され、キャリッジ３０の所定の位置に固定された支持部材３６とレンズホルダ３５との間に渡されたばね３６ａにより、レンズホルダ３５が光ディスクの記録面と直交する方向に移動可能に支持されることにより光ディスクの記録面と直交する方向に移動可能に保持されている。

【００３１】レンズホルダ３５の周囲であって立上げミラー３３に案内されるレーザビームＬと立上げミラー３３に戻される反射レーザビームＬｒを遮ることのない位置には、レンズホルダ３５を、光ディスクの記録面に平行であって、記録面に同心円状またはスパイラル状に形成されている図示しないトラック（記録層を定義する案内溝）を横切る方向（トラック制御方向）に移動させるトラック制御用コイル３７、同レンズホルダ３５を、光ディスクの記録面と直交する方向（フォーカス制御方向）に移動させるフォーカス制御用コイル３８およびそれぞれのコイルに電流が供給されることにより発生される力を対物レンズ３４を移動させるための推進力に変換するための固定磁石３９が配置されている。

【００３２】図６には、図１に示されている光ヘッド装置を制御する制御部の一例が示されている。図６に示されるように、光ヘッド装置１は、図示しないホストコンピュータに接続され、ホストコンピュータの指示に基づいて、図示しない光ディスクの所定トラックに記録されているにデータを取り出してホストコンピュータに送信する制御部９を有している。

【００３３】制御部９は、図示しないホストコンピュータの指示に基づいてレーザユニット１２のレーザチップ１６から所定の光強度のレーザビームＬを発生させるとともに、アクチェータユニット３に搭載されている対物レンズ３４を、光ディスクに対して所定の位置関係となるよう対物レンズ３４の位置を制御し、光ディスクに記録されている情報を再生するために光ヘッド装置１を制御する主制御回路５０を有している。

【００３４】主制御回路５０には、レンズホルダ３５すなわち対物レンズ３４を光ディスクの記録面と平行に移動させるリニアモータ制御回路５１が接続されている。リニアモータ制御回路５１は、主制御回路５０から供給される目標トラックの位置信号に基づいて、アクチェータユニット３を光ディスクの記録面の目標トラックの近傍に移動させる。

【００３５】また、主制御回路５０には、レーザチップ１６から所定の強度のレーザビームを出射させるレーザ駆動回路５２が接続されている。レーザ駆動回路５２

は、フォトディテクタユニット１３の図示しないＡＰＣ用受光領域からの出力に基づいて、レーザチップ１６が一定強度のレーザビームＬを出力可能に、レーザチップ１６に供給される駆動電流の大きさを制御する。

【００３６】さらに、主制御回路５０には、対物レンズ３４すなわちレンズホルダ３５を、対物レンズ３４の焦点距離が光ディスクの図示しない記録面と対物レンズ３４との間の距離に一致するよう、レンズホルダ３５を光ディスクの記録面と直交する方向に移動させるフォーカス制御回路５３が接続されている。

【００３７】フォーカス制御回路５３は、図示しないフォーカスずれ検出領域から出力されるフォーカスずれ信号に基づいて、フォーカス制御コイル３８に、所定の極性（方向）の電流を供給する。

【００３８】主制御回路５０にはまた、フォーカスずれ検出領域から出力される全ての出力に基づいて光ディスクに記録されているデータを取り出す情報信号処理回路５４が接続されている。

【００３９】またさらに、主制御回路５０には、図示しないトラックずれ検出領域の出力から求められるトラックずれ信号に基づいて対物レンズ３４を図示しないトラックと直交する方向に移動させるためにトラック制御コイル３７に、所定の極性（方向）の電流を供給するトラック制御回路５５が接続されている。

【００４０】また、主制御回路５０には、図示しないＡＰＣ用受光領域の出力を参照して、レーザチップ１６が放射している出力光強度の大きさを特定し、レーザ駆動回路５２にフィードバックするＡＰＣ回路５６が接続されている。

【００４１】次に、図１を用いて光ヘッド装置１の動作について説明する。図示しない電源スイッチが投入されると、主制御回路５０の制御により、図示しないメモリからイニシャルプログラムが読み出され、アクチェータユニット３が所定位置に移動される。詳細には、リニアモータ制御回路５１の制御により、アクチェータユニット３が所定の位置、例えば光ディスクの図示しない記録面の図示しないリードインエリアのキャリブレーションエリアに移動される。

【００４２】続いて、レーザ駆動回路５２の制御により、レーザチップ１６が予備発光される。この予備発光により得られる反射レーザビームＬｒに基づいて、対物レンズ３４と光ディスクとの間の距離と、対物レンズ３４により収束性が与えられたレーザビームＬが最小ビームウエストを示す収束点と対物レンズ３４との間の距離との差、すなわちフォーカスずれが検知され、フォーカスずれに対応する駆動電流がフォーカスコイル３８に供給されて、対物レンズ３４がフォーカスロックされる。

【００４３】以下、主制御回路５０の制御により、レーザ駆動回路５２から所定の大きさのレーザ駆動電流がレーザチップ１６に供給され、レーザチップ１６から所定の光強度のレーザビームＬが放射される。

【００４４】レーザチップ１６を放射されたレーザビームＬは、楕円補正プリズム５によりフォトディテクタユニット１３の図示しないＡＰＣ用受光領域に向けて一部が反射され、残りは偏光性ホログラム６に向けられる。

【００４５】偏光性ホログラム６に到達したレーザビームＬは、コリメートレンズ７でコリメートされ、λ／４板８により偏向の方向が所定の方向の直線偏光から円偏光に変化されて、立上げミラー３３に向けられる。

【００４６】立上げミラー３３に到達した円偏光のレーザビームＬは、立上げミラー３３により反射されて対物レンズ３４に入射され、対物レンズ３４により、光ディスクの記録面に、所定の断面形状で収束される。

【００４７】光ディスクの記録面に収束された円偏光のレーザビームＬは、記録面に記録されている情報すなわち記録マーク（ピット）の有無に応じて光強度が変化されて反射され、対物レンズ３４に戻される。なお、対物レンズ３４の位置と光ディスクとの間の距離および対物レンズ３４を通過されたレーザビームＬの中心とトラック中心とのずれに応じて、図３を用いて説明したフォトディテクタユニット１３の図示しない各受光領域により出力される出力信号が変化されることから、それぞれの受光領域からの出力に基づいて、レンズホルダ３５すなわち対物レンズ３４がフォーカス制御方向とトラック制御方向に移動され、所定のトラックの記録マーク（ピット列）が正確に追尾される。

【００４８】対物レンズ３４に戻された光ディスクの記録面からの反射レーザビームＬｒは、対物レンズ３４により再び平行なレーザビームに戻され、立上げミラー３３によりλ／４板８に向けて反射される。

【００４９】λ／４板８に戻された反射レーザビームＬｒは、円偏光から偏光性ホログラム６を通過した際の偏光の方向に比較して偏光の方向が９０°回転された直線偏光に変換され、レンズ７により所定の収束性が与えられて、偏光性ホログラム６に向けられる。

【００５０】偏光性ホログラム６に到達した反射レーザビームＬｒは、偏光性ホログラム６に予め設けられている図示しない回折ホログラムパターンにより回折されて、フォトディテクタユニット１３の図示しない受光領域のそれぞれに向けて所定量だけシフトされて、それぞれの受光領域に結像される。

【００５１】各検出領域に案内されたレーザビームＬｒは、同光検出領域により、光強度に対応した大きさの電気信号に変換され、フォーカスエラー信号および再生信号の生成に利用される。なお、フォーカスエラー信号のもとになるフォーカスずれの検出には、周知のさまざまな検出方法の任意の方法が利用可能であるから、詳細な説明は省略する。また、再生信号の生成についても、周知の多くの方式が適用可能であるから、ここでは詳細な説明を省略する。

【００５２】続いて、フォーカスエラー信号に基づいて、レンズホルダ３５が光ディスクの記録面と直交する方向に移動され、対物レンズ３４のフォーカスが制御される。また、トラックずれ検出領域に案内された反射レーザビームＬｒは、同検出領域により、光強度に対応した大きさの電気信号に変換され、トラックラー信号の生成に利用される。なお、トラックエラー信号のもとになるトラックずれの検出には、周知のさまざまな検出方法の任意の方法が利用可能であるから、詳細な説明は省略する。

【００５３】なお、トラッキングにおいては、トラック制御回路７５からのトラックエラー信号に対応する所定の方向の電流であるトラック制御信号がトラック制御コイル３７，３７に供給されることで、レンズホルダ３５（すなわち対物レンズ３４）が光ディスクの記録面の図示しないトラックと直交する方向すなわち光ディスクの半径方向に沿って往復動される。

【００５４】以下、既に説明したように、第１ないし第４の検出領域２２ａないし２２ｄの出力は、情報再生回路５４により、光ディスクに記録されている情報の情報長さ（大きさ）および情報の個数等が読み出され、主制御回路５０を経由して図示しないホストコンピュータに報知される。

【００５５】

【発明の効果】以上説明したように、この発明の光ヘッド装置においては、レーザユニットとフォトディテクタユニットのそれぞれの各要素と図示しない駆動回路または検出回路もしくは増幅回路等と接続されるリードピンエリアとヒートシンクに接触されるリードフレーム（導体部材）は、レーザユニットおよびフォトディテクタユニットを一体に保持するハウジングと一体に成形される。従って、放熱効率の高いレーザ素子が提供される。また、要素の数が低減されることにより、コストが低下される。

【図面の簡単な説明】

【図１】この発明の実施の形態を適用したレーザユニットを用いた光ヘッド装置を示す概略図。

【図２】図１に示した光ヘッド装置に利用されるレーザユニットを示す概略図。

【図３】図２に示したレーザユニットに用いられるレーザチップを説明する概略図。

【図４】図２に示したレーザユニットにおいて、レーザチップのマウントベースとして利用されるサブマウントの特徴を説明する概略図。

【図５】図２に示したレーザユニットと一体に配置されるフォトディテクタユニットとレーザユニットを一体に保持するステムに利用されるリードフレームの例を示す概略図。

【図６】図１に示した光ヘッド装置を制御する制御部の一例を示す概略ブロック図。

【図７】従来から利用されている発光素子の一例を示す概略図。

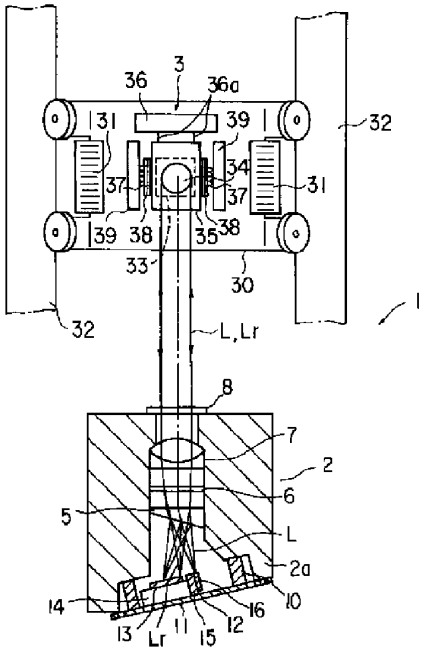
【図８】従来から利用されている発光素子の一例を示す概略図。

【図９】従来から利用されている発光素子の放熱アダプタの一例を示す概略図。

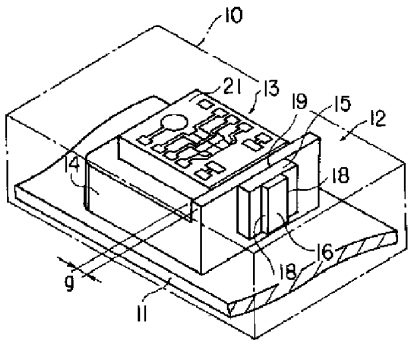
【符号の説明】

１　…光ヘッド装置、
２　…本体ユニット、
３　…アクチェータユニット、
５　…楕円補正プリズム、
６　…偏光性ホログラム、
７　…コリメータレンズ、
８　…λ／４板、
９　…制御部、
１０　…ハウジング、
１１　…ステム、
１２　…レーザユニット、
１３　…フォトディテクタユニット、
１４　…ヒートシンク、
１４ａ…レーザチップ取付面、
１５　…サブマウント、
１６　…レーザチップ、
１６ａ…光出射面、
１８　…シール剤、
３０　…キャリッジ、
３１　…ラジアル駆動コイル、
３２　…ガイドレール、
３３　…立上げミラー、
３４　…対物レンズ、
３５　…レンズホルダ、
３６　…支持部材、
３７　…トラック制御コイル、
３８　…フォーカス制御コイル、
３９　…固定磁石、
５０　…主制御回路、
５１　…リニアモータ制御回路、
５２　…レーザ駆動回路、
５３　…フォーカス制御回路、
５４　…情報信号処理回路、
５５　…トラック制御回路、
５６　…ＡＰＣ回路。

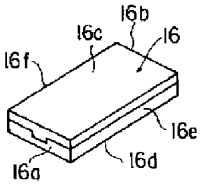
【図１】



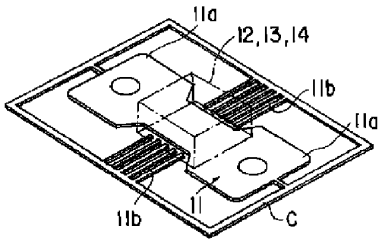
【図２】



【図３】

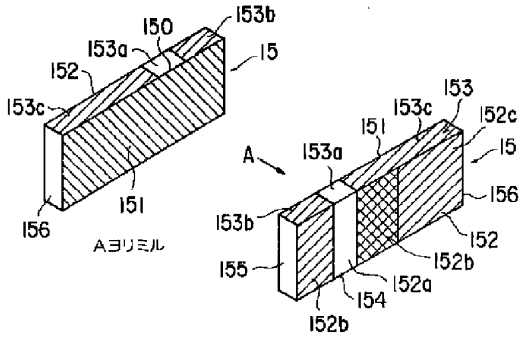


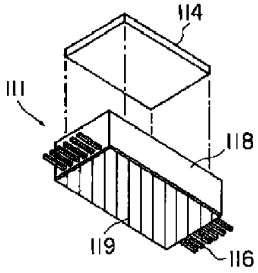
【図５】



【図４】

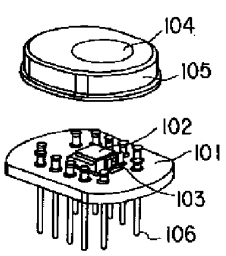
【図９】

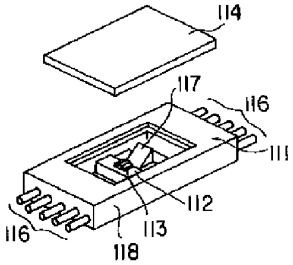




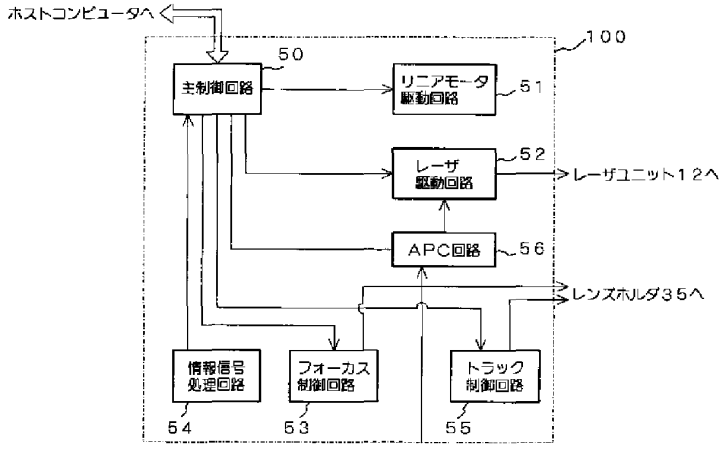
【図７】

【図８】





【図６】


ホストコンピュータへ
100
50
主制御回路
リニアモータ
駆動回路
51
レーザ
駆動回路
52
レーザユニット12へ
APC回路
56
レンズホルダ35へ
情報信号
処理回路
フォーカス
制御回路
トラック
制御回路
54
53
55

SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING DEVICE

Publication number: JP11121809 (A)

Publication date: 1999-04-30

Inventor(s): INOUE TOMIO; UDA KOJI +

Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRONICS CORP +

Classification:

- international: ***H01L33/00; H01L25/16;*** **H01L33/00; H01L25/16;** (IPC1-7): H01L33/00

- European: H01L25/16L

Application number: JP19970283317 19971016

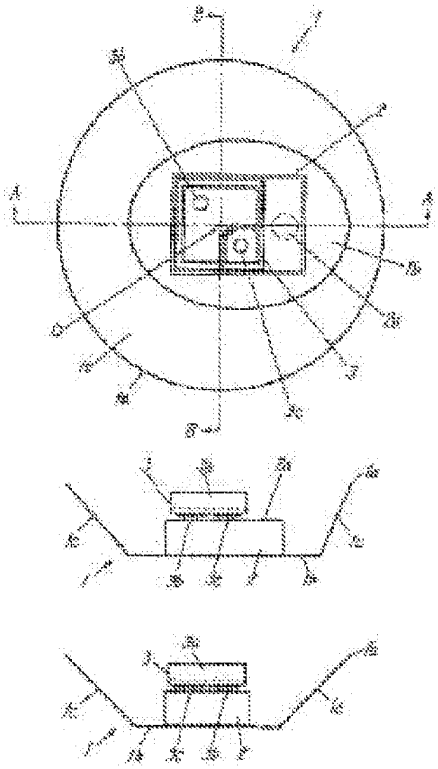
Priority number(s): JP19970283317 19971016

Also published as:

JP3915196 (B2)

Abstract of **JP 11121809 (A)**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor light emitting device wherein a desirable light emission intensity characteristics and light distribution characteristics are maintained, by suppressing effect of a dark part occurring on a mount part side. SOLUTION: On a mount part 1 at an upper end of a lead frame, an Si diode element 2 which is rectangle in top view and an LED element 3 wherein, its top view shape smaller than that, an insulating substrate is faced upward and used as a light take-out surface, are piled in order, and the mount part 1 comprises a flat bottom plate 1b which is a mounting surface for the Si diode element 2 and a peripheral wall 1c comprising such tilt as rising while spreading outside from the peripheral edge or the bottom plate 1b,; and the bottom plate 1b is deviated in longitudinal direction of the Si diode element 2 relative to the contour of an upper end edge of the peripheral wall 1c of the mount part 1, so that occurrence of a dark part due to a gap between the Si diode element 2 and the peripheral wall 1c is suppressed.



Data supplied from the ***espacenet*** database — Worldwide

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報（Ａ）**　(11)特許出願公開番号

特開平11－121809

(43)公開日　平成11年(1999)４月30日

(51)Int.Cl.[6]	識別記号	ＦＩ	
Ｈ０１Ｌ　33/00		Ｈ０１Ｌ　33/00	Ｎ

審査請求　未請求　請求項の数６　ＯＬ　（全　９　頁）

(21)出願番号　特願平9－283317

(22)出願日　平成９年(1997)10月16日

(71)出願人　000005843
松下電子工業株式会社
大阪府高槻市幸町１番１号

(72)発明者　井上　登美男
大阪府高槻市幸町１番１号　松下電子工業株式会社内

(72)発明者　右田　幸治
大阪府高槻市幸町１番１号　松下電子工業株式会社内

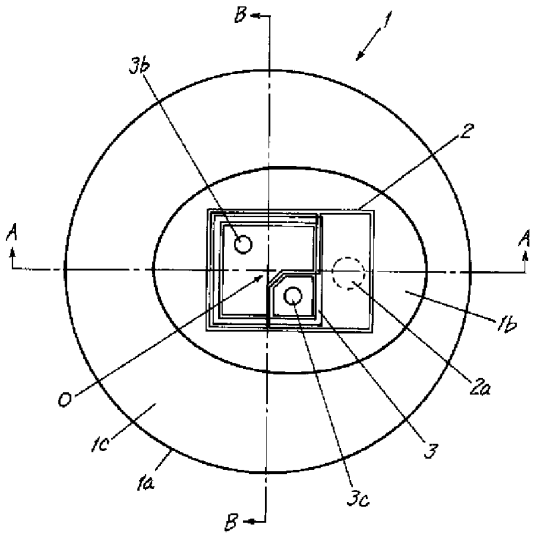
(74)代理人　弁理士　滝本　智之　（外１名）

(54)【発明の名称】　半導体発光装置

(57)【要約】

【課題】　マウント部側に生じる暗部による影響を抑えて好ましい発光強度特性及び配光特性を維持できる半導体発光装置を提供する。

【解決手段】　リードフレームの上端のマウント部１の上に、平面形状が長方形のＳｉダイオード素子２及びこれより小さい平面形状であって絶縁性の基板を上面に向けてこれを光取り出し面としたＬＥＤ素子３を順に重ねて搭載し、マウント部１をＳｉダイオード素子２の搭載面とした平坦な底板１ｂと、この底板１ｂの外周縁から外に向けて広がる向きに立ち上げた傾斜を持つ周壁１ｃとから構成し、マウント部１の周壁１ｃの上端縁の輪郭に対して底板１ｂをＳｉダイオード素子２の長手方向に偏在配置し、Ｓｉダイオード素子２と周壁１ｃとの間の隙間による暗部の発生を抑える。



1

【特許請求の範囲】

【請求項１】　リードフレームの上端のマウント部の上に、平面形状が長方形のサブマウント素子及びこのサブマウント素子よりも小さい平面形状のＬＥＤ素子を順に重ねて搭載し、ＬＥＤ素子は透光性の基板を上面に向けてこれを光取り出し面とするとともに下面に設けたｐ側及びｎ側の極をそれぞれサブマウント素子に導通させた半導体発光装置であって、マウント部をサブマウント素子の搭載面とした平坦な底板と、この底板の外周縁から外に向けて広がる向きに立ち上げた傾斜を持つ周壁とから構成し、マウント部の周壁の上端縁の輪郭に対して底板をサブマウント素子の長手方向に偏在配置してなる半導体発光装置。

【請求項２】　底板の平面形状を長円または楕円などの偏平円とするとともに、サブマウント素子の長辺を偏平円の長軸方向に平行に配置してなる請求項１記載の半導体発光装置。

【請求項３】　底板を、マウント部の周壁に対して底板自身の長軸方向に偏心配置してなる請求項２記載の半導体発光装置。

【請求項４】　サブマウント素子を底板に対して同心上に配置してなる請求項１または３記載の半導体発光装置。

【請求項５】　ＬＥＤ素子をマウント部の周壁の上端縁の輪郭と同心上に配置してなる請求項１，３，４のいずれかに記載の半導体発光装置。

【請求項６】　底板の外周縁と周壁の下端縁との間を、底板を下向きに没させるスペーサ壁によって連接してなる請求項１から５のいずれかに記載の半導体発光装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、フリップチップ式の半導体チップを発光素子として備えた半導体発光装置に係り、特に発光素子を搭載するリードフレームのマウント部からの反射光を含む発光の配光性を改善した半導体発光装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】ＧａＮ，ＧａＡｌＮ，ＩｎＧａＮ及びＩｎＡｌＧａＮ等の窒化ガリウム系化合物半導体は、可視光発光デバイスや高温動作電子デバイス用の半導体材料として多用されるようになり、青色発光ダイオードの分野での展開が進んでいる。

【０００３】このような窒化ガリウム系化合物半導体を用いる発光素子は、半導体膜を成長させるための結晶基板として、一般的には絶縁性のサファイアが利用され、半導体層に設けるｐ側及びｎ側の電極はそれぞれ結晶基板と対向する一面側に形成されることになる。そして、ＬＥＤランプの場合では、結晶基板を下向きの姿勢としてリードフレームの上端のマウント部上に発光素子を搭載し、ペーストで固定する。発光素子の上面のｐ側及び

2

ｎ側の電極はそれぞれＡｕワイヤーによって各リードフレームに接続され、発光素子を電気的に導通させる。さらに、リードフレームのマウント部を含む上端部は、透光性のエポキシ樹脂によってレンズ機能を持った砲弾形状にモールドされる。この場合、樹脂レンズの中心光軸上にマウント部と発光素子の中心がくるように設計されている。

【０００４】一方、このようなサファイア等の光透過性の絶縁性基板に半導体層を設ける発光素子では、静電気に対して非常に弱いという傾向があるので、絶縁性の基板を持つ発光素子であっても静電気等の高電圧の印加による破壊が防止できる機能を備えたものも既に開発されている。

【０００５】図１０はこの静電気の印加に対する破壊防止機能を持つＬＥＤランプの例であって、同図（ａ）はその縦断面図、同図（ｂ）は要部の平面図である。

【０００６】図において、リードフレーム５０ａの上端に椀状に形成したマウント部５１の上面にサブマウント素子として静電気保護機能を持つＳｉダイオード素子５２がその主面を上向きとして搭載され、このＳｉダイオード素子５２の上方に重ねてＧａＮ系のＬＥＤ素子５３を搭載している。そして、Ｓｉダイオード素子５２のｎ電極及びｐ電極は、それぞれＬＥＤ素子５３のｐ電極及びｎ電極にマイクロバンプ５４ａ，５４ｂによって電気的に接続されるとともに固定されている。さらに、Ｓｉダイオード素子５２のｐ電極上のボンディングパッド部５５とリードフレーム５０ｂとはＡｕワイヤー５６を介してワイヤーボンディングにより接続されている。そして、これらの各要素はエポキシ樹脂５７によってレンズ機能を持った砲弾形状にモールドされ、これによって静電気保護素子を内包したＬＥＤランプが構成される。

【０００７】ＧａＮ系のＬＥＤ素子５３は透光性であって絶縁性のサファイア基板を結晶基板として、その上にＧａＮ系化合物の半導体膜を積層したものであり、このサファイア基板が上端となるように配置されてこれが光取り出し面となる。そして、ｐ－ｎ接合域の発光層からの光は、サファイア基板から上に向かうものに加えて、側方に放出されるものもあり、これをマウント部５１の内周面で反射させて光取り出し効率を上げるようにしている。

【０００８】このような側方への光を反射させるため、マウント部５１は図示のように、逆円錐台状の外郭形状を持ち、サファイア基板からの光軸に対して周壁を傾斜させてその内周面を反射面としたものが従来の基本的な構成である。すなわち、マウント部５１は円形の底板５１ａの上にＳｉダイオード素子５２を搭載して、周壁５１ｂの中にＬＥＤ素子５３のサファイア基板までが没するような容量を有している。

【０００９】

【発明が解決しようとする課題】ところが、ＬＥＤ素子

５３だけをマウント部５１の底板５１ａの上に載せる場合に比べると、サブマウント素子としてのＳｉダイオード素子５２がそれぞれの間に組み込まれる場合は、二つの大きな問題が生じる。

【００１０】その第一は、ＬＥＤ素子５３は平面形状がほぼ正方形としたものが一般的なので、ボンディングパッド部５５をこのＬＥＤ素子５３と干渉しないように配置するためには、Ｓｉダイオード素子５２は図１０の（ｂ）に示すように長方形の平面形状としなければならない。そして、このようなＳｉダイオード素子５２の形状の制約は、それ自身の加工及びＬＥＤ素子５３とのアセンブリーに必要な製造上からくるものでもあるが、Ｓｉダイオード素子５２が長方形状であると、同図（ｂ）に示すように、ＬＥＤ素子５３はボンディングパッド部５５と反対側の左側に偏った配置となる。このため、樹脂レンズ５７の中心光軸上にマウント部５１の底板５１ａの中心がある従来のリードフレームの場合は、ＬＥＤ素子５３の中心が前記中心光軸上からずれるために、ＬＥＤランプの配光特性において、最も発光強度が強い場所がＬＥＤランプの中心光軸上からずれるという問題が生じる。

【００１１】第二は、Ｓｉダイオード素子５２の嵩の分だけＬＥＤ素子５３の発光面が高くなっているために、Ｓｉダイオード素子５２の周りの底板５１ａと周壁５１ｂの下端縁の近傍は、このＳｉダイオード素子５２による影ができやすくなり、暗くなる傾向にある。したがって、マウント部５１の底板５１ａを鏡面状にしても、反射する光の量が少なく、発光強度への貢献度はきわめて小さくなり、配光特性を悪くするといった問題である。

【００１２】具体的に説明すると、図１０の（ｂ）に示す配置では、ＬＥＤ素子５３の側面からマウント部５１の周壁５１ｂまでの間は、側面の向きによって距離Ａの長いものと距離Ｂの短いものとに分かれてしまう。したがって、距離Ａの部分すなわちＳｉダイオード素子５２の長辺に沿う部分では暗部となる領域（図中の一点鎖線のハッチングで示す）が広くなり、短辺に沿う部分では暗部の領域が狭くなる。このため、Ｓｉダイオード素子５２の周りは一様な暗さではなく、領域が広い部分のほうが狭い領域に比べると暗さの度合いが大きくなる。

【００１３】このように底板５１ａは、Ｓｉダイオード素子５２周りで暗さが一様でないと、ＬＥＤ素子５３の側方からの光をマウント部５１の周壁５１ｂで反射させても、暗部の存在によってＬＥＤランプの配光特性に少なからず影響を及ぼす。そして、暗部の広さ及び暗さの度合いが大きい同図（ｂ）の一点鎖線で示す領域に相当する部分が最も発光強度を減衰させることは明らかである。したがって、同図（ｂ）において、マウント部５１の中心を通る垂直線に沿う方向に配光特性を観察すれば、一点鎖線の部分の影響で、ある角度で配光特性の発光強度に大きな谷が生じることが確認される。

【００１４】このように、サブマウント素子である静電気保護用のＳｉダイオード素子５２の上にＬＥＤ素子５３を配置してその光取り出し面を上向きとした半導体発光装置では、マウント部５１の底板５１ａからの高さの嵩が大きいことから暗部が生じやすく、この暗部自体にも暗さの度合いの分布がある。したがって、このような半導体発光装置の配光特性は、暗部による影響を受けて急激に発光強度が下がる角度があり、良好な配光特性が得られなくなる。

【００１５】本発明において解決すべき課題は、ＬＥＤランプの中心光軸上にＬＥＤ素子が配置できるようなマウント部の構造にするとともに、マウント部側に生じる暗部による影響を抑えて好ましい配光特性を維持できる半導体発光装置を提供することにある。

【００１６】

【課題を解決するための手段】本発明は、リードフレームの上端のマウント部の上に、平面形状が長方形のサブマウント素子及びこのサブマウント素子よりも小さい平面形状のＬＥＤ素子を順に重ねて搭載し、ＬＥＤ素子は透光性の基板を上面に向けてこれを光取り出し面とするとともに、下面に設けたｐ側及びｎ側の極をそれぞれサブマウント素子に導通させた半導体発光装置であって、マウント部をサブマウント素子の搭載面とした平坦な底板と、この底板の外周縁から外に向けて広がる向きに立ち上げた傾斜を持つ周壁とから構成し、マウント部の周壁の上端縁の輪郭に対して底板をサブマウント素子の長手方向に偏在配置してなることを特徴とする。

【００１７】このような構成により、ＬＥＤランプの樹脂レンズの中心光軸上に、マウント部の周壁の上端縁の輪郭の中心とＬＥＤ素子の中心とが一致するように配置することが可能となり、ＬＥＤランプの中心光軸上の発光強度を最も強くすることができる。

【００１８】

【発明の実施の形態】請求項１に記載の発明は、リードフレームの上端のマウント部の上に、平面形状が長方形のサブマウント素子及びこのサブマウント素子よりも小さい平面形状のＬＥＤ素子を順に重ねて搭載し、ＬＥＤ素子は透光性の基板を上面に向けてこれを光取り出し面とするとともに、下面に設けたｐ側及びｎ側の極をそれぞれサブマウント素子に導通させた半導体発光装置であって、マウント部をサブマウント素子の搭載面とした平坦な底板と、この底板の外周縁から外に向けて広がる向きに立ち上げた傾斜を持つ周壁とから構成し、マウント部の周壁の上端縁の輪郭に対して底板をサブマウント素子の長手方向に偏在配置してなるものであり、ＬＥＤランプの樹脂レンズの中心光軸上に、マウント部の周壁の上端縁の輪郭の中心とＬＥＤ素子の中心とが一致するような配置が可能となるという作用を有する。

【００１９】請求項２に記載の発明は、請求項１に記載の半導体発光装置において、底板の平面形状を長円また

は楕円などの偏平円とするとともに、サブマウント素子の長辺を偏平円の長軸方向に平行に配置してなるものであり、長方形状のサブマウント素子の長辺とマウント部の底板の偏平円に倣う周壁との間の隙間を短くすることができ、この隙間部分が暗く沈むことにより生じるＬＥＤランプの配光特性の谷間の発生を抑えるという作用を有する。

【００２０】請求項３に記載の発明は、請求項２に記載の半導体発光装置において、底板を、マウント部の周壁に対して底板自身の長軸方向に偏心配置してなるものであり、ＬＥＤランプの中心光軸上の発光強度を最も強くすることができるとともに、偏心方向のマウント部の周壁の傾斜角度を異ならせた態様とすることができ、配光特性を操作できるという作用を有する。

【００２１】請求項４に記載の発明は、請求項１または３に記載の半導体発光装置において、サブマウント素子を底板に対して同心上に配置してなるものであり、サブマウント素子と周壁との間にできる隙間を均等化して、暗がりの分布を一様化するという作用を有する。

【００２２】請求項５に記載の発明は、請求項１，３，４のいずれかに記載の半導体発光装置において、ＬＥＤ素子をマウント部の周壁の上端縁の輪郭と同心上に配置してなるものであり、ＬＥＤランプの樹脂レンズの中心光軸上に、ＬＥＤ素子の中心を配置することができ、ＬＥＤランプの中心光軸上の発光強度を最も強くするという作用を有する。

【００２３】請求項６に記載の発明は、請求項１から５のいずれかに記載の半導体発光装置において、底板の外周縁と周壁の下端縁との間を、底板を下向きに没させるスペーサ壁によって連接したものであり、ＬＥＤ素子の発光面が、サブマウント部の周壁の下端縁に近づくために、周壁の下端縁近傍の暗部の領域が小さくなり、この暗部により生じるＬＥＤランプの配光特性の谷間の発生を抑えるという作用を有する。

【００２４】以下、本発明の実施の形態について図面を参照し説明する。図１は本発明の一実施の形態による発光素子のマウント部への配置を示す要部の平面図、図２の（ａ）は図１のＡ－Ａ線矢視による概略断面図、（ｂ）は図１のＢ－Ｂ線矢視による概略断面図である。

【００２５】図１及び図２に示すマウント部１は、従来例で示したようにリードフレーム（図示せず）の上端に設けられるもので、ワイヤーによるボンディングやエポキシ樹脂によるモールド成形（樹脂レンズ）等は従来例のものと同様である。

【００２６】マウント部１には、従来例のものと同様に静電気保護用のＳｉダイオード素子２をサブマウント素子として搭載して、これを適切なＡｇペーストによって接着固定し、さらにＳｉダイオード素子２の上面に、窒化ガリウム系化合物の半導体膜を積層してｐ－ｎ接合したＬＥＤ素子３を配置している。

【００２７】Ｓｉダイオード素子２は、平面形状が長方形であって、ＬＥＤ素子３を図１に示すように左側に偏らせて搭載するとともに、このＬＥＤ素子３と干渉しないようにボンディングパッド部２ａを右側の上面に形成している。

【００２８】ＬＥＤ素子３は、透光性であって絶縁性の結晶基板用としてサファイア基板３ａを備えてその上に半導体膜を積層し、サファイア基板３ａを上向きの姿勢としてその上端面を光取り出し面としたものである。そして、Ｓｉダイオード素子２のｎ電極及びｐ電極はそれぞれＬＥＤ素子３のｐ電極及びｎ電極にマイクロバンプ３ｂ，３ｃを介して接続して電気的に導通させている。

【００２９】マウント部１は、ＬＥＤ素子３から側方に漏れる光をサファイア基板３ａの光取り出し面の光軸と平行な方向に反射させるため、少なくとも内周面を鏡面処理したものである。そして、マウント部１の上端縁１ａは円を描く平面形状を持ち、この上端縁１ａと平行とした平坦な底板１ｂの平面形状は楕円形である。

【００３０】ここで、マウント部１の上端縁の円の中心は、図１においてＡ－Ａ線及びＢ－Ｂ線で代用できるＸ－Ｙ直交座標の原点Ｏに位置するものとする。さらに、モールド樹脂による樹脂レンズの中心光軸もこの原点を通るように形成されている。

【００３１】このとき、底板１ｂを形成している楕円の長軸はＸ軸（Ａ－Ａ線上）に含まれ、この楕円の二つの焦点（Ｘ軸上に位置する）は原点Ｏに対して正方向に偏っていて右側にずれた配置となっている。

【００３２】このように底板１ｂが上端縁１ａの円の中心である原点ＯからＸ軸の正方向へ偏っていると、図２の（ａ）に示すように、底板１ｂの楕円の長軸方向に位置していて互いに対向している周壁１ｃの断面の傾斜角度は異なる。すなわち、底板１ｂの左側では垂直線とのなす角度が５０°程度の傾斜断面であるのに対し、右側ではこれよりも立ち上がり、垂直線とのなす角度が小さな傾斜断面となっている。また、底板１ｂの短軸方向はＸ軸に対して線対称の関係にあるので、同図（ｂ）に示すように、原点Ｏを通る平面で切ったとき周壁１ｃの傾斜角度は同じである。

【００３３】なお、図２ではＸ軸及びＹ軸での傾斜断面のみを示しているが、周壁１ｃの全体は、たとえば図１において上端縁１ａの右端であってＸ軸上の位置から第１象限，Ｙ軸，第２象限及び負のＸ軸までを辿るとき、図２の（ａ）において右端の傾斜断面，同図（ｂ）における右側の傾斜断面及び同図（ａ）の左端の傾斜断面となるように連続的に変化するように成形する。

【００３４】Ｓｉダイオード素子２及びＬＥＤ素子３の積層体から構成される発光素子は、図１に示すように、ほぼ正方形の平面形状を持つＬＥＤ素子３の中心を原点Ｏに一致させ、Ｓｉダイオード素子２の長辺（または短辺）をＸ軸（またはＹ軸）に平行な姿勢としてＡｇペー

ストによって底板１ｂ上に固定する。そして、底板１ｂの楕円の大きさとＳｉダイオード素子２の大きさは、ＬＥＤ素子３の中心が原点Ｏに一致したときＳｉダイオード素子２の中心が底板１ｂを形成している楕円の中心（長軸と短軸の交点）に一致するような関係とする。したがって、樹脂レンズの中心光軸上にＬＥＤ素子の中心がくる。

【００３５】以上の構成において、ＬＥＤ素子３が駆動されると、サファイア基板３ａから上に向かう発光と側方に向かう発光とが生じる。側方へ向かう発光はサファイア基板３ａの周囲に位置しているマウント部１の周壁１ｃの内面に当たって反射される。

【００３６】ここで、図１から明らかなように、Ｓｉダイオード素子２の長辺に沿う部分のマウント部１の底板１ｂの広さは、従来例と比べると狭くなる。すなわち、Ｓｉダイオード素子２の長辺は底板１ｂの短軸と直交する位置関係にあるので、底板１ｂと周壁１ｃとの境界までの長さは短く、Ｓｉダイオード素子２とＬＥＤ素子３の積層によって暗部となりやすい部分が絞り込まれる。このため、Ｓｉダイオード素子２の周囲が局部的に暗い領域となることが抑えられ、ＬＥＤ素子３からの発光に対する暗部の影響を無くすことができる。

【００３７】また、ＬＥＤ素子３は、マウント部１の周壁１ｃの上端縁１ａに対して同心上に配置されているので、周壁１ｃの傾斜がその周方向に変わるものであっても、従来例で示したものと比べると、ＬＥＤ素子３の右側方の領域部分を除けば、周壁１ｃに対する距離をほぼ均等にすることができる。そして、図１から明らかなように、ＬＥＤ素子３の右側からその側方の周壁１ｃまでの距離は長く、しかもＳｉダイオード素子２の上面にはボンディングパッド部２ａが位置しているので、右側の領域の発光への貢献度は小さい。したがって、図１の場合では中央部分を含めて左側の部分の発光強度分布を相対的に大きくすることができ、図２の（ａ）に示す断面を９０°時計方向に回転させた姿勢とすれば、たとえば高い位置にある屋外用の表示パネルに組み込んだときには地上側へ向けての発光表示が良好に行なわれることになる。

【００３８】図３はマウント部１の別の例によるＳｉダイオード素子２及びＬＥＤ素子３の搭載構造を示す概略断面図であり、その平面形状は図１に示したものと同様の態様である。

【００３９】図示のように、Ｓｉダイオード素子２及びＬＥＤ素子３に対するマウント部１の周壁１ｃの断面形状のパターンは同一であるが、底板１ｂは楕円状の平面断面形状を持つスペーサ壁１ｄによって下側に落とし込まれるように形成されている。このようなスペーサ壁１ｄを備えることによって、周壁１ｃに対するＬＥＤ素子３の位置を下げることができ、図２の例に比べるとＬＥＤ素子３から側方に向かう光に対する反射面との距離が短くなる。

【００４０】したがって、底板１ｂがスペーサ壁１ｄに囲まれてＳｉダイオード素子２の周りで暗部ができやすくなっても、この暗部の領域は図２の例に比べて狭くなっているので、全体の発光強度を更に向上させることができる。

【００４１】上記の実施の態様では、マウント部１の底板１ｂの形状を楕円とし周壁の上端縁１ａの輪郭を円としたが、この形状に限ったものではなく、たとえば底板１ｂと周壁の上端縁１ａともに角部を丸くした矩形の形状であってもよく、また、円，楕円，角部を丸くした矩形の任意の組み合わせであってもよく、同じ議論ができる。

【００４２】

【実施例】本発明の半導体発光装置と従来構造のものとの間の配光特性の比較のためにそれぞれの配光角度に対する発光強度を測定した。

【００４３】図４及び図５は従来構造のＬＥＤランプであり、各部材については従来例で示したものと共通の符号で指示している。

【００４４】図４において、発光素子（図４においては示していない）を搭載するマウント部５１を上端に備えたリードフレーム５０を被覆して樹脂レンズを形成するエポキシ樹脂５７は、楕円の横断面形状を持ち、底面の長軸の長さは５．８ｍｍ、短軸の長さは４．８ｍｍであり、マウント部５１部分の断面についても同様であり上端側だけが少し先細りしたプロフィルを持つ。そして、マウント部５１の底板５１ａからエポキシ樹脂５７の上端までの距離は３．９５ｍｍである。

【００４５】図５はマウント部５１の詳細であって、同図（ａ）はその平面図及び同図（ｂ）は底板５１ａ及び周壁５１ｂの断面プロフィルを示す。

【００４６】マウント部５１の底板５１ａの外径は０．８ｍｍ、周壁５１ｂの上端縁の外径は１．４ｍｍであり、これらの底板５１ａ及び周壁５１ｂは従来例でも説明したように同心配置されている。そして、底板５１ａから周壁５１ｂまでの高さ、すなわちマウント部５１の深さは０．３ｍｍである。

【００４７】このようなマウント部５１を形成したリードフレーム５０をエポキシ樹脂５７で発光素子とともに封止し、上記樹脂レンズを通してその発光強度を測定したプロット線図が図６である。

【００４８】このプロット線図は、ＬＥＤランプのマウント部５１の中心点を原点Ｏにおき、原点ＯからＬＥＤランプの中心光軸上の一定の距離だけ離れた位置にディテクターをおき、一定幅のスリットを通してディテクターに入射してくるＬＥＤランプの発光強度を測定する構成の測定系で、原点Ｏの回りでディテクターを原点Ｏからの距離を一定に保ったまま回転移動し、中心光軸からの角度依存性をプロットしたものである。

【００４９】図６において、縦軸に最大発光強度を１００％とした時の相対値（％）をとり、横軸には中心光軸からの角度をとっている。そして、長軸方向と付したプロット線図は、図４の（ｃ）においてＹ軸に沿う発光強度分布であり、短軸と付したプロット線図はＸ軸に沿う発光強度分布を示している。

【００５０】この発光強度の分布からわかるように、長軸方向はＬＥＤランプの中心光軸方向が頂点となっているが、短軸方向は頂点が中心光軸からずれた位置にある。これは、ＬＥＤ素子５３の位置がマウント部５１の中心、すなわちＬＥＤランプの中心光軸からずれているためである。

【００５１】また、長軸方向については、中心光軸から２０°前後の角度のところで、発光強度が急激に低下して、プロット線図に谷が生じている。すなわち、長軸方向の発光強度は中心光軸から離れていくにしたがって減衰していくが、その減衰傾向が単純減衰ではなく、発光強度が弱くなったり強くなったりし、配光特性を悪くしていることがわかる。

【００５２】図７の（ａ）及び（ｂ）は、実施の形態において説明した図２及び図３に対応するマウント部の態様を示す概略図であり、同じ部材については図２及び図３のものと共通の符号で示している。

【００５３】図７の（ａ）の例は、楕円形状の底板１ｂの長軸の長さは０．８ｍｍ、短軸の長さは０．５８ｍｍであり、周壁１ｃの上端縁が描く円の径は１．４ｍｍである。そして、マウント部１の深さは０．３ｍｍであり、発光素子のマウント部１に対する配置は実施の形態における図１に示したものと同じである。

【００５４】また、図７の（ｂ）の例は、底板１ｂや周壁１ｃの寸法関係は同図の（ａ）のものと同じであり、底板１ｂを０．１ｍｍだけ周壁１ｃの下端縁から下げた点だけが異なる。

【００５５】図８及び図９はそれぞれ図７の（ａ）及び（ｂ）のマウント部１による発光強度分布のプロット線図であり、縦軸及び横軸は図６に示した従来構造によるプロット線図の場合と同様である。

【００５６】図８から明らかなように、短軸方向の発光強度において、その頂点は中心光軸上に存在している。これはＬＥＤ素子３がマウント部１の中心すなわちＬＥＤランプの中心光軸上に位置しているためである。

【００５７】また、長軸方向の発光強度については、角度が２０°～３０°程度の範囲で発光強度の変化率が小さくなるものの、従来構造による場合のような急激な落ち込みはない。すなわち、発光素子の高さ等による暗部の影響は残るものの、全角度範囲における発光強度分布は単純減衰となり、配光特性が改善されている。

【００５８】また、図９においては、プロット線図の半値幅は発光素子の高さが低くなった影響で狭くなっているが、図８よりも発光強度分布は線型に近似されたパターンが得られ、改善された配光特性となっている。

【００５９】このように、長軸方向及び短軸方向のいずれにおいても配光特性を良好に向上し得る半導体発光装置の提供が可能となる。

【００６０】

【発明の効果】請求項１の発明では、ＬＥＤランプの樹脂レンズの中心光軸上に、マウント部の周壁の上端縁の輪郭の中心とＬＥＤ素子の中心とが一致するように配置することが可能となり、ＬＥＤランプの中心光軸上の発光強度を最も強くすることができる。

【００６１】請求項２の発明では、長方形状のサブマウント素子の長辺とマウント部の底板の偏平円に倣う周壁との間の隙間を短くすることができ、この隙間部分が暗く沈むことにより生じるＬＥＤランプの配光特性の谷間の発生を抑えることができる。

【００６２】請求項３の発明では、ＬＥＤランプの中心光軸上の発光強度を最も強くすることができるとともに、偏心方向のマウント部の周壁の傾斜角度を異ならせた態様とすることができ、配光特性を操作することができる。

【００６３】請求項４の発明では、サブマウント素子と周壁との間にできる隙間を均等化して、暗がりの分布を一様化することができる。

【００６４】請求項５の発明では、ＬＥＤランプの樹脂レンズの中心光軸上に、ＬＥＤ素子の中心を配置することができ、ＬＥＤランプの中心光軸上の発光強度を最も強くすることができる。

【００６５】請求項６の発明では、ＬＥＤ素子の発光面が、サブマウント部の周壁の下端縁に近づくために、周壁の下端縁近傍の暗部の領域が小さくなり、この暗部により生じるＬＥＤランプの配光特性の谷間の発生を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施の形態による発光素子のマウント部への配置を示す要部の平面図

【図２】（ａ）は図１のＡ－Ａ線矢視による概略断面図
（ｂ）は図１のＢ－Ｂ線矢視による概略断面図

【図３】マウント部の別の例を示す概略断面図

【図４】従来のＬＥＤランプの構造例であって、（ａ）は発光素子を除いて示す要部の縦断面図
（ｂ）は短軸方向に観た外観図
（ｃ）は要部の横断面図

【図５】図４のＬＥＤランプのマウント部の主要寸法を示す図

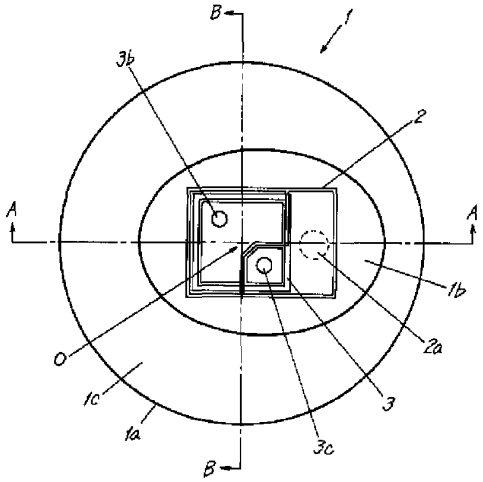
【図６】図４のＬＥＤランプの発光強度分布を示すプロット線図

【図７】本発明の実施形態のマウント部の主要寸法を示す図

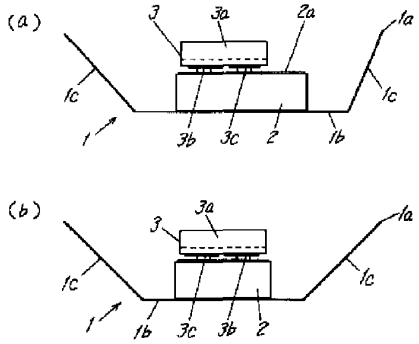
【図８】本発明の実施形態のマウント部を組み込んだＬＥＤランプの発光強度分布を示すプロット線図

【図９】本発明の実施形態のマウント部を組み込んだＬＥＤランプの発光強度分布を示すプロット線図
【図１０】（ａ）は従来のＬＥＤランプの概略図（ｂ）は従来のＬＥＤランプのＬＥＤ素子の配置を示す平面図
【符号の説明】
１　マウント部
１ａ　上端縁
＊１ｂ　底板
１ｃ　周壁
１ｄ　スペーサ壁
２　Ｓｉダイオード素子
２ａ　ボンディングパッド部
３　ＬＥＤ素子
３ａ　サファイア基板
＊３ｂ，３ｃ　マイクロバンプ

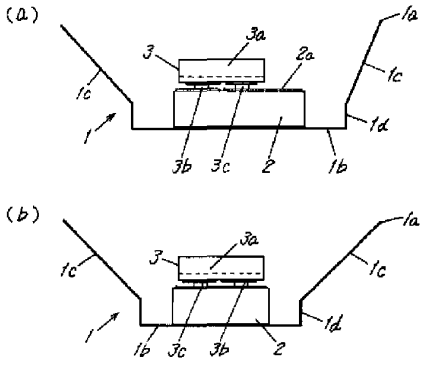
【図１】



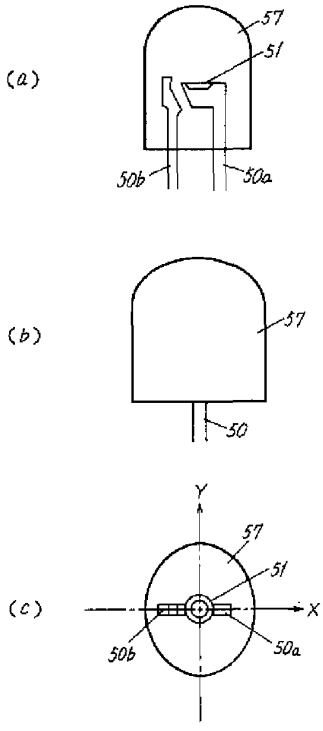
【図２】



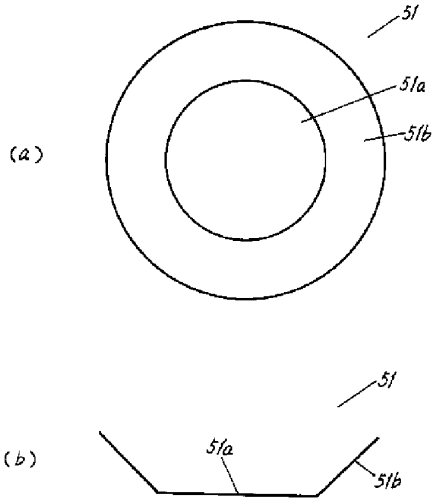
【図３】



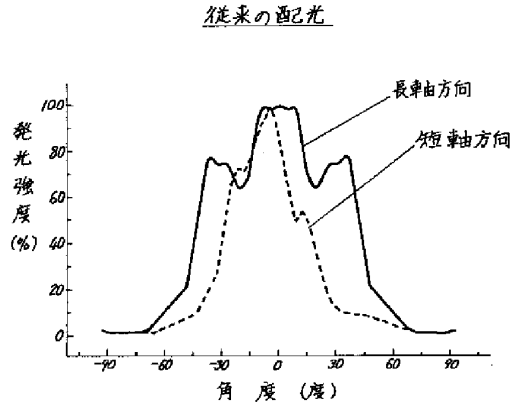
【図４】



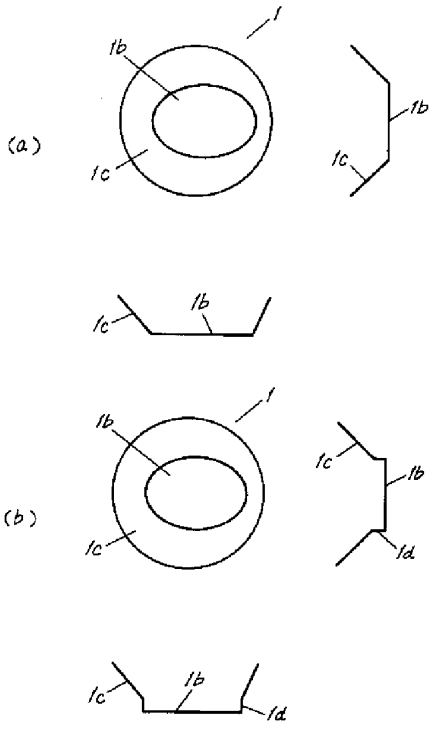
【図５】


(a)
51
51a
51b
(b)
51
51a
51b

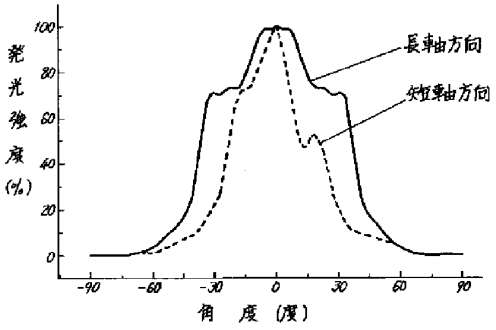
【図６】


従来の配光
発光強度(%)
100
80
60
40
20
0
-90
-60
-30
0
30
60
90
角　度（度）
長軸方向
短軸方向

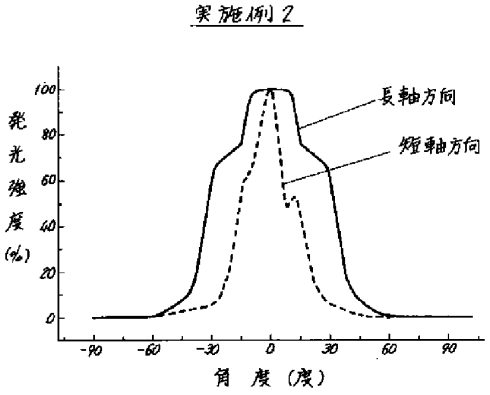
【図７】


(a)
1
1b
1c
1b
1c
1b
1c
(b)
1
1b
1c
1c
1b
1d
1c
1b
1d

【図８】

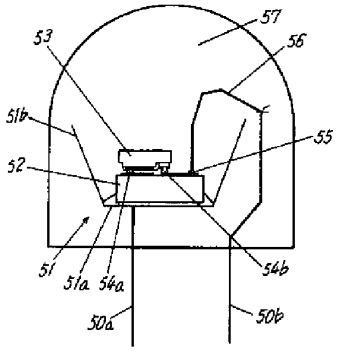

実施例１
発光強度(%)
100
80
60
40
20
0
-90
-60
-30
0
30
60
90
角　度（度）
長軸方向
短軸方向

【図９】

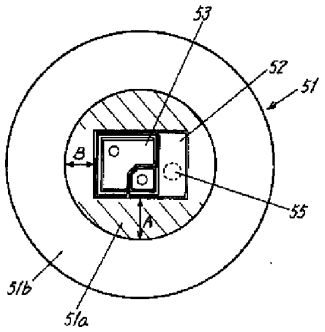

実施例２
発光強度(%)
100
80
60
40
20
0
-90
-60
-30
0
30
60
90
角　度（度）
長軸方向
短軸方向

【図１０】

(a)



(b)



Utility Model Publication No. S58-173248
Published on November 19, 1983

Title of Device: LEAD FRAME
Utility Model Application No.: S57-70637
Filing Date: May 17, 1982

Inventor:
c/o

Applicant:

Attorney:

Claim 1.

A lead frame for semiconductor apparatus having an island with slots for installing semiconductor devices is installed to form a body with a metallic material with better thermal conductivity than frame material by blocking the slots.

⑲ 日本国特許庁（JP）　　⑪実用新案出願公開

⑫ 公開実用新案公報（U）　　昭58—173248

⑤1Int. Cl.³	識別記号	庁内整理番号	⑬公開　昭和58年(1983)11月19日
H 01 L 23/48		7357—5F	
23/36		6616—5F	

審査請求　未請求

（全 2 頁）

⑤4半導体装置用リードフレーム

⑦1出　願　人　東京芝浦電気株式会社
川崎市幸区堀川町72番地
⑦4代　理　人　弁理士　井上一男
浦電気株式会社トランジスタ工場内

⑳実　　願　昭57—70637
㉒出　　願　昭57(1982)5月17日
⑦2考　案　者　桜井寿春
川崎市幸区小向東芝町1東京芝

⑤7実用新案登録請求の範囲

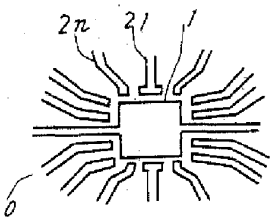
リードフレームのアイランド部位が開孔され、この開孔を閉塞してフレーム材より熱伝導を良好にする金属材が装填され一体に固定されて、半導体素子を取付けるためのアイランドに供されているものであることを特徴とする半導体装置用リードフレーム。

図面の簡単な説明

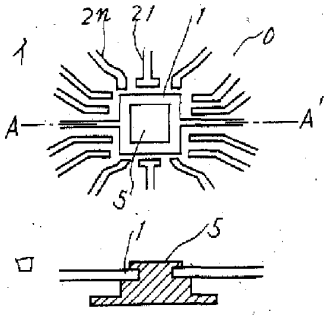
第1図は従来の半導体装置用リードフレーム上面図、第2図及び第3図はヒートシンクをとりつけた従来のリードフレームに係るパッケージ断面図、第4図イはこの考案の半導体装置用リードフレーム上面図、ロは同じく断面図、第5図及び第6図は第4図リードフレームに係るパッケージ断面図、第7図はこの考案の並びに比較例の各リードフレームに関する16ピンDIPパッケージ熱抵抗を示す線図である。

第4図、第5図、第6図で、0……リードフレーム、1……アイランド、5……開孔閉塞金属材。

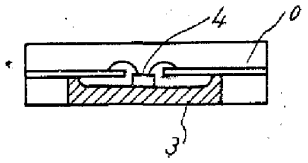
第1図



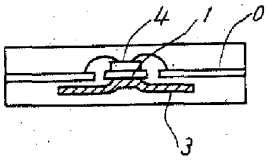
第4図



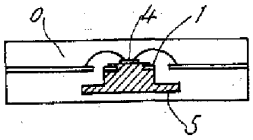
第3図



第2図

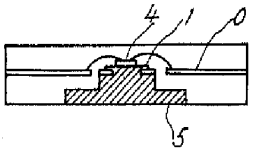


第5図

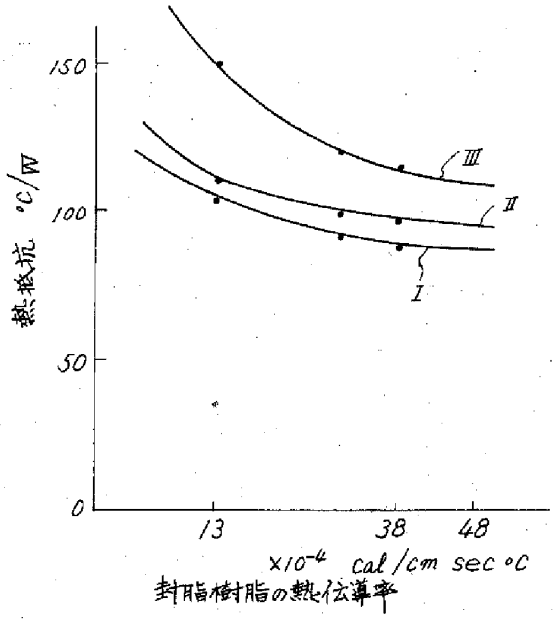


EX1003, Page 899

第6図



第7図



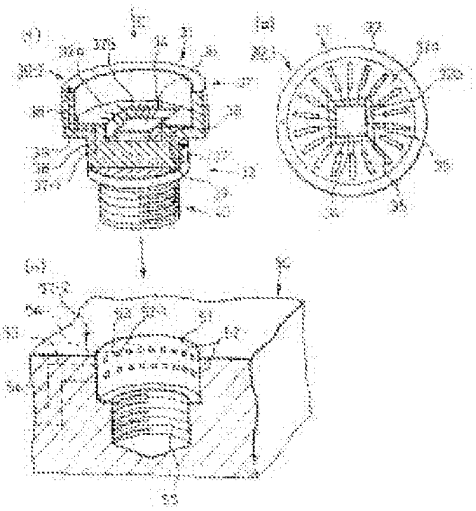
EX1003, Page 900

SEMICONDUCTOR PACKAGE

Publication number: JP61042158 (A)
Publication date: 1986-02-28
Inventor(s): SHIROTSUKI TSUNEO; HIGUCHI NOBUHIRO; UZUKA YOSHINORI +
Applicant(s): FUJITSU LTD +
Classification:
- international: ***H01L23/02; H01L23/00; H01L23/047; H01L23/50;*** **H01L23/00; H01L23/02; H01L23/48;** (IPC1-7): H01L23/04; H01L23/54
- European: H01L23/047
Application number: JP19840161556 19840802
Priority number(s): JP19840161556 19840802

Abstract of **JP 61042158 (A)**

PURPOSE:To prevent crosstalks of conductor patterns by using a semiconductor package produced by the integral formation of a large diameter cylindrical portion with built-in IC element and a small diameter cylindrical portion with an arrangement of a plurality of connection conductor pads on the outer surface. CONSTITUTION:The package main body 31 forms the large diameter cylindrical portion 32 and the small diameter cylindrical portion 33 in an integral body. The large diameter cylindrical portion 32 is formed into a closed-end hollow cylinder with its opened end surface, and a recess 32b to contain an IC chip 34 is provided at the center of the bottom 32a. A plurality of conductor patterns 35 are radially arranged around the recess 32b and arranged almost in uniform length. The one end side of the conductor patterns 35 is electrically connected to the IC chip 34 via bonding wires 36. The small diameter cylindrical portion 33 is provided with the arrangement of a plurality of connection conductor pads 37 for outer connection on the outer peripheral surface on the base end surface. The pads 37 are electrically connected to the other end side of the conductor patterns 35.



Data supplied from the ***espacenet*** database — Worldwide

⑲日本国特許庁（JP）　⑪特許出願公開

⑫公開特許公報（A）　昭61－42158

⑤1Int.Cl.⁴	識別記号	庁内整理番号	⑬公開　昭和61年(1986)2月28日
H 01 L 23/04		Z－7738－5F	
23/54		7357－5F	

審査請求　未請求　発明の数 1　（全6頁）

⑤4発明の名称　半導体パッケージ

⑳特　願　昭59－161556

㉒出　願　昭59(1984)8月2日

⑦2発明者　城月　恒雄　川崎市中原区上小田中1015番地　富士通株式会社内

⑦2発明者　樋口　信博　川崎市中原区上小田中1015番地　富士通株式会社内

⑦2発明者　鵜塚　良典　川崎市中原区上小田中1015番地　富士通株式会社内

⑦1出願人　富士通株式会社　川崎市中原区上小田中1015番地

⑦4代理人　弁理士　青木　朗　外3名

明　細　書

1. 発明の名称

半導体パッケージ

2. 特許請求の範囲

1. 大径円筒部と小径円筒部を一体的に形成した半導体パッケージであって、前記大径円筒部内部に集積回路素子を内装し、前記小径円筒部の外表面に接続するための複数個の接続用導体パッドを配列して設けると共に、該小径円筒部外周に嵌合ねじを設けたことを特徴とする半導体パッケージ。

2. 前記小径円筒部の基端側外周に接続用導体パッドを設け、先端側外周に嵌合ねじを設けた特許請求の範囲第1項に記載の半導体パッケージ。

3. 前記小径円筒部外周に設けた嵌合ねじのねじ山相互間に接続用導体パッドを配列して設けた特許請求の範囲第1項に記載の半導体パッケージ。

4. 前記小径円筒部の先端面に接続用導体パッドを配列して設けた特許請求の範囲第1項に記載の半導体パッケージ。

5. 前記小径円筒部の基端側外周に嵌合ねじを設け、先端側に嵌合部を設け、該嵌合部の先端面に接続用導体パッドを設けた特許請求の範囲第1項に記載の半導体パッケージ。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は半導体から形成された集積回路素子（以下、ＩＣチップという）を内装する半導体パッケージに関し、特に、外部リードの代りに接続用導体パッドが設けられた半導体パッケージの構造に関するものである。

〔従来の技術〕

半導体パッケージには種々の形態のものがあるが、そのうちの一つとして、上記の如く外部リードが具備されないで形成されたものがある。このような半導体パッケージは、通常、LCC（リードレスチップキャリア）と呼ばれるものや、PCC（プラスチックチップキャリア）と呼ばれるものがあり、外部リードの代りに接続用導体パッドが設けられ、この接続用導体パッドが、例えば、プ

EX1003, Page 902

リント板に予め設けられたパッドと接続されることにより、プリント板に実装される。

第５図は従来の半導体パッケージ１０を説明するための図であって、（イ）は半導体パッケージ１０のパッケージ本体１１の平面図、（ロ）は（イ）の矢印Ａ方向からみた側面図でプリント板２０上に実装された状態を示す図、（ハ）は（ロ）の矢印Ｂ方向からみたパッケージ本体１１の下面図である。尚、この半導体パッケージ１０は、実際上は、パッケージ本体１１の上面に上蓋（図示なし）が配設されて形成されるが、第５図では上蓋を省略して示してある。パッケージ本体１１は上面に開口が設けられた有底中空角筒状に形成され、その底面中央部にＩＣチップ１２を収納するための角形凹所11a が設けられ、この凹所11a 周りの底面上に複数本の導体パターン１３が配列して設けられている。導体パターン１３の一端側はボンディングワイヤ１４を介してＩＣチップ１２と電気的に接続される。そして、導体パターン１３の他端側は本体１１内部に配設されたスルーホール１５を介して本体１１の下面に設けられた接続用導体パッド１６に電気的に接続される。この接続用導体パッド１６は、第５図（ロ）に示すように、プリント板２０上に予め設けられたプリント板２０側の接続用導体パッド２１上に重畳載置され、これら両者が半田を用いて接続される。これにより、半導体パッケージ１０はプリント板２０上に実装される。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上記構成のものにあっては、各導体パターン１３の長さが長短不揃いであり、例えば、第５図（イ）の導体パターン13-1と13-2は極端に長さが異なり、このため導体パターンのクロストークが発生し易いという問題や、長い導体パターンは短いものと対比してその導体抵抗が極端に増大化されるという問題がある。また、ボンディングワイヤ１４もその長短の差が大となり、長いものは遠心加速試験等において、所定の信頼性が得られない場合がある。さらに、パッケージ本体１１が長方形（角形）であるために、無駄な部分があってパッケージ１０全体の体積が増大化される傾向にあり、パッケージ１０実装の高密度化に対して不利である。また、パッケージ１０（ICチップ１２）の稼働時にはその発生熱により、パッケージ１０及びプリント板２０は過熱されて熱膨張をくり返す。そして、これら両者の熱膨張係数が異なるため、これら両者を接着している半田に無理な力が作用することになり、この結果、半田の疲労破壊により、回路の導通不良又は導通不能を招くおそれがある。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は、上記問題点を解消した半導体パッケージを提供するものであり、その手段として、大径円筒部と小径円筒部を一体的に形成した半導体パッケージであって、前記大径円筒部内部に集積回路素子を内装し、前記小径円筒部の外表面に外部に接続するための複数個の接続用導体パッドを配列して設けると共に、該小径円筒部外周に嵌合ねじを設けた半導体パッケージが提供される。

そして、前記小径円筒部の基端側外周に接続用導体パッドを設け、先端側外周に嵌合ねじを設けたものが好ましい。

また、前記小径円筒部外周に設けた嵌合ねじのねじ山相互間に接続用導体パッドを設けたものも好ましい。

また、前記小径円筒部の先端面に接続用導体パッドを設けたものも好ましい。

また、前記小径円筒部の基端側外周に嵌合ねじを設け、先端側に嵌合部を設け、該嵌合部の先端面に接続用導体パッドを設けたものも好ましい。

〔作　用〕

上記半導体パッケージは、円筒形に形成されているため、ＩＣチップを内装する大径円筒部の内部底面中央部にＩＣチップ収納用の凹所（キャビティ）を設け、この周りに複数本の導体パターンを放射状に配列してほぼ均一長さに設けることができる。また、ボンディングワイヤの長さもほぼ均一に設けることができる。また、接続用導体パターンを半田付けすることなく、ねじ嵌合により相手側の接続用導体パターンに圧接して接続する

EX1003, Page 903

ことができる。さらに、平面形状が円形であるため、パッケージ全体の体積を必要最小限にとどめることができる。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

第１図から第４図は本発明の実施例を説明するための図である。尚、これらの図において、同一部分又は相当部分は同一符合を付して示してある。

第１図は本発明の第１実施例30-1を示す図で、（イ）はそのパッケージ本体３１の斜視図（但し一部断面）、（ロ）は（イ）の矢印Ｃ方向からみた平面図、（ハ）は（イ）のパッケージ本体３１を実装するプリント板５０の一部を示す図である。尚、本実施例ではパッケージ本体３１の上面に上蓋（図示なし）が配置固定されるが、図を分り易くするために図示を省略してある。パッケージ本体３１は大径円筒部３２と小径円筒部３３が一体的に形成されたものである。大径円筒部３２はその端面が開口された有底の中空円筒状に形成され、その底面32a の中央部にＩＣチップ３４を収納する凹所（キャビティ）32b が設けられる。そして、凹所32b 周りに複数本の導体パターン３５が放射状に配列され、ほぼ均一長さに設けられる。これら導体パターン３５の一端側はボンディングワイヤ３６を介しＩＣチップ３４と電気的に接続される。小径円筒部３３はその基端側外周面上に外部に接続するための接続用導体パッド３７が複数個配列して設けられる。これらのパッド３７は小径円筒部３３の内部に設けられたスルーホール３８及び内部導体パターン３９を介して前記ボンディングワイヤ３６に接続された導体パターン３５の他端側と電気的に接続される。また、小径円筒部３３の外周には接続確認用パッド37-1が設けられる。このパッド37-1はスルーホール３８及び内部導体パターン３９を介して大径円筒部３２の上面に導通され、さらに上蓋の上面に設けられた接続確認用導体パッド（第２図、符合37-2参照）に導通される。尚、この上蓋の導体パッドは大径円筒部３２の外周面に設けてもよい。また、スルーホール３８は予め導体が含浸されて形成されている。さらに、小径円筒部３３の先端側には嵌合ねじ４０が設けられている。

さて、本実施例30-1が実装されるプリント板５０は、（ハ）図に示すように、小径円筒部３３を嵌合可能に形成された円形穴部５１が設けられている。この穴部５１の内周面に前記小径円筒部３３の接続用導体パッド３７に対応して配列形成された接続用導体パッド５２と接続確認用パッド52-1が設けられる。これらのパッド５２は内部導体パターン５３及びスルーホール５４に接続され、かつパッド52-1はプリント板５０の上面に設けられた接続確認用パッド52-2に内部導体パターン５３及びスルーホール５４を介して導通される。円形穴部５１の底面には前記小径円筒部３３の嵌合ねじ４０を螺合せしめる雌ねじ部５５が設けられている。さて、このように形成された円形穴部５１に本実施例30-1を挿入してねじ込みながら、これら両者に設けられた接続確認用パッド37-1と52-1の導通チェックを外部に露出して設けた本実施例30-1のパッドとプリント板５０のパッド52-2を用いて行なう。そして接続確認用パッド37-1と52-1の接続が確認された時点で他の接続用導体パッド３７と５２がそれぞれ対応する相手と互に圧接されて接続される。尚、このとき、本実施例30-1の一時的ゆるみ止め（仮固定）手段としては、大径円筒部３２の下面とプリント板５０の上面との間に予め弾性部材、例えば、ねじ座金（図示なし）等を介在させておく、そして、回路機能試験等の試験が終了して最終的には接着剤等の固定材を用いて、プリント板５０に本実施例30-1が固定される。

従って、本実施例30-1に依れば、導体パターン３５の長さをほぼ均一に形成できるので、導体パターンのクロストークの発生防止及び導体抵抗の増大化の防止を図ることが可能である。また、ボンディングワイヤ３６の長さもほぼ均一に設定できるのでボンディングワイヤ全体として一様な信頼性を得ることが可能である。また、接続用導体パッド３７を相手側のパッド５２に圧接して接続

EX1003, Page 904

することができるので、半田付けが不要となり、温度変化に対する接続部の信頼性の向上を図ることが可能である。さらには平面形状が円形であるため、パッケージ全体の体積を必要最小限にとどめることができるので、パッケージ実装の高密度化に有利である。

第２図は第２実施例30-2を示す図である。本実施例は、基本的には前出の第１実施例30-1と同様に形成されたものであるが、小径円筒部３３の外周に設けた嵌合ねじ４０のねじ山相互間に接続用導体パッド３７と接続確認用パッド37-1を設けた点が第１実施例30-1と相違する主な点である。本実施例30-2の場合も、小径円筒部３３に対応する円形穴部をプリント板に設け、第１実施例30-1の場合と同様な要領でプリント板に実装される。本実施例30-2は、構造が若干簡素化されるという利点があり、その他の作用，効果は第１実施例30-1と同様である。尚、符合37-2は上面に設けられた接続確認用パッドを示している。

第３図は第３実施例30-3を示す図である。本実施例30-3は、前出の第２実施例30-2とほぼ同様な形状に形成されたものであるが、小径円筒部３３の端面上に接続用導体パッド３７と接続確認用パッド37-1が設けられた点が第２実施例30-2と相違する主な点であり、プリント板への実装は第２実施例30-2の場合と同様にして行なわれる。従って、本実施例30-3は、第２実施例30-2と同様に構造が若干簡素化されるという利点があり、その他の作用，効果は前出の第１実施例30-1と同様である。

第４図は第４実施例30-4を示す図である。本実施例30-4は、基本的には前出の第１実施例30-1と同様に形成されたものであるが、その小径円筒部３３の基端側外周に嵌合ねじ４０を設け、先端側にプリント板５０との嵌合部33a を設け、さらに嵌合部33a の端面に前出の第３実施例30-3と同様に接続用導体パッド３７と接続確認用パッド37-1（共に図示なし）を設けた点が第１実施例30-1と相違する主な点である。本実施例30-4は、嵌合ねじ４０を放熱性の良好な部材、例えばアルミ板６０に設けられた雌ねじ部60a に螺合させてから、その嵌合部33a をプリント板５０の円形穴部５１に嵌入し、プリント板５０上にアルミ板６０と共にねじ６１を用いて固定される。従って、本実施例30-4は発生熱の放熱作用を向上させ得るという利点があり、その他の作用，効果は前出の第１実施例と同様である。

〔発明の効果〕

以上詳細に説明したように、本発明によれば、ボンディングワイヤと接続される導体パターンの長さをほぼ均一に形成して導体パターンのクロストークの発生防止及び導体抵抗の増大化防止を図ることができる。また、ボンディングワイヤの長さもほぼ均一に設定できるのでボンディングワイヤ全体として一様な信頼性を得ることができる。また、外部への接続用導体パッドを相手側のパッドに圧接して接続することができるので、半田付けが不要となり、温度変化に対する接続部の信頼性を向上することができる。さらには、平面形状が円形であるため、パッケージ全体の体積を必要最小限に形成することができパッケージ実装の高密度化を図ることができる。

4. 図面の簡単な説明

第１図は本発明の第１実施例を示す図であって、（イ）はそのパッケージ本体３１の斜視図（但し、一部断面）、（ロ）は（イ）の矢印Ｃ方向からみた平面図、（ハ）は（イ）のパッケージ本体３１を実装するプリント板５０の一部を示す図、第２図は本発明の第２実施例を示す図、第３図は本発明の第３実施例を示す図、第４図は本発明の第４実施例を示す図、第５図は従来の半導体パッケージを示す図であって、（イ）はそのパッケージ本体１１の平面図、（ロ）は（イ）の矢印Ａ方向からみた側面図（但し、一部断面）でプリント板２０上に実装された状態を示す図、（ハ）は（ロ）の矢印Ｂ方向からみた下面図である。

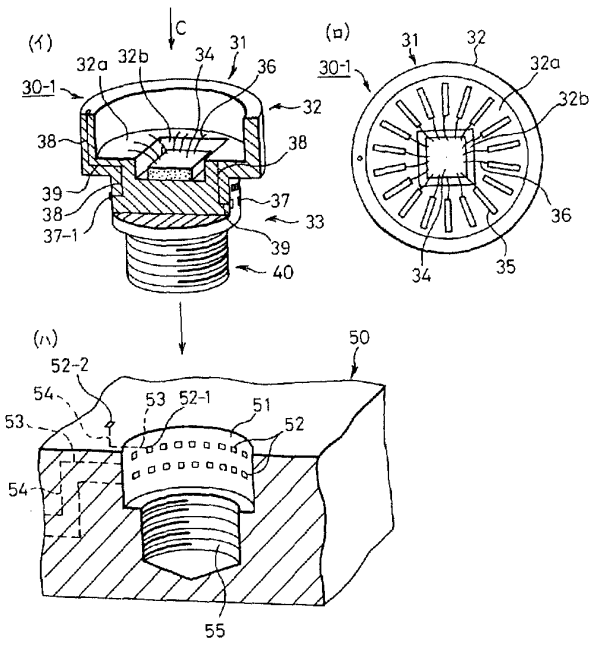
30-1，30-2，30-3，30-4……本発明の第１，２，３，４実施例（半導体パッケージ）、
３１……パッケージ本体、　３２……大径円筒部、
３３……小径円筒部、
３４……集積回路素子（ICチップ）、

EX1003, Page 905

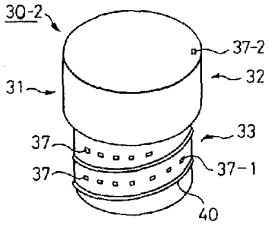
35……導体パターン、
36……ボンディングワイヤ、
37……接続用導体パッド、
37-1，37-2……接続確認用パッド、
38……スルーホール、
39……内部導体パターン、
40……嵌合ねじ、　　50……プリント板、
60……アルミ板。

特許出願人
富士通株式会社
特許出願代理人
弁理士　青　木　　朗
弁理士　西　館　和　之
弁理士　内　田　幸　男
弁理士　山　口　昭　之

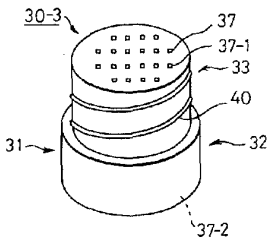
第 1 図



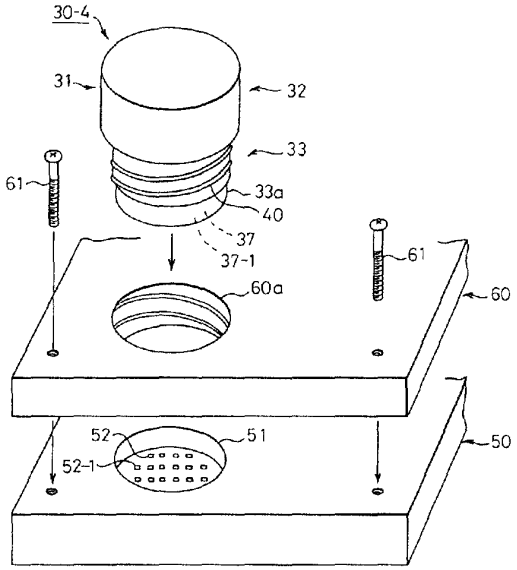
第 2 図



第 3 図

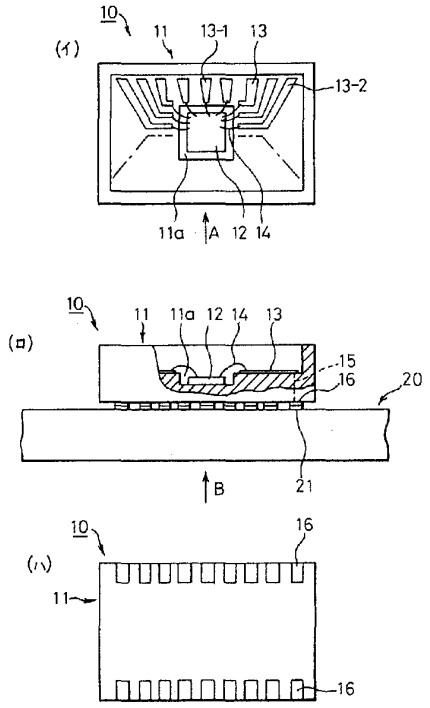


第 4 図



EX1003, Page 906

第 5 図



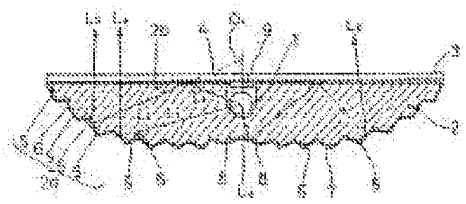
EX1003, Page 907

LUMINAIRE

Publication number: JP63055503 (A)
Publication date: 1988-03-10
Inventor(s): YAMASHITA ZENJIRO; INOUE ATSUSHI +
Applicant(s): SHARP KK +
Classification:
- international: ***G02B6/00; G02F1/133; G02F1/1335; G02F1/13357; G03B27/54;*** **G02B6/00; G02F1/13; G03B27/54;** (IPC1-7): G02B6/00; G02F1/133; G03B27/54
- European:
Application number: JP19860201116 19860826
Priority number(s): JP19860201116 19860826

Abstract of **JP 63055503 (A)**

PURPOSE:To improve the efficiency and the luminance by reflecting a part of the light from a light source, which goes to a first reflective face, on the first reflective face and reflecting another part of this light, which goes to a second reflective face, on the second reflective face and the first reflective face and outputting both parts of the light in a prescribed direction as rays parallel with an output optical axis. CONSTITUTION:A luminaire is provided with the first reflective face 2a, which is arranged on the opposite side of the light output direction, and the second reflective face 2b which is arranged on the light output side correspondingly to the first reflective face 2a. The second reflective face 2b is a plane shape vertical to the output optical axis of the luminaire and permits the light incident at a small angle of incidence to pass through and has such property that the light L2 which is made incident on the second reflective face 2b at a large angle of incidence from the light source arranged between the first and second reflective faces 2a and 2b is reflected toward the first reflective face 2a, and the first reflective face 2a has such property that the light L1 which is made directly incident on the first reflective face from the light source and the light L2 which is reflected on the second reflective face 2b and is made incident on the first reflective face 2a are reflected on the first reflective face 2a in a direction parallel or approximately parallel with the output optical axis.



Data supplied from the ***espacenet*** database — Worldwide

⑲日本国特許庁（JP）　⑪特許出願公開

⑫公開特許公報（A）　昭63－55503

⑤Int.Cl.⁴	識別記号	庁内整理番号	㊸公開　昭和63年(1988)3月10日
G 02 B 6/00	331	7370－2H	
G 02 F 1/133	311	8205－2H	
G 03 B 27/54		Z－7610－2H	審査請求　未請求　発明の数 1　(全4頁)

㊹発明の名称　照明装置

㉑特　願　昭61－201116
㉒出　願　昭61(1986)8月26日

㉒発明者　山下　善二郎　大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号　シャープ株式会社内
㉒発明者　井上　淳志　大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号　シャープ株式会社内
㉑出願人　シャープ株式会社　大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
㉔代理人　弁理士　鈴木　ハルミ

明細書

1．発明の名称

照明装置

2．特許請求の範囲

1．光を出力する方向とは反対側に配置される第1の反射面と、第1の反射面に対応して光の出力側に配置される第2の反射面とを備えており、第2の反射面を、照明装置の出力光軸に対して垂直な平面状であって、小さい入射角度で入射する光線は透過させるとともに、第1と第2の反射面の間に配置された光源から大きい入射角度で入射する光線を第1の反射面に向けて反射する性質を有するものとし、第1の反射面を、光源から直接入射する光線と、第2の反射面で反射されて入射した光線とを、出力光軸に平行またはほぼ平行な方向に反射させる性質を有するものとしたことを特徴とする照明装置。

3．発明の詳細な説明

＜産業上の利用分野＞

この発明は、例えば液晶ディスプレイのバックライト等に適したライトガイド付きの照明装置に関する。

＜従来の技術＞

表示装置には、発光ダイオードやエレクトロルミネッセンスディスプレイ等のように自ら発光するものと、液晶ディスプレイのように自らは発光せず、光の透過率あるいは反射率を制御することによって、自然光や他の照明源からの照射光を変調してパターン表示を行うものとがある。液晶ディスプレイはその光学的異方性を利用するものであり、偏光板あるいはカラー表示装置では更にカラーフィルタで光量が減少するので、屋内での一般的な使用に際しては照明手段を付設することが必須の要件となる。

第4図及び第5図は、この目的で用いられる従来の照明装置の例を示したものであり、11は光源、12及び13は反射用のライトガイド本体、14は拡散板である。ライトガイド本体12,13は、光源11からの光線を反射して図の上方に出力するためのものであり、光線の大部分を上方に向けて拡散板14

EX1003, Page 909

の全面での輝度を均一化するには、反射面の形状が放物線状であって、その焦点に光源11を位置させることが望ましい。しかし、照明装置の厚さに制限があるため実際には偏平な形状にせざるを得ず、第４図のように、複数個の帯状反射面15を全体としては偏平な形状となるように配置し、しかも各反射面15の角度を光源11からの光線を出力光軸に平行な光線L_0として上向きに反射できる角度に設定したフレネルレンズ状のものが使用されることが多い。16は各反射面15の間に設けられた非反射面、17は輝度調整用拡散板である。

＜発明が解決しようとする問題点＞

第４図の構造の場合でも、破線矢印のように光源11から直接拡散板14に向けて放射される光線La，Lb……，Lnは、拡散板14で拡散されるとしても出力光軸に平行な方向の成分は外側になるほど少なく、出力光軸の方向から見た拡散板14の上面の輝度への貢献度は外側になるほど次第に小さくなる。このため、従来のライトガイドを備えた照明装置では、高効率、高輝度のものを得ることが困難であった。

この発明はこのような問題点に着目し、簡単な構造で高い輝度の得られる照明装置を提供することを目的としてなされたものである。

＜問題点を解決するための手段＞

上述の目的を達成するために、この発明の照明装置では、光を出力する方向とは反対側に配置される第１の反射面と、第１の反射面に対応して光の出力側に配置される第２の反射面とを備えており、第２の反射面を、照明装置の出力光軸に対して垂直な平面状であって、小さい入射角度で入射する光線は透過させるとともに、第１と第２の反射面の間に配置された光源から大きい入射角度で入射する光線を第１の反射面に向けて反射する性質を有するものとし、第１の反射面を、光源から直接入射する光線と、第２の反射面で反射されて入射した光線とを、出力光軸に平行またはほぼ平行な方向に反射させる性質を有するものとしている。

＜作用＞

この発明によれば、光源から出る光線のうち第１の反射面に向かったものは第１の反射面でそのまま反射され、第２の反射面に向かったものは第２の反射面と第１の反射面で反射され、いずれも出力光軸に平行またはほぼ平行な方向の光線として出力されることになり、無駄な方向に行く光線が大幅に低減されて効率のよい照明装置が得られるのである。

＜実施例＞

次に図示の実施例について説明する。

第１図は第１の実施例の断面図であり、１は光源、２はライトガイド本体、３は拡散板である。光源１は紙面に垂直な方向に長い管状のものであり、ライトガイド本体２の表面に凹設された断面Ｕ字状の溝４内に収納されている。

ライトガイド本体２は透光性の材料で構成されたもので、光源１の後側に第１の反射面2aを、前側に第２の反射面2bを備えている。この第１の反射面2aは、複数個の帯状反射面５を全体としては偏平な形状となるように非反射面６と交互に配置したフレネルレンズ状のものとなっており、その表面には反射率を高めるために反射層７がコーティングされている。各帯状反射面５の角度は、光源１からそれぞれの反射面に入射する光線L_1を出力光軸に平行な光線L_0として上向きに反射できる角度に設定されている。また第２の反射面2bは、照明装置の出力光軸に対して垂直な鏡面平面となっており、小さい入射角度で入射する光線はそのまま透過するが、大きい入射角度で入射する光線L_2は全反射するようになっている。この全反射となる角度は、例えばアクリル樹脂の場合には約42°以上である。

従って、光源１から出た光線L_2は第２の反射面2bで反射され、光線L_2'となって第１の反射面2aに向かい、帯状反射面５で反射されて光線L_3となって拡散板３を透過して出力される。この場合には、第２の反射面2bを対称軸として光源１の鏡像がO_1に存在している状態となっており、光線L_3の方向は光線L_0とはやや異なるものの、ほぼ出力光軸に対して平行なものとなり、光源１か

EX1003, Page 910

らの光を有効に照明光として使用することが可能となるのである。

又、この実施例では、第1の反射面2aの光源1の直下の部分に逆V字形に突状反射面8を形成してある。これは、光源1から直下方向に射出された光線L_4をこの突状反射面8で反射し、更に第2の反射面2bと第1の反射面2aの帯状反射面5で反射して、光線L_5として出力光軸にほぼ平行に射出するものであり、光源1から出る光線を有効に利用して照射の効率をより高めることに効果がある。なお、この突状反射面8は光源1からの光線を左右方向に反射する形状であればよく、例えば円弧状となっていてもよい。また、この実施例のような構造では、光源1の直上部分の輝度が特に高くなるため、光源1の上部に輝度調整用拡散板9を設けてある。尚、溝4が浅いと光源1が溝4からはみ出し、ライトガイド本体2内を透過する光量が減少して輝度が低下する一因となるので、溝4の深さは光源1の径よりも大きくしてある。

上述の実施例の場合には、光源1の周囲が樹脂で囲まれるため放熱が悪く、光源近辺の樹脂温度が上昇して長期間の使用によりライトガイド本体2の一部が変形する可能性があり、また光源1の交換作業が困難となる。第2図はこの点を考慮した第2の実施例であり、ライトガイド本体2の裏面に断面U字状の溝4aを凹設し、この溝4aに光源1を収納するようにしている。突状反射面8が設けられていない点を除けば、他の構成は第1の実施例と基本的には同一であり、この従来例では、光源1の直下が解放されているので光源1の交換が容易であり、また放熱がよく異常発熱を防止できる。

尚、光源1から直下方向に向けて射出される光線が利用されないため、効率がやや低下することが考えられるが、これは、例えばコーティングや貼付けによって光源1の下面に反射層を形成することにより改善することができる。

第3図は別の実施例であり、ライトガイド本体2に丸穴4bを設け、これに光源1を挿入したものである。この実施例でも第1の実施例の場合と同様な問題点はあるが、光源1の発熱量が小さい場合には実用的には全く問題はない。

またこの実施例では、輝度調整用拡散板9aは中央の厚みが大きくなっている。これは中央での光の減衰を大きくして均一な輝度を有する面光源を得るためである。

尚、光源1の径が4㎜程度であれば輝度調整用拡散板4aの幅は6㎜程度でよく、このことは、上記の第1及び第2の実施例についても同様である。

以上の各実施例では、光源1は紙面に垂直な方向に長い管状のものであり、図はその断面図であるとして説明しているが、この発明は点状の光源の場合にも適用できる。すなわち、この場合にはライトガイド本体2は点状光源1を中心とする円板状であって、反射面2aの各帯状反射面5はそれぞれ環状のものとなるが、光源の部分での断面図は第1図乃至第3図と変わらないものとなる。

＜発明の効果＞

上述の実施例から明らかなように、この発明は、光源から出る光線のうち第1の反射面に向かったものは第1の反射面でそのまま反射し、第2の反射面に向かったものは第2の反射面と第1の反射面で反射し、最終的にはいずれの光線も出力光軸に平行またはほぼ平行な方向の光線として所定の方向に出力するようにしたものである。

従って、出力光軸から大きくそれて無駄な方向に行く光線が大幅に低減されて、効率が高く、高い輝度を有する面光源となるのであり、液晶ディスプレイのように自らは発光せず、別に照明手段を設けることの必要な表示装置のバックライト用等に適した照明装置が容易に得られるのである。

4．図面の簡単な説明

第1図は、この発明の第1の実施例の断面図、

第2図は、第2の実施例の断面図、

第3図は、第3の実施例の断面図、

第4図及び第5図は、従来例の断面図である。

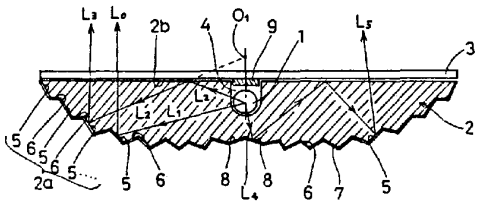
1…光源　　、2…ライトガイド本体

2a…第1の反射面　、2b…第2の反射面

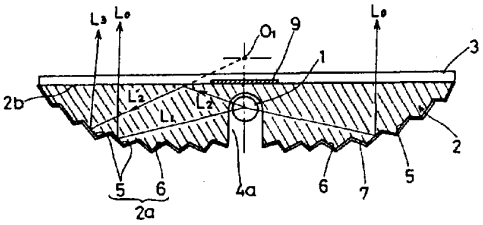
5…帯状反射面　　、6…非反射面

EX1003, Page 911

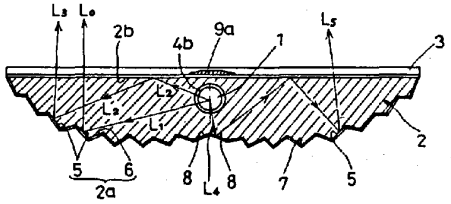
第1図



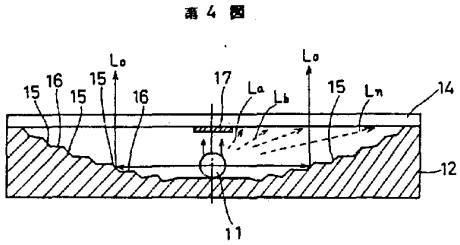
第2図



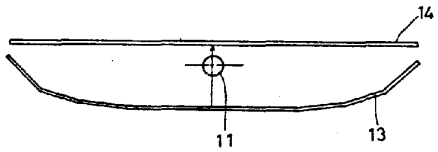
第3図



第4図



第5図

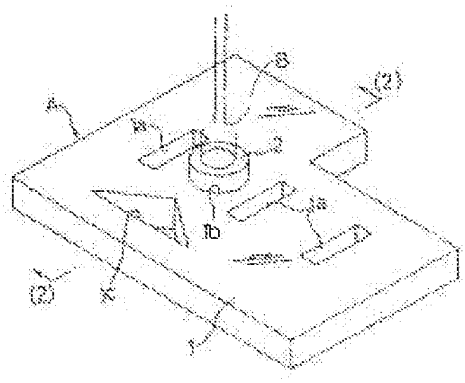


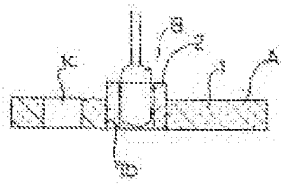
LIGHT GUIDE BODY

Publication number: JP63206713 (A)
Publication date: 1988-08-26
Inventor(s): ASAGA AKIO +
Applicant(s): KYOEI PLASTICS KOGEISHA +
Classification:
- international: ***G02B6/42; G02B6/00;*** **G02B6/42; G02B6/00;** (IPC1-7): G02B6/00; G02B6/42
- European:
Application number: JP19870040829 19870223
Priority number(s): JP19870040829 19870223

Abstract of **JP 63206713 (A)**

PURPOSE:To permit safe use without inducing thermal deformation even if a light source lamp having a large quantity of light is used by building a light source part molded of a heat resistant resin material integrally to the proper point of a light guide body molded of a resin material having good light transmittance. CONSTITUTION:The light guide body 1 is molded to a required shape by using the inexpensive resin material having the high light transmittance and is formed with plural light emitting parts 1a, a light source installation part 1b for installing the light source part 2 to glow the light emitting parts 1a, etc. The light source part 2 is used for installation of the light source lamp B and is molded to the required shape such as cylindrical shape by using the resin material having excellent heat resistance and high light transmittance. Said part is integrally built in the light source installation part 1b of the light guide body 1. The possibility of the thermal deformation of the light source part is, therefore, eliminated even if the light source lamp having the large quantity of light, i.e., the light source lamp having a large calorific value is installed to the light source part 2. The stable use of the light source lamp having the large quantity of light is thus permitted and the brighter growing of the light emitting parts 1a of the light guide body is assured.





Data supplied from the ***espacenet*** database — Worldwide

⑲日本国特許庁（JP）　⑪特許出願公開

⑫公開特許公報（A）　昭63－206713

⑤1Int.Cl.⁴	識別記号	庁内整理番号	⑬公開　昭和63年(1988)8月26日
G 02 B 6/42		7529－2H	
6/00	331	7370－2H	

審査請求　有　発明の数 1　（全3頁）

⑤4発明の名称　導光体

⑳特　願　昭62－40829
㉒出　願　昭62(1987)2月23日

⑦2発明者　淺賀　朗夫　埼玉県秩父市桜木町3番17号　有限会社協栄プラスチック工芸社内
⑦1出願人　有限会社　協栄プラスチック工芸社　埼玉県秩父市桜木町3番17号
⑦4代理人　弁理士　早川　政名

明　細　書

1．発明の名称

導光体

2．特許請求の範囲

導光体本体を透光率の良い樹脂材で成形し、該導光体本体の適宜箇所に耐熱性樹脂材で成形した光源部を一体に組付けてなる事を特徴とした導光体。

3．発明の詳細な説明

＜産業上の利用分野＞

本発明は、機器や計器等の表示部分に表示用パネルなどとして使用される導光体に関するものである。

＜従来の技術＞

この種の導光体は、アクリル樹脂等の透光性に優れた樹脂材を用いて所要の形状に成形すると共に、その適宜1ヶ所又は数ヶ所に光源部を形成せしめ、その光源部に光源ランプを設置して所要部分（発光部）を光らせるようになっている。従って、その発光部をできるだけ明るく光らせる為には、より透光率の高い樹脂材を用いると同時に、光量の多い光源ランプを用いれば良いことになる。

しかし乍ら、現在最も透光率の良いアクリル樹脂材を用いて導光体を成形すると、当該アクリル樹脂は耐熱性に乏しい為、光量の多い光源ランプを用いた場合、光源ランプからの発熱によって光源部が変形してしまう不具合があった。

かと言って、耐熱性に優れたポリカーボネート樹脂材を用いて導光体を成形すると、アクリル樹脂材より透光率が低いため同じ光量の光源ランプを使用すると、その発光部を明るく光らせることが難しくなると共に、その材料費が高いためコスト高になる不具合があった。

従って従来、発光部を明るく光らせようとする場合には、多少コスト高で透光率が低下してもポリカーボネート樹脂材を用いて導光体を成形し、その光源部に光量の多い光源ランプを設置させているのが現状である。

EX1003, Page 914

＜発明が解決しようとする問題点＞

本発明はこの様な従来の不具合に鑑みてなされたものであり、さほど光量の多い光源ランプを使用せずとも発光部を明るく光らせることが出来ると共に、光量の多い光源ランプを用いた場合でも光源ランプを設置させる光源部が熱変形を来たす虞れのない導光体を安価に提供せんとするものである。

＜問題点を解決するための手段＞

係る目的を達成する本発明導光体は、導光体本体を透光率の良い樹脂材で成形し、該導光体本体の適宜箇所に耐熱性樹脂材で成形した光源部を一体に組付けてなる事を特徴としたものである。

＜実施例＞

以下、本発明実施の一例を図面に基づいて説明する。

本発明導光体Aは導光体本体1と、光源ランプBを設置させるための光源部2との2部材でもって構成される。

導光体本体1は透光率が高く且つ安価な樹脂材、例えばアクリル樹脂材を用いて所要の形状に成形すると共に、所要箇所に複数の発光部1aと、これら発光部1aを光らせる光源部2を設置させるための光源設置部1bを形成してなる。尚、図中1cは光源部2からの光を側方へ反射させるための反射部であり、内側面に白色塗料を塗布してある。

光源部2は光源ランプBを設置させるためのものであり、耐熱性能に優れ且つできるだけ透光率の高い樹脂材、例えばポリカーボネート樹脂材を用いて円筒形状などの所要の形状に成形せしめ、導光体本体1の光源設置部1b内に一体に組付ける。この光源部2を導光体本体1の光源設置部1b内に一体に組付ける手段としては、導光体本体1の成形時に別成形した光源部2をインサート成型する方法や、別成形した光源部2を導光体本体1の光源設置部1b内に圧入嵌着させたり接着剤を用いて接着させる方法などが考えられる。そして、この光源部2には着色を施したり、導光体本体1と接触する周面などにその全体又は部分的にローレットやブラストやシボなどを形成したりマスキングを施すことも任意である。即ち、光源部2の成形時に着色顔料を混入させたり、成形後に着色透明塗料を塗布するなどして所要の着色を施せば、導光体本体1自体に着色を施さずとも発光部1aから所要の色光を発光させることが出来るようになる。この時、光源部2に施す着色を導光体本体1の平面方向に対して例えば左側半分と右側半分、或いは上側半分と下側半分とで各々違えることによって、複数の発光部1aから発光される光の色を夫々違えることが出来るようになる。又、導光体本体1と接触する周面などに、その全体又は部分的にローレットやブラストやシボなどを形成させることにより、この発光部2から発する光をコントロールして導光体本体1の各発光部1aを均一に光らせたり、逆に一部の発光部1aの光を強調させたりすることが出来るようになり、更に部分的にマスキングを施すことにより、所要方向への光を遮断させることが出来るようになる。

＜発明の効果＞

本発明導光体は斯様に、耐熱性樹脂材で形成した光源部を透光率の良い樹脂材で成形した導光体本体に一体に組付けてなるので、光源部に光量の多い光源ランプ、すなわち発熱量の多い光源ランプを設置させても、光源部が熱変形を来たす虞れがなく、従って光量の多い光源ランプを安心して使用できると共に、光量の多い光源ランプを用いた分、導光体の発光部をより明るく光らせることが出来る。

しかも、光源部のみをポリカーボネート樹脂材などの高価な耐熱性樹脂材で成形しても、導光体本体はアクリル樹脂材などの安価な樹脂材で成形することが出来るので、全体として熱変形を来たす虞れのない導光体を安価に製造し提供することが出来る。

更に、光源部のみを透光率の悪いポリカーボネート樹脂材などの耐熱性樹脂材で成形しても、導光体本体は透光率の良いアクリル樹脂材などの樹脂材で成形することが出来るので、光源ランプから発光される光が導光体本体内で損なわれることが少なく、さほど光量の多い光源ランプを使用せ

EX1003, Page 915

ずとも全体として導光体の発光部を明るく光らせることが出来る。

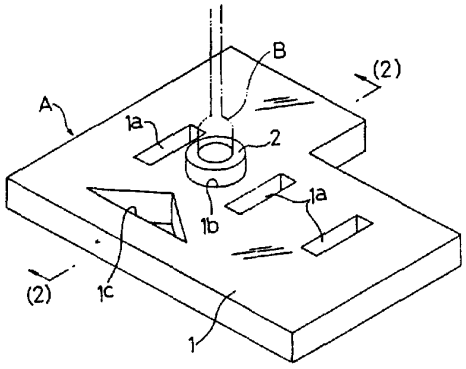
よって、所期の目的を達成し得る。

4．図面の簡単な説明

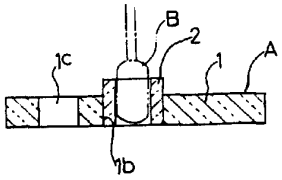
図面は本発明実施の一例を示し、第1図は斜視図、第2図は第1図の(1)-(1)線断面図である。

図中、Aは導光体、Bは光源ランプ、1は導光体本体、2は光源部、1aは発光部、である。

第 1 図



第 2 図



特許出願人　有限会社
協栄プラスチック工芸社

代理人　早川政名

手続補正書

昭和62年 4月20日

特許庁長官　黒田明雄　殿
(特許庁審査官　　殿)

1．事件の表示
昭和 62 年 特 許 願 第 40829 号

2．発明の名称
導光体

3．補正をする者
事件との関係　特許出願人
氏名(名称)　有限会社 協栄プラスチック工芸社

4．代理人
住所　東京都文京区白山5丁目14番7号
早川ビル 電話 東京946-0531番(代表)
氏名　(6860) 弁理士 早川政名

5．補正命令の日付(自発補正)
昭和 年 月 日

6．補正の対象
明細書の発明の詳細な説明の欄

62. 4. 22

7．補正の内容
(1)明細書第4頁第6行目「…塗布してある。」とあるを、「…塗布することもある。」と補正する。
(2)同書第5頁第17行目「…光を遮断」とあるを、「…光を遮断又は反射」と補正する。

方式

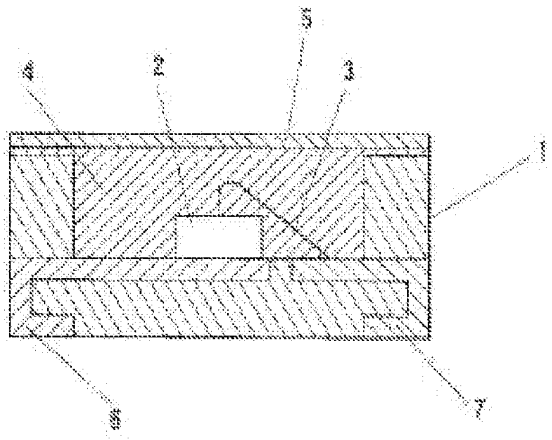
OPTICAL SEMICONDUCTOR DEVICE

Publication number: JP2000174347 (A)
Publication date: 2000-06-23
Inventor(s): TAMEMOTO HIROAKI +
Applicant(s): NICHIA KAGAKU KOGYO KK +
Classification:
- international: ***H01L33/00;*** **H01L33/00**; (IPC1-7): H01L33/00
- European:
Application number: JP19980346771 19981207
Priority number(s): JP19980346771 19981207

Also published as:
JP3667125 (B2)

Abstract of **JP 2000174347 (A)**

PROBLEM TO BE SOLVED: To protect photoelectric characteristics by connecting the inside and the outside of a recess in a package member electrically through a pair of lead electrodes, connecting the pair of lead electrodes electrically with an optical semiconductor element and then covering a mold sealing member in the recess arranged with the optical semiconductor element with a protective member. SOLUTION: After metal pieces 6, 7 which serve as lead electrodes, are arranged in a die, liquid crystal polymer is injected and insert molded, and then it is cooled to form a package member 1. An LED die 2 is then die-bonded onto the lead electrodes 6, 7 in the package member 1, utilizing silver paste and each electrode of the die bonded optical semiconductor element and the lead electrodes 6, 7 are die-bonded, utilizing a gold wire 3.; Subsequently, epoxy resin is injected as a translucent mold member 4 for protecting the LED die 2 and the gold wire 3, and a filmy protective member 5 of polyethylene resin is press molded onto the package member 1, before the epoxy resin is completely cured.



Data supplied from the ***espacenet*** database — Worldwide

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報（Ａ）**　(11)特許出願公開番号
特開2000－174347
（P2000－174347A）
(43)公開日　平成12年６月23日(2000.6.23)

(51)Int.Cl.[7]	識別記号	Ｆ Ｉ	ﾃｰﾏｺｰﾄﾞ(参考)
Ｈ０１Ｌ　33/00		Ｈ０１Ｌ　33/00	Ｎ　５Ｆ０４１

審査請求　未請求　請求項の数２　ＯＬ　（全　５　頁）

(21)出願番号　特願平10－346771

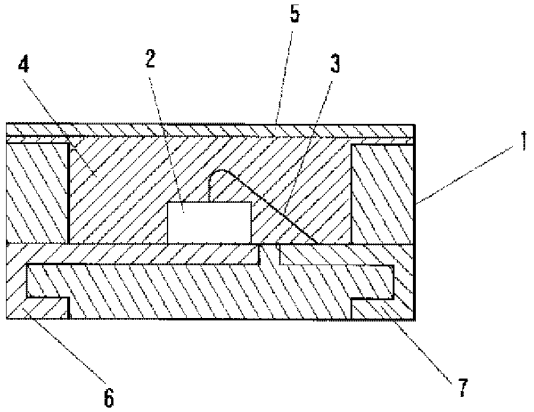
(22)出願日　平成10年12月７日(1998.12.7)

(71)出願人　000226057
日亜化学工業株式会社
徳島県阿南市上中町岡491番地100
(72)発明者　為本　広昭
徳島県阿南市上中町岡491番地100　日亜化学工業株式会社内

Ｆターム(参考)　5F041 AA43 AA44 DA02 DA07 DA20 DA35 DA36 DA44 DA45 DA46

(54)【発明の名称】　光半導体装置

(57)【要約】
【目的】　ＬＥＤダイなどを損傷させるガスのＬＥＤ素子内部への浸入を防ぐことにより、極めて信頼性に優れたＬＥＤ素子を提供する。
【構成】　光半導体素子を被覆するモールド部材４と、モールド部材に被覆されるＬＥＤダイ２などを損傷させるガスの浸入を防ぐ保護部材５とを機能分離して設ける。



1

【特許請求の範囲】

【請求項１】　表面に凹部を有するパッケージ部材と、該パッケージ部材の凹部内と外部とを電気的に接続させる少なくとも一対のリード電極と、該一対のリード電極とそれぞれ電気的に接続された光半導体素子と、該光半導体素子が配置された凹部内のモールド封止部材と、該モールド封止部材を被覆する保護部材とを有する光半導体装置であって、前記保護部材を構成する樹脂のガス透過率が、前記モールド封止部材を構成する樹脂のガス透過率よりも小さいことを特徴とする光半導体装置。

【請求項２】　前記保護部材はモールド封止部材によって接着されたフィルムである請求項１に記載の光半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、パッケージ内に配置した光半導体素子を樹脂で封止してなる光半導体装置に係わり、特に、光半導体素子の電気光学的特性を維持しつつ、信頼性を更に向上させうる光半導体装置に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】今日、低消費電力で高輝度に発光し、小型、且つ軽量な発光素子や受光素子として、種々の分野で光半導体素子を利用した光半導体装置が利用され始めている。このような光半導体装置の一例として、発光ダイオードを図４に示す。図４には、セラミックや液晶ポリマーなどの樹脂で形成されたパッケージ４１の凹部内に光半導体素子であるＬＥＤダイ４２をダイボンドさせてある。パッケージに設けられたリード電極４６、４７はパッケージの凹部内及びパッケージ外部に露出しており、パッケージ内に配置させたＬＥＤダイの電極とパッケージに設けられたリード電極とを金線４３によるワイヤボンディングや銀ペーストなどを利用して外部から電流を供給できるように電気的に接続してある。また、ＬＥＤダイ、リード電極や金線などを外部から保護する目的でＬＥＤダイが配置されたパッケージ凹部内にモールド封止部材４４を形成させてある。

【０００３】モールド封止部材は光半導体素子であるＬＥＤダイからの光を効率よく透過できると共に駆動時や発光ダイオードを半田づけなどによりモールド封止部材の熱膨張等でＬＥＤダイやワイヤボンディング部が損傷しないような樹脂を選択する必要がある。そのため、モールド封止部材に、エポキシ、シリコーン、あるいは変性アクリル樹脂等を使用する。これにより、光半導体素子の特性を損なうことなく取り扱いの容易な光半導体装置とすることができる。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、光半導体装置の使用環境の広がりから、特殊な使用環境によっては光半導体装置の光や電気特性が低下する傾向にあ

2

る。場合によっては駆動しなくなる場合があり、上記構成の光半導体装置では十分ではなく、更なる改良が求められる。特に、有機溶剤、硫化硫黄や酸素の濃度が高い種々のガスを利用する工場等の特殊環境下において、その傾向が強い。従って、本発明は上記問題に鑑み、特殊環境下においても光電気特性を損なうことなく信頼性の高い光半導体装置を提供することにある。

【０００５】

【課題を解決するための手段】本発明は表面に凹部を有するパッケージ部材と、パッケージ部材の凹部内と外部とを電気的に接続させる少なくとも一対のリード電極と、一対のリード電極とそれぞれ電気的に接続された光半導体素子と、光半導体素子が配置された凹部内のモールド封止部材と、モールド封止部材を被覆する保護部材とを有する光半導体装置である。特に、保護部材のガス透過率が、モールド封止部材のガス透過率よりも小さい光半導体装置である。

【０００６】これにより、光半導体素子の電気光学的特性を損なうことなく、光半導体素子やリード電極などを変質等させる不要なガスの浸入を防ぐことができる。また、請求項２に記載の光半導体装置は、保護部材がモールド封止部材によって接着されたフィルム状形状である。これにより、より不要なガスの浸入を抑制すると共にモールド封止部材の量を安定させ光学的特性が安定した光半導体装置を量産性よく形成させることができる。

【０００７】

【発明の実施の形態】本発明者は、種々の実験の結果、保護部材とモールド封止部材とを機能分離させ特定の関係とすることにより、使用環境を問わず信頼性を飛躍的に向上しうることを見出し、発明を成すに至った。本発明の構成による信頼性向上は定かではないが、工場など特殊環境下における光半導体装置の特性劣化が特殊雰囲気での光半導体装置内部への不要なガスの浸入にあると考えられる。即ち、光半導体装置はその特性ゆえに光半導体素子の光特性が十分発揮できる樹脂によりモールドする必要がある。また、その使用時等において機械的に光半導体素子等が損傷しないようなモールド封止部材を選択する必要がある。

【０００８】このようなモールド封止部材は、分子間の結合が弱いまたは分子間距離が長い構造のものが多い。そのためにガス透過率が高く、硫化硫黄や酸素等のガスが光半導体装置を構成する光半導体素子の電極、金線等から成るワイヤを硫化、酸化等によって変質させる。また、光半導体素子によっては表面を溶かしてしまい、光半導体装置の劣化を早めると考えられる。本発明は光半導体素子を保護するモールド封止部材と、パッケージ凹部内へのガスの浸入を防ぐ保護部材とを機能分離して形成させることにより信頼性を向上させ得るものである。以下、本発明の具体的実施例について詳述するがこれのみに限られないことはいうまでもない。

（実施例１）図１は本発明の一実施例によるＬＥＤ素子の模式的断面図である。また図２は、同じく本発明の一実施例によるＬＥＤ素子の斜視図であるが、図１はそのＡ－Ａ線断面図でもある。以下、このような光半導体装置の一例としてＬＥＤ素子の形成を述べる。

【０００９】まず、金型内にリード電極となる金属片６、７を配置させた後、液晶ポリマーを注入させインサート成形させる。冷却後、金型から取り出すことによりパッケージ部材１を形成させた。この段階では、平面上に複数の開口部を有するパッケージとなっている。形成されたパッケージ部材は、略中央に開口部が設けられており、開口部底面上とパッケージ部材の側面から裏面にかけてリード電極が露出していた。このようなパッケージ部材の材料としては、絶縁性に優れ、外力に対して比較強く容易に形成できる材料を利用することが望ましい。パッケージ部材の具体的材料として、セラミクス、液晶ポリマー、ＰＢＴ樹脂等の材料を利用することがこのましい。パッケージ部材には、光半導体素子の特性により着色顔料を混合させ所望の色に着色させることもできる。また、パッケージ内に光半導体素子として発光素子であるＬＥＤダイを１つ以上設けることができるし、発光素子と受光素子とを同時に配置させることもできる。

【００１０】リード電極６、７としては、凹部内に配置された光半導体素子にパッケージ外部と電気的に接続させるものであるため、電気伝導性に優れたものが好ましい。リード電極の具体的材料としては、ニッケル等のメタライズあるいはリン青銅等の電機良導体を挙げることができる。また、このような材料の表面に銀あるいは金等の平滑なメッキが施され、電極部材であるとともにＬＥＤダイからの光を効率よく外部に放出させるようにその表面を光反射部材として利用することもできる。

【００１１】形成されたパッケージ内部のリード電極上に銀ペーストを利用してＬＥＤダイ２をダイボンドさせる。ＬＥＤダイが一対の電極を介して半導体層が形成されている場合は、ダイボンドと共に電気的に接続させることができる。このような光半導体素子は所望に応じて種々のものを利用することができる。具体的には、紫外線や可視光の長波長域が発光可能なＬＥＤダイとして、サファイア基板上に窒化物半導体が形成された発光素子、可視光の長波長域から赤外線が発光可能なガリウム砒素基板上に形成させたアルミニウム・ガリウム・インジウム隣やシリコンを利用した受光素子などが挙げられる。

【００１２】ダイボンドされた光半導体素子の各電極とリード電極６、７とを電気良導体なる金線３を利用してワイヤボンディングさせる。これにより光半導体素子とリード電極とを電気的に接続させる。電気良導体は金線の他アルミニウム線などを利用することができる。次に、ＬＥＤダイや電気良導体を保護させるため透光性のモールド部材４としてエポキシ樹脂を注入させた。モールド部材となる樹脂は光半導体素子を保護し、絶縁性が高く且つ透光性を有することが求められる。具体的には自身の熱変形によりワイヤボンディング部が破断しないよう、硬度がＪＩＳ Ａ硬度の２０からショアＤ硬度の８０程度までの比較的柔軟な樹脂が好ましい。モールド部材としてより具体的には、エポキシ系、シリコーン系、あるいは変性アクリル系等よりなる透光性封止樹脂が好ましい。モールド部材には所望に応じて光半導体素子からの光や光半導体素子への光を所望に応じてカットする着色剤や光を拡散させる拡散材、さらには所望の光に変換させる蛍光物質を好適に含有させることもできる。なお、上述のエポキシ樹脂を１２０℃３時間で硬化させフィルム状のモールド部材を形成させた。これを２３℃において差圧気体透過度試験法により透過率を測定したところ約６５００ｃｃ／m^2・２４ｈｒｓ・ａｔｍであった。

【００１３】次に、エポキシ樹脂が完全に硬化するる前に１２０℃に加熱した板を用い、ホットスタンピング法として厚さ約１００μｍのポリエチレン樹脂のフィルム状保護部材５をＬＥＤダイが配置された複数の開口を有するパッケージ上に加圧させることにより形成させた。モールド封止部材４はまだ柔軟な状態なので、フィルム状保護部材５を接着しやすかった。なお、上記ポリエチレン樹脂を差圧気体透過度試験を行ったところ約１９８ｃｃ／m^2・２４ｈｒｓ・ａｔｍであった。

【００１４】本発明の特徴となる保護部材はモールド部材よりもガス透過率の低いものを利用している。保護部材自体はＬＥＤダイなどを被覆して機械的に保護する必要はないが、外力に対して比較的硬度の高いショアＤ８０以上ものが好ましい。特に、保護部材は熱膨張や熱収縮によりＬＥＤダイそのものを直接破壊するものではないためガスが透過しにくい比較的緻密な樹脂が好適に挙げられる。具体的には不飽和ポリエステル、ポリエチレン、ポリメチルペンテン、フッ素樹脂等が挙げられる。特に、ガス透過率が１０００ｃｃ／m^2・２４ｈｒｓ・ａｔｍ以下であることが好ましい。より好ましくは３００ｃｃ／m^2・２４ｈｒｓ・ａｔｍ以下である。また、保護部材をフィルム状に形成させる場合は約１０～１５０μｍ程度の厚さにすることが好ましい。これにより、硬質のフィルム状保護部材であっても、モールド封止部材の変形に対しても剥離したり、割れたりすることなく追従し得ることができる。また、保護部材形成時の温度、溶媒、材質などの諸条件によってガス透過率を制御することもできる。

【００１５】また、図３は本発明の一実施例によるＬＥＤ素子のパッケージ部材を切断する前の模式的断面図であるが、３１、３２のように、各開口部近傍には後に各ＬＥＤ素子に分割しやすいように溝を切ってある。この溝は加圧により余分なモールド部材が流れ込みモールド

5

部材の厚みを一定とさせる効果もある。溝に沿って保護部材ごとパッケージ部材を切断してＬＥＤ素子を形成させた。

（比較例１）保護部材を用いず１２０℃３時間でモールド部材を硬化させた以外は実施例１と同様にして光半導体装置である発光ダイオードを形成させた。形成されたＬＥＤ素子は共にほとんど同じ発光輝度を示した。

【００１６】比較例１のＬＥＤ素子と実施例１のＬＥＤ素子を共に７００個づつ硫化ガス中に５００時間晒した。試験前後のＬＥＤ素子光出力変化を測定したところ、従来のＬＥＤ素子では試験前に比べ試験後は平均３４％も光出力が低下したのに対し、本発明によるＬＥＤ素子では試験前に比べ試験後は約７％しか光出力は低下しなかった。試験後の出力が大きく低下したＬＥＤ素子を分解して調べたところ、ワイヤやＬＥＤダイの電極が硫化されており黒色に変質して劣化が進んでおり、本発明によるＬＥＤ素子が比較例１のＬＥＤ素子に対して極めて信頼性に優れたものであることが確認された。

【００１７】また、実施例１のＬＥＤ素子と比較例１のＬＥＤ素子とを共に超硬合金よりなるマウンタノズルを使用して、マウンタで１０回ＬＥＤ素子吸着から搭載を繰り返したところ、比較例１のＬＥＤ素子では素子表面のノズル当接部に深さ１０μm程度の傷が多数見られたのに対し、実施例１によるＬＥＤ素子では表面傷は全く観察されず、本発明によるＬＥＤ素子が従来のＬＥＤ素子に対して極めて傷付きにも強いものであることも確認された。

【００１８】

【発明の効果】上記のように、光半導体素子を被覆するモールド部材と、モールド部材に被覆されるＬＥＤダイなどを損傷させるガスの浸入を防ぐ保護部材とを機能分＊

6

＊離して設けることにより光電気特性を損傷することなく、極めて信頼性に優れたＬＥＤ素子を得ることができる。

【００１９】また、本発明の光半導体装置は、フィルム状の保護部材をホットスタンピングすることで樹脂の凹凸面をなくして平坦にし光学特性を安定化させると同時に、モールド部材の量を一定にすることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　図１は本発明の一実施例による、ＬＥＤ素子の模式的断面図を示す。また、図２のＡ－Ａ線断面を示す。

【図２】　図２は本発明の一実施例による、ＬＥＤ素子の斜視図を示す。

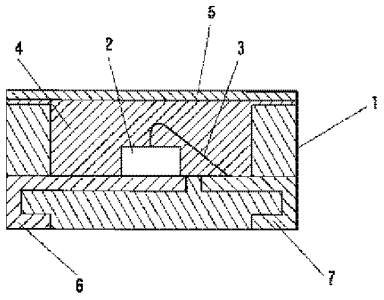
【図３】　図３は本発明の一実施例による、パッケージ部材を切断する前のＬＥＤ素子の模式的断面図を示す。

【図４】　図４は本発明と比較のために示すＬＥＤ素子の模式的断面図を示す。

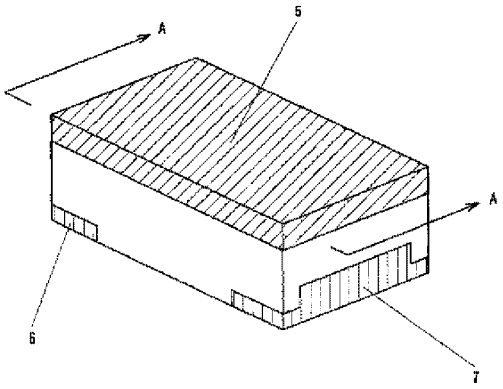
【符号の説明】

１・・・パッケージ部材
２・・・ＬＥＤダイ
３・・・ワイヤ
４・・・モールド封止部材
５・・・フィルム状保護部材
６、７・・・電極部材
３１、３２・・・溝部分
３３・・・モールド封止部材
４１・・・パッケージ部材
４２・・・ＬＥＤダイ
４３・・・ワイヤ
４４・・・モールド封止部材
４６、４７・・・電極部材

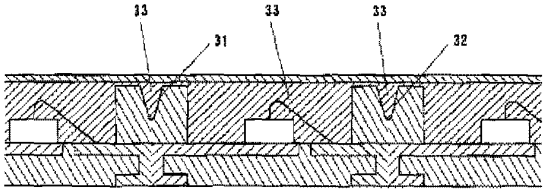
【図１】



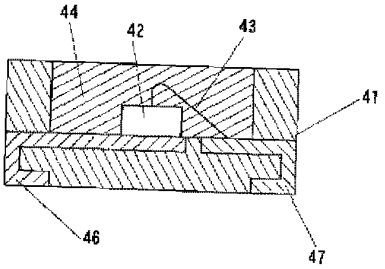
【図２】



【図３】



【図４】



LIGHT EMITTING DEVICE AND LIGHT EMITTING DEVICE ARRAY

Publication number: JP2002176203 (A)
Publication date: 2002-06-21
Inventor(s): TAMAI SHINGO; HOSOKAWA HAYAMI; KIYOMOTO HIRONOBU; YASUDA SHIGERU +
Applicant(s): OMRON TATEISI ELECTRONICS CO +
Classification:
- international: ***H01L33/00;*** **H01L33/00**; (IPC1-7): H01L33/00
- European:
Application number: JP20010301991 20010928
Priority number(s): JP20010301991 20010928; JP20000300430 20000929

Abstract of **JP 2002176203 (A)**

PROBLEM TO BE SOLVED: To brightly emit light by improving heat dissipation to increase the maximum rated current to be applied and to improve the reliability of a light emitting element, by preventing deterioration of characteristics of the light emitting element due to overheating and broken wire.
SOLUTION: A light emitting device comprises a light reflecting member and a resin for covering the element to seal the element. Of the light emitted from the element, the light deviating from a predetermined region in front is totally reflected on the interface of the resin, and then, is emitted forward by the member. At the same time, the element is thermally in contact with the member to dissipate the heat from a heat light reflecting member of the element.

Data supplied from the ***espacenet*** database — Worldwide

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報（Ａ）**　(11)特許出願公開番号
特開2002－176203
（P2002－176203A）
(43)公開日　平成14年６月21日(2002.6.21)

(51)Int.Cl.[7]	識別記号	ＦＩ	テーマコード（参考）
Ｈ０１Ｌ　33/00		Ｈ０１Ｌ　33/00	Ｎ　５Ｆ０４１ Ｍ

審査請求　未請求　請求項の数９　ＯＬ　（全 11 頁）

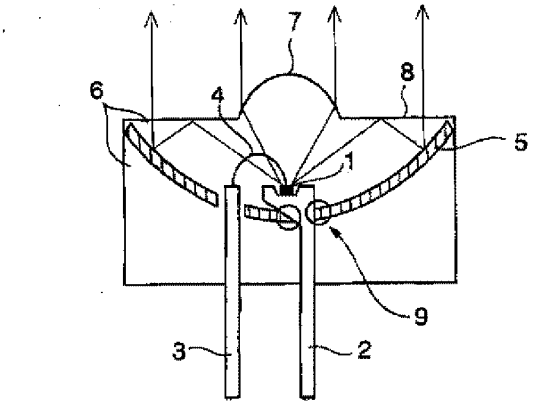
(21)出願番号　特願2001－301991(P2001－301991)
(22)出願日　平成13年９月28日(2001.9.28)
(31)優先権主張番号　特願2000－300430(P2000－300430)
(32)優先日　平成12年９月29日(2000.9.29)
(33)優先権主張国　日本（ＪＰ）

(71)出願人　000002945
オムロン株式会社
京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地
(72)発明者　玉井　進悟
京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地　オムロン株式会社内
(72)発明者　細川　速美
京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地　オムロン株式会社内
(74)代理人　100083024
弁理士　高橋　昌久　（外１名）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　発光デバイス及び発光デバイスアレイ

(57)【要約】
【課題】　従来の発光ダイオード（ＬＥＤ）や半導体レーザー（ＬＤ）などの発光素子から発する熱は、細いリードフレームから外部に放熱する以外放熱構造が考慮されておらず、熱的損傷を考慮して印加できる最大定格電流が小さく押さえられていた。そのため、最大定格電流を越える大きな電流を長時間流すと、発光素子のジャンクション部が高温となり、発光素子の特性劣化、あるいは断線事故を生じ、発光素子の信頼性を低下させる問題が生じていた。
【解決手段】　発光デバイスを、光反射部材と発光素子を覆って発光素子を封止する樹脂とで構成し、発光素子から出射した光のうち前方の所定領域を外れる光を樹脂界面でほぼ全反射させた後に前記光反射部材で前方に出射させるようにすると共に、発光素子と光反射部材とを熱的接触させ、発光素子の熱光反射部材で放熱させるようにした。



1

【特許請求の範囲】

【請求項１】　発光素子と、光反射部材と、該光反射部材と発光素子を覆って発光素子を封止した樹脂とからなり、前記発光素子から出射した光のうち前方の所定領域を外れる光を樹脂界面でほぼ全反射させた後に前記光反射部材で前方に出射させるよう構成した発光デバイスにおいて、

前記発光素子と光反射部材とが熱的接触して発光素子の熱を放熱するようにしたことを特徴とする発光デバイス。

【請求項２】　前記発光素子を該発光素子と電気的に接続する一方のリードフレームに載置し、該リードフレームを光反射部材と熱的接触するようにして発光素子の熱をリードフレームから光反射部材に伝えて放熱するようにしたことを特徴とする請求項１に記載した発光デバイス。

【請求項３】　前記光反射部材の非反射面を、直接、若しくは薄い樹脂層を介して空気層に露出し、放熱させるようにしたことを特徴とする請求項１に記載した発光デバイス。

【請求項４】　前記光反射部材の外縁が、樹脂表面の一部、または全部を覆っていることを特徴とする請求項１に記載した発光デバイス。

【請求項５】　発光素子と、光反射部材と、該光反射部材と発光素子を覆って発光素子を封止した樹脂とからなり、前記発光素子から出射した光のうち前方の所定領域を外れる光を樹脂界面でほぼ全反射させた後に前記光反射部材で前方に出射させるよう構成した発光デバイスにおいて、

前記発光素子を良熱伝導性の立面体に載置し、該立面体と光反射部材を熱的接触させて発光素子の熱を立面体と光反射部材とから放熱するようにしたことを特徴とする発光デバイス。

【請求項６】　前記立面体は、中央に発光素子を載置する皿部と、リードフレームを保持した絶縁体を収容する溝部と、リードフレームを延在させる溝を有していることを特徴とする請求項５に記載した発光デバイス。

【請求項７】　発光素子と、光反射部材と、該光反射部材と発光素子を覆って発光素子を封止した樹脂とからなり、前記発光素子から出射した光のうち前方の所定領域を外れる光を樹脂界面でほぼ全反射させた後に前記光反射部材で前方に出射させるよう構成した発光デバイスにおいて、

前記光反射部材と、発光素子を載置するリードフレームとを一体部材で構成し、リードフレームに載置した発光素子の熱を光反射部材に伝えて放熱するようにしたことを特徴とする発光デバイス。

【請求項８】　金属板上に実装した表面実装タイプ発光素子と、光反射部材と該光反射部材を覆った樹脂を有し、前記発光素子から出射した光のうち前方の所定領域を外れる光を樹脂界面でほぼ全反射させた後に前記光反射部材で前方に出射させるよう構成した光学部材とからなり、前記光反射部材を金属板に熱的接触させて前記発光素子の熱を放熱するようにしたことを特徴とする発光デバイス。

2

【請求項９】　金属製部材にアレイ状に形成した光反射部と、該光反射部の各々の中央近辺に載置した発光素子と、該発光素子の各々に接続する前記金属製部材表面に絶縁膜を介して形成した配線パターンと、前記光反射部上の前記発光素子を覆って界面を形成し、前記発光素子から出射した光のうち、前方の所定領域を外れる光を前記界面でほぼ全反射させた後に前記光反射部で前方に出射させるよう構成した樹脂とからなり、発光素子の熱を前記金属製部材で放熱するようにしたことを特徴とする発光デバイスアレイ。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光ダイオード（ＬＥＤ）や半導体レーザー（ＬＤ）などの発光素子チップをモールド樹脂で封止した形態の発光デバイスにおける発光素子の放熱構造に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】発光ダイオード（ＬＥＤ）や半導体レーザー（ＬＤ）などの発光デバイスは、図３０に砲弾型の一例を示したように、発光ダイオード（ＬＥＤ）や半導体レーザー（ＬＤ）などの発光素子チップ（以下発光素子と略称する）１をリードフレーム２に載置してダイボンドし、他方のリードフレーム３からボンディングワイヤ４で電気的に接続した形でモールド樹脂６により封止したものがある。

【０００３】しかしながらこのような発光デバイスにおいては、発光素子から発する熱は、細いリードフレーム２から外部に放熱する以外放熱構造が考慮されておらず、熱的損傷を考慮して印加できる最大定格電流が小さく押さえられていた。そのため、最大定格電流を越える大きな電流を長時間流すと、発光素子のジャンクション部が高温となり、発光素子の特性劣化、あるいは断線事故を生じ、発光素子の信頼性を低下させる問題が生じていた。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、最大定格電流が小さく押さえられるということは、それだけ発光光量が小さく押さえられるということであり、大きな光量を得たい場合は発光デバイスを多数必要とし、不経済であった。

【０００５】上述の事情に鑑み本発明は、放熱性能を高めた発光デバイスを提供し、印加できる最大定格電流を大きくして明るく発光させられるようにすると共に、発光素子の過熱による特性劣化、あるいは断線事故を防止し、発光素子の信頼性を向上させることが課題である。

また本発明においては、放熱特性のよい発光デバイスアレイを得ることや、表面実装タイプの発光素子においても放熱特性を向上できるようにすることも課題である。

【０００６】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するため、発光素子からの光を効率よく前方に出射させるために光反射部材を用い、かつ、この光反射部材を放熱板として利用し、放熱性能を高めて印加できる最大定格電流を大きくして明るく発光させられるようにすると共に、発光素子の過熱による特性劣化、あるいは断線事故を防止し、発光素子の信頼性を向上させられるようにした。

【０００７】そのため本発明における第１の発光デバイスにおいては、発光素子と、光反射部材と、該光反射部材と発光素子を覆って発光素子を封止した樹脂とからなり、前記発光素子から出射した光のうち前方の所定領域を外れる光を樹脂界面でほぼ全反射させた後に前記光反射部材で前方に出射させるよう構成した発光デバイスにおいて、前記発光素子と光反射部材とが熱的接触して発光素子の熱を放熱するようにしたことを特徴とする。

【０００８】このように発光素子と光反射部材を樹脂で覆い、発光素子から出た光のうち、前方の所定領域を外れる光を樹脂界面でほぼ全反射させた後に前記光反射部材で前方に出射させて光の出射効率を増大させると共に、光反射部材を発光素子に熱的接触させて前記したように光反射部材を放熱板とすることにより、放熱性能を高め、印加できる最大定格電流を大きくして明るく発光させることができると共に、発光素子の過熱による特性劣化、あるいは断線事故を防止し、発光素子の信頼性を向上することができる。

【０００９】そしてこの発光素子と光反射部材の熱的接触のため、前記発光素子を該発光素子と電気的に接続する一方のリードフレームに載置し、該リードフレームを光反射部材と熱的接触するようにして発光素子の熱をリードフレームから光反射部材に伝えて放熱させるようにしてもよい。このようにすることで、容易に、かつ、確実に発光素子の熱を光反射部材に伝えて放熱することができる。またさらに、前記光反射部材の非反射面を、直接、若しくは薄い樹脂層を介して空気層に露出したり、前記光反射部材の外縁が、樹脂表面の一部、または全部を覆うようにすることで、光反射部材の非反射面、または光反射部材の外縁を直接空気層にふれさせ、より効果的に放熱を行うようにしても良い。

【００１０】そして更に放熱効果を高めるため本発明における第２の発光デバイスにおいては、発光素子と、光反射部材と、該光反射部材と発光素子を覆って発光素子を封止した樹脂とからなり、前記発光素子から出射した光のうち前方の所定領域を外れる光を樹脂界面でほぼ全反射させた後に前記光反射部材で前方に出射させるよう構成した発光デバイスにおいて、前記発光素子を良熱伝導性の立面体に載置し、該立面体と光反射部材を熱的接触させて発光素子の熱を立面体と光反射部材とから放熱するようにしたことを特徴とする。

【００１１】このように構成することにより、良熱伝導性の立面体は光反射部材より熱容量が大きいから発光素子が発生した熱をより迅速に拡散させて放熱効果が大きく、印加できる最大定格電流を大きくして発光素子を明るく発光させられるようにすると共に、発光素子の過熱による特性劣化、あるいは断線事故を防止し、発光素子の信頼性を向上することができる。

【００１２】そしてこの立面体は、中央に発光素子を載置する皿部と、リードフレームを保持した絶縁体を収容する溝部と、リードフレームを延在させる溝を設けるようにすると、リードフレームをしっかりと絶縁した上で電流を発光素子に送ることができ、より効果的に前記放熱効果を発揮させることができる。

【００１３】また本発明における第３の発光デバイスにおいては、簡単に放熱効果を得るため、発光素子と、光反射部材と、該光反射部材と発光素子を覆って発光素子を封止した樹脂とからなり、前記発光素子から出射した光のうち前方の所定領域を外れる光を樹脂界面でほぼ全反射させた後に前記光反射部材で前方に出射させるよう構成した発光デバイスにおいて、前記光反射部材と、発光素子を載置するリードフレームとを一体部材で構成し、リードフレームに載置した発光素子の熱を光反射部材に伝えて放熱するようにしたことを特徴とする。

【００１４】このように、光反射部材と発光素子を載置するリードフレームとを一体部材で構成することにより、容易に、かつ、確実に発光素子の熱をリードフレームを介して光反射部材に伝えて放熱することができ、放熱性能を高めて印加できる最大定格電流を大きくして明るく発光させられるようにすると共に、発光素子の過熱による特性劣化、あるいは断線事故を防止し、発光素子の信頼性を向上できる。

【００１５】また、発光素子を光反射部材と一体に樹脂で封止せず、表面実装タイプの発光素子を利用する場合も本発明における第４の発光デバイスにおいては、金属板上に実装した表面実装タイプ発光素子と、光反射部材と該光反射部材を覆った樹脂を有し、前記発光素子から出射した光のうち前方の所定領域を外れる光を樹脂界面でほぼ全反射させた後に前記光反射部材で前方に出射させるよう構成した光学部材とからなり、前記光反射部材を金属板に熱的接触させて前記発光素子の熱を放熱するようにしたことを特徴とする。

【００１６】このようにすることで、発光素子を光反射部材と一体に樹脂で封止せず、表面実装タイプの発光素子を利用する場合においても放熱特性を改善でき、印加できる最大定格電流を大きくして明るく発光させられるようにすると共に、発光素子の過熱による特性劣化、あるいは断線事故を防止して、信頼性の高い表面実装タイ

プ発光デバイスを得ることができる。

【００１７】また本発明の発光デバイスアレイにおいては、前記第１から第３の発光デバイスをアレイ状に構成する場合、金属製部材にアレイ状に形成した光反射部と、該光反射部の各々の中央近辺に載置した発光素子と、該発光素子の各々に接続する前記金属製部材表面に絶縁膜を介して形成した配線パターンと、前記光反射部上の前記発光素子を覆って界面を形成し、前記発光素子から出射した光のうち、前方の所定領域を外れる光を前記界面でほぼ全反射させた後に前記光反射部で前方に出射させるよう構成した樹脂とからなり、発光素子の熱を前記金属製部材で放熱するようにしたことを特徴とする。

【００１８】このようにすることで、発光素子を複数個アレイ状に配列した発光デバイスアレイが容易に得られると共に、複数の発光素子による発熱も金属製部材で拡散されて大きな放熱効果が得られるから、個々の発光素子に印加できる最大定格電流を大きくして明るく発光させられると共に、発光素子の過熱による特性劣化、あるいは断線事故を防止し、信頼性の高い発光デバイスアレイを得ることができる。

【００１９】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を例示的に詳しく説明する。但し、この実施の形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などは、特に特定的な記載がない限りはこの発明の範囲をそれのみに限定する趣旨ではなく、単なる説明例に過ぎない。

【００２０】図１は、本発明の第１の実施形態による発光デバイスを示す断面図である。同図において、１は発光ダイオード（ＬＥＤ）や半導体レーザー（ＬＤ）などの発光素子、２は発光素子１を載置してダイボンドする受け皿部を有したリードフレーム、３は他方のリードフレーム、４はリードフレーム３と発光素子１を接続するボンディングワイヤ、５は金属製の光反射部材で、これら発光素子１、リードフレーム２、３、ボンディングワイヤ４、光反射部材５は、透明なモールド樹脂６中に封止されている。

【００２１】そしてモールド樹脂６の光出射側中央部には、図に示すように球面レンズ状、非球面レンズ状、放物面上などの凸レンズ形状をした直接出射領域７が形成され、発光素子１はこの直接出射領域７の焦点、またはその近傍に位置している。そのため、発光素子１から出て直接出射領域７に向かった光は、直接モールド樹脂６の前面から前方へ出射される。

【００２２】一方直接出射領域７の周囲には、この直接出射領域７を囲むように平面状の全反射領域８が形成され、かつ、発光素子１から見て、直接出射領域７と全反射領域８との境界方向と発光素子１の光軸とのなす角度が、モールド樹脂６と空気との間の全反射の臨界角と等しいか、それよりも大きく設定されている。そのため、発光素子１から出射された光のうち、全反射領域８に向かった光は、モールド樹脂６の界面で全反射され、さらに光反射部材５で反射されて全反射領域８から前方へ出射される。

【００２３】そして発光素子１を載置したリードフレーム２は、光反射部材５と接触する部分９が熱伝導性接着剤での接着、ハンダ付け、銀ロウ付け、超音波融着、かしめなどで機械的に接合して熱的接触しており、他方のリードフレーム３は光反射部材５と接触しないように封止されている。そのため、発光素子１の発光により生じた熱は、リードフレーム２を通して金属製の光反射部材５に伝わって拡散されて温度を低下させると共に、広い面積で放熱していっそう冷却効果を向上させる。そのため発光素子１の加熱による特性劣化、断線事故などを防止して発光素子１の信頼性の向上を可能とすると共に、発光素子１に印加できる絶対最大定格電流が大きくなり、より明るく発光素子を発光することが可能となる。

【００２４】図２は、本発明の第２の実施形態による発光デバイスを示す断面図である。図中図１と同一の構成要素には同一番号を付した。なお、以下の実施形態説明においては、図１と同一の構成要素には全て同一番号を付し、説明を省略する。

【００２５】図１に示した第１の実施形態においては、リードフレーム２と光反射部材５を接合する工程が必要であり、それだけ工数が増えて発光素子の価格が上昇する。そのため第２の実施形態においては、図１に示した第１の実施形態におけるリードフレーム２と光反射部材５を接合した接触部９を有せず、リードフレーム２と光反射部材５を接触しないように、かつ、リードフレーム２からの熱が光反射部材５に伝わるように熱的接触させるべくきわめて近くに位置させてモールド樹脂６で封止してある。すなわち、このようにすることで、リードフレーム２と光反射部材５を接合するための工程が省けるわけであるが、モールド樹脂６は熱伝導性が良く、リードフレーム２を光反射部材５に近接して封止することで、熱的接触は保たれて放熱効果は第１の実施形態と同じように得られる。

【００２６】図３は、本発明の第３の実施形態による発光デバイスを示す断面図である。図１、図２に示した第１、第２の実施形態においては、光反射部材５の発光素子１側と逆側もモールド樹脂６で封止していた。そのため、モールド樹脂６の熱伝導性が良いとはいうものの、光反射部材５に伝わった熱はモールド樹脂６を通して空気に放熱されるわけであり、光反射部材５から直接空気に放熱する場合に比べて放熱効果が落ちる。そのためこの第３の実施形態においては、光反射部材５を境に発光素子１のある方はモールド樹脂６で封止するが、逆側は封止しないか、または１ｍｍ以下のごく薄い樹脂コーティングだけにする。このようにすることで、発光素子１

からリードフレーム２を介して光反射部材５に伝わった熱は、光反射部材５が直接、またはごく薄いコーティング層を介して空気に接触しているから効率的に放熱を行うことができ、冷却効果を更に高めることができる。なお、この第３の実施形態においては、リードフレーム２と光反射部材５は第１の実施形態（図１）のように接合しても良く、また第２の実施形態（図２）のように、接合せずに近接して封止するようにしても良い。以下の実施形態においてもこの点は同様である。

【００２７】図４は、本発明の第４の実施形態による発光デバイスを示す上面図（Ａ）と断面図（Ｂ）である。図１に示した第１の実施形態においては、リードフレーム２と３は単に発光素子１と電気的な接触をさせるためのリード線の役目をしているだけであったが、この図４に示した第４の実施形態においては、このリードフレームにも放熱効果を持たせるようにした。すなわち１０は図１における２と同様、発光素子１を載置してダイボンドしてあるリードフレームであり、１１は他のリードフレームであるが、この図４からもわかるように、これらリードフレームを幅広に構成し、かつ、モールド樹脂の外部にリードフレームの端部が３本以上突出するようにしてある。このようにすることで、発光素子１からの熱は光反射部材５に伝わって拡散すると共に、リードフレーム１０によっても拡散して空気中に放出され、また、光反射部材５からモールド樹脂６に伝わった熱がリードフレーム１１からも放出され、大きな冷却効果が得られる。

【００２８】図５は、本発明の第５の実施形態による発光デバイスを示す断面図である。図１乃至図４に示した実施形態においては、発光素子１はリードフレーム２に設けた受け皿部にダイボンドすると説明してきたが、この場合発光素子１からの熱はリードフレームからのみ光反射部材５などを通して放熱される。しかしリードフレームは断面積が小さいため、熱伝導性が悪く、その放熱能力は限られる。

【００２９】図５に示した第５の実施形態は、この点を考慮し、発光素子１を金属製の立面体で構成した土台１２にダイボンドし、リードフレーム２、３は、この土台１２の中を土台１２とは絶縁して通すと共に光反射部材５は、この土台１２に熱伝導性が高くなるよう接合してある。そのため発光素子１からの熱はまず土台１２に伝わり、また光反射部材５にも伝わって拡散し、大きな冷却効果が得られる。

【００３０】図６はこの土台１２の構造の一例を説明するための図であり、１２０はリードフレーム２、３を図のように保持するための絶縁材、１２１は発光素子１を載置してダイボンドするための基台である。この基台１２１には、図示したように発光素子１を載置する皿状の受け皿部１２２、絶縁材１２０をいれる溝１２３、リードフレーム２、３を通すための溝１２４、１２５が設けられ、これらの溝１２３、１２４、１２５に絶縁材１２０がはめ込めるようになっている。

【００３１】図７はこの土台１２の構造の他の一例を説明するための図であり、図７（ａ）は発光デバイスの全体断面図、図７（ｂ）は基台１２１の上面図、図７（ｃ）は絶縁材１２０の上面図、図７（ｄ）は図７（ｂ）におけるアーア’の断面図、図７（ｅ）は図７（ｃ）におけるイーイ’の断面図、図７（ｆ）は絶縁材１２０を基台１２１にはめ込んだ上面図である。この例では、基台１２１は図６に示したものと同じであるが、絶縁材１２０の内部にはリードフレーム２、３が点線で示したように半円形状に設けられ、リードフレーム２、３が絶縁材から出る部分に突出部が設けられて基台１２１と接触しないようにされていると共に、絶縁材１２０とリードフレーム２、３自体の補強を行っている。

【００３２】なおこの基台１２１は図６では円柱状として示したが、これは円柱状に限らず、四角柱、三角柱、円錐など、良熱伝導性の立面体であればどのような形状のものでも良い。また、光反射部材５と土台１２の接合は、前記したように熱伝導性接着剤での接着、ハンダ付け、銀ロウ付け、超音波融着、かしめなどで機械的に接合する。

【００３３】図８は、本発明の第６の実施形態であり、図５に示した第５の実施形態による発光デバイス８０の金属製の土台１２を、金属製の放熱板１３と接合したものである。この接合は、前記したように熱伝導性接着剤での接着、ハンダ付け、銀ロウ付け、超音波融着、かしめなどを用いる。図９は、この図８に示した第６の実施形態に用いる放熱板１３の一具体例であり、図９（Ａ）は上面図、図９（Ｂ）は断面図である。この放熱板１３は断面図図９（Ｂ）に示したように、アルミ、銅などの熱伝導性の高い金属からなる第１層ランド１７、ガラスエポキシなどの絶縁性の高い樹脂の薄層からなる第２層ランド１８、図５に示した第５の実施形態におけるリードフレーム２、３、土台１２などを接合するため、上面図図９（Ａ）に示した土台用ランド１４、リードフレーム用ランド１５、１６、などを持つ第３層ランド１９などからなる。

【００３４】このようにすることで、図５に示した第５の実施形態による土台１２の放熱効果に加え、土台用ランド１４から、ガラスエポキシなどの薄層からなる第２層ランド１８を通して第１層ランド１７からの放熱が期待できるため、さらに放熱性能が向上する。

【００３５】図１０は、本発明の第７の実施形態を示す断面図（Ａ）と上面図（Ｂ）である。今まで説明してきた図１から図９までの第１の実施形態から第６の実施形態においては、リードフレームは図４に示した第４の実施形態を除いて線状のものであり、図４に示した第４の実施形態においても発光素子１を載置する部分近辺は大きな面積を有さない。それに対してこの第７の実施形態

においては、図から明らかなように、発光素子１をダイボンドする側のリードフレーム２０が、光反射部材５の内径のほぼ全体、または一部をふさぐことが可能な程度の面積を有する板状の部材で形成されて光反射部材５が接合されており、かつ、このリードフレーム２０は、リードフレーム２０と同じ程度の幅を有するもう一方のリードフレーム２１から延びるボンディングワイヤ４を結合するためのリードフレームを通すための穴２２を有している。

【００３６】そのためこの第７の実施形態においては、発光素子１からの熱は放熱機能を持たせたリードフレーム２０、光反射部材５、モールド樹脂６を通して伝わるリードフレーム２１などで拡散放熱され、放熱性能が大きく向上する。なお、リードフレーム２１を通す穴２２の形状は、図では円形で示したが、四角形、その他の多角形など、どのような形状でも良い。

【００３７】図１１は、本発明の第８の実施形態による発光デバイスの断面図である。図中２３は光反射部材５の外径部分から発光素子１とは反対側のモールド樹脂６を覆うように延ばした光反射部材５の一部で、このように光反射部材５を構成することで、２３部分が直接空気に触れ、放熱性能が向上すると共に、発光デバイス自体の強度を向上させることができる。

【００３８】図１２は、本発明の第９の実施形態による発光デバイスの断面図である。図中２４は、光の出射面以外のモールド樹脂６表面を覆うよう構成した金属パッケージで、光反射部材５と２６の部分で接合してあり、さらにリードフレーム３を通す部分は絶縁材２５が設けられている。接合部分２６は、前記したように熱伝導性接着剤での接着、ハンダ付け、銀ロウ付け、超音波融着、かしめなどを用いる。

【００３９】このようにすることで、図１１に示した第８の実施形態より更に直接空気に触れる部分が増え、放熱性能が向上すると共に、発光デバイス自体の強度を向上させることができる。なお、光反射部材５と金属パッケージ２４は、別部材として接合すると説明したが、一体部材でも良いことはもちろんである。

【００４０】図１３は、本発明の第１０の実施形態による発光デバイスの断面図であり、図１２に示した第９の実施形態に加えて放熱板２７を金属パッケージ２４に接触させたものである。このようにすることで、発光素子１から発生した熱は、リードフレーム２、光反射部材５、金属パッケージ２４、放熱板２７と伝わって空気中に放熱され、さらに放熱性能が向上する。なお、放熱板２７と金属パッケージ２４は、接触だけでなく、前記した方法で接合するようにしても良い。

【００４１】図１４は、本発明の第１１の実施形態による発光デバイスの断面図であり、この実施形態においては、発光素子１を、発光素子１のリードフレームを兼用させる金属製平板２８に載置してダイボンドしたもので、この金属製平板２８には、他方の極性のリードフレーム３を通すための穴２９が開けてある。このように構成することで、金属製平板２８が直接空気と接触しているから、発光素子１の熱はこの金属製平板２８から直接空気中に放熱され、高い放熱性能が得られる。なお、リードフレーム３を通す穴２９は、円形や四角形、その他の多角形など、どのような形状でも良い。

【００４２】図１５は、本発明の第１２の実施形態による発光デバイスの構成を説明する図であり、この実施形態においては、図１５の（Ｃ）に示した金属製平板３３に実装されている表面実装タイプの発光素子３２に、図１５の（Ａ）に外観を、図１５の（Ｂ）に断面図を示した光反射部材５とモールド樹脂６で構成した光学部材（レンズ部）をかぶせて接合したものである。この光学部材（レンズ部）は、図１５（Ｂ）の断面図において、５は光反射部材、６はモールド樹脂、７は直接出射領域、８は全反射領域であり、図１における発光素子１、リードフレーム２、３、ボンディングワイヤ４などを除くと共に、表面実装タイプの発光素子３２を収納するための窪み３０を持ち、光反射部材５の３１で示した部分はむき出しになっていて、金属製平板３３と前記したような方法で接合できるようになっている。

【００４３】このように発光デバイスを構成することで、表面実装タイプの発光素子を用いた場合でも図１４の第１１の実施形態と同じような効果を得ることができ、さらに表面実装タイプの発光素子においても射出光を効率良く利用することができる。

【００４４】図１６は、本発明の第１３の実施形態による発光デバイスの断面図であり、この実施形態においては、光反射部材５に直接発光素子１を載置してダイボンディングできるようにし、かつ、この光反射部材５を構成している材料でリードフレーム３４を作成してある。それ以外の構成要素は図１に示したものと同じである。このようにすることで、発光素子１からの熱は光反射部材５全体に拡散して温度を低下させると共に、その広い面積で放熱して一層冷却効果を向上させ、発光素子１の加熱による特性劣化、断線事故などを防止して信頼性の向上を可能とすると共に、発光素子１に印加できる絶対最大定格電流が大きくなり、より明るく発光素子１を発光することが可能となる。

【００４５】図１７に示した本発明の第１４の実施形態は、図１６に示した第１３の実施形態の変形であり、図１６におけるリードフレーム３、３４を、発光素子１の光軸に直角に交わる方向にモールド樹脂６から外部に突出させてある。このようにすることで、第１３の実施形態における発光素子１からの熱は光反射部材５全体に拡散して温度を低下させると共に、その広い面積で放熱して一層冷却効果を向上させるという効果に加え、実装時の省スペース化が可能となる。

【００４６】図１８は、本発明の第１５の実施形態によ

る発光デバイスの断面図であり、この実施形態においては、図１から図１７までに示した光反射部材５の代わりに、円柱形状の金属製部材３５の立面体の１端面をくり貫いて反射面を構成し、発光素子１を反射面にダイボンディングして金属製部材３５の一端からリードフレームを形成すると共に、他方のリードフレーム３を金属製部材３５から絶縁するための絶縁材３６を有する孔を設けてある。このように構成することで、発光素子１からの熱は体積が大きく、そのため熱容量の大きな円柱形状の金属製部材３５に拡散し、効率よく放熱することが可能となる。なおこの金属製部材３５の立面体は、円柱状だけでなく、多角形状や円錐状、楕円柱状など、その他の形状の立面体でもよいことはもちろんである。

【００４７】図１９は、本発明の第１６の実施形態による発光デバイスの断面図であり、この実施形態においては、図１６で説明した第１３の実施形態における発光デバイスにおいて、光反射部材５の発光素子１を載置する位置に凹状とした受け皿部３７を設けたものである。このようにすることで、第１３の実施形態における効果に加え、発光素子１から出射した光を光軸方向に効果的に集光することができ、光軸方向の光量を増大させることができる。なお同様なことは、前記した図１０に示した実施形態７、図１４に示した実施形態１１などについても応用でき、図１０に示した実施形態７においてはリードフレーム２０に、図１４に示した実施形態１１においては金属製平板２８のそれぞれに、発光素子１を載置する部分に受け皿部を設けることで、上記したのと同様な効果を得ることができる。

【００４８】図２０は、前記図５から図７で説明した第５の実施形態の発光デバイスを、アレイ状に配列した発光デバイスアレイの構成を示した図であり、図２０（ａ）は上面図、図２０（ｂ）は図２０（ａ）におけるＢ－Ｂ’における断面図、図２０（ｃ）は図２０（ａ）におけるＡ－Ａ’における断面図、図２０（ｄ）は前記図６、または図７におけるリードフレーム２、３を構成するリードフレームアレイで、図２０（ｅ）は図２０（ｄ）におけるＣ－Ｃ’の断面図、図２０（ｆ）は光反射部材アレイ、図２０（ｇ）はその断面図である。

【００４９】この実施形態においては、まず図２０（ｄ）に示したリードフレームアレイのそれぞれのリードフレーム４０に、図６、図７で説明したリードフレームを保持する絶縁材１２０を形成する。そしてこの絶縁材１２０のそれぞれに基台１２１（図６、図７）をはめ込んで発光素子１をダイボンディングし、その後各リードフレームと発光素子１、および基台１２１を、図６、図７のようにボンディングワイヤで結び、その上に図２０（ｆ）で示した光反射部材アレイを重ねて各光反射部材を基台１２１に接合する。そしてモールド樹脂６で、直接出射領域７、全反射領域８を形成しながら発光素子１を封止することで、発光デバイスアレイができあがる。

【００５０】そして最後に図２０（ｄ）に示したリードフレームアレイの図上上下のタイバー３８、３９を切り離すことで、この発光デバイスアレイは電気的に図２１に示すような回路を形成することができ、少ない部品で効率的に多くの発光素子を発光させることが可能となる。またそれぞれの発光デバイスは、図２０（ｂ）に示したように図２０（ｆ）で示した光反射部材アレイと、図２０（ｃ）に示したようにリードフレームアレイ図２０（ｄ）で保持されるから、強固な発光デバイスアレイができる。

【００５１】また、図２０（ｄ）に示したリードフレームアレイの板厚を厚くすれば、さらに発光デバイスアレイの剛性は強固になり、このリードフレームを湾曲させたり折り曲げたりすることで、任意の曲面に発光デバイスアレイを装着させることが可能となる。またこのように構成することで、前記図６、図７で説明したように、発光素子１からの熱はまず土台１２（図５、図７）に伝わり、また光反射部材５にも伝わってアレイをつないでいる部材からも放熱し、大きな冷却効果が得られる。また、このように作成したアレイの発光デバイス１つ１つを切り離せば、単体の発光デバイスが容易に得られる。

【００５２】図２２から図２５は、発光デバイスアレイの他の実施形態を説明するための図である。この実施形態においては、アルミ等の熱伝導率が高い金属製部材４１に、前記５の光反射部材の曲率に相当する曲率を持った窪みで構成した反射部４２を形成し、かつ図２３に詳細を示したように、この金属製部材４１上に配線膜４４を上に配した絶縁膜４３を配線パターン４５として形成する。そして発光素子１を反射部４２の中央にダイボンディングし、ボンディングワイヤ４で配線膜４４と発光素子１を接続する。

【００５３】一方、発光素子１からの光を集束したり全反射するための直接出射領域７、全反射領域８をモールド樹脂６で形成するため、図２４に示したように、図２２における金属製部材４１上の反射部４２の配列ピッチと同じピッチで成形型４６を有する樹脂型４７を用意し、これを図２５のように金属製部材４１上に載置してモールド樹脂６を注入し、発光素子１を封止すると共に直接出射領域７、全反射領域８をそれぞれの発光素子１に対応させて形成する。

【００５４】このようにすることで、図１８に示した円柱状の金属製部材３５を用いた第１５の実施形態で説明したのと同様、発光素子１からの熱は体積の大きい金属製部材４１に拡散し、効率よく放熱することが可能となる。また、この実施形態によれば、少ない部品で効率的に多くの発光素子を発光することが可能となる。

【００５５】図２６は、図２０に示したような発光デバイスをアレイ状に配列した他の実施形態である。この図２６の実施形態においては、図５、及び図７に示した第

５の実施形態の構成を用いて発光デバイスをアレイ状に配列したもので、放熱板１３を扇形の形状とし、その上に図５、図７に示したような発光デバイス４８を順次並べ、図２７に示す電気回路となるようにしたものである。このように構成することで、この扇形のモジュールをいくつか組み合わせ、図２８のように円形に発光する光源を得ることができる。

【００５６】また、放熱板１３として薄いものを使い、図２９（ａ）に示したようにこの放熱板を湾曲させて図２９（ｂ）のように組み合わせ、縁部より中央部を高くなるよう各扇形アレイを湾曲させて外観が図２９（ｃ）のようにすることでモジュール全体の指向角が広い光源を得ることができ、視認性が向上する。なお、この図２６から図２９の実施形態においては、一つの扇形モジュールに１５の発光デバイスを５段に配列した例を示し、また図２８、図２９においては扇形モジュール６つで円形を構成するように示したが、この数はこれらに限定されるものではなく、どのような数で構成しても良いことは明らかである。

【００５７】

【発明の効果】以上記載の如く本発明によれば、発光素子と光反射部材を樹脂で覆い、発光素子から出た光のうち、前方の所定領域を外れる光を樹脂界面でほぼ全反射させた後に前記光反射部材で前方に出射させて光の出射効率を増大させると共に、光反射部材を発光素子に熱的接触させて前記したように光反射部材を放熱板とすることにより、放熱性能を高め、印加できる最大定格電流を大きくして明るく発光させることができると共に、発光素子の過熱による特性劣化、あるいは断線事故を防止し、発光素子の信頼性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明の第１の実施形態による発光デバイスを示す断面図である。

【図２】　本発明の第２の実施形態による発光デバイスを示す断面図である。

【図３】　本発明の第３の実施形態による発光デバイスを示す断面図である。

【図４】　本発明の第４の実施形態による発光デバイスを示す上面図と断面図である。

【図５】　よる発光デバイスを示す断面図である。

【図６】　本発明の第５の実施形態における土台の構造の一例を説明するための図である。

【図７】　本発明の第５の実施形態における他の一例を説明するための図である。

【図８】　本発明の第６の実施形態による発光デバイスを示す斜視図である。

【図９】　第６の実施形態に用いる放熱板の一具体例である。

【図１０】　本発明の第７の実施形態を示す断面図と上面図である。

【図１１】　本発明の第８の実施形態による発光デバイスの断面図である。

【図１２】　本発明の第９の実施形態による発光デバイスの断面図である。

【図１３】　本発明の第１０の実施形態による発光デバイスの断面図である。

【図１４】　本発明の第１１の実施形態による発光デバイスの断面図である。

【図１５】　本発明の第１２の実施形態による発光デバイスの構成を説明する図である。

【図１６】　本発明の第１３の実施形態による発光デバイスの断面図である。

【図１７】　本発明の第１４の実施形態による発光デバイスの断面図である。

【図１８】　本発明の第１５の実施形態による発光デバイスの断面図である。

【図１９】　本発明の第１６の実施形態による発光デバイスの断面図である。

【図２０】　第５の実施形態の発光デバイスをアレイ状に配列した発光デバイスの構成を示した図である。

【図２１】　発光デバイスアレイの回路を説明するための図である。

【図２２】　発光デバイスアレイの他の実施形態を説明するための図である。

【図２３】　発光デバイスアレイの配線パターンを説明するための図である。

【図２４】　発光デバイスアレイのレンズ部形成用型の説明図である。

【図２５】　発光デバイスアレイのモールド樹脂形成を説明する図である。

【図２６】　発光デバイスをアレイ状に配列した他の実施形態である。

【図２７】　発光デバイスの回路図を示したものである。

【図２８】　扇形発光デバイスアレイを円形に配置したアレイの説明図である。

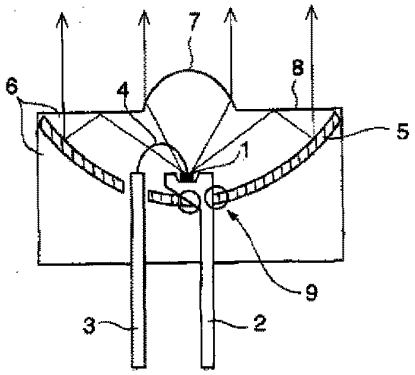
【図２９】　扇形発光デバイスアレイを円形に配置したアレイの他の実施形態である。

【図３０】　従来の砲弾型発光デバイスの一例である。

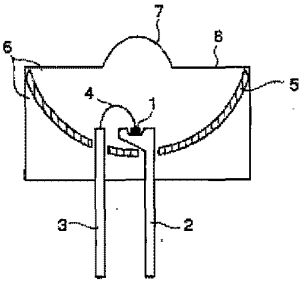
【符号の説明】

1　発光素子
2　リードフレーム
3　他方のリードフレーム
4　ボンディングワイヤ
5　光反射部材
6　モールド樹脂
7　直接出射領域
8　全反射領域
9　接合部

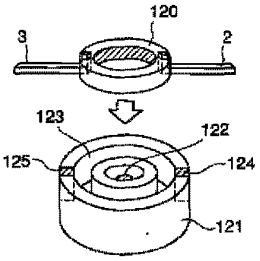
【図１】



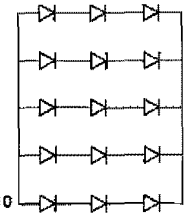
【図２】



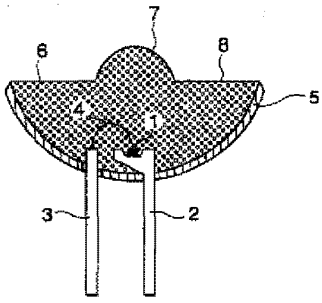
【図６】



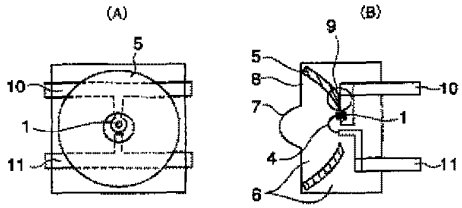
【図２７】



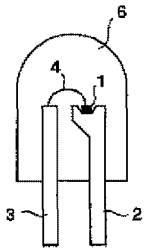
【図３】



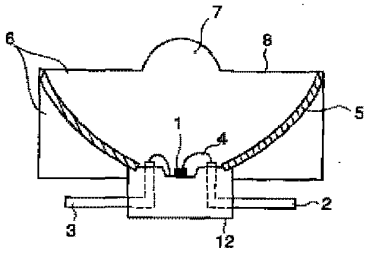
【図４】



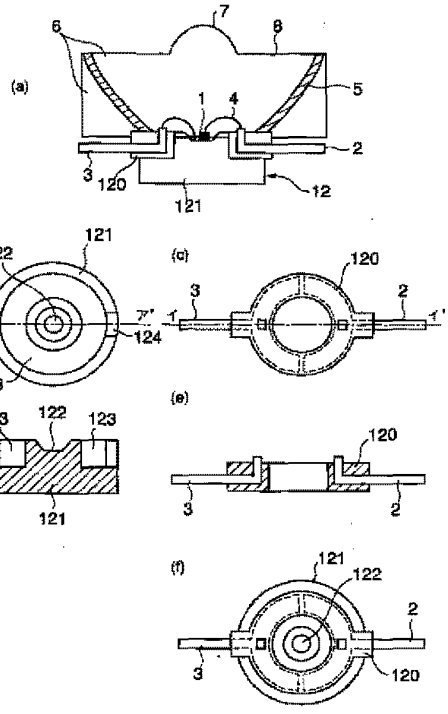
【図３０】



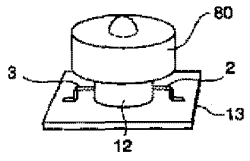
【図５】



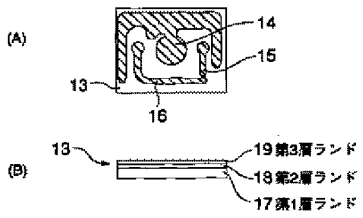
【図７】



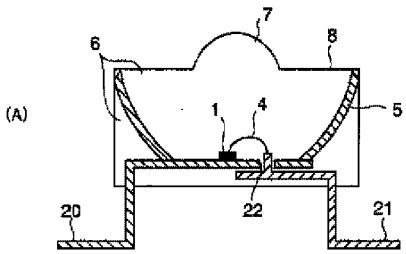
【図８】



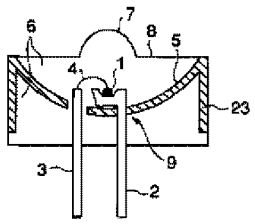
【図９】



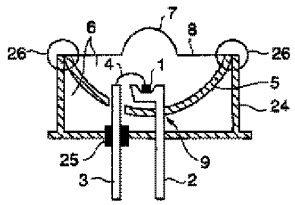
【図１０】



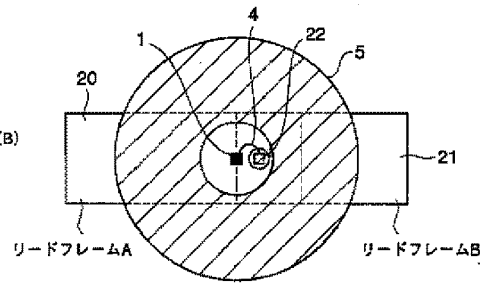
【図１１】

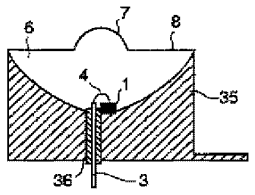


【図１２】

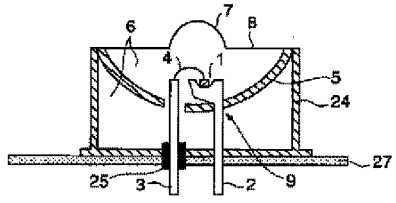


【図１８】

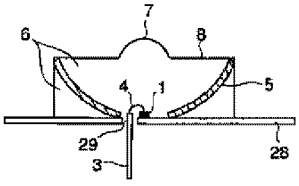




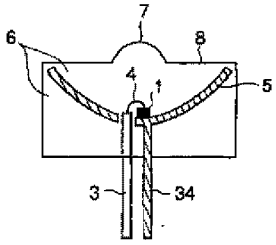
【図１３】



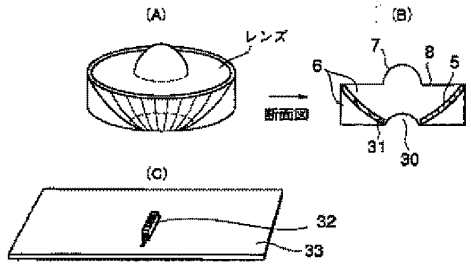
【図１４】



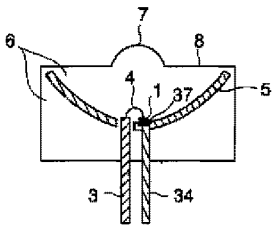
【図１６】



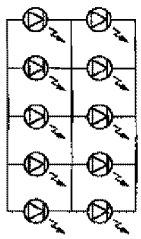
【図１５】



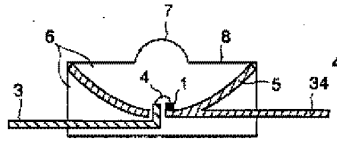
【図１９】



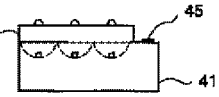
【図２１】



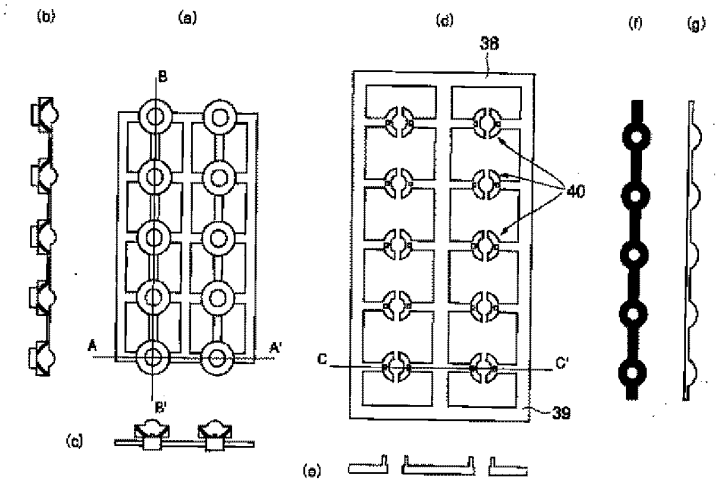
【図１７】



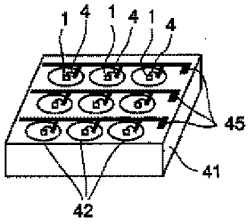
【図２５】



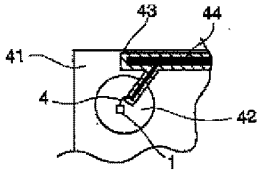
【図２０】



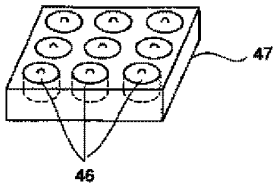
【図２２】



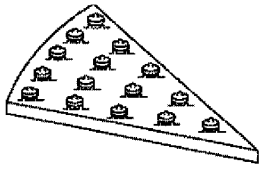
【図２３】



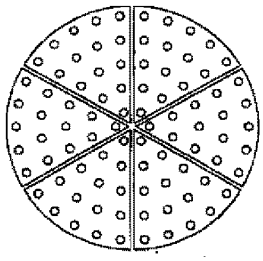
【図２４】



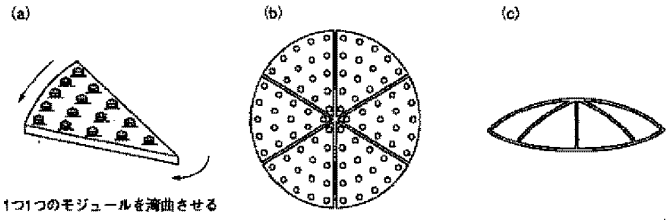
【図２６】



【図２８】



【図２９】



フロントページの続き

(72)発明者　清本　浩伸
京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
801番地　オムロン株式会社内

(72)発明者　安田　成留
京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
801番地　オムロン株式会社内

Ｆターム(参考)　5F041 AA03 AA33 AA43 CB15 DA07
DA18 DA26 DA57 EE23

LIGHTING APPARATUS HAVING LOW PROFILE

Publication number: JP2002512727 (T)

Publication date: 2002-04-23

Inventor(s):

Applicant(s):

Classification:

- international: ***F21V8/00; G04B19/30;*** *F21Y101/02; F21Y103/00;* **F21V8/00; G04B19/30**; (IPC1-7): F21V8/00; F21Y101/02; F21Y103/00; G04B19/30

- European: G02B6/00L6I4R; G02B6/00L6I4S4; G02B6/00L6O4G; G02B6/00L6O4S4; G02B6/00L6O16; G04B19/30

Application number: JP19980526957T 19971209

Priority number(s): US19960764298 19961212; US19970936717 19970924; WO1997US22742 19971209

Also published as:

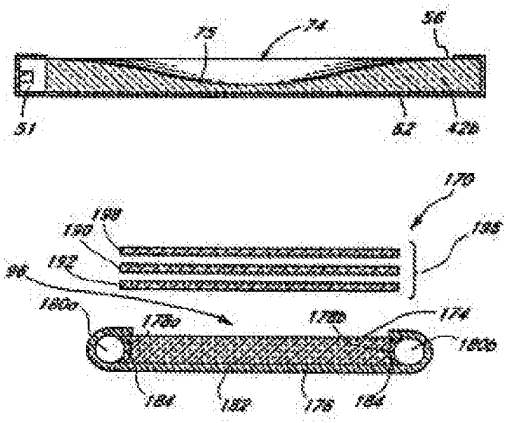
- WO9826212 (A1)
- US6647199 (B1)
- EP0944800 (A1)
- EP0944800 (B1)
- DE69723101 (T2)

more >>

Abstract not available for JP 2002512727 (T)

Abstract of corresponding document: **WO 9826212 (A1)**

Disclosed is a low profile lighting apparatus (170) that is particularly advantageous for use as a backlight for illuminating a display. The lighting apparatus (170) includes a waveguide (172) coupled to a light source (180) for injecting light into the waveguide (170). The waveguide (170) includes a plurality of elongate structures for ejecting light propagating within the waveguide (170) through a predetermined surface of the waveguide. Another embodiment of the waveguide (426) includes a central region (74) of reduced thickness that redirects light propagating within the waveguide (426). The lighting apparatus (170) has a low profile so it is particularly useful in areas of limited space.



Data supplied from the ***espacenet*** database — Worldwide

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公表特許公報（Ａ）**　(11)特許出願公表番号
特表2002－512727
（P2002－512727A）
(43)公表日　平成14年４月23日(2002.4.23)

(51)Int.Cl.[7]	識別記号	ＦＩ	ﾃｰﾏｺｰﾄﾞ(参考)
Ｆ２１Ｖ　8/00	６０１	Ｆ２１Ｖ　8/00	６０１Ｂ
			６０１Ｅ
Ｇ０４Ｂ　19/30		Ｇ０４Ｂ　19/30	Ｑ
Ｆ２１Ｙ 101:02		Ｆ２１Ｙ 101:02	
103:00		103:00	

審査請求　未請求　　予備審査請求　有　　（全 61 頁）

(21)出願番号　特願平10－526957
(86)(22)出願日　平成９年12月９日(1997.12.9)
(85)翻訳文提出日　平成11年６月14日(1999.6.14)
(86)国際出願番号　ＰＣＴ／ＵＳ９７／２２７４２
(87)国際公開番号　ＷＯ９８／２６２１２
(87)国際公開日　平成10年６月18日(1998.6.18)
(31)優先権主張番号　０８／７６４，２９８
(32)優先日　平成８年12月12日(1996.12.12)
(33)優先権主張国　米国（ＵＳ）
(31)優先権主張番号　０８／９３６，７１７
(32)優先日　平成９年９月24日(1997.9.24)
(33)優先権主張国　米国（ＵＳ）

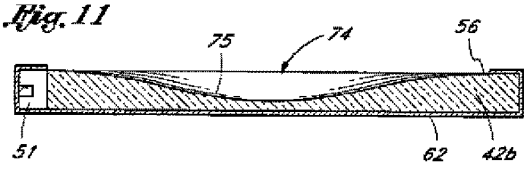
(71)出願人　テレダイン　ライティング　アンド　ディスプレイ　プロダクツ　インコーポレイテッド
アメリカ合衆国　90250　カリフォルニア州　ホーソン　ダフィン　アヴェニュー　12525　セカンド　フロア
(72)発明者　ペルカ，ディビッド　ジー
アメリカ合衆国　90045　カリフォルニア州　ロスアンジェルス　ケンヤン　アヴェニュー　8315
(74)代理人　弁理士　金田　暢之　（外２名）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　低いプロフィールを有する照明装置

(57)【要約】
表示を照明するためのバックライトとして特に有用な低いプロフィールを有する照明装置（１７０）が開示されている。照明装置（１７０）は、導波管（１７０）に光を注入するための、光源（１８０）に結合された導波管（１７２）を有する。導波管（１７０）は、導波管の所定の表面を通って導波管（１７０）の中を伝搬する光を放射するための、複数の細長い構造を有する。導波管（４２６）の他の実施例は、導波管（４２６）の中を伝搬する光の方向を変える薄い厚さの中央の領域（７４）を有する。照明装置（１７０）は低いプロフィールを有するので、限られたスペースの領域で特に有用である。

Fig. 11



【特許請求の範囲】

１．ディスプレイの照明域を照明するための照明装置であって、

前記ディスプレイの前記照明域を照明するように前記ディスプレイに隣接して取り付けるようになっている導波器であって、その寸法において前記照明域に一致している光放射域を有する上面と、該上面からある間隔だけ離れている底面と、前記上面と前記底面の間に延びている側面とを含む導波器と、

前記導波器の前記底面と前記側面とに隣接して配置されている反射材と、

前記上面と前記底面との間の前記導波器の周縁に近接している入光窓に取り付けられている少なくとも１つのソリッドステートの点光源とを有し、

前記導波器は、前記両面の間を伝播している光の方向を前記上面に向かって該上面を透過させるように変えるように形成されて前記上面および前記底面の一方に光放出体を含み、該光放出体は前記上面の光放射域全体に予め選択された照明の輪郭を与えるようになっている照明装置。

２．前記光放出体には、交差している直線および交差していない弓状線から成る線群から選択された１つのパターンで配置されている細長い構造の第１のセットが含まれる請求の範囲第１項記載の照明装置。

３．前記パターンは共通の中心点から放射状に延びている交差している直線から成る請求の範囲第１項記載の照明装置。

４．前記直線は等しい角度距離で隔てられている請求の範囲第２項記載の照明装置。

５．光が前記点光源から外に向かって伝播するにつれて、前記パターンが光度の損失を補償するように、不均等な間隔で離れている交差していない弓状線から成る請求の範囲第１項記載の照明装置。

６．さらに第２のソリッドステートの点光源を有し、前記光放出体がさらに、前記両面間に伝播している光の方向を前記上面に向かって該上面を透過させるように変えるために形成されている細長い構造の第２のセットを前記底面上含み、前記細長い構造の第２のセットは交差していない弓状線のパターンを成している請求の範囲第５項記載の照明装置。

７．光放出体が前記導波器の薄い厚みの部位を含む請求の範囲第１項記載の照明装置。

８．前記薄い厚みの部位は前記導波器の中央部分で最も薄く、そして前記導波器の周縁に向かって次第にその厚みが増していく請求の範囲第７項記載の照明装置。

９．前記点光源は発光ダイオードを含み、該発光ダイオードは前記発光ダイオードからほぼ放射状に外に向かう多数切子面よりの光放射を行う請求の範囲第１項記載の照明装置。

１０．前記光を透過する固体材料から作られている互いに平行な対向面から前記前記および前記底面が形成されている請求の範囲第１項記載の照明装置。

１１．視角内に照明を制限するために前記上面のすぐ近辺に角スペクトルリストソクタをさらに含む請求の範囲第１項記載の照明装置。

１２．前記上面と前記底面との間隔が約３ｍｍ以下である請求の範囲第１項記載の照明装置。

１３．前記導波器は前記ディスプレイの前記照明域よりも実質的に大きくはない請求の範囲第１項記載の照明装置。

１４．前記予め選択された照明の輪郭がほぼ一様な照明の輪郭である請求の範囲第１項記載の照明装置。

１５．前記上面が前記光放射域より広い面積を有し、そして前記反射材はまた前記光放射域の前記上面の外側の一部に近接して配置されている請求の範囲第１項記載の照明装置。

１６．前記反射材が前記導波器に接触している請求の範囲第１項記載の照明装置。

１７．前記反射材が拡散反射する材料から成る請求の範囲第１項記載の照明装置。

１８．一対の対向面を有する導波器を含み、各前記対向面は少なくとも部分的に反射性がありそして前記対向面の少なくとも１つは透過性があり、各前記対向面は前記少なくとも１つの面の透過性より大きい反射率を有している照明装置。

１９．前記一対の対向面間の入光窓に取り付けられている光源をさらに含む請求の範囲第１８項記載の照明装置。

２０．前記光源は発光ダイオードであり、そして前記対向面は互いに平行である請求の範囲第１９項記載の照明装置。

２１．前記部分的に透過性のある面に近接して輝度を高める材をさらに含み、該材は視角内に照明を集中させる請求の範囲第１８項記載の照明装置。

２２．周縁を有する平面的な導波器と、

光源であって、該光源から前記導波器内の光ダイバータに向かって延びている経路を通って導波器に光を向けるように前記周縁に近接して取り付けられている光源を有し、

前記経路内の前記光ダイバータは光線を前記経路から外し前記導波器の前記周縁に向け直す照明装置。

２３．前記光ダイバータは屈折率差により形成された光学的インタフェースを含む請求の範囲第２２項記載の照明装置。

２４．前記光学的インターフェースは平面的な導波器の開口部によって形成される請求の範囲第２３項記載の照明装置。

２５．前記開口部は平面的な導波器の周縁からある間隔をおいて離れている請求の範囲第２３項記載の照明装置。

２６．前記開口部は平面的な導波器の周縁内にくぼみを含む請求の範囲第２４項記載の照明装置。

２７．前記光源が周縁のくぼみ内に取り付けられている請求の範囲第２６項記載の照明装置。

２８．前記光学的インターフェースは前記光線の屈折によって前記光線の方向を変える請求の範囲第２３項記載の照明装置。

２９．前記光学的インターフェースは前記光線の反射によって前記光線の方向を変える請求の範囲第２３項記載の照明装置。

３０．光源が、前記発光ダイオードからほぼ放射状に外側に向かって前記平面的な導波器に多数切子面よりの光放射を行う前記発光ダイオードを含む請求の範囲第２２項記載の照明装置。

３１．上面と、

前記上面と間隔をおきそして前記上面と共働して上面と底面との距離によって画定される厚さを有する導波器を形成する底面と、

前記両面間の前記導波器に光を入れるようために取り付けられている少なくとも１つの光源とを有し、

前記両面の一方が、前記導波器の中央域において該導波器の厚さに実質な変化を与える他方の面に対する曲率を有し、該変化は前記導波器の前記両面間に伝播している複数の光線の入射角を変更するために選択された幾何学的外形に依っている照明装置。

３２．前記厚さの変化が前記中央域の外側における前記導波器の厚さの少なくとも５％に等しい請求の範囲第３１項記載の照明装置。

３３．前記両面は、前記光源によって生成された波長の光を透過する材料からなる概ね平面的なスラブによって形成されている請求の範囲第３１項記載の照明装置。

３４．前記幾何学的外形は前記材料のスラブ内に窪みを形成する滑らかで連続的な面を与える請求の範囲第３３項記載の照明装置。

３５．前記底面に隣接する反射材をさらに含み、前記窪みは前記上面にあり、前記上面は、導波器内の光が該窪みによって前記上面から前記底面に向かって反射されるような屈折率の境界面を形成し、前記反射コーティングは前記底面から反射した反射された前記光を前記上面を通って前記導波器から外に放出する請求の範囲第３４項記載の照明装置。

３６．前記導波器は周縁を有し、前記窪みは前記上面の面積の少なくとも７０％の面積を有している請求の範囲第３４項記載の照明装置。

３７．前記幾何学的外形は前記両面の前記１つに平行な面において概ね楕円形である請求の範囲第３５項記載の照明装置。

３８．前記光源はソリッドステートの点光源を含み、前記照明装置にはさらに、導波器の周縁に近接して取り付けられかつ前記点光源から周縁方向にある間隔をおいて離れている第２のソリッドステートの点光源を有する請ホの範囲第３５項記載の照明装置。

３９．前記幾何学的外形によって前記光は反射によりその方向を変えられる請求の範囲第３１項記載の照明装置。

４０．前記両面の前記１つは、前記両面間を伝播している光が全内反射によってその方向を変更させられる屈折率境界面を形成する請求の範囲第３１項記載の照明装置。

４１．前記上面に近接して輝度向上フィルムをさらに含む請求の範囲第３１項記載の照明装置。

４２．前記上面に近接し、そして前記向上フィルムに直交して配置されている第２の輝度向上フィルムを更に含む請求の範囲第４１項記載の照明装置。

４３．前記輝度向上フィルムと前記上面との間に拡散器をさらに含む請求の範囲第４１項記載の照明装置。

４４．上面および底面とそして周縁とを有する導波器であって、前記上面と前記底面との距離によって画定される厚さを有し、前記周縁における前記厚さは前記周縁の対向する両側面の中間域における前記厚さと実質的に異なり、前記厚さは、前記対向する両側面の中間の前記上面からの光の放射を増大させるように選択された形状寸法を有する導波器と、

前記上面と前記底面との間にある前記導波器に光を導入するために前記周縁に近接して配置された少なくとも１つの光源とを有する照明装置。

４５．前記光源が点光源を含む請求の範囲第４４項記載の照明装置。

４６．前記実質的に異なる厚さによって前記導波器に中央の窪みが生じている請求の範囲第４４項記載の照明装置。

４７．前記照明装置は複数の前記光源を含み、前記中央の窪みは前記複数の光源から概ね等距離にある請求の範囲第４６項記載の照明装置。

４８．前記形状寸法を有する前記中間域は、導波器の面積の少なくとも７０％の面積を有する請求の範囲第４４項記載の照明装置。

４９．上面、底面および側面を有する固体材料の導波器と、

前記導波器に光を送るように取り付けられている光源と、

前記上面および底面の１つに並置されている反射材とを有し、前記上面および底面の１つの少なくとも一部が光源からの距離と共に密度が概ね増大している細

長い構造パターンを有する照明装置。

５０．前記細長い構造は前記上面および底面の１つを研磨材で研磨することによって形成され、前記細長い構造パターンは、全体的にほぼ方向性がありそして無秩序ではないが、部分的には概ね非定形である請求の範囲第４９項記載の照明装置。

５１．前記光源は前記導波器の周縁の中間の位置において前記導波器内に埋め込まれている請求の範囲第４９項記載の照明装置。

５２．前記導波器はある長さと幅とを有し、前記細長い構造ば該導波器の長さに沿つた方向を有している請求の範囲第４９項記載の照明装置。

５３．光学的な導波層と、

前記導波器の内側域に埋め込まれている照明連結手段とを有し、

該照明連結手段は、

１つ以上の半導体の発光装置と、

１対の対称形の（ａ）非平面の湾曲面かまたは該非平面の湾曲面に近似している（ｂ）複数の平坦な平面かを有する前記光学的導波層の一部を含み、

前記１対の対称形の面ば、前記１つ以上の半導体の発光装置から前記導波層に光の全内反射を生成するために、前記１つ以上の半導体の発光装置の軸にある尖点を形成する照明およびディスプレイ装置。

５４．前記ディスプレイ要素は導波層の表面内の凹状の溝として形成され、そして前記溝の外面は拡散放射を促進するために滑らかであるか、または荒い請求の範囲第５３項記載の照明およびディスプレイ装置。

５５．前記ディスプレイ要素からの照明は、前記照明における照明の差を補償するために前記導波層全体にわたる前記ディスプレイ要素の前記凹状の溝の深さを変更することによって制御される請求の範囲第５４項記載の照明およびディスプレイ装置。

５６．前記ディスプレイ要素の凹状の溝は、前記ディスプレイ装置の前記導波層の中央部分に向かう場合よりも、前記ディスプレイ装置の前記導波層の両外側部分に向かう方がより深くなっている請求の範囲第５５項記載の照明およびディスプレイ装置。

５７．前記ディスプレイ要素はそれぞれ導波円筒上の抽出ディスプレイ要素として形成され、

前記抽出ディスプレイ要素の各々は前記導波層に垂直な線上に頂点または向点を有する多角形体として形成され、前記導波層からの光は前記導波円筒内とそして前記抽出ディスプレイ要素の側面の双方における全内反射によって送られて、前記抽出ディスプレイ要素の前記頂点または向点において放射される請求の範囲第５３項記載の照明およびディスプレイ装置。

５８．前記抽出ディスプレイ要素が２つ以上の等しい側面を有する多角形体を形状を有している請求の範囲第５７項記載の照明およびディスプレイ装置。

５９．前記ディスプレイ要素からの照明が、前記照明における差を補償するために、前記導波層全体にわたる前記ディスプレイ要素の前記導波円筒の直径を変更することによって制御される請求の範囲第５７項記載の照明およびディスプレイ装置。

６０．前記ディスプレイ要素の前記導波円筒は、前記ディスプレイ装置の前記導波層の中央部分に向かう場合よりも、前記ディスプレイ装置の前記導波層の両外側部分に向かう方が、より大きい直径を有している請求の範囲第５９項記載の照明およびディスプレイ装置。

６１．前記ディスプレイ要素の各々が前記導波層上の抽出ディスプレイ要素として形成されており、

前記抽出ディスプレイ要素の各々は頂点または向点を有する多角形体として形成され、そして前記導波層からの光は前記抽出ディスプレイ要素の側面による全内反射によって送られて、前記抽出ディスプレイ要素の前記頂点または前記向点において放射される請求の範囲第５３項記載の照明およびディスプレイ装置。

６２．前記ディスプレイ要素からの照明が、前記照明における差を補償するために、前記導波層全体にわたる前記ディスプレイ要素の前記導波円筒上における前記多角形体の寸法を変更することによって制御される請求の範囲第６１項記載の照明およびディスプレイ装置。

６３．凸レンズ素子または凹レンズ素子が、前記照明連結手段が前記半導体の発光装置と前記レンズ素子との間に空隙を空けて前記導波層に埋め込まれている

位置に、前記内側域に近接する前記導波層の表面に一体になるように組み込まれている請求の範囲第５３項記載の照明およびディスプレイ装置。

６４．前記対称形の非平面の湾曲面は、等角らせんの断面の形状を有している請求の範囲第５３項記載の照明およびディスプレイ装置。

６５．前記対称形の非平面の湾曲面は、放物線、双曲線、円または正弦曲線の断面の形状をなす請求の範囲第５３項記載の照明およびディスプレイ装置。

６６．該照明およびディスプレイ装置が、出口の標識、自動車の尾燈あるいは腕時計または置き時計のディスプレイ面のためのディスプレイとして用いられる請求の範囲第５３項記載の照明およびディスプレイ装置。

６７．前記照明連結手段は、前記１つ以上の半導体の発光装置を光学的結合剤で前記導波層に光学的に結合することによって、前記導波層に埋め込まれている請求の範囲第５３項記載の照明およびディスプレイ装置。

６８．前記光学的結合剤は、シリコン接着剤、ゲル、グリースまたはエポキシポリマーの内の１つである請求の範囲第６７項記載の照明およびディスプレイ装置。

６９．前記導波層は、その長手方向には薄く、そして平坦であるかまたは湾曲している全体形状を有している請求の範囲第５３項記載の照明およびディスプレイ装置。

７０．前記ディスプレイ要素は記号的な英数字パターンまたは非記号的なパターンで配列されている請求の範囲第５３項記載の照明およびディスプレイ装置。

７１．前記ディスプレイ要素からの照明は、前記ディスプレイ装置全体にわたる前記ディスプレイ要素の特性を変更することによって制御される請求の範囲第５３項記載の照明およびディスプレイ装置。

７２．前記１つ以上の半導体の発光装置はバレットレンズパッケージ発光ダイオードであるか、または裸の発光ダイオードである請求の範囲第５３項記載の照明およびディスプレイ装置。

７３．光学的な導波層と、

前記導波層の内側域に埋め込まれ、１つ以上の半導体の発光装置を含む照明連続手段と、

前記導波層から光を放射させるように前記導波層の面に形成されたディスプレイ要素とを有する照明およびディスプレイ装置。

７４．光学的な導波層と、

前記導波層の内側域に埋め込まれている照明連結手段であって、前記光学的な導波層の表面に平行である縦方向の軸を有する１つ以上の半導体の光装置と、前記１つ以上の半導体の発光装置が配置されている、前記導波層の前記内部域に穴または窪みを有している照明連続手段と、

前記導波層の表面に形成され、前記導波層から光を放出されるディスプレイ要素を有する照明およびディスプレイ装置。

７５．複数の前記半導体発光装置が前記導波層の前記内部域内の円の円周の周りに配置されている請求の範囲第７４項記載の照明およびディスプレイ装置。

７６．前記ディスプレイ要素が導波層の表面内に凹状の溝として形成され、そして前記溝の外面は拡散放射を促進するために滑らかであるか、または荒い請求の範囲第７４項記載の照明およびディスプレイ装置。

７７．前記ディスプレイ要素からの照明が、前記照明における照明の差を補償するために前記導波層全体にわたる前記ディスプレイ要素の前記凹状の溝の深さを変更することによって制御される請求の範囲第７６項記載の照明およびディスプレイ装置。

７８．前記ディスプレイ要素の凹状の溝が、前記ディスプレイ装置の前記導波層の中央部分に向かう場合よりも、前記ディスプレイ装置の前記導波層の両外側部分に向かう方がより深くなっている請求の範囲第７７項記載の照明およびディスプレイ装置。

７９．前記各ディスプレイ要素が導波円筒上に抽出ディスプレイ要素として形成され、

前記抽出ディスプレイ要素の各々は前記導波層に垂直な線上に頂点または向点を有する多角形体として形成され、そして前記導波層からの光は前記導波円筒内とそして前記抽出ディスプレイ要素の側面との双方における全内反射によって送られて、前記抽出ディスプレイ要索の前記頂点または向点において放射される請求の範囲第７４項記載の照明およびディスプレイ装置。

８０．前記抽出ディスプレイ要素が２つ以上の等しい側面を有する多角形体を形状を有している請求の範囲第７９項記載の照明およびディスプレイ装置。

８１．前記多面体が、くさび形、円錐形または四面体の形状をとる請求の範囲第８０項記載の照明およびディスプレイ装置。

８２．前記ディスプレイ要素からの照明が、前記照明における差を補償するために、前記導波層全体にわたる前記ディスプレイ要素の前記導波円筒の直径を変更することによって制御される請求の範囲第７９項記載の照明およびディスプレイ装置。

８３．前記ディスプレイ要素の前記導波円筒は、前記ディスプレイ装置の前記導波層の中央部分に向かう場合よりも、前記ディスプレイ装置の前記導波層の両外側部分に向かう方がより大きい直径を有している請求の範囲第８２項記載の照明およびディスプレイ装置。

８４．前記ディスプレイ要素の各々が前記導波層上に抽出ディスプレイ要素として形成されており、

前記抽出ディスプレイ要素の各々は頂点または向点を有する多角形体として形成され、そして前記導波層からの光は前記抽出ディスプレイ要素の側面による全内反射によって送られて、前記抽出ディスプレイ要素の前記頂点または前記向点において放射される請求の範囲第７４項記載の照明およびディスプレイ装置。

８５．前記ディスプレイ要素からの照明は、前記照明における差を補償するために、前記導波層全体にわたる前記ディスプレイ要素の前記導波円筒上における前記多角形体の寸法を変更することによって制御される請求の範囲第８４項記載の照明およびディスプレイ装置。

８６．前記半導体の発光装置と前記導波層との間には前記照明連結手段内に形成されている空隙がある請求の範囲第７４項記載の照明およびディスプレイ装置。８７．前記照明連結手段が、前記１つ以上の半導体の発光装置を光学的結合剤で前記導波層に光学的に結合することによって、前記導波層に埋め込まれている請求の範囲第７４項記載の照明およびディスプレイ装置。

８８．前記光学的結合剤は、シリコン接着剤、ゲル、グリースまたはエポキシポリマーの内の１つである請求の範囲第８７項記載の照明およびディスプレイ装

置。

８９．前記導波層は、その長手方向には薄く、そして平坦であるかまたは湾曲している全体形状を有している請求の範囲第７４項記載の照明およびディスプレイ装置。

９０．前記ディスプレイ要素は記号的な英数字パターンまたは非記号的なパターンで配列されている請求の範囲第７４項記載の照明およびディスプレイ装置。

９１．前記ディスプレイ要素からの照明は、前記ディスプレイ装置全体にわたる前記ディスプレイ要素の特性を変更することによって制御される請求の範囲第７４項記載の照明およびディスプレイ装置。

９２．前記１つ以上の半導体の発光装置はバレットレンズパッケージ発光ダイオードであるか、または裸の発光ダイオードである請求の範囲第７４項記載の照明およびディスプレイ装置。

９３．前記ディスプレイ要素が導波層の表面における幾つかの同心円の溝であり、前記幾つかの同心円の溝は記号または非記号の文字に相当する領域にのみ存在する請求の範囲第７４項記載の照明およびディスプレイ装置。

９４．前記幾つかの同心円の溝は前記記号または非記号の文字に相当する前記導波層上の特殊な領域にのみに形成されるか、または前記幾つかの同心円の溝は全導波層にわたって形成され、そしてそれから前記記号または非記号の文字に相当する前記特定の領域を除いてすべて取り除かれる請求の範囲第９３項記載の照明およびディスプレイ装置。

９５．前記幾つかの同心円の溝は、前記ディスプレイ要素からの照明を制御するために、半径方向の様々な場所において変動する特性を有する請求の範囲第９３項記載の照明およびディスプレイ装置。

９６．前記幾つかの同心円の溝の前記変動する特性は中心から遠い溝の幅を増大させること、あるいは中心から遠い溝の空間周波数を増大させることを含む請求の範囲第９５項記載の照明およびディスプレイ装置。

９７．前記幾つかの同心円の溝は機械加工、融触、エッチングそしてエンボシングを含む加工によって形成される請求の範囲第９３項記載の照明およびディスプレイ装置。

９８．前記導波層の前記内部域内の前記穴または溝に合うモジュール内に前記１つ以上の半導体の発光装置が取り付けられるように、前記照明連結手段はモジュラー構造を含む請求の範囲第７４項記載の照明およびディスプレイ装置。

９９．導波器の内部域に埋め込まれている照明連結器と、光が前記上面と前記底面との間で案内されるように前記内部域の外側に概ね平行な上面および底面を有する導波器を有し、前記照明結合器が、捕捉された光線が前記内部域の外側に伝播されるために前記上部と底部との間に注入されるように、前記上面および底面の少なくとも１つに対する全内反射の臨界角より小さい線に沿って伝播している光線を捕捉するように構成された屈折率境界面を有する照明装置。

１００．前記照明連結器は、該照明連結器上への入射光全内反射のために作られた面を有する請求の範囲第９９項記載の照明装置。

１０１．前記導波器の空洞内に少なくとの部分的に配置されている点光源を含み、前記空洞は前記全内反射面に近接している請求の範囲第１００項記載の照明装置。

１０２．前記導波器から光を放出する前記上部および底部の１つの上前記導波器から光を放出するディスプレイ要素を含む請求の範囲第１０１項記載の照明装置。

１０３．前記上面および底面の１つの上に拡散反射材を含む請求の範囲第１０１項記載の照明装置。

１０４．前記導波器および前記照明連結器は単一の材料から一体的に作られている請求の範囲第９９項記載の照明装置。

１０５．光を放射する装置と、

拡散反射面により形成され、空洞からの光が通過する出力域を有する光学的空洞と、そして前記出力域を通して出力照明を予め定められた角度の範囲内に制限するように配置された角スペクトル整流子とを有し、

前記発光装置は、前記出力域を通って直接視た場合隠れているが、前記空洞に光を与えるように取り付けられており、前記空洞は拡散反射面域を有し、前記出力域は１つの領域を有し、（１）前記出力域の前記領域と（２）前記空洞の前記表面域との合計に対する前記出力域の前記領域の比は少なくとも０．０５であり

、

前記空洞はある深さを有しそして前記出力域は縁から縁までの２等分線の寸法を有し、前記２等分線の寸法に対する前記深さの比は０．１より著しく小さい照明装置。

１０６．前記角スペクトルリストソリターが

前記出力域にあって、前記空洞から前記出力域を通過する照明を拡散させるように配置されている拡散器と、

前記拡散器に近接して配置され、ディスプレイパネルの輝度を高めるように視角内に照明を集中させる材料とを含む請求の範囲第１０５項記載の照明装置。

１０７．前記発光装置が蛍光管を含み、そして前記空洞が導波器を含む請求の範囲第１０５項記載の照明装置。

１０８．前記縁から縁までの寸法に対する前記深さの比がずか０．０３である請求の範囲第１０５項記載の照明装置。

１０９．前記縁から縁までの寸法に対する前記深さの比が．０８未満である請求の範囲第１０５項記載の照明装置。

１１０．前記蛍光管が記導波器の縁と前記拡散反射材との間に配置されている請求の範囲第１０５項記載の照明装置。

１１１．前記空洞の反射面は９０％より大きい反射率を有する請求の範囲第１０５項記載の照明装置。

１１２．前記角スペクトルリストソリターが平面であり、微細な反復光学構造を有する請求の範囲第１０５項記載の照明装置。

１１３．前記予め定められた角度がわずか３５度の視角を与える請求の範囲第１０５項記載の照明装置。

１１４．前記拡散器が前記輝度向上フィルムと前記光学空洞との間にある請求の範囲第１０５項記載の照明装置。

１１５．前記出力域の縁から縁までの２等分線の全寸法が長さで４インチを越える請求の範囲第１０５項記載の照明装置。

１１６．該照明装置が部屋を照明するために寸法と構造が定められている請求

の範囲第１０５項記載の照明装置。

１１７．拡散反射面により形成された光学的な空洞から照明を生成し、そして

出力照明放射域を通って前記空洞から照明を放出し、前記照明の前記生成は、照明源が出力照明出力域を通して見えないように、光線の方向を照明源から空洞に向けることを含み、

照明の角スペクトルを照明出力域から予め定められた角範囲に制限することと、部屋の少なくとも一部を照明するように光学的な空洞を取り付けることを有する照明方法。

１１８．前記制限が、

前記空洞から前記照明出力域を通って照明を拡散するために拡散器を使用することと、

拡散された光を予め定められた角範囲に集中させるために輝度向上フィルムを使用することと、

前記集中させた拡散光を前記出力域から放出することを含む請求の範囲第１１７項記載の照明装置。

１１９．前記光源が前記空洞の周縁に近接して取り付けられている１つ以上の蛍光管を含む請求の範囲第１１７項記載の照明装置。

１２０．前記取り付けが部屋の天井からの光を部屋の床に向けることを含む請求の範囲第１１７項記載の照明装置。

１２１．管状の光源の一方の側の周囲を反射材からなる柔らかいシートで包むことと、

前記光源からの光が光学的な空洞に導入されるように、前記管状の光源のもう一方の側に光学的な空洞を形成する部材を並置することと、

前記シートによって前記管状の光源が前記部材と並置されたままになるよに、前記柔らかいシートを前記部材に取り付けることを有する照明装置の製造方法。

１２２．前記反射材が拡散度が高い反射性がある請求の範囲第１２１項記載の照明方法。

１２３．前記管状の光源が蛍光管を含む請求の範囲第１２１項記載の照明方法

。

１２４．前記光学的な空洞が導波器を含む請求の範囲第１２１項記載の照明方法。

１２５．導波器の一方の側に形成された溝に内管状の光源を配置することをさらに含む請求の範囲第１２４項記載の照明方法。

１２６．前記光源からの光の前記導波器の結合を高めるために、前記導波器と前記管状の光源との間に光学的な結合材を設置することをさらに含む請求の範囲第１２５項記載の照明方法。

【発明の詳細な説明】

低いプロフィールを有する照明装置

発明の背景

本出願は、「照明と表示のための発光ダイオードを有する導波管」と題する、１９９６年１２月１２日出願の米国特許出願番号第０８／７６４，２９８号の部分継続出願である。本発明は照明装置に関ずる。特に、本発明は照明用導波管を利用した低プロフィールの照明装置に関する。本発明は表示を照明するためのバックライトとして使用するのに特に有用である。

バックライトは、アナログ式腕時計あるいは自動車計器のような機械的表示、および携帯電話、ページャおよびパーソナル・ディジタル・アシスタントに使用される液晶表示装置のような電子的表示の両方を照明するように使用される。多くのバックライトの用途はスペースが貴重な小さな表示を含むので、照明エリアを保つ一方で、バックライトの厚さを減らすことが望ましい。したがって、バックライトはバックライトの厚さと照明エリアの長さの比率として規定されるアスペクト比を低減することを要する。

バックライトの１つの形式は、光がその中に注入される導波管と結合された発光ダイオード（ＬＥＤ）のような光源を利用する。光源は導波管の外側の周縁に通常実装され、導波管の中に光を放射するように付勢される。上部表面を通って送出されるまでに、光は導波管の表面の間で数回の反射を経る。

そのようなバックライトに関連する１つの難点は、バックライトが導波管の表面で一様な強度を生じないことである。光は光源から外方向に伝搬するにつれて強度を失う。したがって、光源からの距離が増加するにつれて、導波管から送出される光の強度は減少する。この結果、光源の導波管の末端の部分では光の強度は低くなる。

したがって、全照明エリアでほぼ一様な照明プロファイルを提供する低いアスペクト比を有する効率的なバックライトに対する要求がある。

発明の概要

本発明の１つの局面は、表示装置の照明領域を照明する照明装置に関する。本照明装置は表示装置の照明領域を照明するように表示装置に隣接して搭載するよ

うにされた導波管を有する。導波管は、光学的出力領域の寸法がその照明領域に対応している上部表面と、上部表面と間隔をおいた底部表面と、上部表

面と底部表面の間に延びている側部表面から有している。反射性の材料が導波管の底部と側部表面に隣接して置かれている。少なくとも１つの光源が上部と底部表面の間の導波管の周囲に隣接して光を入力するように実装されている。導波管は、上部および底部表面の１つの上に光放射器を有し、光放射器伝送のためにそれらを通ってその上部表面に向かって、上部および底部表面の間で光を反射して伝播するように構成されている。光放射器は、上部表面の光出力領域を通って予め決められた照明プロファイルを提供するように配置される。

本発明の他の局面は、１対の相対する表面を持つ導波管を有する照明装置に関する。その表面のそれぞれが少なくとも部分的に反射性であり、そして表面の少なくとも１つは部分的に透過である。それらの表面のそれぞれが、少なくとも１つの表面の透過率より大きい反射率を有する。

本発明の他の局面は、周縁を有する平坦な導波管と、光源から導波管内の光学式ダイバーターに向かって延びている経路に沿って導波管内に光を導くように周縁に隣接して実装された光源を有する照明装置に関する。その経路での光学式ダイバーターは、その経路から外れ導波管間の周囲に向かって光線を反射する。

本発明のさらに他の局面は、上部表面、上部表面と間隔をおいた関係で、上部表面と協同し、上部および底部表面の間の距離により規定される厚さを持つ導波管を形成する底部表面と、上部および底部表面間の導波管に光を入力するように実装された少なくとも１つのソリッドステートの点光源を有する照明装置に関する。その表面の１つは他の表面に比較して湾曲しており、それは導波管の選択された領域で、導波管の厚さの実質的な変化を生じる。その変化は反射された光が導波管の上部表面に存在するように導波管の表面間を伝播する光を反射するように選択された幾何学的な輪郭にしたがう。

本発明の他の局面は、上部および低部表面および周縁を有する導波管を含む照明装置に関する。導波管は上部と底部表面間の距離により規定される厚さを持っている。周縁における厚さは周縁の相対している側面の中間の領域での厚さとは

実質的に異なっている。その厚さは相対する側面の中間の上部表面からの光の放射を向上させるように選ばれた幾何学的な配置を持っている。少なくとも１つの光源が、上部および底部表面間の導波管に光を導入するようにその周縁に隣接したところに配置される。

本発明のさらに他の局面は固い材料の導波管を有する照明装置に関しており、その導波管は上部表面、低部表面および側部表面を持っている。光源が導波管に光を入力するように実装され、そして反射性の材料が上部および底部表面の１つに並んで置かれ、上部と底部表面１つの少なくとも一部は、光源からの距離とともに概ね密度が増加する細長い構造のパターンを有する。

本発明のさらに他の局面では、光学的導波層およびその導波層の内部領域に埋め込まれた照明結合器を有する照明および表示装置が開示されている。１つの実施態様においては、照明結合器は１つ以上の半導体光放射デバイスを含んでいる。光学的導波層の一部は、（ａ）平面でない、湾曲した表面、あるいは（ｂ）その平面でない、湾曲した表面に近似する複数の平な表面の対称な１対を持つ。その１対の対称な表面は１つ以上の半導体光放射デバイスから導波層への光の全反射を行わせる１つ以上の半導体光放射デバイス軸上に置かれている尖点を形成している。表示要素が導波層から光を放射させるように導波層の表面に形成される。

本発明の他の局面は、導波層の内部領域に照明結合器が埋め込まれている光学的導波層を有する照明および表示装置に関し、照明結合器は１つ以上の半導体光放射デバイスを含む。導波層の表面に形成された表示要素は光を導波層から放射させる。

さらに他の局面は、導波層の内部領域に照明結合器が埋め込まれた光学的導波層を有する照明および表示装置に関する。１つの実施態様においては、照明結合器は１つ以上の半導体光放射デバイスを含み、１つ以上の半導体光放射デバイスのそれぞれは光学的導波層の表面に平行な縦軸を有している。１つ以上の半導体光放射デバイスが置かれている導波層の内部領域に、穴あるいは凹部を形成していない。この装置はまた光を導波層から放射するように導波層の表面に形成され

た表示要素を有することができる。

本発明のさらに他の局面は、その内部領域に埋め込まれた照明結合器を持つ導波管を有する照明装置に関する。導波管はその光がそれらの間を導かれる内部領域の外の概ね平行な上部および底部表面を持つ。照明結合器は、上部および底部表面の少なくとも１つに対して全反射の臨界角未満である線に沿って伝播する光線をとらえるように構成された屈折率インターフェースを有し、その結果とらえられた光線は内部領域の外部に伝播するようにその間に注入される。１つの実施例においては、照明結合器はその上の入射光が全反射するように構成された表面を有する。本実施態様の照明結合器は透明な材料の１片から導波管と一体に形成され、そしてその反射表面はコーティングされない。点光源が、全内部反射の表面に隣接した導波管内に形成された空洞の中に少なくとも部分的に、望ましくは全体が配置されている。表示要素は導波管から光を排除する少なくとも１つの表面上に有することができる。さらに、拡散性の反射材料を少なくとも上部および底部の表面の少なくとも１つの上に有することができる。

本発明のさらに他の局面において、光を放射する装置と拡散性の反射表面により形成されている光学的な空洞を有する照明装置が開示されており、空洞は空洞からの光が通過する出力領域を有している。光放射デバイスは、出力領域

から直接見ることからは隠されているけれども、空洞へ光を与えるように実装されている。空洞は拡散的に反射する領域を有しており、そして出力領域も領域を有している。出力領域の面積大きさの（ｉ）出力領域の面積と、および（ｉｉ）空洞の表面領域の合計に対する比率は、少なくとも０．０５である。さらに、空洞は深さを持っており、そして出力領域は端縁から端縁への２等分線の寸法を持っており、２等分線の寸法に対する深さの比率は明らかに０．１より小さい。照明装置は、さらに、出力領域を通り予め決められた角度の範囲への出力照明を制限するように置かれているアンギュラー・スペクトル・レストリクターを有する。

本発明の他の局面は照明方法を含んでいる。この方法は拡散する反射表面により形成された光学空洞から照明を行う方法と、出力照明領域を通って空洞から照

明を出力する方法から構成されている。照明を行う方法は、照明の光源が出力照明領域を通して見ることができないように照明の光源から空洞へ光線を導く方法を有する。この方法はさらに、照明の角度スペクトルを出力照明領域から予め決められた角度に制限すること、および少なくとも部屋の一部を照明する光学空間に実装することを含む。

本発明の他の局面においては、照明装置を製造する方法が開示されている。その方法の１つの実施態様は、管状の光源の１つの側面を反射性の材料の可撓性のシートで包むこと光源からの光が光学空洞へ導かれ、光学的な空洞を部材を管状の光源の他の側面に一緒に置くことで、光源からの光が光学空洞へ導かれるように、そして、シートが管状の光源をその部材と並んで保持するようにその部材へ可撓性のシートを取付けることを含む。

図面の簡単な説明

本発明の以上のおよびその他の特徴を、説明することを意図しており、本発明を限定するものではない好ましい実施例についての図面を参照して説明する。

図１は照明装置の一実施例を組み込んだ腕時計の斜視図である。

図１Ａは線１Ａ－１Ａに沿った図１の腕時計の断面図である。

図２は図１の腕時計を照明するように使用される照明装置の平面図である。

図３は線３－３に沿った図２の照明装置の側断面図である。

図４は線４－４に沿った図２の照明装置の断面図である。

図４Ａは図４の一部の拡大図である。

図４Ｂは図４に類似し、その上部表面上に細長い構造物が付いている断面図である。

図４Ｃは図４に類似し、導波管全体を取り囲む反射性の材料を持っている断面図である。

図５は図２の照明装置で使用される導波管の他の実施例の平面図である。

図６は図２の照明装置で使用される導波管の他の実施例の平面図である。

図７は照明装置で使用される導波管のさらに他の実施例の平面図である。

図８は光学式ダイバーターの他の実施例を示す導波管の平面図である。

図９は高められた照明構造とともに使用される照明装置の断面図である。

図１０は光線を反射する小さなくぼみを有する導波管の平面図である。

図１１は線１１－１１に沿った図１０の照明装置の側断面図である。

図１２は照明装置の他の実施例の斜視図である。

図１３は図１２の照明装置の断面図である。

図１４は図１２の照明装置とともに使用されるハウジングの斜視図である。

図１５は全反射領域を含む照明装置の斜視図である。

図１６は線１６－１６に沿った図１５の照明装置の断面図である。

図１６Ａは図１６の一部の拡大図である。

図１７は全内部反射領域を含む照明装置の他の実施例の斜視図である。

図１８は線１８－１８に沿った図１７の照明装置の断面図である。

図１９は従来技術の銃弾レンズ発光ダイオードの概略の側面図である。

図２０は従来技術の「むき出しの」発光ダイオードの概略の側面図である。

図２１は照明装置の他の実施例を組み込んだ出口サインの斜視図である。

図２２は照明装置を組み込んだ尾灯を有する自動車の後部の斜視図である。

図２３は照明装置の他の実施例を組み込んだ腕時計の平面図である。

図２４は線２４－２４に沿った図２１の出口サインの側断面図である。

図２５は照明装置のさらに他の実施例を組み込んだ出口サインの斜視図である。

図２６は抽出表示要素を組み込んだ出口サインの側面図である。

図２７は抽出表示要素の側面図である。

図２８は抽出表示要素の他の実施例の側面図である。

図２９は光を抽出する円形溝を組み込んだ出口サインの斜視図である。

図３０は図２９の出口サインの側断面図である。

好ましい実施例の詳細な説明

図１および図１Ａを参照すると、本発明の一実施例は腕時計２０の後方照明装置２６として利用されている。腕時計２０はおおむね円形の形状であるとして示されているが、腕時計が任意の種々の形状で良いことは十分理解されよう。

腕時計２０の外部ハウジング２２は、腕時計のガラスぶた２４の下に配置され

たほぼ透明な材料の薄いディスク３０を囲んでいる。ディスク３０は上部表示面３２および対向する底部表面３４を有する。表示面３２は、時刻を示すた

めの数字のような標示３５（図１）を有するが、他の標示を表示することもできる。腕時計２０の２つの針３６が、ディスク３０を通って延びている軸３８のまわりを回転するように実装されている。軸は公知の方法で腕時計機構４０により駆動される。あるいは、ディスク３０は針および数字のような標示が電気的に生成される液晶表示装置を有してもよい。

図１Ａを参照すると、照明装置２６はディスク３０を照明するようにディスク３０と時計機構４０の間にある。ディスク３０と接触していることが望ましい照明装置２６は、導波管４２と、導波管４２の周縁に沿って位置する光源４４を有する。

図示の実施例において、ハウジング２２は互いに並んだ関係のディスク３０および照明装置２６を支えている。表示面３２の観察領域あるいは照明領域を画定するように、ディスク３０は、その周囲が表示面３２を部分的にカバーする第１の環状の縁４６により支えられるように実装されている。ディスク３０の直径よりややより大きい直径を有する導波管４２は、その周囲がハウジング２２内の第２の環状の縁４８により支えられるように実装されている。第２の環状の縁４８は、表示面３２の照明領域を通して直接視認されないように、光源４４を遮蔽するように寸法を定められている。例として、照明領域の直径は２７ミリメートルである。

図２に示すように、導波管４２は円形の時計を照明するのに最適な円形の形状を有するが、さまざまな用途に対して他の形状が利用されてもよい。光源４４は導波管４２の周縁の三角形あるいはＶ字形のノッチ５０の中に実装されている。ノッチ５０は光源４４により送出された光の方向を変える光学式ダイバーターとして働き、ノッチ５０の側面により形成されるインタフェース５２における屈折率の差を利用している。好適実施例において、その頂点および導波管４２の中心を通過する直線がＶ字形のノッチを２分するように、Ｖ字形の光学式ダイバーター５０は対称になっている。

好適実施例において、その光源はキャリアあるいは回路基板（図示せず）上に実装された発光ダイオード（ＬＥＤ）４４のような単一のソリッドステート点光源である。発光ダイオード４４が実装されたキャリアは、ノッチ５０の後部（すなわち、頂点の反対の開口端）に接着剤（図示せず）で導波管に取り付けられる。複数の面（すなわち、その上部表面および４つの面）のそれぞれから光を放射する固体材料の立方体の形を通常はしている発光ダイオード４４は、ノッチ５０の側面から間に空気を挟んで間隔をおいて配置されている。導波管と空気の間の屈折率の差は屈折率インタフェース５２を生じ、光が導波管４２の中に入る時に光を屈折させる。この有利な特徴によって、インタフェース５２を通過する光の相当な部分は導波管４２の反対側に向かって屈折する（すなわち、光源４４におおむね隣接する側および対向する側）。このように、光源４４の側面に位置する導波管４２の領域は効率的に照明され、したがってダイバーター５０は一様な照明に役立つ。

導波管４２は、透明な重合体材料のような、発光ダイオード４４により発生された光に対して透明な材料で構成されていることが望ましく、機械加工あるいは射出成形のような、公知の様々な方法により製造される。導波管４２用の望ましい材料はアクリル、ポリカーボネートおよびシリコンである。およそ１．５の屈折率を有するアクリルは、耐引っ掻き性があり、ポリカーボネートと比較して低コストである。およそ１．５９の屈折率を有するポリカーボネートは、アクリルより高い温度能力を有する。ポリカーボネートは、さらにアクリルより機械的の能力が勝る。シリコンはおよそ１．４３の屈折率を有する。空気の屈折率は１．０である。導波管４２の寸法は変えてもよいが、導波管４２は低いプロフィールを有ずるようにその長さと比較して非常に薄いことが望ましい。上部表面５６と底部表面５８の間の距離は１－３ミリのオーダであることが望ましく、一方導波管４２の直径は通常少なくとも２．０ミリメートルである。

図２に示すように、導波管４２の中を伝搬する光の方向を変えるように、細長い構造５４を有する複数の表示要素が導波管４２の中に延びている。細長い構造５４は直線として示されているが、下記に詳細に説明するように、３次元の形状

を有する。図示する実施例において、細長い細長い構造５４は、導波管の中心にあり軸３８が通過する共通点から外方向に半径方向に延長している交差する線から成るパターンに配置されている。細長い構造５４は、たとえば０．３度のような等しい角度距離だけ間隔をあけていることが望ましい。腕時計２０で利用されている半径方向の溝のパターンは、腕時計軸３８により作られる「影」を除去するのに非常に有効である。

図３に示すように、導波管４２は互いにほぼ平行している上部表面５６および対向する底部表面５８を有する。側面すなわち端縁表面６０は、導波管４２の周囲に沿って上部および底部表面５６，５８の間に延びている。表面５６、５８はバックライトの用途に対しては通常平坦であるが、導波管が自動車の尾灯として利用される時のような場合には表面５６、５８は湾曲した表面として形成されてもよい。

拡散性の反射材料６２が導波管４２の底部表面５８と側部表面６０に隣接して位置し、さらに材料６２が上部表面５６上の周辺細片６１をカバーしていることが望ましい。図示する実施例において、周辺細片６１はノッチ５０をカバーするのに十分に広く、ノッチ５０の上部、底部および外部端縁は反射性の材料６２によりカバーされている。発光ダイオード４４が７５度以下の観察角からは直接視認されないように、周辺の細片は十分に広いことがさらに望ましい

（観察角は上部表面５６と直角を成す線から測定されると理解される）。例として、周辺細片の幅は、腕時計２０（図１）の第２の環状の縁４８の幅と等しくてもよい。

少なくとも８８％の反射率を有する拡散性の反射材料６２は、Ｗ．Ｌ．ゴア＆アソシエイツにより製造されるＤＲＰ（商標名）バックライト反射器のような拡散反射性のテープの単一の層あるいは複数の層を有してもよい。ＤＲＰ（商標名）バックライト反射器は、その厚さおよび光の波長によって、およそ９７％－９９．５％の反射率を有する。あるいは、反射材料６２は、表面５０および６０に塗装された白色家庭用塗料あるいはラブスフェアー株式会社のスペクトラ・フレクト塗料のようなより新種の材料のような塗料あるいは被覆剤で構成することも

できる。スペクトラ・フレクト塗料の反射率は家庭用塗料より著しく高くおよそ９８％であるのに対して、良質の白色家庭用塗料の反射率はおよそ９０％である。

反射材料６２は底部および側部表面５８、６０と上部表面５６上の周辺細片をカバーしているので、光は出力照明領域あるいは上部表面５６の中央のむき出しの部分（すなわち表面５６の周辺細片６１の内部の部分）を有している開口６５において導波管から放射される。少なくとも臨界角と等しい入射角（すなわち表面に直角な線に対する光線の角度）で上部表面５６上に入射する光線は、底部表面５８に向かって完全に内部反射されることは十分理解されよう。すなわち、上部表面５６はこのような光のすべてを導波管４２の中に反射する。臨界角未満の入射角を有する光線は上部表面５６を介して送出される。当業者にとって既知であるように、臨界角の値は導波管４２とディスク２２の間の屈折率の差に依存する。屈折率１．５の導波管４２に対して、空気中における臨界角はおよそ４２度である。

図４および図４Ａに示すように、細長い構造５４は表面６４（図４Ａ）により画定されほぼ三角形あるいはＶ字形の断面を形成ずる溝を有してもよい。細長い構造５４は上部表面５６に向かう反射光の入射角を有利に変え、そこを通る通路を拡張する。すなわち、傾斜表面６４は上部表面５６に向かって臨界角未満の入射角で光を反射し、その結果このような光は完全に内部反射されるのではなく上部表面５６を通過する。このように、細長い構造５４は、上部表面５６により完全に内部反射されであろう光線を「放射する」ように使用される。これによって、繰り返される反射によるエネルギー損を招くであろう光を放射することにより、導波管４２の光学的効率は有利に増加する。細長い構造は、深さＤおよびＶ字形の構造５４を２分する頂角θにより画定される。好適実施例において、深さＤは１－２ミクロンの範囲であり、角度θはほぼ４５度に等しい。Ｖ字形の構造５４内にエアギャップが維持されている（すなわち、溝が

反射材料で満たされていない）ことが望ましい。

細長い構造５４は、導波管の照明出力領域に亘っておおむね一様な照明プロフ

ァイルを実現するように配置されていることが望ましい。好適実施例において、このような領域の中の最低の照度に対する最高の強度の比率として規定される出力照明領域の均一性比率はわずか２対１である。

図４Ｂを参照すると、他の好適実施例では、細長い構造５４は底部表面５８の代わりに上部表面５６の上に設置されている。この実施例の残りの局面は図４に示す実施例とまったく同じである。

図４Ｃに示す追加の実施例において、上部表面５６、底部表面５８および側部表面６０を含む導波管全体は、材料６２と同じく拡散反射形式であることが望ましい反射性の物質６３によりカバーされているが、部分的に透過性であり、また部分的に反射性である。さらに、材料６３はその透過率より大きい反射率を有する、すなわち、その反射率は５０％を超えており、その透過率は５０％未満である。腕時計２０に利用される１好適実施例において、反射率はおよそ９６％であり、透過率がおよそ４％である。この実施例は、細長い構造５４無しでもほぼ一様な出力照明をもたらすが、このような構造は腕時計の軸３８からの影を減らすようにやはり望ましい（図１Ａ）。この実施例は標示（数字など）を反射材料６３に直接塗布でき、その結果表示ディスク３０の必要を省ける点でさらに有利である。

状況によっては、さまざまな形式の溝のパターンが照明される領域内の照明の均一性を改善するように利用されてもよい。図５を参照すると、細長い構造５４は光源４４の周りに配置された互いに交叉しないアーチ形の線のパターンで配置されてもよい。好適実施例において、アーチ形の線の曲率半径は点光源４４からの距離にしたがって増加する。さらに、曲率半径の中心は点光源および導波管の照明領域の中心を通過する線に沿って置かれている。すべてのそのような中心はそのような線に沿って置かれていている（光源４４からよりも導波管の中心から遠い導波管の側面上に）。光が光源４４から外方に伝搬するにつれての強度の損失を補償するように、アーチ形の線は不均一に間隔をあけて配置されている。具体的に言うと、細長い構造５４の間の間隔は光源４４からの距離が増加するにしたがって減少し、その結果細長い構造５４の密度は光源４４から離れるにつれて増加する。光源４４からの距離を補償するように、細長い構造５４の増加した密

度はこれらの領域の中の光線の放射を望ましく増加させる。

図６に示すように、細長い構造５４は簡単なパターンの組み合わせで構成される複雑なパターンで配置することもできる。たとえば、パターンは光源４４から外方向に放射するアーチ形の線および導波管４２の中心から半径方向に外

方向に延びる直線の形をとることができる。

図７は長方形の導波管４２を示す。このような導波管は、携帯電話あるいはパーソナル・ディジタル・アシスタントのような長方形の表示を照明するために使用されることが望ましい。反射物質は図示されていないが、この実施例は前述の方法で組み立てられることは理解されよう。図示する実施例において、導波管４２の端縁に沿って間隔を置いて配置された周辺の位置に光を導入するように、複数点の光源４４が結合されている。複数の光源が使われているので、ノッチ６０のような光学式ダイバーターは必須でなく、あってもなくても良い。本実施例の細長い構造５４は光源４４のそれぞれの周囲に同心状の弧として配置されているが、上に説明したものを含むさまざまな他のパターンが考えられる。

図８は、細長い構造５４が導波管４２ａの中に、導波管の上部あるいは底部表面を紙やすりのような研磨剤で引っかくことにより構成される他の実施例を示している。かき傷すなわち溝の密度が光源４４からの距離に応じて増加するように、研磨は不均一であることが望ましい。具体的な例として、図８に示す長方形導波管において、溝は長方形の幅方向ではなく、長さ方向に指向している。溝のパターンは局部的にはおおむね不定形であるが、全体としてはほぼ方向性がありランダムではない。

図８はさらに、導波管４２ａの周囲を通って延びている三角形の開口部５０ａにより形成される光学式ダイバーターの他の実施例を示す。開口部は光源４４と導波管４２の出力照明領域の間にあり、光源とこのような領域の中心間に描かれた線は三角形の頂点を通り三角形を２分する。図に示すように、このような頂点を構成するように、三角形の開日部５０ａは光源に隣接した位置で交差する２つの側面を有する。

三角形の開口部５０ａは、導波管４２の材料の屈折率とは大幅に異なる屈折率

を有する空気のような材料で満たされている。光学式ダイバーター５０ａの形状および屈折率の差は、導波管４２の両側に向かって光の全内部反射をもたらす入射角で、光源４４から生ずる光を光学式ダイバーター５０ａに交差させる。このように、ノッチ５０のような光学式ダイバーター５０ａは、光源４４の両側にある導波管の領域に光線の経路の方向を変える。

図９において、導波管４２の上部表面５６（あるいはその他の実施例）は、出力輻射パターンを導波管の出力照明領域６５から予め決められた範囲の角度までに制限するアンギュラー・スペクトル・レストリクター７２でカバーされてもよい（この文脈において、用語「スペクトル」は波長スペクトルよりもアンギュラー・スペクトルの意味で使用される）。アンギュラー・スペクトル・レストリクター７２は、ホログラフィック・ディフューザー、２進回折性ディ

フューザー、あるいはマイクロレンズ配列のような平坦なマイクロ複写式光学式構造を有する。好適実施例において、アンギュラー・スペクトル・レストリクター７２は、出力スペクトルを制限することに加えて、出力照明領域６５におけるで照明の強さを増大させるブライトネス増大フィルム（ＢＥＦ）を有する。光特性増大装置７３を総合して構成するように、ＢＥＦ７２はディフューザー７０と物理的に接触して設置されることが望ましい。ディフューザー７０はＢＥＦ７２と導波管４２の間に導波管４２と接触して配置されることが望ましい。ディフューザーの目的は導波管４２の表面における表面的欠陥のような残留不均一性効果を除去することである。ディフューザー７０は半透明の材料、通常薄いプラスチック表面あるいは体積ディフューザーで構成されており、この両者共に非常に低い吸収と最小のエネルギー損を特徴としている。

上述のように、ＢＥＦ７２は規定の境界線内に照明の出力を制限し、さらに出力照明領域６５内の明るさを増加させる。好適実施例において、ＢＥＦ７２は、スリーエムモデル９０／５０フィルムのような直線的なピラミッド状の構造を有する市販されている薄膜である。ＢＥＦは上部表面５６に対して一定の入射角基準を満たす導波管からの光線のみを送出する。その他のすべての光線は底部あるいは側部表面、それぞれ、５８および６０に向かって導波管４２の中に反射され

、そこにおいて反射材料６２により反射される。結果において、反射された光線はＢＥＦ７２を通過できる角度でＢＥＦ７２に入射するまで「繰り返される」。

公知のように、ＢＥＦ７２のようなＢＥＦは相互に傾斜した１対の平面（断面は「Ｖ字形」を形成する）により画定された境界の中では照明を集中させ、直交方向には集中させない。本発明のある用途では、２つの直交方向に照明を集中させることが望ましく、このような用途に対しては、第１のＢＥＦに直交して配置された第２のＢＥＦが組み込まれる。２つの交差したＢＥＦを使用すると、導波管からの放射は切頭倒立錐に似た境界内となる。当該技術分野において普通であるように、境界は光学強度の半値全幅（ＦＷＨＭ）により規定される。例として、円錐の境界は上部表面５６と直角を成す線に対して３５度を超えない角度だけ傾斜していてもよい、その場合３５度あるいはそれ未満の観察角内のみで照明を視認できる。

図１０および図１１は、導波管４２ｂを使用する照明装置２６のさらに他の実施例のそれぞれ平面図および側断面図を示す。図１０に示すように、光源４４は光学式ダイバーター５０に隣接して実装されており、また導波管４２ｂは、図２－図４Ｃに示す導波管４２について先に説明した方法で、反射材料６２あるいは６３でカバーされている。次に述べるように、導波管４２ｂの上部表面５８は導波管４２ｂの中を伝搬している光線の方向を変える、へこんだ領域す

なわち小さなくぼみ７４を有する。図２２に最も良く示すように、導波管４２ｂの減少された厚さの領域を規定するように、小さなくぼみ７４は、なめらかで連続し、底部表面５８に対して湾曲した表面７５を有する。本明細書において使用される、導波管４２の「厚さ」は、上部表面５６と底部表面５８の間の距離を指す。好適実施例において、厚さの変化（すなわち、小さなくぼみ７４の深さ）は、小さなくぼみ７４の外側の導波管４２の厚さの少なくとも５％に等しい。

小さなくぼみ７４は導波管４２の周囲に対して中央に配置されていることが望ましく、上部表面５６の領域の少なくとも７０％の領域をカバーしており、上部表面５６に平行な断面で楕円形の形状を画定している。図１０に示す長方形導波管に対して、小さなくぼみ７４の幾何学的な輪郭は次の方程式による超楕円を画

定する、

$$（x／a）^{n}＋（y／b）^{p}＝1$$

ここで、ｎおよびｐは共に２より大きく、ａは楕円の長軸の長さであり、ｂは楕円の短軸の長さである。公知のように、指数ｎおよびｐを２を超えて増加させると、楕円の形状は長円形から長方形になって行く。これらの指数は、小さなくぼみ７４の湾曲した端縁が導波管の出力照明領域の端縁にほぼ達するように、選択されることが望ましい。

導波管４２ｂの有利な特徴によれば、方向を変えられた光が容易にかつ一様に導波管４２ｂの上部表面５８から出ていくように、小さなくぼみ７４の表面７５は、上部表面５６と底部表面５８の間を伝搬する光の方向を変える幾何学的な輪郭の結果として生じている。具体的に言うと、若干の光が小さなくぼみの湾曲した表面７５の上に、上部表面５６を介して光の屈折を生じる入射角で入射するであろう。臨界範囲内の入射角を有する光は完全に内部で反射される。反射光は底部表面５８あるいは側部表面２８に向けられる。これらの表面に隣接する反射材料６２は、上部表面５６に向かってそこを通って送出するように、光を反射する。小さなくぼみ７４の領域内の底部表面５８からの反射光は、そこを通って光が送出されるのを許容する減少された入射角で、通常小さなくぼみの表面７５１７－２０の上に入射する。他の実施例は、単一および複数の小さなくぼみ７４を有する複数の光源４４を利用してもよい。

図１２および図１３に示すように、照明装置１７０と参照される照明装置の他の実施例は、上部表面１７４（図１３）および対向する底部表面１７６（図１３）を有する長方形導波管１７２を有する。４つの側部表面１７８ａ（図１３）、１７８ｂ（図１３）、１７８ｃ、および１７８ｄは、上部表面１７４と底部表面１７６の間に延びている。１対のランプ１８０ａ、１８０ｂが対向する側部表面１７８ａおよび１７８ｂに隣接して実装されている。次に詳細に説

明するように、ランプ１８０ａ、１８０ｂは、ランプ１８０ａ、１８０ｂを取り巻き、導波管１７２のかなりの部分をカバーしている、拡散性の反射材料１８２により適所に保持されることが望ましい。

ランプ１８０は側面１７８ａ、１７８ｂのほぼ全長に亘って延びる円形断面の蛍光灯を有することが望ましい。図１３に最も良く示されるように、導波管１７２の側面１７８ａおよび１７８ｂは、側面１７８ａ、１７８ｂの全長に亘って延びる細長いチャネルをそれぞれ形成するように、それぞれ凹であることが望ましい。このようなチャネルは、ランプ１８０ａ、１８０ｂの側面のそれぞれの表面をぴったり接触して受けるように構成される。光学的結合ゲル１８４が、間のエアギャップを排除することによりインデックスの反復的な差を低減するように、ランプ１８０ａ、１８０ｂと導波管１７２の側面１７８ａ、１７８ｂの間に挿入され、その結果、ランプ１８０ａ、１８０ｂからの光を導波管１７２に効率的に結合する。あるいは、ランプ１８０ａ、１８０ｂはそれぞれ発光ダイオード（図示せず）のような点光源の１次元配列を有しても良い。

好適実施例において、反射材料１８２は底部表面１７６を完全にカバーし、ランプ１８０ａ、１８０ｂの周りをおおい包んで、導波管１７２の側部表面１７８ａ、１７８ｂと並べてそれらを固定し保持している。さらに反射材料１８２は、上部表面１７４の外辺部の周りに延びる１つの周辺細片１８８（図１２）を形成するように、側面１７８ｃ、１７８ｄの周りをおおい包んで、上部表面１７４の一部に延びている。

したがって、反射材料の内部表面は堅い導波管１７２とランプ１８０により占められた光学的空洞を作り出している。反射材料１８２によりカバーされていない導波管１７２の上部表面１７４の部分は、照明出力領域すなわち光が導波管１７２から出ていく開口１８８を形成する。周辺細片１８６は、開口１８８を介して直接視認されることから、ランプ１８０を遮蔽するのに十分に広い。図示する実施例において、開口１８８は長方形の形状を有する。開口１８８が円形であるか、あるいはさまざまな応用に適した多種多様な任意の他の形状をとりうることは十分理解されよう。

図９に関連して先に説明したようなアンギュラー・スペクトル・レストリクター１９０が、開口１８８と並置されてもよい。好適実施例において、アンギュラー・スペクトル・レストリクターは上述のように、総合して光特性増大（ＬＱＥ）装置１９６を形成するように、ディフューザー１９２を利用したブライトネス

増大フィルム（ＢＥＦ）１９０を有する。望むならば、カラー・フィルター１９８が、ＬＱＥ装置１９６に追加されてもよい。１つの実施例において、ＬＱＥ装置１９６の端縁は導波管の上部表面１７４と反射材料１８２の周辺細片１８６の間に挿入され、反射材料１８２がＬＱＥ装置１９６を導波管１７２

に固定する。あるいは、ＬＱＥ装置１９６は反射材料１８２の上に置かれ、接着剤を用いて固定される。

導波管１７２、ランプ１８０、反射材料１８２およびＬＱＥは、ダウンライトあるいはバックライトとして使用される照明組立体を形成する。反射材料１８２は導波管１７２に向けてランプ１８０ａ、１８０ｂからの光を反射し、その結果、光のほぼすべては側面１７８ａ、１７８ｂおよび光学的ゲル１８４を介して導波管１７２の中に結合される。光は、開口１８８を介して導波管１７２から出る前に、導波管１７２の中で拡散反射を受ける。特に、底部表面１７６をカバーし側部表面１７８ａ－１７８ｄを囲み周辺の細片１８６をカバーしている拡散性の反射材料１８２に対して、光は反射する。

照明装置１７０において、直接関係のある設計要因は、照明開口１８８の領域および（ｉ）光学的空洞の表面積と（ｉｉ）開口１８８の領域の和である、結合された空洞領域を含む。ランプ１８０ａ、１８０ｂから放射されたエネルギーの合理的に効率的な利用のために、開口１８８の領域の結合された空洞領域に対する比率は、少なくとも０．２０であることが望ましく、１つの好適実施例ではその比率は少なくとも０．４０である。

他の重要なパラメータは、開口１８８の端縁から端縁への寸法であり、その寸法を特に本明細書において２等分線寸法として参照する。この２等分線寸法は、開口１８８の対向する側面間に延びている端縁から端縁への開口１８８の幾何学的な中心を通過している線に沿った寸法であり、このような対向している面において開口の端縁に対してほぼ垂直である（あるいは円形の開口の場合にはそれに対して接している）。１つの実施例においては、出力領域の端縁から端縁への２等分線寸法のすべての長さは、少なくとも４インチである。空洞の深さの端縁から端縁への２等分線寸法に対する比率は、開口１８８により形成された開口部か

ら生じる光の強度および均一性の両方に影響を与える。本発明の１つの好適実施例において、空洞の深さのいずれかの端縁から端縁への２等分線寸法に対する比率は、０．１より大幅に小さく、０．０８を超えないことが望ましい。他の実施例においては、最長の２等分線寸法のみがこれらの比率を満足させる。さらに他の実施例においては、この比率は０．０３を超えない。

導波管１７２は、透明な重合体材料のような、ランプ１８０ａ、１８０ｂ、により発生された光に対して透明な材料で構成されており、機械加工あるいは射出成形のような、さまざまな公知の方法により製造される。導波管１７２のための材料は、アクリル、ポリカーボネートおよびシリコンが望ましい。

上述のように前述の実施例に関連して、反射材料１８２は少なくとも９０％の反射率を有し、Ｗ．Ｌ．ゴア＆アソシエイツにより製造されるＤＲＰ（商標

名）バックライト反射器のような拡散反射性のテープの単一の層あるいは複数の層を有する。あるいは、導波管１７２の表面は前述した形式の反射性の塗料で塗布されてもよい。

照明装置１７０の開口１８８を介して射出している光は、表示を照明するため、あるいは部屋の照明のために使用される。好適実施例において、照明装置１７０は天井灯設備として使用される。例として、部屋の照明設備として使用されるときは、導波管１７２はおよそ１６インチ×４インチであり、厚さはおよそ６ミリである。ランプ１８０の直径は導波管１７２の厚さと一致していることが望ましい。

図１４において、照明装置１７０は、照明組立体を受けられるようにサイズを定められた中空スペースを全体として規定する、平坦な上部部分２０２、サイド部分２０４ａ－２０４ｄおよび底部部分２０６ａおよび２０６ｂを有する中空のハウジング２００を有する。サイド部分２０４ａは上部部分２０２の１つの端縁に揺動可能に搭載されていて、照明組立体がハウジング２００の中の中空スペースに滑入できるように、サイド部分２０４ａを開くことができる。照明組立体をハウジング２００の中に容易に挿入するように、サイド部分２０４ｂおよび２０４ｃの上にレールが配置されてもよい。

図１４に示すように、底部２０６ａおよび２０６ｄは、少なくとも開口１８８と同じ大きさのその間の開口部２０８を画定する。導波管１７２の照明開口１８８がハウジング２００の中の開口部２０８と並置されるように、照明組立体はハウジング２００の中に置かれている。ハウジング２００の中に置かれ、電線でランプに接続された電気的バラスト２１０を介するような、任意の既知の方法で電力はランプ１８０に供給される。照明装置が照明されるとき、光は導波管１７２から開口１８８を介して部屋の中に射出する。

図１５および１６は導波管４２ｃを利用した照明装置のさらに他の実施例を示す。図１５に最も良く示すように、導波管４２の上部表面は、なめらかに湾曲した表面８０（図１６および１６Ａ）を有し、導波管４２の中に延びる渦巻形を画定する全内部反射（ＴＩＲ）領域７６を有する。領域７６は、尖端８２を形成する等角のスパイラル形状を有することが望ましい。図１６および図１６Ａを参照すると、表面８０は尖端８２を介して延び上部表面５６に垂直な垂直軸８３に対して対称な湾曲した形状を有する。光源４４、望ましくは発光ダイオードが尖端８２の直下に実装されている。発光ダイオード４４は、対応して形づくられた穴、チャネルあるいは導波管４２ｃの底部表面５８の中に延びている凹部８４の中に埋め込まれている。導波管４２ｃとの良い結合を保証し、発光ダイオードのファセットと凹部８４の対応する面との間のインタフェースにおける反射を低減するように、接着剤あるいはゲル（図示せず）のような透

明な光学的結合剤が、発光ダイオード４４と導波管４２ａの間のエア・ギャップを満たすように用いられても良い。透明な光学的結合剤は、エポキシ、シリコン、あるいは任意の公知の有機または無機の光学的結合材料で良い。結合剤の屈折率は発光ダイオード４４と導波管４２の屈折率の間にあることが望ましい。

表面８０は、非平面、湾曲した表面、または全内部反射（ＴＩＲ）を発生する曲線を近似する複数の平らな表面を有する非平面の表面である。前に述べたように、表面８０の形状は等角のスパイラルの対称的な断面であることが望ましい。しかし、双曲線、放物線、サイン曲線および円の対称な断面を含む他の幾何学的な形状が、全内部反射を発生するように使用することができる、ただし以下に説

明するように、このような形状が全内部反射を発生することが解析的に示されることが条件である。これらの形状の数学的なモデリングは、米国アリゾナ州、ツーソンのブロールト研究所によるＡＳＡＰのような光学分析ソフトウェアパッケージで行うことができる。しかし、導波管の厚さと表面８０の形状のようなさまざまなパラメータは、導波管４２ｃの中への光の結合を最適化するように、最適化されねばならない。

表面８０の幾何学的な輪郭は、それにより作られるＴＩＲ尖端領域７８が、光源４４により直接放射されるほぼすべての光線を、全面的に内部的に反射するように選択される。この目的に沿って、光源４４から放射されるほぼすべての光線が、少なくとも臨界角と等しい角度で表面８０に投射するように、表面８０の輪郭が決められる。これは、表面８６のさまざまな局部的な領域における光源４４からの光線の起こり得る入射角の範囲を計算することにより達成される。次に、すべての光線が臨界範囲内で入射するように、局部的領域が配置される。表面８０が平らな表面の集合から成るように、局部的領域の寸法は大きくなる。局部的な領域の寸法が減少するにつれて、表面８０は図１６および１６Ａに示すような等角のらせん状の形状を有するなめらかに湾曲した表面の中に形成される。

例示した実施例において、底部表面５８、側部表面６０およびＬＥＤの背面は拡散性の反射材料６２によりカバーされる。光源４４が付勢されると、表面３０から全面的に内部的に反射された光は、ＴＩＲ尖端領域７８の外側の導波管４２内を伝搬する。反射材料６２は、導波管４２を参照して説明した方法で機能する。この実施例は、導波管が自動車の尾灯レンズとして利用される場合には特に有利である。複数のＴＩＲ尖端領域７８は導波管４２Ｃの上に配置し得るように想定されているので、したがって照明の全体の結合された領域は非常に大きくなる。

図１７および図１８は、導波管４２ｄに使用されるＴＩＲ尖端領域７６の他

の実施例を示す。図１７を参照すると、ＴＩＲ領域７０は、軸８３に沿って延びる細長い尖端８２ａを画定するように延長されている。ＴＩＲ領域７６は、細長い尖端８２ａの両側から対称的に延びている上部および底部の等角のらせん状の

湾曲した表面８６、８８（図１８）を有する。図示する実施例において、ＴＩＲ領域７６は上部表面５６と底面５８の両方に位置するが、ＴＩＲ領域は単一の表面に位置してもよい。

光源８６が細長い尖端８２の直下に実装されている。光源８６は、螢光灯のような、尖端８２の全長に沿って延びる単一の細長い光源から構成されてもよい。あるいは、光源８６は、尖端８２の長さの直下に一直線に配列されたラインを形成する発光ダイオードのような複数の点光源から構成され得る。光源８６のすぐ上の導波管４２ｄの領域の中の光源８６からの制御された光の漏れを提供するように、細長い尖端８２の先端部は丸くすることができる。これは光源８６上のダークスポットを除去する。

図１７および図１８に示す導波管４２ｄは、図１２－１３に示す導波管と本質的に同じ方法で機能する。すなわち、ＴＩＲ領域７６は光源８６により放射されたほぼすべての光を全面的に内部反射する。細長い尖端８２ａにおいて係合している１対の対称な湾曲した表面８６、８８は、軸８３の両側に沿った光源４４からの光の全内部反射（ＴＩＲ）をもたらす。尖端８２ａは光源４４からの光を２等分する。

図１５－１８のＴＩＲ尖端領域７６はその上に入射するほぼすべての光を反射するので、これらのＴＩＲ領域７６はＴＩＲ領域の外の導波管の部分と比較して暗く見える。このようなダークスポットが好ましくない場合には、入射光の大部分が表面８０を通して漏れ、完全な内部反射器にならないように表面８０の輪郭を決めるべきである。リークの量はダークスポットをほぼ除去するのに必要な程度を超えず、周囲の領域の強度と実質的に等しいＴＩＲ領域における強度をもたらすことが望ましい。したがって、このような漏洩ＴＩＲ領域は導波管の全出力領域に亘ってほぼ一様な出力照明をもたらす。

発光ダイオードは、低コストおよび低駆動電圧を含め、光学的表示システムにとって多くの望ましい性質を具備している。発光ダイオードは、赤、緑、青のようなさまざまな色を発生させることができる。発光ダイオードの駆動電圧は１．８ボルトから４．０ボルトまで変動してもよく、量子力学的バンドギャップの異なるエネルギー水準がこれらのスペクトルの色を発生する。しかし、当業者は他

の点光源を利用し得ることを理解するであろう。半導体発光ダイオードと同様に、レーザーダイオード（Ｌｄｓ）または超光発光ダイオードも使用できる。

図１９は「銃弾レンズ」パッケージにおける従来の先行技術による発光ダイオード１１０を示す。発光ダイオード１１０は、陽極１１３と陰極１１４に接続された２つの電気導線１１２を収納するハウジング１１１を有する。ＡｌＧａＡｓ、ＧａＡｓＰまたはＡｌＩｎＧａＰのようなＨＩ－Ｖ族半導体コンパウンドの層１１５が、陽極１１３と陰極１１４の間に挿入されている。カップの形をした反射器１１６が半導体層１１５の後ろに位置する。ハウジング１１１の上部部分は、アクリルあるいはエポキシで作られた半球形の浸漬レンズ１１７を形成する。

陽極１１３と陰極１１４の間に１．８－４．０ボルトの範囲の電圧が印加されると、光電効果により発光ダイオードは可視光エネルギーを発生する。ハウジング１１１の側面を光が通過しないように、反射器１１６は上向きの方向に光を反射する。レンズ１１７は半導体層１１５により放射された光を収束させる。半導体材料はおよそ３．４の屈折率を有し、ハウジング６のプラスチックパッケージの屈折率は１．５である。

図２０は従来の先行技術による「むき出しの」発光ダイオード１１０ａを示す。発光ダイオード１１０ａは、平らなベース１１７の上に位置ずる半導体層１１５ａを有する。誘電体ドーム１１８が半導体層１１５をカバーしている。反射器１１６ａが、ベース１１７と半導体層１１５の間に置かれている。

図２１は本発明の他の実施例により照明されている出口サイン１３０を示す。出口サイン１３０は、平坦な導波層、または照明結合要素１３６がその中央上に配置されている表面１３４を有する導波管１３２から成る。照明結合要素１３６は、照明を発生させ発光ダイオード１４０から導波管１３２へ結合する。導波管１３２から外部ビューアー１４４へ光を結合するように、さらに複数の表示要素１４２が表面１３４の上に配置されている。

図２１において、表示要素１４２は文字「Ｅ」、「Ｘ」、「Ｉ」および「Ｔ」を形成する形状を有するが、表示要素は照明のための多種多様な任意の記号と形

状を形成し得る。たとえば、尾灯（図２２）を照らすように、表示要素１４２は水平または垂直の線もしくは尾灯表面のチャネルのような細長い構造の形式であってもよい。、腕時計または置時計の文字盤（図２３）を照らすための他の実施例において、表示要素１４２はダイヤル上の数字または点の形式であってもよい。表示要素１４２を用いる腕時計に対しては、腕時計の文字盤上の円形導波管の内部領域内に単一の発光ダイオードを配置することができる。あるいは図２３に示すように、４つの発光ダイオードを腕時計の文字盤の内部に配置することができ、各発光ダイオードは腕時計の文字盤の４分の１を照明する。さらに、発光ダイオードは等角間隔で円形の配列で配置することができる。

図２４は導波管１３２の断面図を示す。図に示すように、表示要素１４２は表面１３４に延びる凹の構造である。また表示要素１４２は凸の構造でもよい。

表示要素１４２の表面は、滑らかな表面、あるいは光学拡散を増加させるための粗い表面でもよい。

図２４に示すように、照明結合要素１３６は、導波管１３２の底部表面１４６に埋め込まれた１つ以上の発光ダイオード１４０を有する。発光ダイオード２０は、導波管１３２の底部表面１４６と直角を成すそれらの縦軸に合わせて配置されることが望ましい。発光ダイオード１４０は、導波管１３２の表面１４２あるいは１４６のいずれかに埋め込められてもよいが、表示要素１４２の対向位置の表面に埋め込まれることが望ましい。発光ダイオード１４０は、「弾丸レンズ」発光ダイオードあるいは「むき出しの」発光ダイオードから構成されてもよい。

図２４に示すように、照明結合要素１３６は、図１４および図１５に関して上述した表面８６と８８に類似の曲線を成す表面１５２、１５４を有するＴＩＲ領域１５０を有する。発光ダイオード１４０からの光の衝突を受けるように、表面８６および８８は発光ダイオード１４０に向かって湾曲している。表面８６および８８は、このような光の衝突に関してＴＩＲ表面である。図に示すように、表面８６、８８は発光ダイオード１４０に向けられた尖端を形成し、発光ダイオードからの光のほぼすべてを直接にまた近接して尖端に指向させるように、発光ダイオード１４０は尖端と一線を成して終る端部を有する。ＴＩＲ領域は前述のも

のとほぼ同じ方法で動作するので、さらに説明を行わない。

照明結合要素１３６は、発光ダイオード１４０に隣接する導波管の表面と一体に形成されるレンズ要素９０を有することが望ましい。レンズ要素９０の光パワーは、発光ダイオード１４０の周囲のエアギャップ、発光ダイオード１４０、透明な光学的結合剤および導波管１３２の間の屈折率の差により起きる。導波管１３２の本実施例においては、透明な光学的結合剤および発光ダイオード１４０の材料は、すべておよそ１．５の屈折率を有することが望ましい。光の屈折を起こすように、発光ダイオード１４０の周囲のエアギャップは、およそ１．０の屈折率を有する体積を画定する。

レンズ要素９０は凸あるいは凹のいずれでもよい。発光ダイオード１４０からの光輻射の角度範囲を低減するように、凸のレンズ要素９０は発光ダイオード１４０からの光を収束する。１つの実施例において、凸のレンズ要素９０の焦能力は光線を十分視準し得る。表面１５２および１５４上の光線の角度を増加させるように、凹レンズ要素９０は発光ダイオード１４０から放射する光線を発散する。これは臨界角より大きい入射角で表面１５２および１５４と光線が交差する可能性を増やす。

図２５は、通常導波管１３２ａを有する出口サイン１３０の他の実施例を示す。本実施例において、発光ダイオード１４０は、導波管１３２ａの内部の光

インジェクション領域に位置する円形の結合要素１４８内で外方に向って位置している。発光ダイオード１４０の縦軸は、表面１３４の平面に並行して配置されることが望ましい。図２５は結合要素１４８内において９０度ごとに分離された４つの発光ダイオードを示すが、任意の数の発光ダイオードが結合要素１４８の周辺に配置できることは、理解されよう。さらに発光ダイオード１４０は円形以外の形状、たとえば卵形、長方形、正方形および線形のような形状で配置されてもよいが、縦軸は導波管１３２ａに並行に配列されることが望ましい。

結合要素１４８は導波管１３２ａと一体に形成されても良く、あるいは、光が穴の側面を通ってそれに対して垂直に放射されるように、導波管１３２ａ内の対応する穴あるいは凹部にモジュール式に挿入されてもよい。モジュール式の構成

に対しては、発光ダイオード１４０は先ず結合要素１４８に実装され、次に結合要素１４８が導波管内の穴あるいは凹部に挿入されることが望ましい。モジュラー挿入技術により、複数の発光ダイオードを同時に操作することを容易にすることによる、製造上の利点が得られる。結合要素１４８が導波管１３２ａ内で一体に形成される場合には、発光ダイオード１４０は導波管内の穴あるいは凹部に直接挿入される。１つの可能な応用として、「むき出しの」発光ダイオードを導波管の表面上に直接成長させることもできる。

図２６に示す他の実施例において、抽出表示要素３００は、導波管１３２ｃを有するサイン１３０と組み合わせて使用される。上述した方法で、結合要素１３６は導波管１３２に光を放射するように使用される。次に述べるように、複数の抽出表示要素３００および導波管円柱３０２が導波管１３２ｃの表面にパターン成形される。抽出表示要素３００は、記号的あるいは非記号的な図形の形で配置される一連の尖った隆起として見える。導波管１３２ｃおよび導波シリンダー３０２を通して、また上述のＴＩＲ領域のような照明カプラと組み合わせて照明されると、抽出表示要素３００は、立体多角形の頂点（あるいは頂上）に特に明るい点状の（あるいは線状の）光のパターンを発生する。

図２７は、導波シリンダー３０２の端部の上に形成された抽出表示要素３００の側面図を示す。抽出表示要素３００のベースは、導波シリンダー３０２の端部と一体になっている。各導波シリンダーは、１０分の１インチ（０．１インチ）のオーダの直径であることが望ましいが、シリンダーの直径はおよそ１０００分の１インチ（０．００１インチ）ぐらいに小さくし得る。

図２７に示す実施例において、抽出表示要素３００は、３つの等辺の面３０４、３０６、３０８および１２０度の頂角を持つ頂点３１０を有する多角形の立体形である。抽出表示要素３００上の面の数は、３に限定されなく、２以上の任意の数で良い。２面の抽出表示要素３００は、シリンダーの端部において

楔状であり、ねじ廻しの先端部のように見える。抽出表示要素３００の上の多くの面は、長方形、六角形、八角形および円形の形状を有することができる。円形の抽出表示要素３００の場合には、シリンダーは円錐形の先端部へ向って次第に

細くなることが望ましい。十字あるいは星形のような他の多様な形状についても考えられる。

抽出表示要素３００の形状は、頂点（あるいは頂上）３１０において特に明るい点状（あるいは線状）の光の出力を発生させる。横の部分３１２を介して、光が導波シリンダー３０２および抽出表示要素３００に入射するまで、光は導波シリンダー３０２内の全内部反射により伝達される。光が頂点３１０の付近に来るまで、抽出表示要素３００内の光は、全内部反射により等辺面３０４、３０６、３０８内に閉じ込められる。次に、光は頂点（あるいは頂上）３１０により、明るい点状の（あるいは線状の）出力として表示要素３００から効率的に結合される。

図２９に示すように、導波シリンダー３０２の長さは、表面１３４上に直接形成される抽出表示要素３００のみによって構成される表示要素１４２の長さにまで小さくし得る。さらに、これらの抽出表示要素３００は同一譲受人に譲渡された「光エクストラクター装置」と題する同時係属特許出願番号０８／６８３，７５７に開示されている。これらの抽出要素は、１０％未満の後方散乱により、入射輻射の９０％以上を効率的に抽出していることが分る。

製造を容易にするように、各導波シリンダー３０２のベースは導波管３０１の表面と一体に形成されることが望ましい。抽出表示要素３００および導波シリンダー３０２は、射出成型あるいは圧縮成型のようなプラスチック製品を成型する従来の方法により作ることができる。

抽出表示要素３００を利用したサイン１３０のコントラストは、サイン１３０の表面に亘って表示要素３００の特性を変えることにより均等化することができるたとえば、通常サインの中央領域に存在する大きな光強度を補償するように、照明結合手段に近いシリンダー３０２の直径は、照明結合手段から遠くにあるシリンダー３０２の直径以下にすることができる。シリンダー３０２の直径を減少させることは、抽出表示要素３００の頂点（あるいは頂上）に送られる光量を低減させる。

図２９は導波管１３２ｄを有する出口サイン１３０を示す。照明結合手段３１８が、導波管１３２ｄに光を入射するように、導波管１３２ｄの内部に配置され

ている。照明結合手段は複数の発光ダイオード１４０を有する。導波管１３２ｄは、導波管１３２の背面に位置ずる一連の同心円状の溝３２０を有する。同心の円形の溝３２０は、導波管１３２ｄの中央領域から外方向に放射状に広がることが望ましい。円形の溝３２０が字の形を形成するように、円形の溝３

２０はサインの記号的または非記号的な文字が表示され照明される領域にのみ配置される。光源の対称性を一致させ、または他の望ましい表示特性を得ることにより、同心の円形の溝３２０を利用することによって表示をさらに最適化することが望ましい。

図３０に示すように、同心の円形の溝は、導波管１３２ｄの対向側を通って光を反射させるＶ字形の構造をしている。溝３２０は「Ｖ字形」の表面の間の角度を規定するが、溝は「Ｖ字形」以外の形状とすることもできる。円形の溝３２０は、寸法および位置共に表示要素１４２とは異なる。円形の溝３２０の深さは、導波管１３２ｄの厚さのおよそ１０分の１パーセント（０．１％）から１パーセント（１％）であればよい。

溝３２０は、機械加工（機械、レーザー、あるいはＥＤＭによる）、アブレーション、エッチング、プレス加工、または型押しを含む多様な方法のいずれかによって形成することができる。溝は、最初に導波管の全表面上に、次に表示文字に対応している部分を除くすべての領域にインデックス整合材料を埋め込み作り出すこともできる。文字を形成し、または選択された部分以外のすべてを後で除去するように、転写膜あるいはスクリーンを使用することもできる。ディスプレイの異なる個所の溝３２０の性質を変えることにより、表示特性を最適化することも可能である。望ましい表示特性を得るように、照明結合手段３１８から離れた領域における溝３２０の空間周波数、幅または深さを増やすこともできる。

以上の好適実施例の説明により、本発明の特定の新規な特徴を示し記述し指摘したが、当業者は本発明の要旨から逸脱することなく、説明した本装置の細部の形態ならびにその使用について、色々の省略、取替えおよび変更を行い得るものである。したがって、前述の説明は本発明の範囲を限定するよりもむしろ説明を意図したものであり、本発明の範囲は前述の説明により限定されるものではない

○

【図１】

Fig. 1

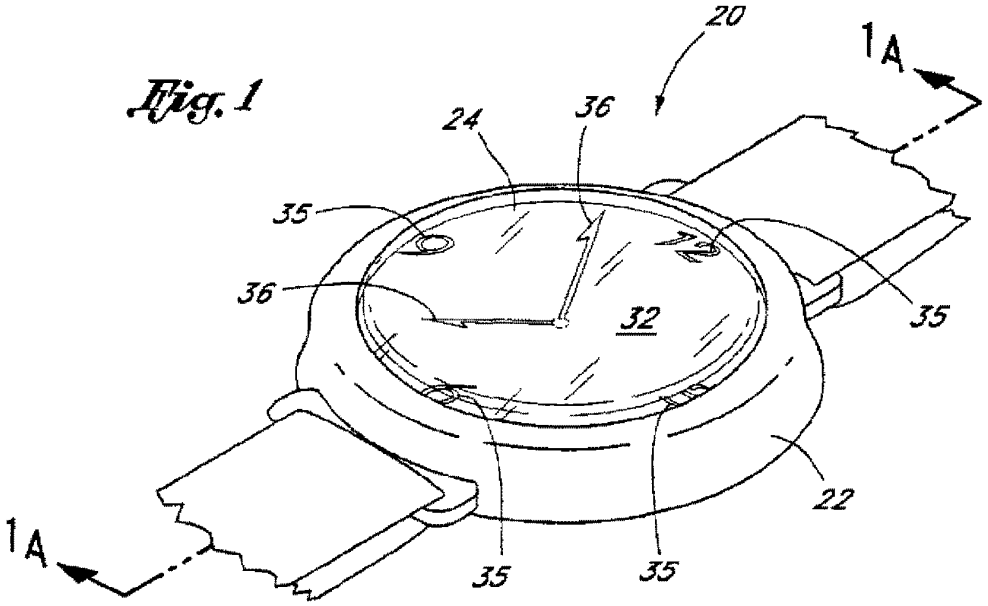
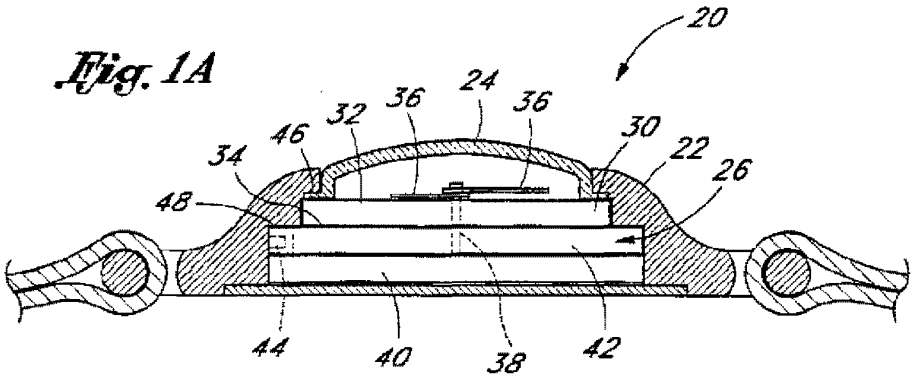


Fig. 1A



【図２】

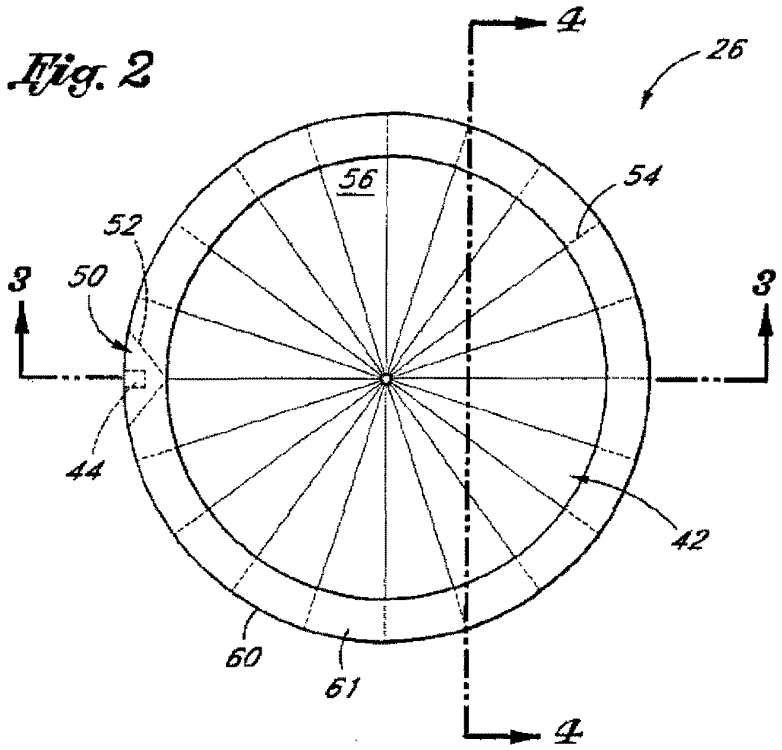


Fig. 2

【図３】

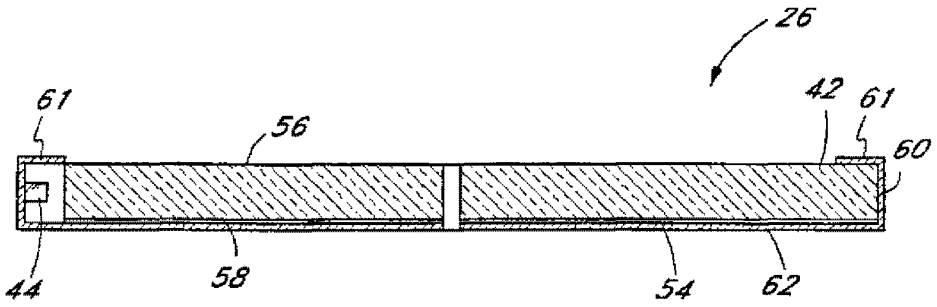


Fig. 3

【図４】

Fig. 4

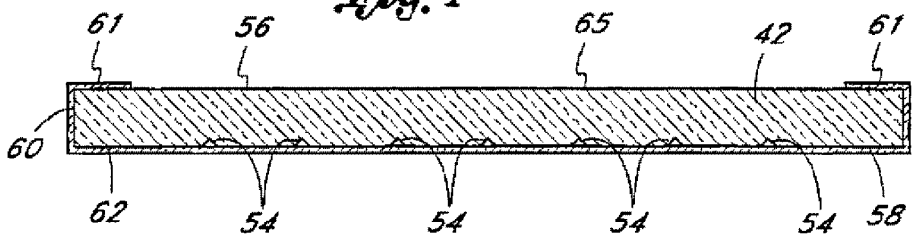


Fig. 4A

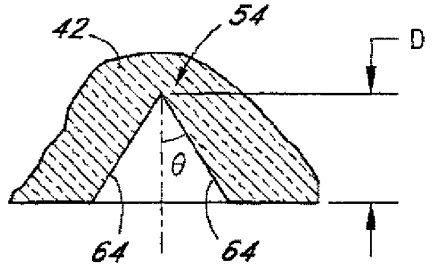


Fig. 4B

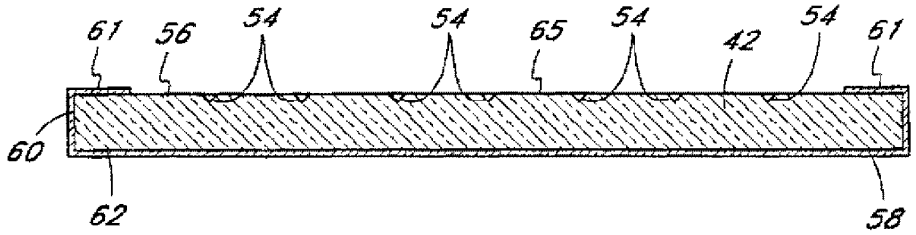
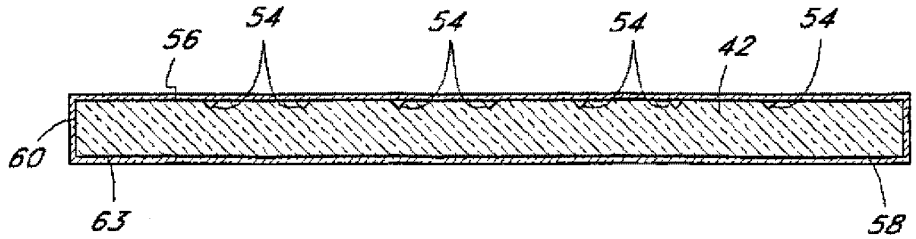
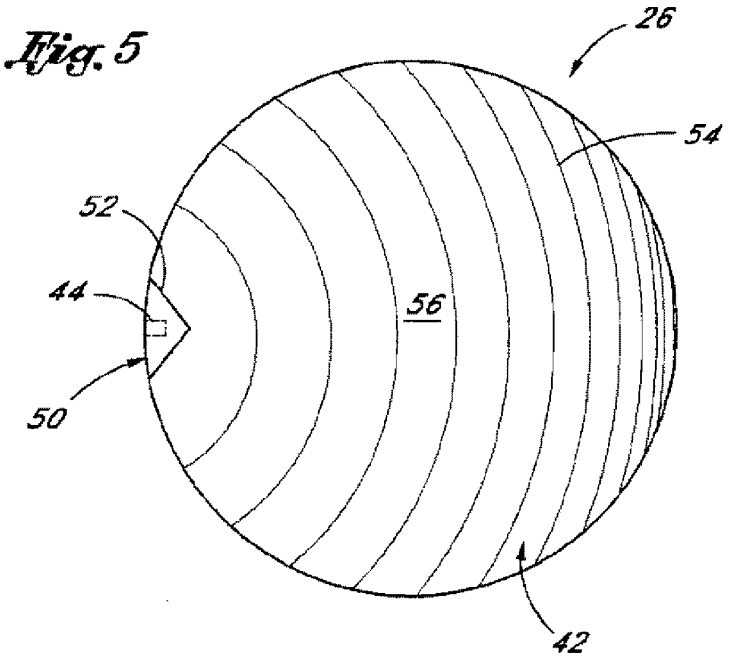


Fig. 4C



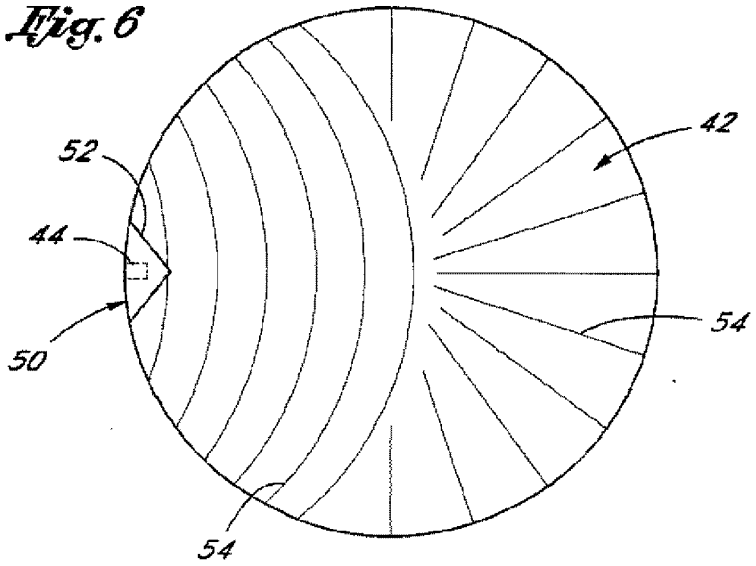
【図５】

Fig. 5



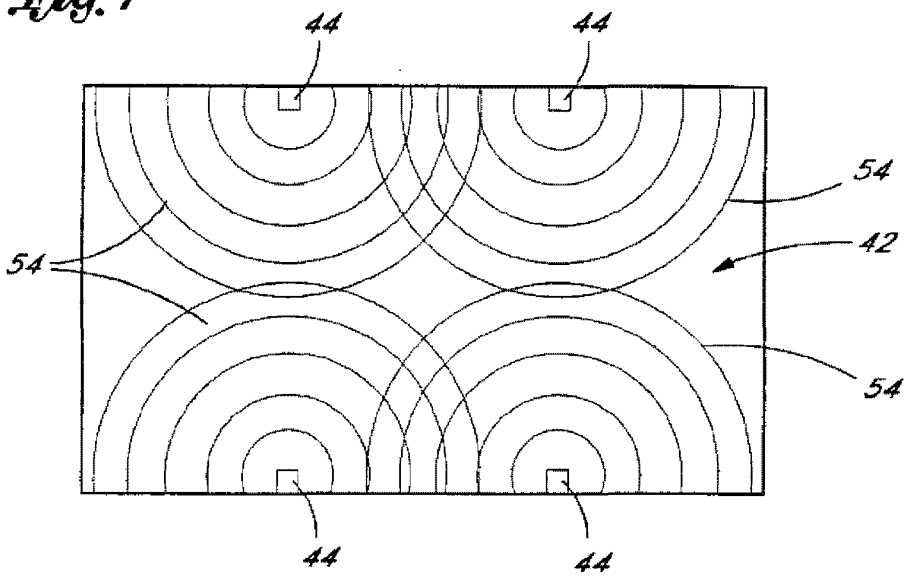
【図６】

Fig. 6



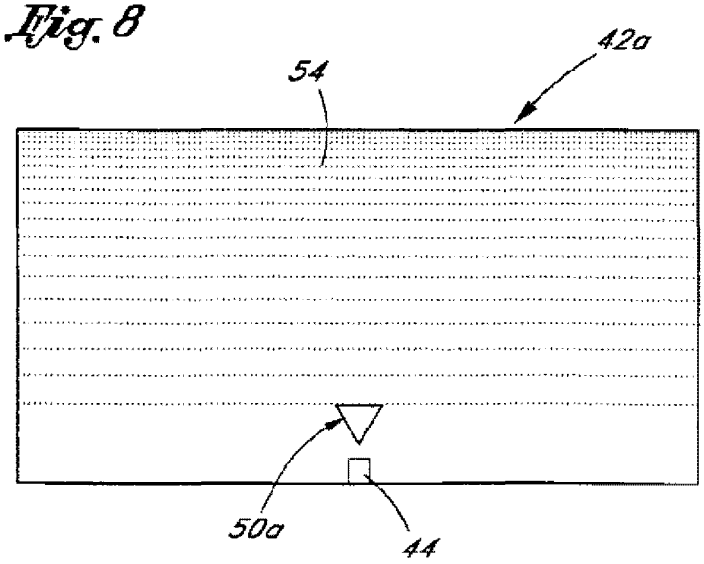
【図７】

Fig. 7



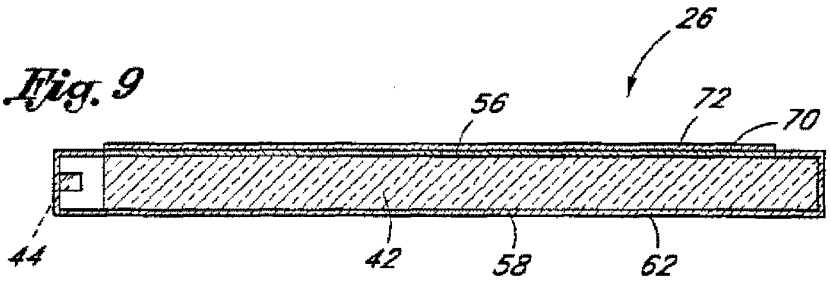
【図８】

Fig. 8



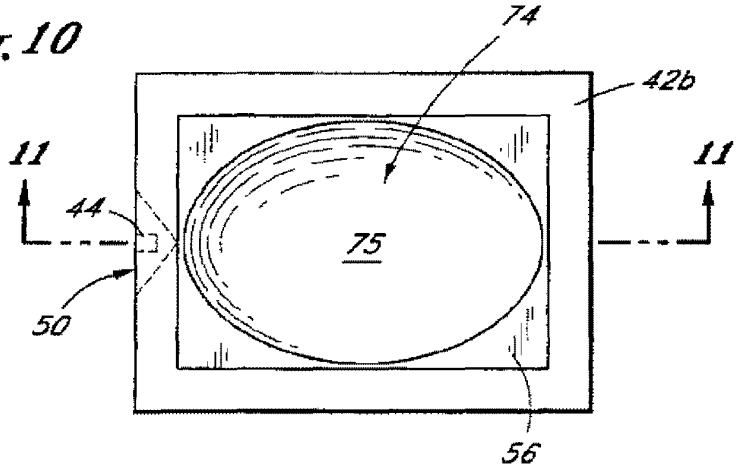
【図９】

Fig. 9



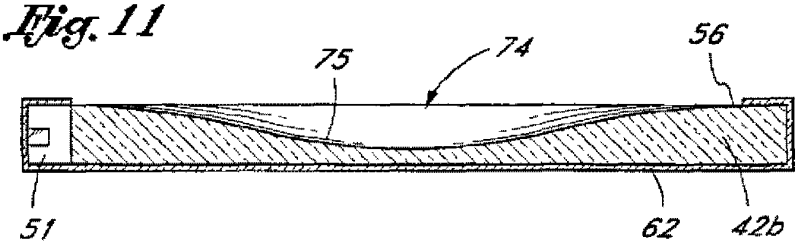
【図１０】

Fig. 10



【図１１】

Fig. 11



【図１２】

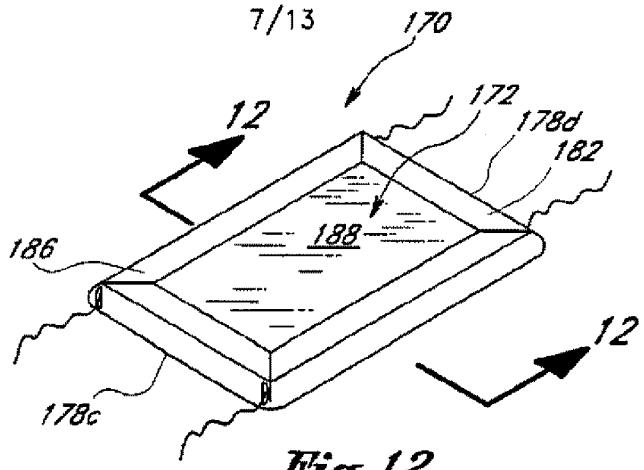


Fig. 12

【図１３】

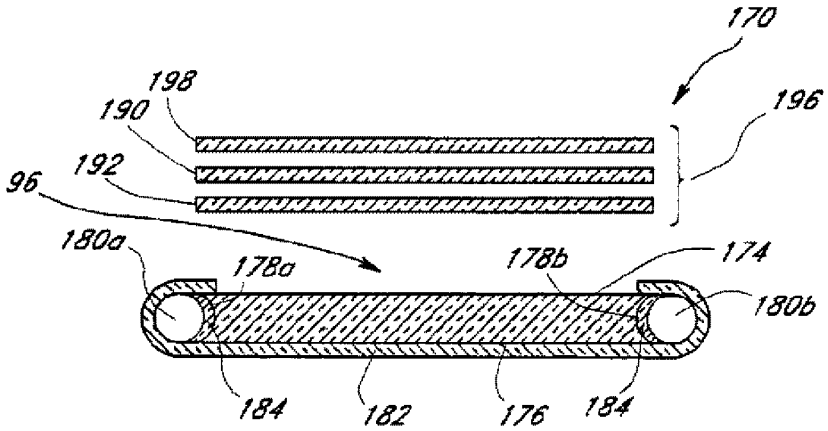


Fig. 13

【図１４】

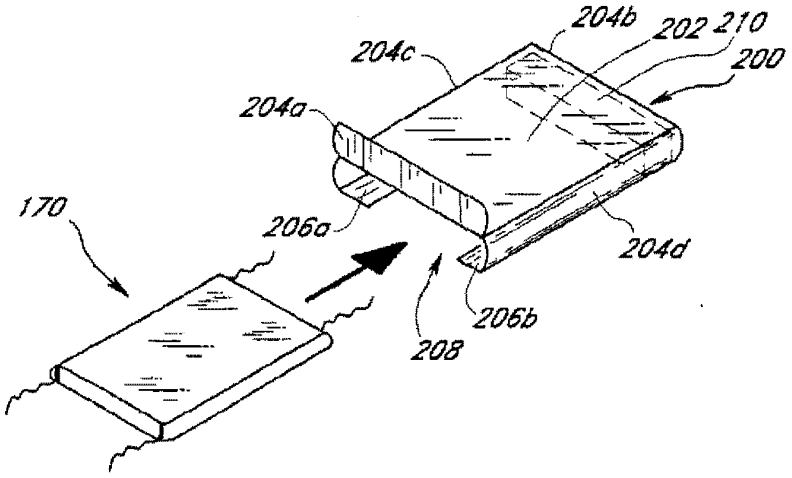


Fig. 14

【図１５】

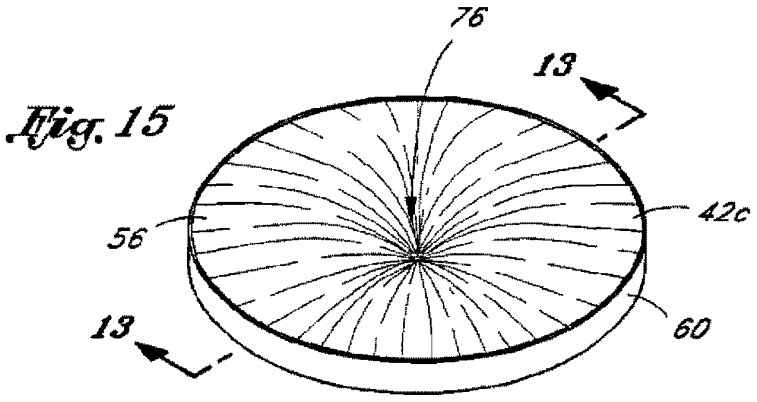


Fig. 15

【図１６】

Fig. 16

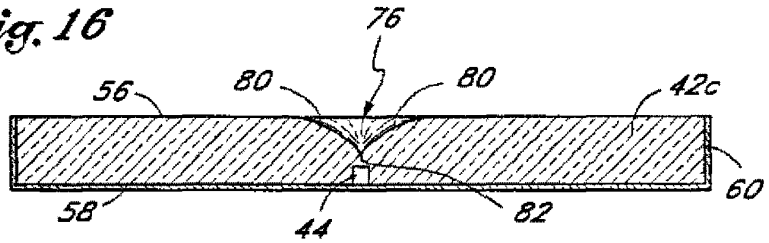
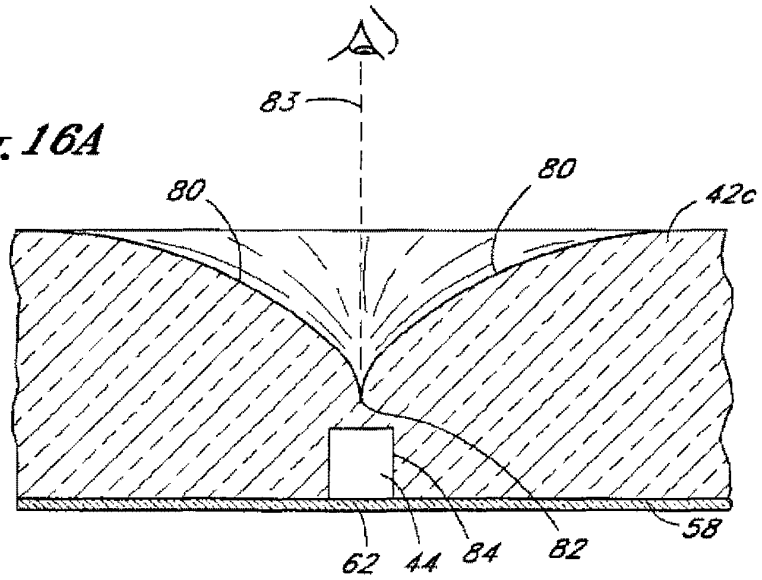
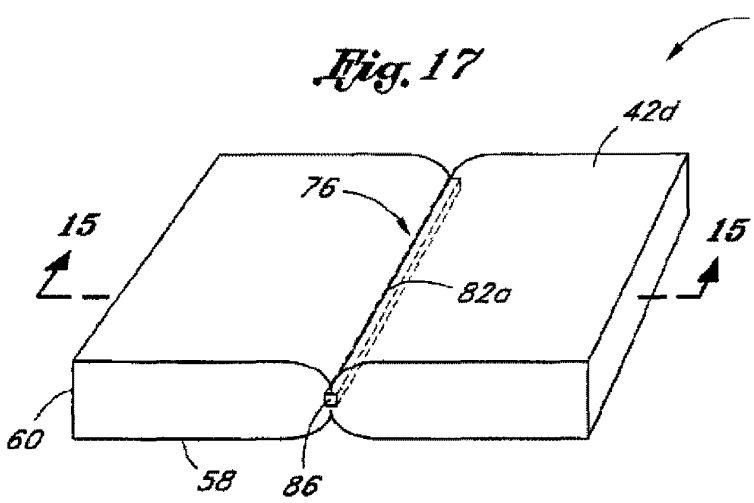


Fig. 16A



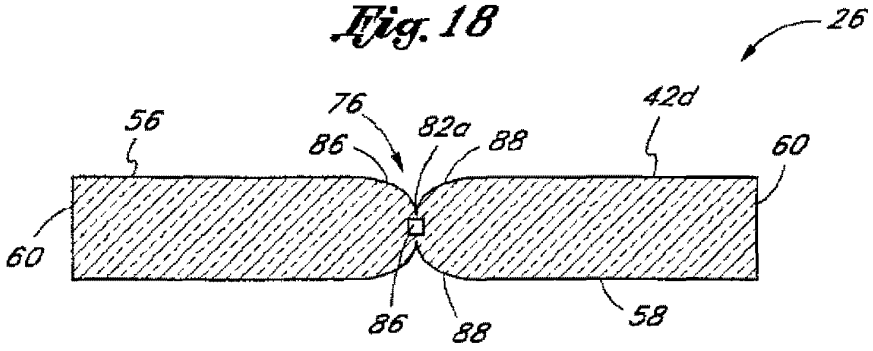
【図１７】

Fig. 17



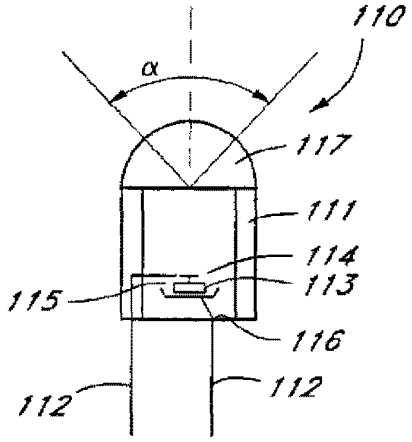
【図１８】

Fig. 18



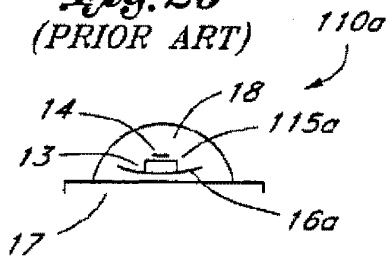
【図１９】

Fig. 19
(PRIOR ART)



【図２０】

Fig. 20
(PRIOR ART)



【図２１】

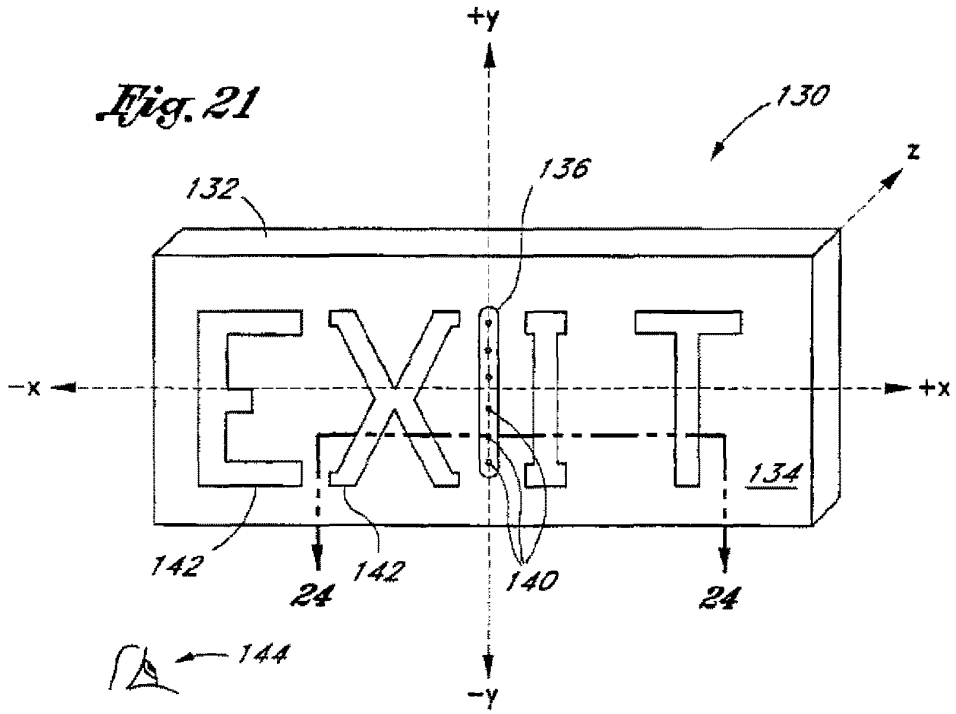


Fig. 21

【図２２】

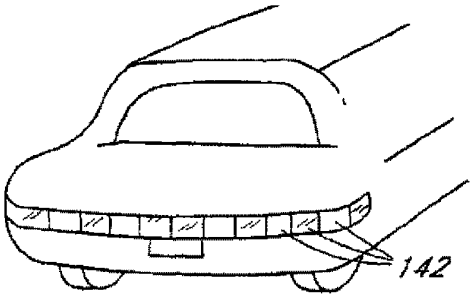


Fig. 22

【図２３】

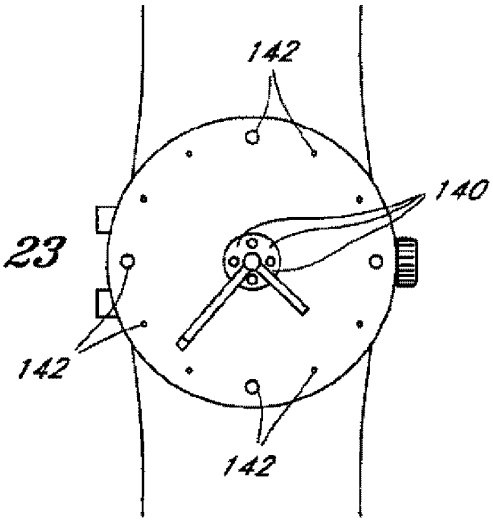


Fig. 23

【図２４】

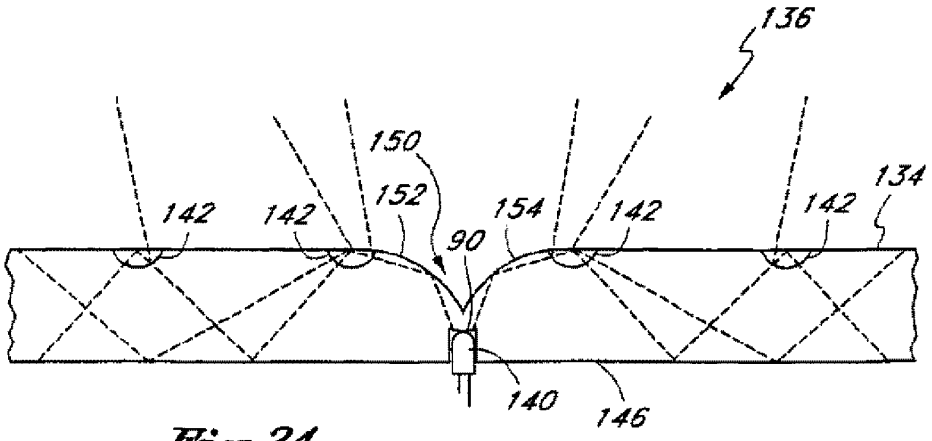
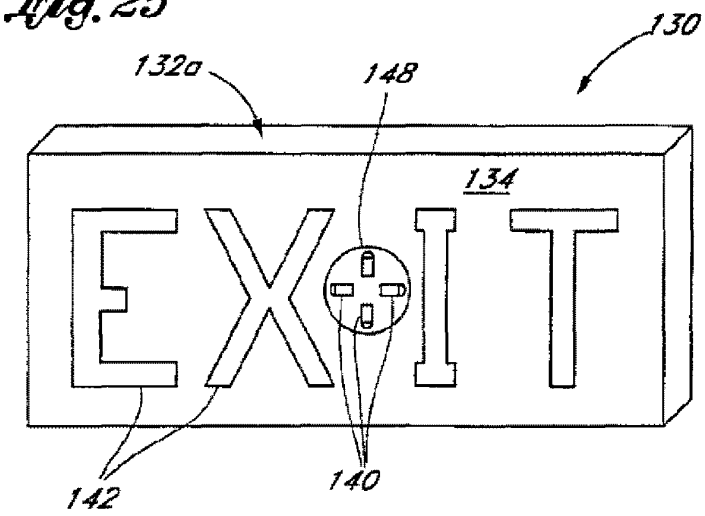


Fig. 24

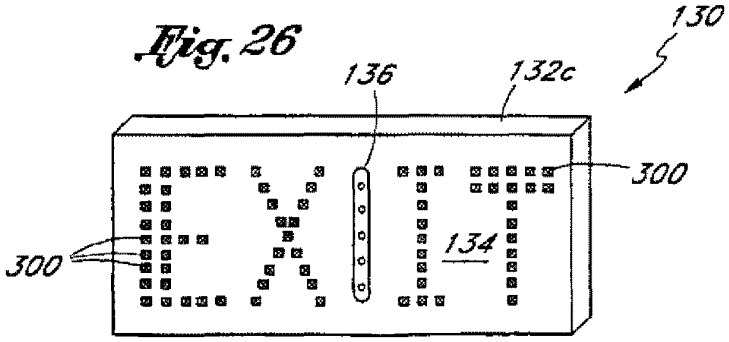
【図２５】

Fig. 25



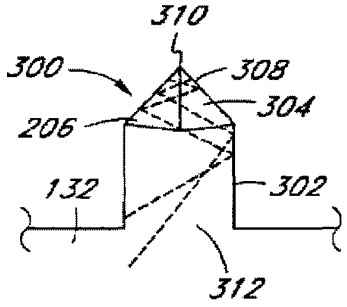
【図２６】

Fig. 26



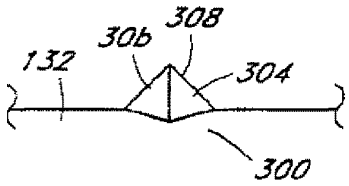
【図２７】

Fig. 27



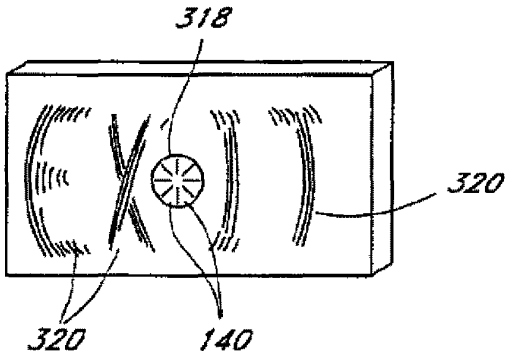
【図２８】

Fig. 28



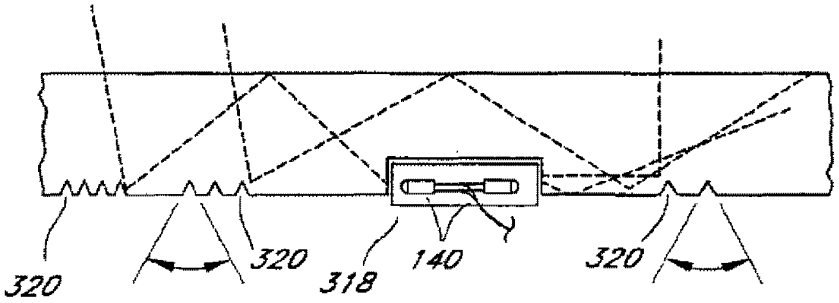
【図２９】

Fig. 29



【図３０】

Fig. 30



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. donal Application No
PCT/US 97/22742

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 F21V8/00

According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 F21V G04C G04G G04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 442 529 A (TOSOH) 21 August 1991	1,3-5,7, 8,10-17, 119,125
X	see the whole document	121-124
Y	WO 92 13232 A (HOLOPHANE) 6 August 1992	1,3,4, 10,12-17
	see page 4 - page 5; figure 1	
Y	GB 2 283 849 A (PROTEC FIRE DETECTION) 17 May 1995	5,44-48
A	see abstract; figures 1-6	49
Y	EP 0 531 939 A (ENPLAS) 17 March 1993	7,8, 44-48
A	see abstract; figure 8	31
	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of box C. [X] Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
6 March 1998	17/03/1998

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Malic, K

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Global Application No
PCT/US 97/22742

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 733 928 A (HUGHES AIRCRAFT) 25 September 1996	11,117, 118
X	see abstract; figures 1-11	121-124
Y	EP 0 403 764 A (INOTEC) 27 December 1990	1,20, 44-48, 54,55, 73,74, 76-78, 86,89, 92, 117-119, 125
X	see column 5 - column 7; figures 1-7	22, 24-27, 53,69,72
A		99,105
X	US 5 485 291 A (Y.QUIAO ET AL) 16 January 1996	18,19,21
Y	see the whole document	20
Y	US 5 575 549 A (T.ISHIKAWA ET AL) 19 November 1996	54,55, 73,74, 76-78, 86,89,92
	see the whole document	

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inf tional Application No
PCT/US 97/22742

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0442529 A	21-08-91	JP 3238490 A	24-10-91
		JP 4062519 A	27-02-92
		DE 69122635 D	21-11-96
		DE 69122635 T	06-03-97
		US 5093765 A	03-03-92
WO 9213232 A	06-08-92	US 5188453 A	23-02-93
		AU 1424292 A	27-08-92
		CA 2100862 A	29-07-92
		JP 6511591 T	22-12-94
		US 5588742 A	31-12-96
		US 5664878 A	09-09-97
		US 5355291 A	11-10-94
GB 2283849 A	17-05-95	NONE	
EP 0531939 A	17-03-93	US 5655827 A	12-08-97
		US 5414599 A	09-05-95
EP 0733928 A	25-09-96	US 5650865 A	22-07-97
		CA 2171655 A	22-09-96
		JP 9005743 A	10-01-97
EP 0403764 A	27-12-90	DE 3919925 A	20-12-90
		DE 59003584 D	05-01-94
		US 5027258 A	25-06-91
US 5485291 A	16-01-96	NONE	
US 5575549 A	19-11-96	NONE	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZW

(72)発明者 ポポビッチ，ジョン
アメリカ合衆国 92014 カリフォルニア州 デル マー クチャラ ドライブ 1237
(72)発明者 キイヤオ，ヤング
アメリカ合衆国 91006 カリフォルニア州 アケィデア ウィグウォーム アヴェニュー 808

【要約の続き】

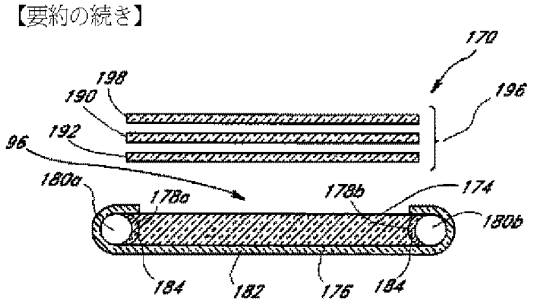


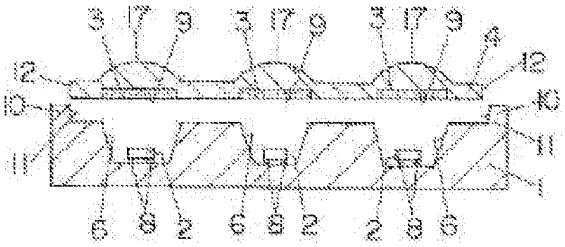
Fig. 13

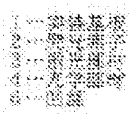
LIGHT-EMITTING DEVICE

Publication number: JP2003110146 (A)
Publication date: 2003-04-11
Inventor(s): YAMAGUCHI MASAO; YOKOYA RYOJI; MURAKAMI TADASHI; SUGIMOTO MASARU; SHIOHAMA EIJI; KIMURA HIDEYOSHI; HASHIMOTO TAKUMA; NISHIOKA KOJI +
Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD +
Classification:
- international: ***H01L33/00;*** **H01L33/00**; (IPC1-7): H01L33/00
- European: H01L33/50
Application number: JP20020218989 20020726
Priority number(s): JP20020218989 20020726; JP20010226699 20010726

Abstract of **JP 2003110146 (A)**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light-emitting device whose life as a commercial product can be extended by forming fluorescent materials which rapidly deteriorate and a resin containing the fluorescent materials into an exchangeable structure. SOLUTION: The light-emitting device is provided with light-emitting elements 2 placed on a mount board 1 and fluorescent members 3 which are excited by the light emitted by the light-emitting elements 2 and emit light with a wavelength different from the excitation wavelength. The fluorescent members 3 are exchangeable.





Data supplied from the ***espacenet*** database — Worldwide

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報（Ａ）**　(11)特許出願公開番号
特開2003－110146
（P2003－110146A）
(43)公開日　平成15年４月11日(2003.4.11)

(51)Int.Cl.[7]	識別記号	Ｆ Ｉ	ﾃｰﾏｺｰﾄﾞ(参考)
Ｈ０１Ｌ　33/00		Ｈ０１Ｌ　33/00	Ｎ　５Ｆ０４１

審査請求　未請求　請求項の数21　ＯＬ　（全 18 頁）

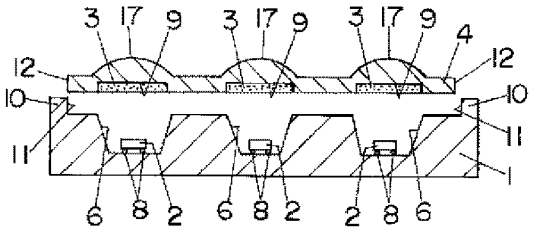
(21)出願番号　特願2002－218989(P2002－218989)
(22)出願日　平成14年７月26日(2002.7.26)
(31)優先権主張番号　特願2001－226699(P2001－226699)
(32)優先日　平成13年７月26日(2001.7.26)
(33)優先権主張国　日本（ＪＰ）

(71)出願人　000005832
松下電工株式会社
大阪府門真市大字門真1048番地
(72)発明者　山口　昌男
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
(72)発明者　横谷　良二
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
(74)代理人　100087767
弁理士　西川　惠清　（外１名）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　発光装置

(57)【要約】
【課題】　劣化の早い蛍光体や蛍光体を含む樹脂を交換可能な構造とすることによって、商品としての寿命を延ばすことができる発光装置を提供する。
【解決手段】　実装基板１に発光素子２を載置し、この発光素子２の発光によって励起されると共に励起波長と異なる波長の光を放射する蛍光部材３を備えて形成される発光装置に関する。蛍光部材３を交換可能にしている。



1…実装基板
2…発光素子
3…蛍光部材
4…光学部材
6…凹部

1

【特許請求の範囲】

【請求項１】　実装基板に発光素子を載置し、この発光素子の発光によって励起されると共に励起波長と異なる波長の光を放射する蛍光部材を備えて形成される発光装置において、蛍光部材を交換可能にして成ることを特徴とする発光装置。

【請求項２】　発光素子を載置した実装基板に、表面又は内部に蛍光部材を含んで形成される光学部材を着脱自在に装着して成ることを特徴とする請求項１に記載の発光装置。

【請求項３】　フェースダウン実装によって実装基板に発光素子を載置すると共に、発光素子に光学部材を対向配置させて成ることを特徴とする請求項１又は２に記載の発光装置。

【請求項４】　光学部材内において蛍光部材を発光素子に最も近い位置に配置して成ることを特徴とする請求項２又は３に記載の発光装置。

【請求項５】　光学部材の形状が凸レンズ形状であることを特徴とする請求項２乃至４のいずれかに記載の発光装置。

【請求項６】　蛍光部材によって波長が変換されて放射された光のうち、光学部材の光取出し面に向かう方向と異なる方向に放射された光を、光取出し面に向かう方向に全反射させる形状となるように光学部材を形成して成ることを特徴とする請求項２乃至５のいずれかに記載の発光装置。

【請求項７】　光学部材の発光素子側の面に反射部を設けると共に、発光素子からの光を取り入れるための開口部を反射部に設けて成ることを特徴とする請求項２乃至６のいずれかに記載の発光装置。

【請求項８】　光学部材が光学部材よりも低い屈折率を有する低屈折部材を備えると共に、蛍光部材を通過した光又は蛍光部材により波長が変換された光が低屈折部材を介して光学部材へ入射されるように低屈折部材を配置して成ることを特徴とする請求項２乃至７のいずれかに記載の発光装置。

【請求項９】　発光素子からの光が蛍光部材中を略等しい光路長にて通過するように蛍光部材を形成して成ることを特徴とする請求項１乃至８のいずれかに記載の発光装置。

【請求項１０】　蛍光部材の光取出し面側の面と蛍光部材の発光素子側の面のうち少なくとも一方を曲面に形成して成ることを特徴とする請求項９に記載の発光装置。

【請求項１１】　発光素子を略包囲するように蛍光部材を配置して成ることを特徴とする請求項１乃至１０のいずれかに記載の発光装置。

【請求項１２】　実装基板に凹設された凹部の底面に発光素子を載置すると共に、蛍光部材の発光素子側の面を凹部の開口面と略等しい大きさに形成して成ることを特徴とする請求項１乃至１１のいずれかに記載の発光装置。

2

【請求項１３】　凹部の内周面を略放物面形状に形成すると共に、発光素子から放射された光を上記内周面で反射させることによって蛍光部材へ入射可能にして成ることを特徴とする請求項１２に記載の発光装置。

【請求項１４】　凹部の内周面を略楕円面形状に形成すると共に、発光素子から放射された光を上記内周面で反射させることによって蛍光部材へ入射可能にして成ることを特徴とする請求項１２に記載の発光装置。

【請求項１５】　光学部材と実装基板との間に放熱のための間隙部を設けて成ることを特徴とする請求項２乃至１４のいずれかに記載の発光装置。

【請求項１６】　透光性樹脂によって発光素子を封止すると共に、封止した透光性樹脂の光取出し面側の面を曲面形状に形成して成ることを特徴とする請求項１乃至１５のいずれかに記載の発光装置。

【請求項１７】　発光素子の発光に対する蛍光部材表面の光反射率を低下させ、かつ蛍光部材中への入射量を増加させる反射防止膜を、蛍光部材と発光素子との間に介在させて成ることを特徴とする請求項１乃至１６のいずれかに記載の発光装置。

【請求項１８】　発光素子又は蛍光部材からの光を散乱させる光拡散材を、蛍光部材と光学部材との間に介在させて成ることを特徴とする請求項２乃至１７のいずれかに記載の発光装置。

【請求項１９】　無機透明材料を用いて光学部材を形成して成ることを特徴とする請求項２乃至１８のいずれかに記載の発光装置。

【請求項２０】　実装基板に載置された発光素子を覆うように、蛍光部材を含む透明物質を用いて形成された半球状のドームを実装基板に着脱自在に装着して成ることを特徴とする請求項１に記載の発光装置。

【請求項２１】　実装基板に形成した凹部に発光素子を載置すると共に、この凹部に蛍光部材を充填し、透明材料を用いて形成された着脱自在な蓋でこの凹部を密閉して成ることを特徴とする請求項１に記載の発光装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光素子を利用した発光装置に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】近年、窒化ガリウム系化合物半導体によって、青色光あるいは紫外線を放射するＬＥＤチップが開発された。そして、このＬＥＤチップを種々の蛍光体と組み合わせることにより、白色を含め、ＬＥＤチップの発光色とは異なる色合いの光を出すことができるＬＥＤ発光装置の開発が試みられている。このＬＥＤ発光装置には、小型、軽量、省電力といった長所があり、現在、表示用光源、小型電球の代替光源、あるいは液晶パネル用光源等として広く用いられている。

【０００３】この種の公知例としては、特開２０００－２０８８１５号公報、特開２００２－１５８３７８号公報、特開平５－１５２６０９号公報、特開２００１－１４８５１２号公報、特開２００１－５７４４５号公報、特開平１１－２６１１１４号公報、特開２００１－１４８５０９号公報等に記載されているものを挙げることができる。これらの公知例におけるＬＥＤ発光装置では、蛍光体あるいは蛍光体を含有した樹脂がＬＥＤチップの周囲に設置され、少なくともその一部分はＬＥＤチップに接触する構成となっている。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のＬＥＤ発光装置においては、蛍光体あるいは蛍光体を含有した樹脂の劣化が最も早く、ＬＥＤ発光装置の寿命は、ＬＥＤチップそのものではなく、蛍光体や蛍光体を含む樹脂の寿命で決まってしまうという問題点があった。

【０００５】さらに、上記公報に記載のＬＥＤ発光装置のようなフェースアップ実装においては、導電性ワイヤー（ボンディングワイヤー）が影になり、発光素子からの光を効率よく利用することができないという問題があった。

【０００６】また、例えば特開２０００－１０１１４８号公報等に開示されているように、図４３に示すような蛍光体あるいは蛍光体を含有した樹脂を自由に着脱できるようにした構造のものが従来例としてある。すなわち、上記公報に記載の発光ダイオードは、発光素子２と、取付け部材３８と、透明又は半透明合成樹脂製のモールド部３９と、蛍光物質を含有させたキャップ４０等を備えたものであり、キャップ４０を図４３（ａ）（ｂ）のように自由に着脱できるようにしている。しかし、この場合にはモールド部３９での配光制御ができないため効率よく照射することができないという問題点があった。

【０００７】本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、劣化の早い蛍光体や蛍光体を含む樹脂を交換可能な構造とすることによって、商品としての寿命を延ばすことができる発光装置を提供することを目的とするものである。

【０００８】さらに、蛍光体や蛍光体を含む樹脂の寿命を延ばしつつ、配光制御が可能である発光装置を提供することをも目的とするものである。

【０００９】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項１に係る発光装置は、実装基板１に発光素子２を載置し、この発光素子２の発光によって励起されると共に励起波長と異なる波長の光を放射する蛍光部材３を備えて形成される発光装置において、蛍光部材３を交換可能にして成ることを特徴とするものである。

【００１０】また請求項２の発明は、請求項１において、発光素子２を載置した実装基板１に、表面又は内部に蛍光部材３を含んで形成される光学部材４を着脱自在に装着して成ることを特徴とするものである。

【００１１】また請求項３の発明は、請求項１又は２において、フェースダウン実装によって実装基板１に発光素子２を載置すると共に、発光素子２に光学部材４を対向配置させて成ることを特徴とするものである。

【００１２】また請求項４の発明は、請求項２又は３において、光学部材４内において蛍光部材３を発光素子２に最も近い位置に配置して成ることを特徴とするものである。

【００１３】また請求項５の発明は、請求項２乃至４のいずれかにおいて、光学部材４の形状が凸レンズ形状であることを特徴とするものである。

【００１４】また請求項６の発明は、請求項２乃至５のいずれかにおいて、蛍光部材３によって波長が変換されて放射された光のうち、光学部材４の光取出し面１９に向かう方向と異なる方向に放射された光を、光取出し面１９に向かう方向に全反射させる形状となるように光学部材４を形成して成ることを特徴とするものである。

【００１５】また請求項７の発明は、請求項２乃至６のいずれかにおいて、光学部材４の発光素子２側の面に反射部２３を設けると共に、発光素子２からの光を取り入れるための開口部２４を反射部２３に設けて成ることを特徴とするものである。

【００１６】また請求項８の発明は、請求項２乃至７のいずれかにおいて、光学部材４が光学部材４よりも低い屈折率を有する低屈折部材２５を備えると共に、蛍光部材３を通過した光又は蛍光部材３により波長が変換された光が低屈折部材２５を介して光学部材４へ入射されるように低屈折部材２５を配置して成ることを特徴とするものである。

【００１７】また請求項９の発明は、請求項１乃至８のいずれかにおいて、発光素子２からの光が蛍光部材３中を略等しい光路長にて通過するように蛍光部材３を形成して成ることを特徴とするものである。

【００１８】また請求項１０の発明は、請求項９において、蛍光部材３の光取出し面１９側の面と蛍光部材３の発光素子２側の面のうち少なくとも一方を曲面に形成して成ることを特徴とするものである。

【００１９】また請求項１１の発明は、請求項１乃至１０のいずれかにおいて、発光素子２を略包囲するように蛍光部材３を配置して成ることを特徴とするものである。

【００２０】また請求項１２の発明は、請求項１乃至１１のいずれかにおいて、実装基板１に凹設された凹部６の底面に発光素子２を載置すると共に、蛍光部材３の発光素子２側の面を凹部６の開口面と略等しい大きさに形成して成ることを特徴とするものである。

【００２１】また請求項１３の発明は、請求項１２にお

いて、凹部６の内周面を略放物面形状に形成すると共に、発光素子２から放射された光を上記内周面で反射させることによって蛍光部材３へ入射可能にして成ることを特徴とするものである。

【００２２】また請求項１４の発明は、請求項１２において、凹部６の内周面を略楕円面形状に形成すると共に、発光素子２から放射された光を上記内周面で反射させることによって蛍光部材３へ入射可能にして成ることを特徴とするものである。

【００２３】また請求項１５の発明は、請求項２乃至１４のいずれかにおいて、光学部材４と実装基板１との間に放熱のための間隙部２６を設けて成ることを特徴とするものである。

【００２４】また請求項１６の発明は、請求項１乃至１５のいずれかにおいて、透光性樹脂２７によって発光素子２を封止すると共に、封止した透光性樹脂２７の光取出し面１９側の面を曲面形状に形成して成ることを特徴とするものである。

【００２５】また請求項１７の発明は、請求項１乃至１６のいずれかにおいて、発光素子２の発光に対する蛍光部材３表面の光反射率を低下させ、かつ蛍光部材３中への入射量を増加させる反射防止膜２８を、蛍光部材３と発光素子２との間に介在させて成ることを特徴とするものである。

【００２６】また請求項１８の発明は、請求項２乃至１７のいずれかにおいて、発光素子２又は蛍光部材３からの光を散乱させる光拡散材２９を、蛍光部材３と光学部材４との間に介在させて成ることを特徴とするものである。

【００２７】また請求項１９の発明は、請求項２乃至１８のいずれかにおいて、無機透明材料を用いて光学部材４を形成して成ることを特徴とするものである。

【００２８】また請求項２０の発明は、請求項１において、実装基板１に載置された発光素子２を覆うように、蛍光部材３を含む透明物質を用いて形成された半球状のドーム５を実装基板１に着脱自在に装着して成ることを特徴とするものである。

【００２９】また請求項２１の発明は、請求項１において、実装基板１に形成した凹部６に発光素子２を載置すると共に、この凹部６に蛍光部材３を充填し、透明材料を用いて形成された着脱自在な蓋７でこの凹部６を密閉して成ることを特徴とするものである。

【００３０】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。

【００３１】（実施形態１）図１は本発明に係る発光装置の実施の形態の一例を示すものであり、この発光装置は以下のように形成されている。

【００３２】実装基板１はプリント配線板等で形成されるものであり、この実装基板１には凹部６が凹設されると共に、この凹部６にＬＥＤチップ等の発光素子２が搭載され、実装基板１と発光素子２とが電気的に接続されている。このとき図１に示すものでは、発光素子２に半田等でバンプ８を設け、実装基板１の凹部６の底面に発光素子２を載置すると共に、実装基板１の電極（図示省略）にバンプ８を接合することによって、電気的な接続が行われているが、発光素子２の電極と実装基板１の電極とを導電性ワイヤーで接続することもできる。

【００３３】そして実装基板１には、凹部６を設けた側にレンズ等の光学部材（透光性部品）４が着脱自在に装着されている。この光学部材４は、表面又は内部に蛍光部材（波長変換物質）３を含んで形成されるものであり、図１に示すものでは、凹部６側に向いた表面に蛍光部材３を固定しているが、これとは反対側の表面に蛍光部材３を固定することもできる。なお、蛍光部材３とは、発光素子２の発光によって励起されると共に励起波長と異なる波長の光を放射するものをいい、例えば、蛍光体を挙げることができる。

【００３４】蛍光部材３を光学部材４の表面に固定するにあたっては、蛍光体を含む樹脂を光学部材４の表面に塗布したり、図１のように凹部６側に向いた光学部材４の表面に、実装基板１の凹部６に対応して凹所９を設け、この凹所９に蛍光体を含む樹脂を充填したりして行うことができる。

【００３５】また例えば、蛍光体を透明樹脂に分散させ、これを用いてトランスファー成形法等を行って光学部材４を形成することもできる。このようにして形成した光学部材４は、その内部に蛍光部材３である蛍光体を分散して含んだ構造となっており、蛍光部材３を改めて光学部材４に固定する必要がなく、光学部材４の形成と蛍光部材３の固定とを同時に行うことができるものである。

【００３６】そして、上記の光学部材４を実装基板１に装着することによって、発光装置を形成することができるものであるが、この光学部材４を実装基板１に対して着脱自在にするにあたっては、以下のようにして行うことができる。例えば、図１に示すように、光学部材４の外周縁に沿って実装基板１の表面から突片１０を突設しておくものである。このようにしておくと、実装部品の表面に光学部材４を載置すると同時に、実装基板１の突片１０の内側面１１と光学部材４の外周端部の外側面１２とが当接することとなり、光学部材４と実装基板１とを嵌合によって装着することができるものである。しかも、このような嵌合構造であると、光学部材４を実装基板１から取り外すにあたっては、両者を離間する方向に引っ張ることによって行うことができるものであり、実装基板１に対する光学部材４の着脱が自在となるものである。ここで、実装基板１の突片１０を若干内側に傾斜させて形成しておくと、この突片１０の内側面１１と光学部材４の外側面１２とが弾接することによって、実装

基板１から光学部材４が不用意に外れるのを防止することができるものである。

【００３７】なお、光学部材４としては、図１のように凹部６に対応して突曲面１７が設けられたレンズを使用することができるが、これに限定されるものではなく、その他にカバー等も使用することができる。また、光学部材４を実装基板１に装着するための構造としては、光学部材４の着脱が自在な構造であればよく、上記のような嵌合構造の他にねじ止め構造等も採用することができる。

【００３８】上記のようにして形成した発光装置にあって、最も劣化の早い蛍光体や蛍光体を含む樹脂等の蛍光部材３は光学部材４にのみ含まれており、しかもこの光学部材４は実装基板１に対して着脱自在であるため、蛍光部材３の劣化によって発光装置の性能が低下した場合には、実装基板１はそのままにして、光学部材４を新しいものに取り替えるだけでよく、これによって蛍光部材３が未劣化の新しいものに交換され、発光装置の性能が回復し商品としての寿命を延ばすことができるものである。

【００３９】（実施形態１－２）図２は本発明の請求項３に係る発光装置の実施の形態の一例を示すものであり、この発光装置は以下のように形成されている。

【００４０】実装基板１はプリント配線板等で形成されるものであり、この実装基板１には凹部６が凹設されると共に、この凹部６にＬＥＤチップ等の発光素子２がフェースダウン実装によって搭載され、実装基板１と発光素子２とが電気的に接続されている。すなわち、図２に示すものでは、発光素子２に半田等でバンプ８を設け、実装基板１の凹部６の底面に発光素子２を載置すると共に、実装基板１の配線部１８と導通する電極に上記バンプ８を接合することによって、電気的な接続が行われている。

【００４１】そして実装基板１には、凹部６を設けた側にレンズ等の光学部材４が着脱自在に装着されている。つまり、光学部材４は発光素子２に対向して配置している。この光学部材４は、配光を制御するためのものであって、表面又は内部に蛍光部材３を含んで形成されるものであり、図２に示すものでは、凹部６側に向いた表面に蛍光部材３を固定している。また光学部材４において、実装基板１と対向する側と反対側の表面（以下、光取出し面１９という）には所望の光学形状を形成することができる。

【００４２】蛍光部材３を光学部材４の表面に固定するにあたっては、蛍光体を含む樹脂を光学部材４の表面に塗布したり、図２のように発光素子２に対向する光学部材４の表面に、実装基板１の凹部６に対応して凹所９を設け、この凹所９に蛍光体を含む樹脂を充填したりして行うことができる。このようにして、特に光学部材４内において蛍光部材３を発光素子２に最も近い位置に配置すれば、発光素子２から発せられた光を有効に蛍光部材３へ入射させることができるものである。

【００４３】そして、上記の光学部材４を実装基板１に装着することによって、発光装置を形成することができるものであるが、この光学部材４を実装基板１に対して着脱自在にするにあたっては、（実施形態１）と同様に行うことができる。

【００４４】上記のようにして形成した発光装置にあって、発光素子２から発せられた光は、蛍光部材３へ入射してこれを励起すると共に、蛍光部材３が励起波長と異なる波長の光を発する。励起波長の光と蛍光部材３より発せられた波長の光は、光学部材４の光取出し面１９に形成してある所定の光学形状によって配光制御されることとなり、所望の配光を実現することができるものである。また、発光素子２とは別部材である光学部材４に所定の光学形状を形成すると共に、この光学部材４に蛍光部材３を含ませているので、発光素子２への応力、熱、化学的負荷を低減することができるものである。

【００４５】ここで、蛍光部材３と発光素子２とを接しないようにしておくと、蛍光部材３が発光素子２の熱に直接晒されることがなくなり、蛍光体や蛍光体を含む樹脂等の劣化が低減されて、蛍光部材３の寿命を延ばすことができ、これによって光束減退が抑えられ、発光装置が長寿命となる。しかも、蛍光部材３と発光素子２とは接していないので、発光素子２の放熱性も良好になるものである。

【００４６】また、発光素子２をフェースダウン実装したことにより、導電性ワイヤーが不必要となり、フェースアップ実装に比べて、蛍光体や蛍光体を含む樹脂等の蛍光部材３を、発光素子２に接しない範囲において、より発光素子２に近付けることが可能となる。従って、より正確で効果的な配光制御が可能となるものである。しかも、導電性ワイヤーによって発光の一部が遮られることがないので、光量ロスも起こらなくなり、蛍光部材３への光の入射量が増加し、発光効率が良好になるものである。

【００４７】さらに、最も劣化の早い蛍光体や蛍光体を含む樹脂等の蛍光部材３は光学部材４にのみ含まれており、しかもこの光学部材４は実装基板１に対して着脱自在であるため、蛍光部材３の劣化によって発光装置の性能が低下した場合には、実装基板１はそのままにして、光学部材４を新しいものに取り替えるだけでよく、これによって蛍光部材３が未劣化の新しいものに交換され、発光装置の性能が回復し商品としての寿命を延ばすことができるものである。

【００４８】（実施形態１－３）図３は本発明の請求項５に係る発光装置の実施の形態の一例を示すものであり、この発光装置は基本的には上記の（実施形態１）等と同様に形成されているが、特に光学部材４の形状を凸レンズ形状にしたところに特徴がある。このように光学

部材４を形成しておくと、例えば図３の矢印で示すように、蛍光部材３から出てきた光を、光学部材４の凸レンズ形状によって所定の方向へ容易に配光制御することができるものである。

【００４９】（実施形態１－４）図４は本発明の請求項６に係る発光装置の実施の形態の一例を示すものであり、この発光装置は基本的には上記の（実施形態１）等と同様に形成されているが、特に光学部材４の形状を以下のような形状にしたところに特徴がある。

【００５０】すなわち、光学部材４を形成するにあたって、蛍光部材３によって波長が変換されて放射された光のうち、光学部材４の光取出し面１９に向かう方向と異なる方向に放射された光を、光取出し面１９に向かう方向に全反射させる形状である。このような形状は、例えば、光学部材４の光取出し面１９と反対側の面に、外側面２０が滑らかな傾斜面であって先端部２１が平坦な山状の凸部２２を設けることによって、形成することができる。凸部２２の先端部２１には蛍光部材３を充填するための凹所９が設けてある。

【００５１】通常、蛍光部材３から出てきた光は、光取出し面１９へ向かうもの（図４において矢印イ）と、光取出し面１９へ向かわずにほぼ横方向へ向かうもの（図４において矢印ロ）とに分かれる。しかし、光学部材４を上記のような形状となるように形成してあると、当初から光取出し面１９へ向かう光はそのまま光取出し面１９から外部に取り出すことができるのはもちろん、当初から光取出し面１９へ向かわない光であっても、このような光を凸部２２の外側面２０で全反射させることによって、光取出し面１９へ向かう光にすることができ、所定の方向へ配光制御することができるものである。

【００５２】（実施形態１－５）図５は本発明の請求項７に係る発光装置の実施の形態の一例を示すものであり、この発光装置は基本的には上記の（実施形態１－４）と同様に形成されているが、下記の点で（実施形態１－４）とは異なっている。

【００５３】すなわち、本実施形態においては、光学部材４の発光素子２側の面に反射部２３を設けると共に、発光素子２からの光を取り入れるための開口部２４を反射部２３に設けている。具体的には、光学部材４の発光素子２側の面にアルミ蒸着等を行って反射部２３を設けてあり、この際、凸部２２の先端部２１の全部又は一部にはアルミ蒸着等を行わないことによって開口部２４を設けてある。つまり、この開口部２４を通して、発光素子２から発せられた光を蛍光部材３へ取り入れることができるようにしてある。

【００５４】既述のように通常、蛍光部材３から出てきた光は、光取出し面１９へ向かうもの（図５において矢印イ）と、光取出し面１９へ向かわずにほぼ横方向へ向かうもの（図５において矢印ロ）とに分かれる。しかし、上記のように光学部材４に反射部２３を設けると共に反射部２３に開口部２４を設けるようにしてあると、当初から光取出し面１９へ向かう光はそのまま光取出し面１９から外部に取り出されるのはもちろん、当初から光取出し面１９へ向かわない光であっても、このような光を全て凸部２２の外側面２０等で全反射させることができ、それによって光取出し面１９へ向かう光にすることができ、所定の方向へ配光制御することができるものである。

【００５５】また、光学部材４の発光素子２側の面には、開口部２４を除いて反射部２３を設けてあるので、一旦開口部２４を通して光学部材４内へ取り入れられた光は、反射部２３で全反射されることにより、実装基板１側へ抜け出ることがなくなり、発光効率がさらに向上するものである。

【００５６】また反射部２３は、光学部材４の発光素子２側の面、つまり光学部材４と実装基板１との間に設けてあるので、容易に触れられず、劣化や汚れを少なくすることができるものである。

【００５７】さらに、アルミ蒸着等によって実装基板１に反射部２３を設けるのは困難であるが、光学部材４に対しては容易に反射部２３を設けることができるものである。

【００５８】（実施形態１－６）図６は本発明の請求項８に係る発光装置の実施の形態の一例を示すものであり、この発光装置は基本的には上記の（実施形態１）等と同様に形成されているが、本実施形態は、光学部材４よりも低い屈折率を有する低屈折部材２５を用いるところに特徴がある。

【００５９】すなわち、光学部材４は低屈折部材２５を備えており、蛍光部材３を通過した光又は蛍光部材３により波長が変換された光が低屈折部材２５を介して光学部材４へ入射されるように、光学部材４において低屈折部材２５を配置している。具体的には、光学部材４に設けた凹所９の内面にシリカエアロゲル等の低屈折部材２５を塗布するなどして配置した後に、蛍光部材３を充填してある。

【００６０】そうすると、蛍光部材３を通過した光又は蛍光部材３により波長が変換された光、つまり蛍光部材３から出てきた光を、低屈折部材２５へ入射させた後に光学部材４へ入射させることができる。低屈折部材２５から光学部材４へ入射する際、光は屈折作用により絞られる方向に曲げられるので、より多くの光を配光制御することができるものである。また、上記のように蛍光部材３と光学部材４との間に低屈折部材２５によって界面を作ることで、屈折作用を利用することができ、図３で示される（実施形態１－３）の場合よりも、光学部材４の光取出し面１９の凸レンズ形状をより緩やかにすることができる。

【００６１】（実施形態１－７）図７は本発明の請求項９に係る発光装置の実施の形態の一例を示すものであ

り、この発光装置は基本的には上記の（実施形態１）等と同様に形成されているが、本実施形態においては、発光素子２から発せられた光が蛍光部材３中を略等しい光路長にて通過するように、蛍光部材３を形成している。具体的には、光学部材４の実装基板１側の面において、凹所９を半球状に形成し、この半球状の凹所９に蛍光部材３を充填して、蛍光部材３を半球状に形成するようにしている。光学部材４に半球状の凹所９を設けるのは容易であるため、この凹所９に蛍光部材３を充填するだけで、容易に半球状の蛍光部材３を形成することができるのである。凹所９の開口縁は円形となり、この略中心に発光素子２を配置することによって、発光素子２から凹所９の内面までの距離がいずれの方角についても略等しくなって、発光素子２から発せられた光が蛍光部材３中を略等しい光路長にて通過することができるものである。

【００６２】つまり、発光素子２から発せられた光は蛍光部材３内を通過する際、どの方向でも等距離となり、蛍光部材３を励起させる距離も同じとなる。そのため角度ごとでの色特性が緩和されることによって、光取出し面１９での色むらを抑えることができるものである。

【００６３】（実施形態１－８）図８は本発明の請求項１１に係る発光装置の実施の形態の一例を示すものであり、この発光装置は基本的には上記の（実施形態１）等と同様に形成されているが、本実施形態においては、蛍光部材３の光取出し面１９側の面と蛍光部材３の発光素子２側の面のうち、少なくとも一方を曲面に形成するところに特徴がある。なお、本実施形態においては、実装基板１に凹部６を凹設することなく発光素子２を搭載しているが、実装基板１に凹部６を凹設し、この凹部６の底面に発光素子２を搭載してもよい。

【００６４】本実施形態においても、（実施形態１－７）と同様に、発光素子２から発せられた光が蛍光部材３中を略等しい光路長にて通過するように、蛍光部材３を形成している。具体的には、光学部材４の実装基板１側の面において、凹所９を半球状に形成し、この半球状の凹所９に蛍光部材３を充填している。このとき、光学部材４の発光素子２側の面（凹所９を除く）と蛍光部材３の発光素子２側の面とが面一となるように、凹所９に蛍光部材３を充填すれば、（実施形態１－７）と同様になるが（図７参照）、本実施形態においては、図８に示すように凹所９に充填する蛍光部材３の量を（実施形態１－７）の場合よりも若干減らして、蛍光部材３の発光素子２側の面を、凹所９の内面側に凹んだ曲面となるように形成してある。つまり、（実施形態１－７）においては、蛍光部材３の光取出し面１９側の面のみを曲面に形成しているのに対し、本実施形態においては、蛍光部材３の光取出し面１９側の面及び蛍光部材３の発光素子２側の面の両方を曲面に形成している。また凹所９の開口縁は円形となり、この略中心に発光素子２を配置することによって、発光素子２から凹所９の内面までの距離がいずれの方角についても略等しくなって、発光素子２から発せられた光が蛍光部材３中を略等しい光路長にて通過することができるものである。

【００６５】このように、発光素子２から発せられた光は蛍光部材３内を通過する際、どの方向でも等距離となり、蛍光部材３を励起させる距離も同じとなる。そのため角度ごとでの色特性が緩和されることによって、光取出し面１９での色むらを抑えることができるものである。

【００６６】さらに、本実施形態においては、実装基板１に凹部６を凹設することなく発光素子２を搭載しているので、発光素子２の周囲（実装基板１側の面を除く）は全て蛍光部材３で囲まれることとなり、発光素子２から発せられる横方向の光、すなわち実装基板１の表面と略平行に発せられる光も、蛍光部材３に入射させやすくなって、発光効率がさらに良好になるものである。

【００６７】（実施形態１－９）図９は本発明の請求項１１に係る発光装置の実施の形態の一例を示すものであり、この発光装置は基本的には上記の（実施形態１）等と同様に形成されているが、本実施形態においては、発光素子２を略包囲するように蛍光部材３を配置している。具体的には、光学部材４に設けた凹所９の内面に蛍光部材３を塗布するなどして配置すると共に、この凹所９内に発光素子２を配置することによって、蛍光部材３で発光素子２を略包囲している。また本実施形態においても、（実施形態１－８）と同様に、実装基板１に凹部６を凹設することなく発光素子２を搭載している。

【００６８】このように、実装基板１に凹部６を凹設することなく発光素子２を搭載してあると、発光素子２を光学部材４の凹所９内に配置させやすくなり、発光素子２の周囲（実装基板１側の面を除く）は全て蛍光部材３で囲まれることとなり、発光素子２から出てきた光の多くを蛍光部材３に入射させて波長を変換させることができ、発光素子２からの光の利用効率を向上させることができるものである。なお、図９において発光素子２と蛍光部材３は接していないが、発光素子２と蛍光部材３は接していてもよい。

【００６９】（実施形態１－１０）図１０は本発明の請求項１２に係る発光装置の実施の形態の一例を示すものであり、この発光装置は基本的には上記の（実施形態１）等と同様に形成されているが、本実施形態においては、蛍光部材３の発光素子２側の面を、実装基板１に凹設した凹部６の開口面と略等しい大きさに形成している。具体的には、光学部材４の凹所９の開口縁と実装基板１の凹部６の開口縁を略同じ形状にして、両者を合致させている。そして、上記の凹所９に蛍光部材３を充填すると、蛍光部材３の発光素子２側の面を凹部６の開口面と略等しい大きさにすることができる。

【００７０】このようにしてあると、発光素子２から出

てきた光の波長を変換する蛍光部材３の大きさを有効に制限することができ、できるだけ小さな疑似光源を得ることができるものである。よって、光学部材４において光取出し面１９側の光学形状によって配光制御が行いやすくなり、所望の配光を実現することが容易となるものである。さらに、蛍光部材３の発光素子２側の面を凹部６の開口面と略等しい大きさにしてあるので、蛍光部材３での発光径のぼやけがなくなり、配光制御性が良好となるものである。

【００７１】（実施形態１－１１）図１１は本発明の請求項１３に係る発光装置の実施の形態の一例を示すものであり、この発光装置は基本的には上記の（実施形態１）等と同様に形成されているが、本実施形態においては、実装基板１に凹設する凹部６の内周面を、略放物面形状に形成してある。そうして発光素子２から放射された光を上記略放物面形状の内周面で反射させることによって蛍光部材３へ入射可能にしている。そうすると、図１１において２本の矢印で示すように、蛍光部材３へ入射する光を全て平行光に近い状態にすることができ、蛍光部材３へ入射する光量を多く得ることができると共に、蛍光部材３の発光輝度分布を平均化することで、光取出し面１９における色むらを抑えることができるものである。

【００７２】（実施形態１－１２）図１２は本発明の請求項１４に係る発光装置の実施の形態の一例を示すものであり、この発光装置は基本的には上記の（実施形態１）等と同様に形成されているが、本実施形態においては、実装基板１に凹設する凹部６の内周面を、略楕円面形状に形成してある。そうして発光素子２から放射された光を上記略楕円面形状の内周面で反射させることによって蛍光部材３へ入射可能にしている。そうすると、図１２において２本の矢印で示すように、蛍光部材３へ入射する光量を多く得ることができると共に、蛍光部材３の中心部へ集光させることができ、蛍光部材３での発光も中心部が高輝度となり、狭角配光性能を実現して、より点光源化することができるものである。

【００７３】（実施形態１－１３）図１３は本発明の請求項１５に係る発光装置の実施の形態の一例を示すものであり、この発光装置は基本的には上記の（実施形態１）等と同様に形成されているが、本実施形態においては、発光装置を形成するにあたって、光学部材４と実装基板１とを離間させて両者の間に放熱のための間隙部２６を設け、この間隙部２６と実装基板１の凹部６とが連通されるようにしている。このようにすると、図１３において点線矢印で示すような気体（通常は空気）の流れを容易に発生させることができ、凹部６の底面に載置した発光素子２が上記気体に晒されることによって、発光素子２の放熱を促進することが可能となり、発光装置の寿命を長く延ばすことができるものである。

【００７４】（実施形態１－１４）図１４は本発明の請求項１６に係る発光装置の実施の形態の一例を示すものであり、この発光装置は基本的には上記の（実施形態１）等と同様に形成されているが、本実施形態においては、実装基板１と発光素子２とを電気的に接続した後に、シリコーン樹脂等の透光性樹脂２７によって発光素子２を封止している。ここで、透光性樹脂２７としては、屈折率が空気より大きく、発光素子２より小さいものが好ましい。さらに封止した後の透光性樹脂２７の光取出し面１９側の面は曲面形状となるように形成してある。曲面形状としては、特に限定されるものではないが、例えば半球状の凸曲面形状を挙げることができる。

【００７５】このように透光性樹脂２７で発光素子２を封止することによって、発光素子２の外部への光の取出し効率を高めることができるものであり、さらに透光性樹脂２７の表面を曲面とすることによって、透光性樹脂２７と空気との界面で全反射する光の成分を減少させることができ、さらに光の取出し効率を増加させることができて、発光素子２からの光の利用効率を増大させることができるものである。

【００７６】（実施形態１－１５）図１５は本発明の請求項１７に係る発光装置の実施の形態の一例を示すものであり、この発光装置は基本的には（実施形態１）等と同様に形成されているが、本実施形態においては、蛍光部材３と発光素子２との間に反射防止膜２８を介在させてある。反射防止膜２８としては、発光素子２の発光に対する蛍光部材３表面の光反射率を低下させ、かつ蛍光部材３中への入射量を増加させるものであれば、特に限定されるものではないが、例えばSiO_2膜／TiO_2膜の組み合わせからなる光学多層膜を交互に複数層形成したものを用いることができる。そして、このような反射防止膜２８を蛍光部材３の発光素子２側の面に形成することによって、蛍光部材３と発光素子２との間に反射防止膜２８を介在させることができる。この際、光学部材４の実装基板１側の面のうち、反射防止膜２８を形成した箇所以外の面にアルミ蒸着を行うこともできる。

【００７７】上記のように蛍光部材３と発光素子２との間に反射防止膜２８を介在させると、発光素子２から出た光のうち、蛍光部材３中へ入射する光量を増加させることができ、発光素子２の効率を増大させることができるものである。また光学部材４の実装基板１側の面のうち、反射防止膜２８を形成した箇所以外の面にアルミ蒸着を行うと、さらに光の取出し効率を増加させることができるものである。

【００７８】（実施形態１－１６）図１６は本発明の請求項１８に係る発光装置の実施の形態の一例を示すものであり、この発光装置は基本的には（実施形態１）等と同様に形成されているが、本実施形態においては、蛍光部材３と光学部材４との間に光拡散材２９を介在させてある。光拡散材２９としては、発光素子２又は蛍光部材３からの光を散乱させるものであれば、特に限定される

ものではないが、例えば大きさ１～２μm程度のＳｉＯ$_2$微粒子を用いることができる。また、蛍光部材３と光学部材４との間に光拡散材２９を介在させるにあたっては、例えば図１６に示すように、光学部材４の凹所９の内面に光拡散材２９を塗布するなどして配置した後、ここにさらに蛍光部材３を充填することによって行うことができる。

【００７９】上記のように蛍光部材３と光学部材４との間に光拡散材２９を介在させると、発光素子２から発せられた光や蛍光部材３から発せられた光が拡散光となるため、角度ごとでの色特性が緩和されることとなり、光取出し面１９での色むらを抑えることができるものである。

【００８０】以上の（実施形態１）～（実施形態１－１６）において、透明ガラス等の無機透明材料を用いて光学部材４を形成することができる。これによって、光学部材４の耐候性を良好にすることができ、蛍光部材３から出てきた光による光学部材４の劣化を、ガラス等の無機材料によって抑えることができるものである。発光素子２として、青色光を放射するＬＥＤチップ（青色ＬＥＤ）を用いる場合はもちろん、特に、紫外線を放射するＬＥＤチップ（紫外ＬＥＤ）を用いる場合に有効である。また、光学部材４の熱膨張を少なくすることもできるものである。

【００８１】（実施形態２）図１７は本発明に係る発光装置の実施の形態の他例を示すものであり、この発光装置は以下のように形成されている。

【００８２】すなわち、実施形態１と同様に、実装基板１はプリント配線板等で形成されるものであり、この実装基板１には凹部６が凹設されると共に、この凹部６にＬＥＤチップ等の発光素子２が搭載され、実装基板１と発光素子２とが電気的に接続されている。

【００８３】実装基板１には、発光素子２を覆うようにして、半球状のドーム５が着脱自在に装着されている。このとき発光素子２はドーム５の略中心にあり、またこのドーム５は、蛍光体等の蛍光部材３を含む、樹脂やガラス等の透明物質で形成されるものであり、肉厚は略一定にしている。

【００８４】このように、半球状のドーム５を実装基板１に装着することによって、発光装置を形成することができるものであるが、このドーム５を実装基板１に対して着脱自在にするにあたっては、以下のようにして行うことができる。例えば、図１７に示すように、ドーム５の開口縁に沿って、この開口縁の幅と略同一の幅を有する凹欠部１３を実装基板１の表面に凹設しておくものである。このようにしておくと、実装基板１の凹欠部１３の底面にドーム５の開口縁を載置すると同時に、ドーム５の開口縁が凹欠部１３の対向する内周面で挟持されることとなり、ドーム５と実装基板１とを嵌合によって装着することができるものである。しかも、このような嵌合構造であると、ドーム５を実装基板１から取り外すにあたっては、両者を離間する方向に引っ張ることによって行うことができるものであり、実装基板１に対するドーム５の着脱が自在となるものである。ここで、凹欠部１３の内周面を、奥ほど広がるようにして若干傾斜させて形成しておくと、つまり、テーパ状に形成しておくと、ドーム５の開口縁に対して凹欠部１３の内周面が弾接することによって、実装基板１からドーム５が不用意に外れるのを防止することができるものである。

【００８５】そして、上記のようにして形成した発光装置にあって、最も劣化の早い蛍光体等の蛍光部材３はドーム５にのみ含まれており、しかもこのドーム５は実装基板１に対して着脱自在であるため、蛍光部材３の劣化によって発光装置の性能が低下した場合には、実装基板１はそのままにして、ドーム５を新しいものに取り替えるだけでよく、これによって蛍光部材３が未劣化の新しいものに交換され、発光装置の性能が回復し商品としての寿命を延ばすことができるものである。

【００８６】さらに、本実施形態においては、蛍光部材３を含むドーム５を半球状にすると共に、その肉厚を略一定にして形成しているため、このドーム５の略中心に位置する発光素子２からドーム５の内面及び外面に至るまでの距離が、いずれの方角についても略等しくなり、発光装置をいずれの角度から観察しても、色むらが生じることがなくなるものである。

【００８７】（実施形態３）図１８は本発明に係る発光装置の実施の形態のさらに他例を示すものであり、この発光装置は以下のように形成されている。

【００８８】すなわち、実施形態１及び２と同様に、実装基板１はプリント配線板等で形成されるものであり、この実装基板１には凹部６が凹設されると共に、この凹部６にＬＥＤチップ等の発光素子２が搭載され、実装基板１と発光素子２とが電気的に接続されている。

【００８９】そして、この凹部６に蛍光体等の蛍光部材３を充填すると共に、透明材料を用いて形成された蓋７が、上記の凹部６を密閉するようにして、実装基板１に着脱自在に装着されている。このとき発光素子２は、図１８のように蛍光部材３内に埋没していればよく、凹部６の内部をすべて蛍光部材３で満たす必要はない。

【００９０】上記のようにして発光装置を形成することができるものであるが、蓋７を実装基板１に対して着脱自在にするにあたっては、以下のようにして行うことができる。例えば、図１８に示すように、実装基板１の凹部６を略すり鉢状に形成しておくと共に、このすり鉢状の凹部６の内周面の途中に切欠段部１４を形成しておくものである。ここで、この切欠段部１４は、凹部６の底面と略平行な載置面１６を有し、またこの載置面１６に略垂直な内面部１５を有するように形成されている。このようにしておくと、切欠段部１４の載置面１６に蓋７の裏面の周縁を載置すると同時に、切欠段部１４の内面

部１５と蓋７の周縁の側面とが当接することとなり、蓋７と実装基板１とを嵌合によって装着することができるものである。しかも、このような嵌合構造であると、蓋７を実装基板１から取り外すにあたっては、蓋７を凹部６から引っ張り出すことによって行うことができるものであり、実装基板１に対する蓋７の着脱が自在となるものである。ここで、切欠段部１４の内面部１５を、奥ほど広がるようにして若干傾斜させて形成しておくと、つまり、テーパ状に形成しておくと、切欠段部１４の内面部１５と蓋７の周縁の側面とが弾接することによって、実装基板１から蓋７が不用意に外れるのを防止することができるものである。

【００９１】そして、上記のようにして形成した発光装置にあって、最も劣化の早い蛍光体等の蛍光部材３は凹部６内にあり、この凹部６は着脱自在な蓋７によって密閉されているため、蛍光部材３の劣化によって発光装置の性能が低下した場合には、一旦蓋７を取り外し、劣化した蛍光部材３を凹部６内から除去した後、未劣化の新しい蛍光部材３を凹部６内に充填し、再度蓋７を装着すればよく、これによって蛍光部材３が新しいものに交換され、発光装置の性能が回復し商品としての寿命を延ばすことができるものである。

【００９２】さらに、本実施形態においては、凹部６内の発光素子２が隠れる程度に蛍光部材３を凹部６に充填すればよいので、実施形態１や実施形態２に比べて、使用する蛍光部材３の量が少なくて済むと共に、この少量の蛍光部材３のみを交換すればよいので、製造・交換コストを低減することができるものである。しかも、本実施形態においては、実施形態１の光学部材４のように実装基板１の表面に載置したり、あるいは実施形態２のドーム５のように実装基板１の表面から突出したりするような部品を必要としないので、発光装置をより薄型にすることができるものである。

【００９３】

【実施例】以下、本発明を実施例によって具体的に説明する。

【００９４】（実施例１）図１９に本発明の請求項３に係る発光装置を示す。発光素子２として、青色ＬＥＤを用い、これを実装基板１に凹設した凹部６にフェースダウン実装した。一方、蛍光部材３として、ＹＡＧ蛍光体を混ぜたシリコーン樹脂を用いると共に、光学部材４として、透光性のアクリル樹脂で形成されたものを用い、上記蛍光部材３を光学部材４に設けた凹所９に充填した後、凹所９の開口を透光性樹脂で形成した蓋体３０で蓋をした。ここで、上記ＹＡＧ蛍光体は、青色光で励起されて黄色光を放射する黄色発光蛍光体であり、また上記シリコーン樹脂としては、光学部材４を形成するアクリル樹脂と略同じ屈折率を有するものを用いた。蛍光部材３として用いる樹脂の種類は、本実施例に限定されるものではないが、光学部材４と同一材料であるか、あるいは光学部材４と屈折率が近い材料を用いる方が、配光制御の点で望ましい。

【００９５】そして、光学部材４に含ませた蛍光部材３を発光素子２に対向配置させることによって、発光装置を形成した。この際、図１９においては図示省略しているが、光学部材４及び実装基板１の一部分を加工することによって、図１に示すような嵌合構造を上記発光装置に形成した。これによって実装基板１から光学部材４を着脱するのが可能になった。以下の実施例においても同様である。

【００９６】上記のようにして形成した発光装置にあって、青色ＬＥＤを発光させると、この青色ＬＥＤから発せられた青色光が、蛍光部材３へ入射してこれを励起すると共に、蛍光部材３が黄色光を発することとなり、結局、青色光と黄色光の２色が混色することによって白色光を発光させることができた。

【００９７】（実施例２）図２０に本発明の請求項４に係る発光装置を示す。蛍光部材３を発光素子２の直上位置に配置することにより、蛍光部材３を発光素子２に最も近い位置に配置した以外は、実施例１と同様にして発光装置を形成した。

【００９８】実施例１と同様の効果が得られた上に、蛍光部材３への光の入射量が増加し、発光効率が良好になった。

【００９９】（実施例３）図２１に本発明の請求項５に係る発光装置を示す。光学部材４の形状を砲弾型の凸レンズ形状にした以外は、実施例２と同様にして発光装置を形成した。

【０１００】実施例２と同様の効果が得られた上に、配光制御を容易に行うことができた。

【０１０１】（実施例４）図２２に本発明の請求項５に係る発光装置の他例を示す。実装基板１に複数の凹部６を凹設して各凹部６に発光素子２をフェースダウン実装すると共に、光学部材４として、光取出し面１９に各発光素子２に対応する凸レンズ形状を形成したマルチレンズを用いた以外は、実施例２と同様にして発光装置を形成した。

【０１０２】実施例３と同様の効果が得られた上に、複数の光源を用いることでより多くの光量を照射することができた。しかも複数の凸レンズ形状を一体成形できるので加工が容易であった。

【０１０３】（実施例５）図２３に本発明の請求項６に係る発光装置を示す。光学部材４として以下の形状を有するものを用いた以外は、実施例２と同様にして発光装置を形成した。すなわち光学部材４の形状は、光取出し面１９が平坦であり、その反対側には円錐台状の凸部２２を設けた形状である。凸部２２の先端部２１は平坦であって、その略中心には凹所９を設けてある。

【０１０４】実施例２と同様の効果が得られた上に、蛍光部材３よりほぼ横方向へ出てくる光（図２３において

矢印ロ）を凸部２２の外側面２０で全反射させて有効に光取出し面１９から取り出すことができた。

【０１０５】（実施例６）図２４に本発明の請求項７に係る発光装置を示す。光学部材４の実装基板１側の面において凹所９の開口以外にアルミ蒸着を行って反射部２３を設けた以外は、実施例５と同様にして発光装置を形成した。アルミ蒸着によって高反射率を有する反射面を形成することができた。

【０１０６】実施例５と同様の効果が得られた上に、光学部材４内から実装基板１側へ抜け出る光がなくなり、発光効率をさらに向上させることができた。

【０１０７】（実施例７）図２５に本発明の請求項７に係る発光装置の他例を示す。光学部材４として以下の形状を有するものを用いた以外は、実施例６と同様にして発光装置を形成した。すなわち光学部材４の形状は、光取出し面１９が平坦であり、その反対側には外側面２０の周囲に段差部（変曲点）３８を有する凸部２２を設けた形状である。光取出し面１９に対して、段差部３８から光取出し面１９側の外側面２０の傾斜は緩やかとなるように、また段差部３８から凸部２２の先端部２１側の外側面２０の傾斜は急となるように、凸部２２を設けている。

【０１０８】実施例６と同様の効果が得られた上に、以下のような効果を得ることもできた。すなわち蛍光部材３より出た光のうち、光取出し面１９へ向かうもの（図２５において矢印イ）はそのまま直接光取出し面１９から外部へ取り出され、またほぼ横方向へ向かうもの（図２５において矢印ロ）は、傾斜の急な凸部２２の外側面２０で反射された後に光取り出し面１９から外部へ取り出され、さらに一旦光取出し面１９へ向かうものの、光取出し面１９で全反射されて戻ってくるもの（図２５において矢印ハ）は、傾斜の緩やかな凸部２２の外側面２０で反射された後に光取出し面１９から外部に取り出された。つまり、凸部２２の外側面２０を反射面として用いることにより、蛍光部材３より出た光のほぼ全てを向きを制御することができ、光を有効に取り出すことができた。特に、光取出し面１９より全反射して戻ってくる光も制御することができるため、光利用効率が向上するものと考えられる。

【０１０９】（実施例８）図２６に本発明の請求項７に係る発光装置の他例を示す。光学部材４として光取出し面１９の一部として凸レンズ部３１を形成した以外は、実施例７と同様にして発光装置を形成した。

【０１１０】実施例７と同様の効果が得られた上に、以下のような効果を得ることもできた。すなわち蛍光部材３より出た光のうち、特に光取出し面１９へ向かう光（図２６において矢印イ）を凸レンズ部３１によって所定の方向に制御するのが容易となった。つまり、光取出し面１９の一部に凸レンズ部３１を形成したことにより、蛍光部材３より発せられた光のほぼ全てを配光制御するのがさらに容易となり、所定の方向に光を有効に取り出すことができた。

【０１１１】（実施例９）図２７に本発明の請求項７に係る発光装置の他例を示す。光学部材４として段差部３８の位置に切欠部３２を形成した以外は、実施例８と同様にして発光装置を形成した。

【０１１２】実施例８と同様の効果が得られた上に、以下のような効果を得ることもできた。すなわち蛍光部材３より出た光のうち、特に光取出し面１９から斜め方向へ抜けていた光まで配光制御することができ、蛍光部材３より発せられた光の全てを配光制御するのがさらに容易となり、所定の方向に光を有効に取り出すことができた。本実施例は、実施例７及び８に比べて、最も効率の良いものである。

【０１１３】（実施例１０）図２８に本発明の請求項８に係る発光装置を示す。低屈折部材２５としてシリカエアロゲルを用い、これを光学部材４の凹所９の内面に設置した後、蛍光部材３を充填した以外は、実施例１と同様にして発光装置を形成した。

【０１１４】実施例１と同様の効果が得られた上に、光学部材４の光取出し面１９の凸レンズ形状をより緩やかにすることができた。

【０１１５】（実施例１１）図２９に本発明の請求項９に係る発光装置を示す。光学部材４に半球状の凹所９を設けると共に、光学部材４の発光素子２側の面（凹所９を除く）と蛍光部材３の発光素子２側の面とが面一となるように、凹所９に蛍光部材３を充填した以外は、実施例１と同様にして発光装置を形成した。

【０１１６】実施例１と同様の効果が得られた上に、角度ごとでの色特性が緩和されることにより、光取出し面１９での色むらを抑えることもできた。

【０１１７】（実施例１２）図３０に本発明の請求項１０に係る発光装置を示す。蛍光部材３の光取出し面１９側の面のみならず、蛍光部材３の発光素子２側の面も曲面に形成すると共に、実装基板１に凹部６を凹設することなく発光素子２をフェースダウン実装した以外は、実施例１１と同様にして発光装置を形成した。

【０１１８】実施例１１と同様の効果が得られた上に、発光素子２の周囲（実装基板１側の面を除く）は全て蛍光部材３で囲まれることとなり、発光素子２から発せられる横方向の光も、蛍光部材３に入射させやすくなって、発光効率がさらに良好になった。

【０１１９】（実施例１３）図３１に本発明の請求項１１に係る発光装置を示す。光学部材４に設けた凹所９の内面に蛍光部材３を略均一な厚みで塗布すると共に、実装基板１に凹部６を凹設することなく発光素子２をフェースダウン実装した以外は、実施例１と同様にして発光装置を形成した。

【０１２０】実施例１と同様の効果が得られた上に、発光素子２から出てきた光の多くを蛍光部材３に入射させ

て波長を変換させることができ、発光素子２からの光の利用効率を向上させることができた。

【０１２１】（実施例１４）図３２に本発明の請求項１２に係る発光装置を示す。光学部材４の凹所９の開口縁と実装基板１の凹部６の開口縁を略同じ形状にして、両者を合致させた以外は、実施例１と同様にして発光装置を形成した。

【０１２２】実施例１と同様の効果が得られた上に、蛍光部材３での発光径のぼやけがなくなり、配光制御性が良好となった。

【０１２３】（実施例１５）図３３に本発明の請求項１３に係る発光装置を示す。実装基板１の凹部６の内周面を略放物面形状に形成すると共に、この内周面にアルミ蒸着を行って鏡面状の反射面（図示省略）を形成した以外は、実施例１と同様にして発光装置を形成した。

【０１２４】実施例１と同様の効果が得られた上に、蛍光部材３へ入射する光量を多く得ることができると共に、光取出し面１９における色むらを抑えることができた。

【０１２５】なお、発光素子２として面発光形ＬＥＤを用いると、図３３に示すように、実装基板１の凹部６の内周面を略放物面形状にする必要なく、上記と同一の効果が得られることも確認した。

【０１２６】（実施例１６）図３４に本発明の請求項１３に係る発光装置の他例を示す。実装基板１として立体基板を用いると共にフリップチップ実装によって発光素子２を実装基板１に載置した以外は、実施例１５と同様にして発光装置を形成した。本実施例においては、実装基板１の凹部６の内周面の大部分を覆うように、立体的な配線部１８を形成することによって、この配線部１８に反射部２３としての役割も持たせている。

【０１２７】実施例１５と同様の効果が得られた上に、実装基板１として立体基板を用いることによって、凹部６の内周面に配線部１８及び反射部２３の両方を一度に形成することができて、発光装置を形成する効率を高めることができた。

【０１２８】（実施例１７）図３５に本発明の請求項１４に係る発光装置を示す。実装基板１の凹部６の内周面を略楕円形状に形成した以外は、実施例１５と同様にして発光装置を形成した。

【０１２９】実施例１と同様の効果が得られた上に、蛍光部材３へ入射する光量を多く得ることができると共に、より点光源化することができた。

【０１３０】（実施例１８）図３６に本発明の請求項１５に係る発光装置を示す。実装基板１の光学部材４側の面と光学部材４の実装基板１側の面とを密着させずに、実装基板１と光学部材４と離間して間隙部２６を形成した以外は、実施例１と同様にして発光装置を形成した。さらに本実施例においては、上記のようにして形成した発光装置をアルミニウム製の筐体３３内の底面に設置して収容した。発光装置の光取出し面１９は筐体３３の開口窓３９を通して筐体３３外から見えるようにしてある。また筐体３３の側壁には吸気口３４及び排気口３５を設けておいた。

【０１３１】実施例１と同様の効果が得られた上に、図３６の点線矢印で示すように、吸気口３４、間隙部２６、排気口３５を通じて、空気の流れが自然に発生し、発光素子２の放熱を促進することができた。

【０１３２】（実施例１９）図３７に本発明の請求項１５に係る発光装置の他例を示す。吸気口３４にファン３６を設置するようにした以外は、実施例１８と同様にして発光装置を形成した。なお、上記ファン３６は、図３７の実線矢印で示すように回転させると、筐体３３外から筐体３３内へ空気を送り込めるように設置してある。

【０１３３】実施例１８と同様の効果が得られた上に、ファン３６を回転させることによって、図３７の点線矢印で示すように、吸気口３４、間隙部２６、排気口３５を通じて、空気の流れを強制的に発生させることで、発光素子２の放熱をさらに促進することができた。

【０１３４】（実施例２０）図３８に本発明の請求項１６に係る発光装置を示す。フェースダウン実装によって実装基板１の凹部６の底面に発光素子２を載置した後、これを透光性樹脂２７であるシリコーン樹脂で封止した以外は、実施例１４と同様にして発光装置を形成した。なお、封止後の透光性樹脂２７の光取出し面１９側の面は半球状の凸曲面形状に形成してある。

【０１３５】実施例１４と同様の効果が得られた上に、発光素子２からの光の利用効率を増大させることができた。

【０１３６】（実施例２１）図３９に本発明の請求項１７に係る発光装置を示す。蛍光部材３の発光素子２側の面に反射防止膜２８を形成すると共に、光学部材の実装基板１側の面のうち反射防止膜２８を形成していない箇所の面に光反射膜３７を形成した以外は、実施例１と同様にして発光装置を形成した。ここで、反射防止膜２８としては、発光素子２が放射する光の波長に対して、発光素子２側への反射が最小になるように、各々膜厚を制御したSiO_2膜／TiO_2膜の組み合わせからなる光学多層膜を交互に１０層形成したものを用いた。また、光反射膜３７はアルミ蒸着を行うことによって形成した。

【０１３７】実施例１と同様の効果が得られた上に、光反射膜３７による光取出し効率が増加する。

【０１３８】（実施例２２）図４０に本発明の請求項１８に係る発光装置を示す。光学部材４の凹所９の内面に光拡散材２９を塗布して配置した後、蛍光部材３を充填した以外は、実施例１と同様にして発光装置を形成した。蛍光部材３の発光素子２側の面を除いて、蛍光部材３の周囲に光拡散材２９が配置されている。ここで、光拡散材２９としては、大きさ１～２μm程度のSiO_2

微粒子を用いた。

【０１３９】実施例１と同様の効果が得られた上に、角度ごとでの色特性が緩和されることとなり、光取出し面１９での色むらを抑えることができた。

【０１４０】なお、蛍光部材３及び光拡散材２９の形状としては、図４０に示すものに限定されるものではない。すなわち円柱状や直方体状以外に、例えば図４１に示すように、光学部材４の実装基板１側の面に半球状の凹所９を設け、この凹所９に光拡散材２９及び蛍光部材３をこの順で充填することによって、蛍光部材３及び光拡散材２９の形状を半球状とすることもできる。このようにしても上記と同様の効果が得られることを確認した。

【０１４１】（実施例２３）図４２に本発明の請求項１９に係る発光装置を示す。発光素子２として紫外ＬＥＤ２ａを用い、また蛍光部材３として紫外線で励起されるＲＧＢ発光蛍光体３ａを用い、さらに光学部材４として透明ガラスを用いた以外は、実施例１と同様にして発光装置を形成した。

【０１４２】実施例１と同様の効果が得られた上に、発光素子２として紫外ＬＥＤ２ａを用いた場合であっても、光学部材４の劣化を防止できることを確認した。

【０１４３】

【発明の効果】上記のように本発明の請求項１に係る発光装置は、実装基板に発光素子を載置し、この発光素子の発光によって励起されると共に励起波長と異なる波長の光を放射する蛍光部材を備えて形成される発光装置において、蛍光部材を交換可能にしているので、蛍光部材の劣化によって発光装置の性能が低下した場合には、実装基板はそのままにして、蛍光部材を未劣化の新しいものに交換することによって、発光装置の性能が回復し商品としての寿命を延ばすことができるものである。

【０１４４】また請求項２の発明は、発光素子を載置した実装基板に、表面又は内部に蛍光部材を含んで形成される光学部材を着脱自在に装着しているので、蛍光部材の劣化によって発光装置の性能が低下した場合には、光学部材を新しいものに取り替えるだけでよく、これによって商品としての寿命を延ばすことができるものである。

【０１４５】また請求項３の発明は、フェースダウン実装によって実装基板に発光素子を載置すると共に、発光素子に光学部材を対向配置させているので、フェースアップ実装に比べて、導電性ワイヤーが不必要となり、発光素子に接しない範囲で、蛍光体や蛍光体を含む樹脂等の蛍光部材を、より発光素子に近付けることが可能となる。従って、より正確で効果的な配光制御が可能となるものである。しかも、導電性ワイヤーにより発光の一部が遮られることによる光量ロスも起こらなくなり、蛍光部材への光の入射量が増加し、発光効率が良好になるものである。

【０１４６】また請求項４の発明は、光学部材内において蛍光部材を発光素子に最も近い位置に配置しているので、蛍光部材への光の入射量が増加し、発光効率が良好になるものである。

【０１４７】また請求項５の発明は、光学部材の形状が凸レンズ形状であるので、蛍光部材から出てくる光を所望の方向へ配光制御することができるものである。

【０１４８】また請求項６の発明は、蛍光部材によって波長が変換された光のうち、光学部材の光取出し面に向かう方向と異なる方向に放射された光を、光取出し面に向かう方向に全反射させる形状となるように光学部材を形成しているので、蛍光部材より横方向へ出てくる光を有効に外部に取り出すことができ、発光効率が良好になるものである。

【０１４９】また請求項７の発明は、光学部材の発光素子側の面に反射部を設けると共に、発光素子からの光を取り入れるための開口部を反射部に設けているので、発光素子からの光を全て反射部で全反射させることができ、それによって所定の方向へ配光制御することができるものである。また、反射部で全反射されることにより、実装基板側へ抜け出る光がなくなり、発光効率がさらに向上するものである。また反射部は、光学部材と実装基板との間に設けてあるので、容易に触れられず、劣化や汚れを少なくすることができるものである。さらに光学部材であれば容易に反射部を設けることができるものである。

【０１５０】また請求項８の発明は、光学部材が光学部材よりも低い屈折率を有する低屈折部材を備えると共に、蛍光部材を通過した光又は蛍光部材により波長が変換された光が低屈折部材を介して光学部材へ入射されるように低屈折部材を配置しているので、蛍光部材と光学部材との間に低屈折部材による界面ができ、光学部材の光取出し面のレンズ形状をより緩やかにすることができるものである。

【０１５１】また請求項９の発明は、発光素子からの光が蛍光部材中を略等しい光路長にて通過するように蛍光部材を形成しているので、色の角度特性を抑えることができ、光取出し面における色むらを低減することができるものである。

【０１５２】また請求項１０の発明は、蛍光部材の光取出し面と蛍光部材の発光素子側の面のうち少なくとも一方を曲面に形成しているので、色の角度特性を抑えることができ、光取出し面における色むらを低減することができるものである。

【０１５３】また請求項１１の発明は、発光素子を略包囲するように蛍光部材を配置しているので、発光素子からの光利用効率を向上させることができるものである。

【０１５４】また請求項１２の発明は、実装基板に凹設された凹部の底面に発光素子を載置すると共に、蛍光部材の発光素子側の面を凹部の開口面と略等しい大きさに

形成しているので、蛍光部材での発光径のぼやけがなくなり、配光制御性が良好となるものである。

【０１５５】また請求項１３の発明は、凹部の内周面を略放物面形状に形成すると共に、発光素子から放射された光を上記内周面で反射させることによって蛍光部材へ入射可能にしているので、蛍光部材の発光輝度分布を平均化することができ、光取出し面における色むらを抑えることができるものである。

【０１５６】また請求項１４の発明は、凹部の内周面を略楕円面形状に形成すると共に、発光素子から放射された光を上記内周面で反射させることによって蛍光部材へ入射可能にしているので、蛍光部材の発光輝度分布の中心輝度が高くなり、狭角配光性能を実現することができるものである。

【０１５７】また請求項１５の発明は、光学部材と実装基板との間に放熱のための間隙部を設けているので、発光素子の放熱を促進することができ、発光装置の寿命を長く延ばすことができるものである。

【０１５８】また請求項１６の発明は、透光性樹脂によって発光素子を封止すると共に、封止した透光性樹脂の光取出し面側の面を曲面形状に形成しているので、発光素子からの光の利用効率を向上させることができるものである。

【０１５９】また請求項１７の発明は、発光素子の発光に対する蛍光部材表面の光反射率を低下させ、かつ蛍光部材中への入射量を増加させる反射防止膜を、蛍光部材と発光素子との間に介在させているので、蛍光部材への光の入射量が増加して効率が良くなるものである。

【０１６０】また請求項１８の発明は、発光素子又は蛍光部材からの光を散乱させる光拡散材を、蛍光部材と光学部材との間に介在させているので、色の角度特性が抑えられ、光取出し面の色むらを低減することができるものである。

【０１６１】また請求項１９の発明は、無機透明材料を用いて光学部材を形成しているので、光学部材の耐候性を良好にすることができると共に、熱膨張を少なくすることができるものである。

【０１６２】また請求項２０の発明は、実装基板に載置された発光素子を覆うように、蛍光部材を含む透明物質を用いて形成された半球状のドームを実装基板に着脱自在に装着しているので、蛍光部材の劣化によって発光装置の性能が低下した場合には、ドームを新しいものに取り替えるだけでよく、これによって商品としての寿命を延ばすことができるものである。その上、本発明においては、蛍光部材を含むドームを半球状に形成しているため、発光素子からドームに至るまでの距離が、いずれの方角についても略等しくなり、色むらが生じることがなくなるものである。

【０１６３】また請求項２１の発明は、実装基板に形成した凹部に発光素子を載置すると共に、この凹部に蛍光部材を充填し、透明材料を用いて形成された着脱自在な蓋でこの凹部を密閉しているので、蛍光部材の劣化によって発光装置の性能が低下した場合には、一旦蓋を取り外し、劣化した蛍光部材を未劣化のものに交換した後、再度蓋を装着すればよく、これによって商品としての寿命を延ばすことができるものである。その上、本発明においては、発光素子が隠れる程度に蛍光部材を凹部に充填すればよいので、使用する蛍光部材の量が少なくて済むと共に、この少量の蛍光部材のみを交換すればよいので、製造・交換コストを低減することができるものであり、また、実装基板の表面に載置する部品や、実装基板の表面から突出する部品を必要としないので、発光装置をより薄型にすることができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施の形態の一例を示す断面図である。

【図２】本発明の実施の形態の他例を示す断面図である。

【図３】本発明の実施の形態のさらに他例を示す断面図である。

【図４】本発明の実施の形態のさらに他例を示す断面図である。

【図５】本発明の実施の形態のさらに他例を示す断面図である。

【図６】本発明の実施の形態のさらに他例を示す断面図である。

【図７】本発明の実施の形態のさらに他例を示すものであり、（ａ）は断面図、（ｂ）は（ａ）において点線で囲んだ箇所を拡大した断面図である。

【図８】本発明の実施の形態のさらに他例を示すものであり、（ａ）は断面図、（ｂ）は（ａ）において点線で囲んだ箇所を拡大した断面図である。

【図９】本発明の実施の形態のさらに他例を示すものであり、（ａ）は断面図、（ｂ）は（ａ）において点線で囲んだ箇所を拡大した断面図である。

【図１０】本発明の実施の形態のさらに他例を示すものであり、（ａ）は断面図、（ｂ）は（ａ）において点線で囲んだ箇所を拡大した断面図である。

【図１１】本発明の実施の形態のさらに他例を示す拡大断面図である。

【図１２】本発明の実施の形態のさらに他例を示す拡大断面図である。

【図１３】本発明の実施の形態のさらに他例を示す断面図である。

【図１４】本発明の実施の形態のさらに他例を示す断面図である。

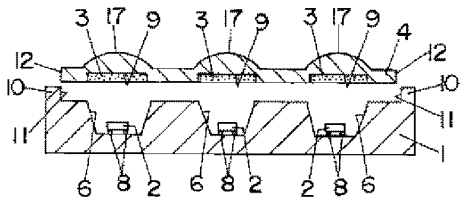
【図１５】本発明の実施の形態のさらに他例を示す断面図である。

【図１６】本発明の実施の形態のさらに他例を示す断面図である。

【図１７】本発明の実施の形態のさらに他例を示すものであり、（ａ）及び（ｂ）は断面図である。
【図１８】本発明の実施の形態のさらに他例を示す断面図である。
【図１９】本発明の実施例１を示す断面図である。
【図２０】本発明の実施例２を示す断面図である。
【図２１】本発明の実施例３を示す断面図である。
【図２２】本発明の実施例４を示す断面図である。
【図２３】本発明の実施例５を示す断面図である。
【図２４】本発明の実施例６を示す断面図である。
【図２５】本発明の実施例７を示す断面図である。
【図２６】本発明の実施例８を示す断面図である。
【図２７】本発明の実施例９を示す断面図である。
【図２８】本発明の実施例１０を示す断面図である。
【図２９】本発明の実施例１１を示すものであり、（ａ）は断面図、（ｂ）は（ａ）において点線で囲んだ箇所を拡大した断面図である。
【図３０】本発明の実施例１２を示すものであり、（ａ）は断面図、（ｂ）は（ａ）において点線で囲んだ箇所を拡大した断面図である。
【図３１】本発明の実施例１３を示すものであり、（ａ）は断面図、（ｂ）は（ａ）において点線で囲んだ箇所を拡大した断面図である。
【図３２】本発明の実施例１４を示すものであり、（ａ）は断面図、（ｂ）は（ａ）において点線で囲んだ箇所を拡大した断面図である。
【図３３】本発明の実施例１５を示す断面図である。
【図３４】本発明の実施例１６を示すものであり、（ａ）は実装基板の断面図、（ｂ）は実装基板の平面図＊＊である。
【図３５】本発明の実施例１７を示す断面図である。
【図３６】本発明の実施例１８を示す断面図である。
【図３７】本発明の実施例１９を示す断面図である。
【図３８】本発明の実施例２０を示す断面図である。
【図３９】本発明の実施例２１を示す断面図である。
【図４０】本発明の実施例２２を示す断面図である。
【図４１】本発明の実施例２２の他例を示す断面図である。
【図４２】本発明の実施例２３を示す断面図である。
【図４３】従来例を示すものであり、（ａ）はキャップ被着後の発光ダイオードの断面図、（ｂ）はキャップ被着前の発光ダイオードの断面図である。

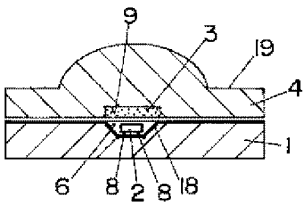
【符号の説明】
１　実装基板
２　発光素子
３　蛍光部材
４　光学部材
５　ドーム
６　凹部
７　蓋
１９　光取出し面
２３　反射部
２４　開口部
２５　低屈折部材
２６　間隙部
２７　透光性樹脂
２８　反射防止膜
２９　光拡散材

【図１】

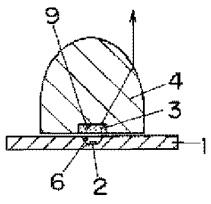


1…実装基板
2…発光素子
3…蛍光部材
4…光学部材
6…凹部

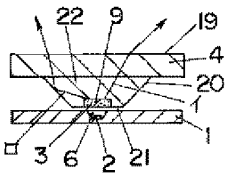
【図２】



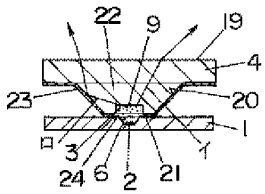
【図３】



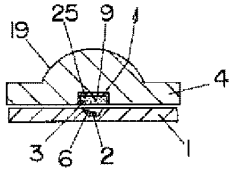
【図４】



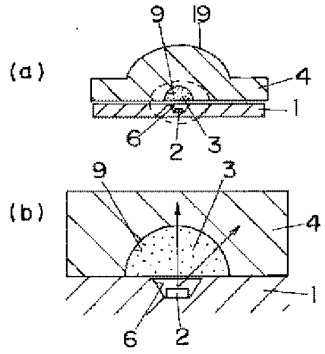
【図５】



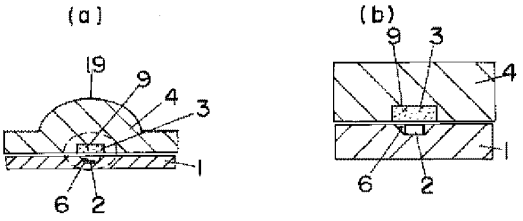
【図６】



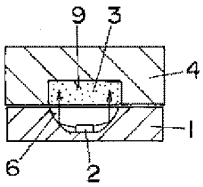
【図７】



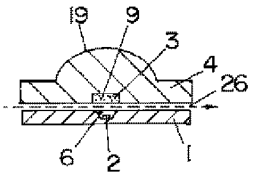
【図１０】



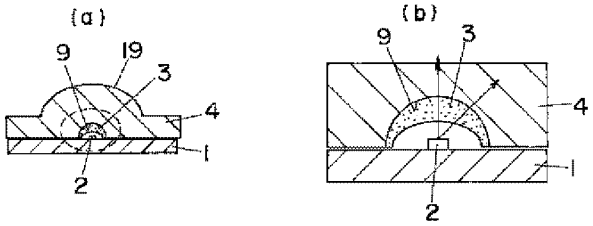
【図１１】



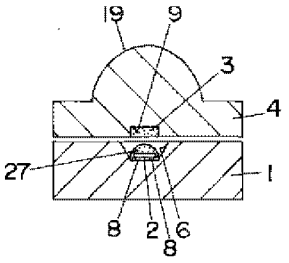
【図１３】



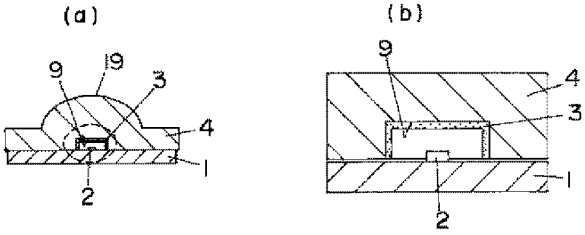
【図８】



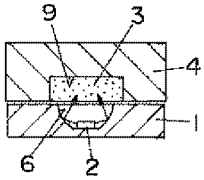
【図１４】



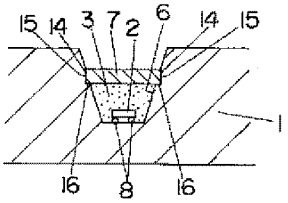
【図９】



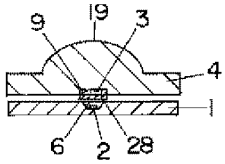
【図１２】



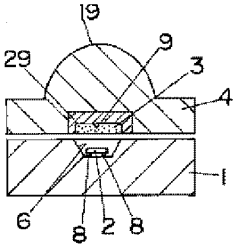
【図１８】



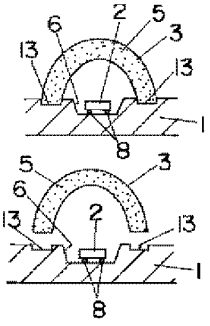
【図１５】



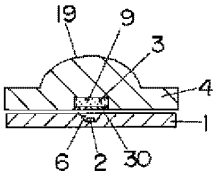
【図１６】



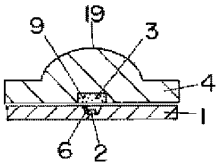
【図１７】



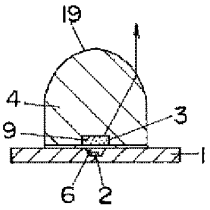
【図１９】



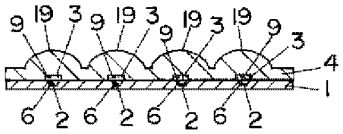
【図２０】



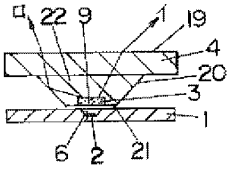
【図２１】



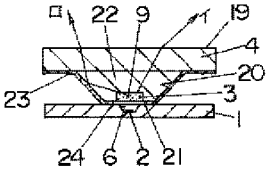
【図２２】



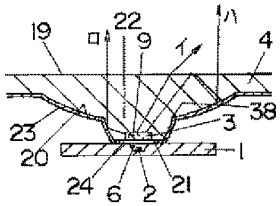
【図２３】



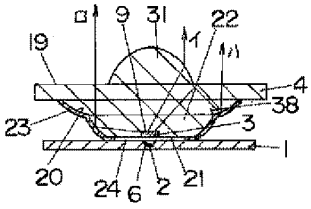
【図２４】



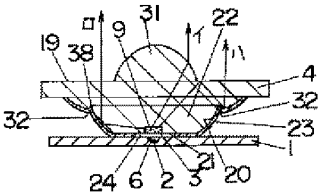
【図２５】



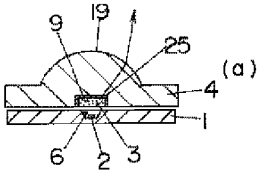
【図２６】



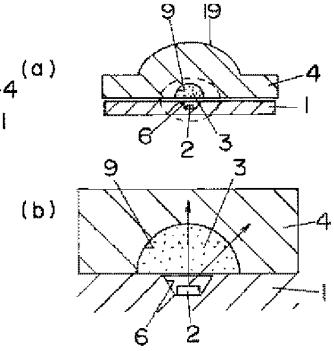
【図２７】



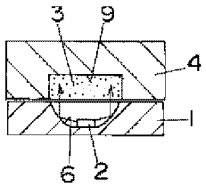
【図２８】



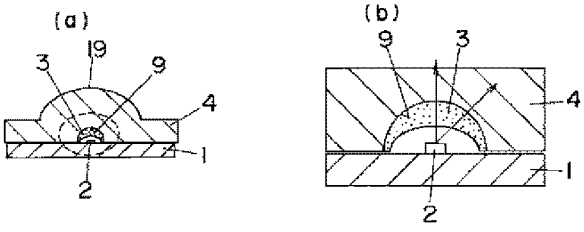
【図２９】



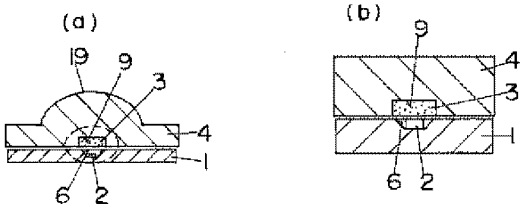
【図３３】



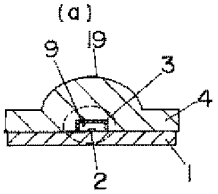
【図３０】



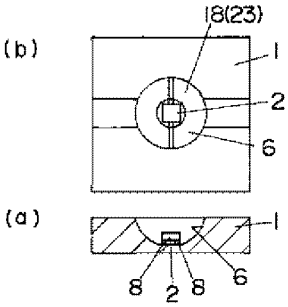
【図３２】



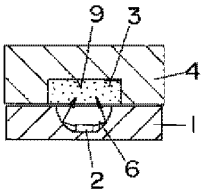
【図３１】



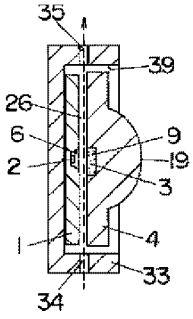
【図３４】



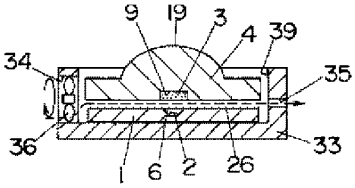
【図３５】



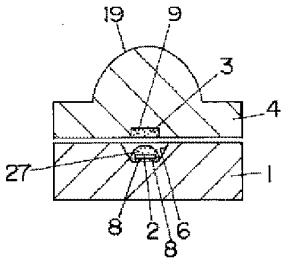
【図３６】



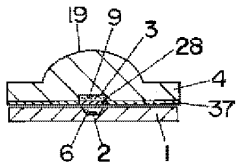
【図３７】



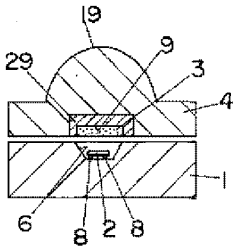
【図３８】



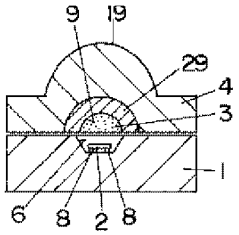
【図３９】



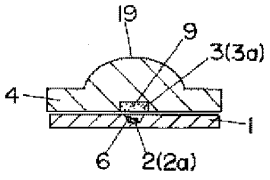
【図４０】



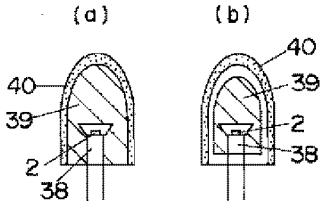
【図４１】



【図４２】



【図４３】



フロントページの続き

(72)発明者　村上　忠史
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
(72)発明者　杉本　勝
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
(72)発明者　塩濱　英二
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
(72)発明者　木村　秀吉
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
(72)発明者　橋本　拓磨
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
(72)発明者　西岡　浩二
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

Ｆターム(参考)　5F041 AA11 AA44 DA03 DA04 DA12
DA13 DA19 DA20 DA34 DA35
DA36 DA74 DA75 DA77 DA78
EE21 FF01 FF11

LEAD FRAME AND MANUFACTURING METHOD THEREOF, AND CHIP TYPE LED EMPLOYING THE LEAD FRAME

Publication number: JP2003303936 (A)

Publication date: 2003-10-24

Inventor(s): NIWA IKUO; SHIMAMURA KOJI; MIZUKAMI MINORU +

Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD +

Classification:

- international: ***H01L33/00; H01L23/50;*** **H01L33/00; H01L23/48;** (IPC1-7): H01L23/50; H01L33/00

- European:

Application number: JP20020110187 20020412

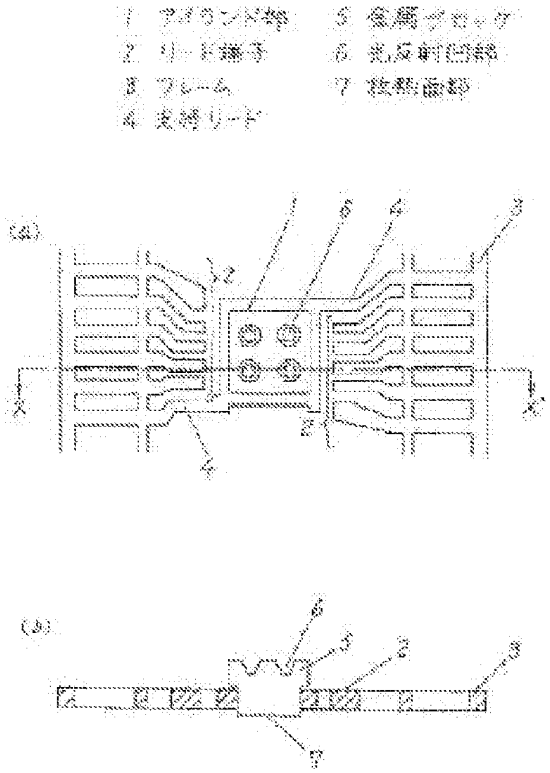
Priority number(s): JP20020110187 20020412

Also published as:

JP3770192 (B2)

Abstract of **JP 2003303936 (A)**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a lead frame and the manufacturing method thereof as well as a chip-type LED employing the lead frame, efficiently radiating heat generated from a semiconductor element and which will not cause degradation of characteristics, such as the change in the oscillating wavelength through self heat generation, the deterioration of a luminous efficiency or the like, while capable of being miniaturized and mounted on a surface. ; SOLUTION: The radiating surface of a heat sink is formed so as to be penetrated through an island part and exposed to the outside to improve the radiating efficiency of a semiconductor device. ; COPYRIGHT: (C)2004,JPO



Data supplied from the ***espacenet*** database — Worldwide

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報（Ａ）**　(11)特許出願公開番号
特開2003－303936
（P2003－303936A）
(43)公開日　平成15年10月24日(2003.10.24)

(51)Int.Cl.[7]	識別記号	ＦＩ		テーマコード（参考）
Ｈ０１Ｌ　23/50		Ｈ０１Ｌ　23/50	Ｆ	５Ｆ０４１
33/00		33/00	Ｎ	５Ｆ０６７

審査請求　未請求　請求項の数８　ＯＬ　（全 ６ 頁）

(21)出願番号　特願2002－110187(P2002－110187)

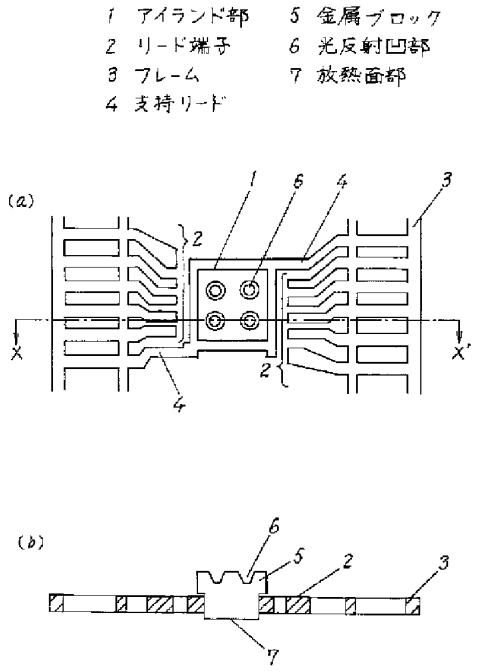
(22)出願日　平成14年４月12日(2002.4.12)

(71)出願人　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(72)発明者　丹羽　郁夫
大阪府門真市大字門真1006番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　嶋村　孝治
大阪府門真市大字門真1006番地　松下電器産業株式会社内
(74)代理人　100097445
弁理士　岩橋　文雄　（外２名）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　リードフレームとその製造方法ならびにそれを用いたチップ型ＬＥＤ

(57)【要約】
【課題】　半導体素子から発生する熱を効率良く放熱し、自己発熱により発振波長の変化、発光効率の低下などの特性劣化を引き起こすことがない小型化、表面実装化も可能なリードフレームとその製造方法ならびにそれを用いたチップ型ＬＥＤを提供すること。
【解決手段】　ヒートシンクの放熱面をアイランド部を貫通し、外部に露出するよう形成し、半導体装置の放熱効率を向上する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項１】　ダイパッド部、リード端子、フレーム、前記ダイパッド部を前記フレームに支持する支持リードからなるリードフレームにおいて、前記ダイパッド部に貫通孔を設けたアイランド部が形成されたことを特徴とするリードフレーム。

【請求項２】　光反射凹部と放熱面部が形成された金属ブロックが、前記アイランド部に装着されたことを特徴とする請求項１記載のリードフレーム。

【請求項３】　前記光反射凹部に光反射効率の高い被膜が形成され、前記アイランド部と前記リード端子に導電性被膜が形成されたことを特徴とする請求項２記載のリードフレーム。

【請求項４】　金属条材にフレーム、ダイパッド部、支持リード、リード端子を形成する工程と、前記ダイパッド部に貫通孔を設けたアイランド部を形成する工程と、前記ダイパッド部の貫通孔内に金属ブロックを挿入する工程と、前記支持リードと前記金属ブロックに導電性接着剤を用いて接着する工程とを有したことを特徴とするリードフレームの製造方法。

【請求項５】　金属条材にフレーム、アイランド部、支持リード、リード端子を形成する工程と、前記アイランド部の貫通孔内に金属ブロックを挿入する工程と、前記支持リードと前記金属ブロックに導電性接着剤を用いて接着する工程とを有したことを特徴とするリードフレームの製造方法。

【請求項６】　前記金属ブロックに光反射凹部と放熱面部を有したことを特徴とする請求項４、請求項５記載のリードフレームの製造方法。

【請求項７】　貫通孔が形成されたアイランド部とリード端子を備え、前記アイランド部に光反射凹部と放熱面部が形成された金属ブロックが挿着され、前記金属ブロックの光反射凹部にＬＥＤ素子が搭載され、前記半導体素子と前記リード端子の内方部が導電性ワイヤなどで接続され、前記アイランド部、前記金属ブロック、前記ＬＥＤ素子、前記リード端子内方部が透光性樹脂で一体形成され、前記光反射凹部側の透光性樹脂がレンズ形状に形成されたことを特徴とするチップ型ＬＥＤ。

【請求項８】　前記金属ブロックの放熱面部が前記透光性樹脂より、露出されたことを特徴とする請求項７記載のチップ型ＬＥＤ。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明はリードフレームとそれを用いたチップ型ＬＥＤに関し、特に放熱性に優れる高密度、高効率で表面実装化も可能なパッケージと、リードフレーム及びその製造方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】従来から、発光ダイオード（以下、ＬＥＤと呼ぶ）は、砲弾型や表面実装型など様々な形態にパッケージングされ、テレビやエアコンなどリモート・コントロール用の送信部や、ＬＣＤディスプレイやプロジェクションディスプレイなどの光源、あるいは一般照明機器の補助照明に用いられるなど、広範囲な分野に利用されている。

2

【０００３】図４は従来のチップ型ＬＥＤの断面図であり、１０１はＬＥＤチップ、１０２はＬＥＤチップ１０１を載置するダイパッド部、１０３はリード電極、１０４はＬＥＤチップとリード電極１０３とを導通する導電性ワイヤ、１０５ａ、１０５ｂはダイパッド部１０２とリード電極１０３から、それぞれ外側に延出する様に設けたリード端子、１０６は支持体となる凹部が形成された支持基板、１０７はＬＥＤチップを保護する透光封止樹脂である。

【０００４】詳細の構成を以下に説明する。支持基板１０６に形成されたダイパッド部１０２に、ＧａＰ、ＩｎＧａＡｌＰなどの半導体発光層からなるＬＥＤチップ１０１が導電性接着剤（図示せず）を介して載置され、ＬＥＤチップ１０１はＡｕなどからなる導電性ワイヤ１０４でリード電極１０３と導通されている。支持基板１０６の凹部に透光性と絶縁性を有したエポキシ樹脂やシリコン樹脂などからなる透光封止樹脂１０７が注入されＬＥＤチップ１０１を保護し、チップ型ＬＥＤが形成されている。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の構成では、ＬＥＤチップ１０１は、支持基板１０６と透光封止樹脂１０７で被覆されており放熱効率が低い。そのため、ＬＥＤチップ１０１の温度が上昇し、発光効率が低下するという問題がある。なお、発光効率とは入力エネルギーの可視光への変換などを光度測定から導き出されるＬＥＤの性能評価の一つである。

【０００６】本発明は上記問題を解決するためのものであり、ＬＥＤチップ１０１から発生する熱を効率良く放熱することで、高輝度、高出力特性を有し、かつ小型化、薄型化を実現でき、表面実装化も可能な放熱性に優れた高密度、高効率のチップ型ＬＥＤを提供することを目的とする。

【０００７】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明のリードフレームは、ダイパッド部、リード端子、フレーム、前記ダイパッド部を前記フレームに支持する支持リードからなり、前記ダイパッド部に貫通孔を設けたアイランド部が形成されたものであり、その貫通孔に光反射凹部と放熱面部が形成された銅などの熱伝導性の良い材料で形成された金属ブロックが、前記アイランド部に装着されたものである。これによれば、ＬＥＤ素子のダイパッドと放熱面部とが一体化している為、ＬＥＤ素子の発熱を迅速に吸収し、放熱面部から吸収した熱を効率よく放熱するものであり、リード端子温度上

昇による、電気伝導性の低下を防ぐ。

【０００８】次に本発明のリードフレームの製造方法は、金属条材にフレーム、アイランド部、支持リード、リード端子を形成する工程と、アイランド部に貫通孔を形成する工程と、アイランド部の貫通孔内に光反射凹部と放熱面部を有した金属ブロックを挿入する工程と、支持リードと金属ブロックに導電性接着剤を用いて接着する工程とを有したものである。これによれば、ＬＥＤ素子のダイパッドと放熱面とが一体化している為、ＬＥＤ素子の発熱を迅速に吸収し、放熱面部から吸収した熱を効率よく放熱するリードフレームを製造することが可能となる。

【０００９】次に本発明のチップ型ＬＥＤは、貫通孔が形成されたアイランド部とリード端子を備え、アイランド部に光反射凹部と放熱面部が形成された銅などの熱伝導性の良い材料で形成された金属ブロックが装着され、金属ブロックの光反射凹部にＬＥＤ素子が搭載され、半導体素子とリード端子の内方部が導通接続され、アイランド部、金属ブロック、ＬＥＤ素子、リード端子内方部が透光性樹脂で一体形成され、光反射凹部側の面の透光性樹脂がレンズ形状に形成されたものであり、さらに金属ブロックの放熱面部がパッケージ基体裏面の透光性樹脂より露出されたものである。これによれば、ＬＥＤ素子のダイパッドと放熱面部が一体化している為、ＬＥＤ素子の発熱をダイパッドである金属ブロックが迅速に吸収し、放熱面部から吸収した熱を効率よく放熱する。さらに、放熱面部が透光性樹脂より露出しているので、取り付け側に金属基板の使用やヒートシンクを装着すれば、より放熱性に優れた、高効率、高密度で表面実装化、薄型化が可能なチップ型ＬＥＤを実現できる。

【００１０】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態について図面を参照しながら説明する。図１（ａ）は本発明に係るリードフレームを示した上面図、図１（ｂ）は図１（ａ）のＸ－Ｘ′線に沿った断面図である。１はダイパッドに貫通孔が設けられたアイランド部、２はリード端子、３はアイランド部１とリード端子２を支持するフレーム、４はアイランド部１とフレーム３を接続している支持リード、５は熱伝導に優れた、例えばＣｕ材からなる金属ブロック、６は金属ブロック５に形成されたＬＥＤ素子を搭載する光反射凹部、７は金属ブロック６に形成された放熱面部である。

【００１１】図１（ｂ）に示したように、リードフレームのアイランド部１には、金属ブロック５の放熱面部７がアイランド部１の貫通孔から露出する様に設けられている。これはＬＥＤ素子の動作時に発生する熱をリードフレームや封止樹脂を出来る限り介さずに外部に放熱出来るものである。また、金属ブロック５の光反射凹部には光反射効率の高い被膜として、例えばＡｇめっきが施され、アイランド部１ならびにリード端子には導電性被膜として、例えばＡｕめっきが施されている。

【００１２】次に、図２を用いてリードフレームの製造工程を説明する。電気伝導性、熱伝導性などの特性が良好で、プレス加工が容易な帯条材に順送金型等を用いてアイランド部１、リード端子２、フレーム３、支持リード４をプレス加工によって形成する（図２（ａ））。次に、アイランド部１に貫通孔を形成する（図２（ｂ））。これにより、金属ブロック５の放熱面部７をアイランド部１の貫通孔から露出するものである。次に、貫通孔が形成されたアイランド部１に導電性接着剤（図示せず）を塗布し、金属ブロック５をダイスボンダー等により挿入し接着剤を硬化する（図２（ｃ））。これにより、金属ブロック５の放熱面部７をアイランド部１の貫通孔から露出したリードフレームとなる。これはＬＥＤ素子の動作時に発生する熱をリードフレームや封止樹脂を出来る限り介さずに外部に放熱出来るものである。続いて金属ブロック５に形成されている光反射凹部６にダイスボンダーでＬＥＤチップを搭載し、ボンディングワイヤを張る等、従来品と同様の工程で製造することが出来る（図示せず）。また、金属ブロック５の光反射凹部には光反射効率の高い被膜として、例えばＡｇめっきが施され、アイランド部１ならびにリード端子には導電性被膜として、例えばＡｕめっきが施されている。

【００１３】次に、前記リードフレームを用いたチップ型ＬＥＤの斜視図である図３（ａ）と、図３（ａ）のＹ－Ｙ′線に沿った断面図である図３（ｂ）を用いて説明する。８はＬＥＤ素子、９はＬＥＤ素子とリード端子２を導通接続するワイヤ、１０はＬＥＤチップ８の前面には光学レンズを形成し、リード端子２の内方部を一体成形してパッケージングし、アイランド部１及びリード端子２の下方にはパッケージ基体を形成している透光封止樹脂である。

【００１４】詳細な構成を以下に説明する。リードフレームにはアイランド部１及び多数のリード端子２を配置している。アイランド部１には多数の光反射凹部を形成した金属ブロック５を挿通する貫通孔が形成されている。金属ブロック５はアイランド部１の貫通孔に挿通され、段付部分またはブロック自体を支持する機構を有する部分で固定され、Ａｇろう（図示せず）で接着されている。金属ブロック５の各光反射凹部にはＬＥＤ素子８を搭載し、リード端子２の内方部とそれぞれワイヤ９により導通接続されている。そしてアイランド部１、金属ブロック５、ＬＥＤ素子８、ワイヤ９、リード端子２の内方部を透光封止樹脂１０により一体成形してパッケージングしている。透光封止樹脂１０は、ＬＥＤ素子８の前面には光学レンズとなる様に形成している。アイランド部１の貫通孔に挿通された金属ブロック５の放熱面部７を透光封止樹脂パッケージ基体裏面に露出する。これによれば、ＬＥＤ素子８の発熱を迅速に吸収し、放熱面部７から吸収した熱を効率よく放熱する。金属ブロック

５は熱伝導率の高い、例えば銅で形成することにより放熱性を向上することができる。

【００１５】（表１）にＬＥＤ素子４個実装状態での発光効率を確認したデータを示す。従来の砲弾型ＬＥＤでは発光３分で発光効率が７９％まで低下する。本願発明のチップ型ＬＥＤ単体では発光３分経過後に９１％まで＊低下するが、裏面放熱面部にヒートシンクを接着すると、３分経過以後は９１％以下の発光効率低下は確認されない。

【００１６】

【表１】

発光時間	３０秒	６０秒	１２０秒	１８０秒	２４０秒	３００秒
砲弾型ＬＥＤ	９０％	８５％	８２％	７９％	７９％	７９％
本願発明	９４％	９３％	９２％	９１％	９１％	９１％

【００１７】透光封止樹脂１０は、ＬＥＤ素子８の前面には光学レンズとなる様に形成している。各ＬＥＤ素子８からの出力光は光学レンズを通過して合成出力光として外部に出射されるため、高出力の出射光を指向性よく出射することができる。パッケージ基体の側面からはリード端子２の外方部が突出し、適宜フォーミングすることで表面実装化できる。

【００１８】アイランド部１及びリード端子２には、例えば厚さ０．２５mm程度の鉄、銅またはこれらの合金などの金属材料を用いている。４個実装でのＬＥＤパッケージの外形寸法は、縦８．０mm、横４．８mm、高さ２．０mmと小型化を実現している。

【００１９】本実施の形態では、一般補助照明用のＬＥＤ装置を用いた例を挙げて説明したが、表示用やリモートコントロール用など他の用途のＬＥＤ装置などにも用いることができる。ＬＥＤチップについても、可視光ＬＥＤチップに限らず赤外線ＬＥＤチップなどを用いてもよい。

【００２０】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、高輝度、高出力特性を有し、かつ小型化、薄型化を実現でき、表面実装化も可能な放熱性に優れた高密度、高効率のチップ型ＬＥＤを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】（ａ）は本発明の一実施形態によるリードフレームの上面図

（ｂ）は（ａ）のＸ－Ｘ′線に沿った断面図

【図２】本発明の一実施形態によるリードフレームの製造工程断面図

【図３】（ａ）は本発明の一実施形態によるチップ型ＬＥＤの斜視図

（ｂ）は（ａ）のＹ－Ｙ′線に沿った断面図

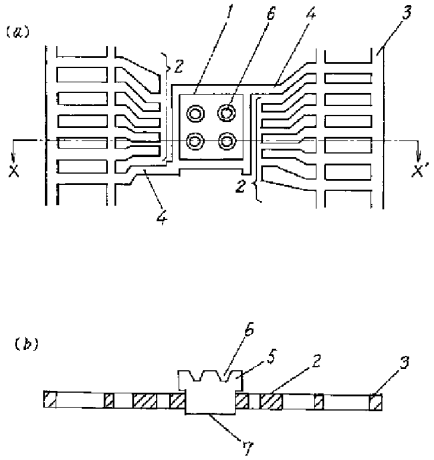
【図４】従来のチップ型ＬＥＤの断面図

【符号の説明】

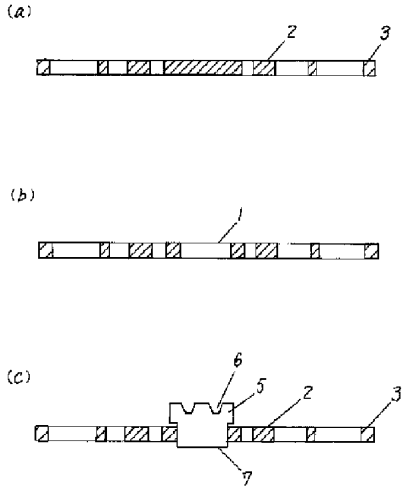
１　アイランド部
２　リード端子
３　フレーム
４　支持リード
５　金属ブロック
６　光反射凹部
７　放熱面部
８　ＬＥＤ素子
９　ワイヤ
１０　透光封止樹脂
１０１　ＬＥＤ素子
１０２　ダイパッド部
１０３　リード電極
１０４　導電性ワイヤ
１０５ａ　リード端子
１０５ｂ　リード端子
１０６　支持基板
１０７　透光封止樹脂

【図１】

1　アイランド部
2　リード端子
3　フレーム
4　支持リード
5　金属ブロック
6　光反射凹部
7　放熱面部

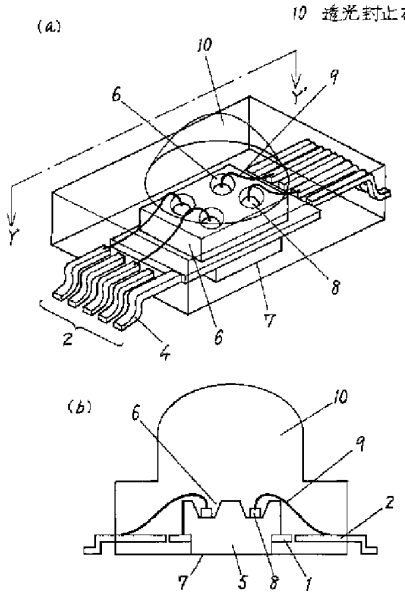


【図２】



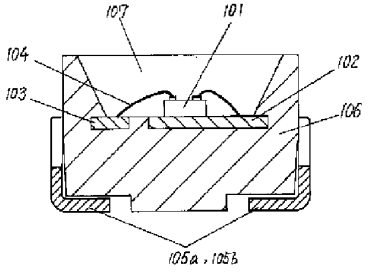
【図３】

8　LED素子
9　ワイヤ
10　透光封止樹脂



【図４】

101　LED素子
102　ダイパッド部
103　リード電極
104　導電性ワイヤ
105a,105b　リード端子
106　支持基板
107　透光封止樹脂



フロントページの続き

(72)発明者　水上　実
大阪府門真市大字門真1006番地　松下電器
産業株式会社内

Ｆターム(参考)　5F041 AA33 DA07 DA13 DA16 DA19
DA25 DA33 DA36 DA43 DA57
5F067 AA03 AB02 BD02 CA03 DA05
DC17

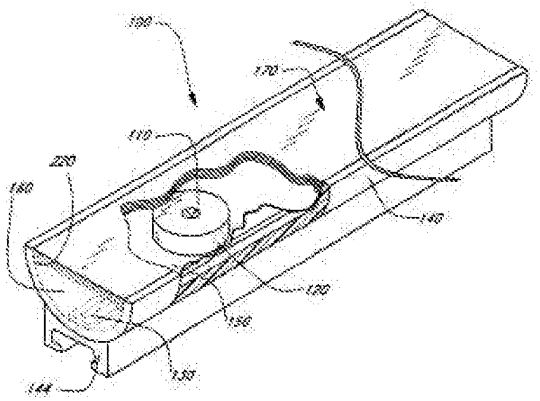
LIGHTING APPARATUS

Publication number: JP2003505835 (T)
Publication date: 2003-02-12
Inventor(s):
Applicant(s):
Classification:
- international: ***F21S8/04; F21S4/00; F21V3/02; F21V5/02; F21V5/04; F21V7/00; F21V7/04; F21V13/12; F21V21/08; F21V23/06;*** *F21V7/22; F21Y101/02;* **F21S8/04; F21S4/00; F21V3/00; F21V5/00; F21V7/00; F21V13/00; F21V21/08; F21V23/00;** (IPC1-7): F21S8/04; F21V3/02; F21V5/02; F21V5/04; F21V7/04; F21V13/12; F21Y101/02
- European: G02B5/02; F21S4/00A; F21V5/02; F21V7/00T; F21V21/08; F21V23/06; G02B6/00L6I4R; G02B6/00L6I4S4
Application number: JP20010512222T 20000629
Priority number(s): US19990144920P 19990721; WO2000US18002 20000629

Also published as:
JP4015421 (B2)
WO0107828 (A1)
EP1200772 (A1)
EP1200772 (B1)
DE60037427 (T2)
more >>

Abstract not available for JP 2003505835 (T)
Abstract of corresponding document: **WO 0107828 (A1)**

An illumination apparatus (100) provides an output with high spatial uniformity of luminance. The illumination apparatus includes a cavity that has reflective surfaces (150, 160) and an output area. At least one light source is disposed in the cavity, with the light source including a point source (such as an LED (174)) and an optical diverter (110) having a flared (e.g., cuspated) reflecting surface. Light from the point source is distributed by the optical diverter towards the reflective surfaces within the cavity. Before exiting the device, light passes through an optical conditioning element that is positioned over the output area of the cavity. The optical conditioning element includes at least a diffuser (180), such as a translucent film or plastic sheet (190, 194), and preferably also includes one or more prism sheets such as a brightness-enhancing film.



Data supplied from the ***espacenet*** database — Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4015421号
(P4015421)

(45)発行日　平成19年11月28日(2007.11.28)　(24)登録日　平成19年9月21日(2007.9.21)

(51)Int.Cl.		F I		
F21S 8/04	(2006.01)	F21S	1/02	G
F21V 3/02	(2006.01)	F21V	3/02	400
F21V 5/02	(2006.01)	F21V	5/02	
F21V 5/04	(2006.01)	F21V	5/04	
F21V 7/04	(2006.01)	F21V	7/04	

請求項の数 23　(全 15 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号	特願2001-512222 (P2001-512222)
(86)(22)出願日	平成12年6月29日 (2000.6.29)
(65)公表番号	特表2003-505835 (P2003-505835A)
(43)公表日	平成15年2月12日 (2003.2.12)
(86)国際出願番号	PCT/US2000/018002
(87)国際公開番号	WO2001/007828
(87)国際公開日	平成13年2月1日 (2001.2.1)
審査請求日	平成16年12月10日 (2004.12.10)
(31)優先権主張番号	60/144,920
(32)優先日	平成11年7月21日 (1999.7.21)
(33)優先権主張国	米国(US)

(73)特許権者　502021671
テレダイン　ライティング　アンド　ディスプレイ　プロダクツ，　インコーポレイテッド
TELEDYNE LIGHTING AND DISPLAY PRODUCTS, INC.
アメリカ合衆国　９００６６　カリフォルニア州　ロサンゼルス　パナマ　ストリート　１２９６４
(74)代理人　100123788
弁理士　宮崎　昭夫
(74)代理人　100088328
弁理士　金田　暢之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】照明装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

反射面および出力エリアを有するキャビティと、

前記キャビティ内に配置され、点光源と、フレア反射面を有する光ダイバータとからなる、少なくとも一つの光源と、

前記出力エリア上に設けられ、少なくともディフューザを有する光調整要素と

を有し、

前記光ダイバータが、光線の第１の部分を前記反射面へ向かって放射し光線の第２の部分を該ダイバータの側面へ向かって放射するように位置決めされた点光源からの光を内部全反射するように構成された屈折率界面により形成された反射面を有する透明材料からなり、前記光ダイバータが、光線の前記第１および第２の両方の部分が前記反射面から反射されるように光線の第２の部分を前記反射面へ向かって屈折させる屈折界面を有している、

照明装置。

【請求項２】

前記フレア反射面が該反射面の頂点部と底部間を延び、前記ダイバータが前記頂点部と前記点光源を通る軸を有し、前記底部が、前記頂点部の上方にあって、かつ前記フレア反射面が前記頂点部から前記底部まで外向きに広がるように前記軸から半径方向外向きに延びている、請求項１記載の照明装置。

【請求項３】

前記フレア反射面が湾曲している、請求項２記載の照明装置。
【請求項４】
前記フレア反射面は先が尖っている、請求項２または３記載の照明装置。
【請求項５】
前記フレア反射面が、前記点光源からの光を前記軸から横方向外向きに内部全反射するように構成された屈折率界面により形成されている、請求項１から３のいずれかに記載の照明装置。
【請求項６】
前記点光源がＬＥＤからなる、請求項１から５のいずれかに記載の照明装置。
【請求項７】
前記点光源がミニチュア白熱フィラメントまたはアークランプからなる、請求項１から５のいずれかに記載の照明装置。
【請求項８】
前記光調整要素がプリズムシートを有する、請求項１から７のいずれかに記載の照明装置。
【請求項９】
前記光調整要素が第２のプリズムシートをさらに有し、各プリズムシートが、他のプリズムシートの繰返し構造に直交する方向の繰返し構造を有する、請求項８記載の照明装置。
【請求項１０】
前記プリズムシートと前記ディフューザが実質的に平行な関係にあり、前記ディフューザが前記プリズムシートよりも前記光源に近い、請求項８記載の照明装置。
【請求項１１】
前記キャビティが前記出力エリアの幅よりも実質的に大きくない幅を有する細長い筐体内にある、請求項１から１０のいずれかに記載の照明装置。
【請求項１２】
前記光調整要素が前記細長い筐体の縦軸に対しておよそ４５°の角度をなす繰返し構造を有する、少なくとも一つのプリズムシートを有する、請求項１１記載の照明装置。
【請求項１３】
前記照明装置が、端部同士が結合された少なくとも二つの細長い前記筐体からなる、請求項１１または１２に記載の照明装置。
【請求項１４】
前記点光源と前記光調整要素が８．９ｃｍ（３-1/2インチ）または未満の間隔で離されている、請求項１から１３のいずれかに記載の照明装置。
【請求項１５】
前記点光源と前記光調整要素が６．４ｃｍ（2-1/2インチ）または未満の間隔で離されている、請求項１記載の照明装置。
【請求項１６】
前記点光源と前記光調整要素が３．８ｃｍ（1-1/2インチ）または未満の間隔で離されている、請求項１から１３のいずれかに記載の照明装置。
【請求項１７】
前記キャビティ反射面が拡散反射性である、請求項１から１６のいずれかに記載の照明装置。
【請求項１８】
前記拡散反射面が少なくとも９０％の反射率を有する、請求項１７記載の照明装置。
【請求項１９】
前記フレア反射面が部分反射かつ部分透過性である、請求項１から１８のいずれかに記載の照明装置。
【請求項２０】
前記少なくとも一つの点光源が、前記シートから８．９ｃｍ（3-1/2インチ）未満の間

隔で置かれて、隣接ピクセルの輝度比が０．９５と１．０５の間となり、非隣接ピクセルの輝度比が０．５と２．０の間となり、その結果前記シートにおける照明が実質的に均一になるように前記反射面を照明する、請求項１から１９のいずれかに記載の照明装置。

【請求項２１】

前記点光源が光線の第３の部分を前記側面へ向かって放射し、前記ダイバータは光線の前記第３の部分を散乱させる散乱面をさらに有する、請求項１記載の照明装置。

【請求項２２】

前記点光源が前記ダイバータの底部に配置され、前記反射面が光線の前記第１および第２の部分を前記ダイバータの底部へ向かって反射する方向に向けられている、請求項２０記載の照明装置。

【請求項２３】

前記光調整要素がディフューザを有し、前記ダイバータが、（ａ）前記点光源から放射された前記光の一つの部分が前記ダイバータから前記キャビティの反射面へ向かって反射され、（ｂ）前記点光源から放射された光の他の部分が前記光調整要素へ向かって前記ダイバータの表面を透過するように前記点光源と前記光調整要素との間に配置され、前記ダイバータが、反射された光の少なくとも相当の部分が前記ダイバータを通過せずに前記光調整要素に達することを可能にする大きさを有し、前記ダイバータと前記キャビティの前記反射面は、前記透過した光の少なくとも相当の部分が反射されずに前記光調整要素に達することができるように配置されている、請求項１から２２のいずれかに記載の照明装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

（技術分野）

本発明は一般的に照明装置の分野に関し、特に、発光ダイオード等のイルミネーション用点光源を利用する低プロフィールとすることができる装置に関する。

【０００２】

（背景技術）

低プロフィール照明装置は装飾ストリップ照明またはディスプレイパネル照明等の多様な応用において有用である。ストリップ照明の一つの一般的な形態はネオン管を利用する。ネオン管には軽量でそれ自体を装飾照明に適合させるという利点がある。さらに、ネオン管からの光出力は比較的拡散性で均一に見える。しかしながら、ネオン管は脆く、高電圧を要し、さらに著しい無線周波数（ＲＦ）干渉を発生し、相当なコストをかけて遮蔽しなければならない場合が多い。蛍光照明も同様に拡散性ではあるが、一般的には短い長さに限定され典型的には魅力のない電気的接続部を含んでいる。

【０００３】

ディスプレイパネル照明はしばしば照明するパネルの後ろに光源を配置して行なわれる。光源がディスプレイパネルから十分離れている限り、光源を収納するディフューザボックスはかなり均一な出力を発生することができる。しかしながら、そのためにこのような装置はかさばってしまう。光源がパネルに近すぎる場合には、照明は均一とはならず、光源は“ホットスポット”として見える。したがって、均一な出力強度を与えるコンパクトな照明装置が必要とされている。

【０００４】

（発明の開示）

本発明の一つ形態によると、照明装置は、反射面および出力エリアを有するキャビティと、キャビティ内に配置された少なくとも一つの光源を有し、光源は点光源およびフレア反射面を有する光ダイバータを含んでいる。本装置は、さらに、出力エリア上の光調整要素を有し、それは少なくともディフューザ、例えば、透明なフィルムまたはプラスチックシートを備えている。好ましい実施例では、フレア表面は湾曲されておりさらに先が尖っていることがある。一実施例では、点光源はＬＥＤ（発光ダイオード）を含んでいる。好ましい実施例では、キャビティ反射面は拡散反射性である。光ダイバータは、光線の第１

の部分を反射面へ向かって放射し光線の第２の部分を該ダイバータの側面へ向かって放射するように位置決めされた点光源からの光を内部全反射するように構成された屈折率界面により形成された反射面を有する透明材料からなり、光ダイバータが、光線の第１および第２の両方の部分が反射面から反射されるように光線の第２の部分を反射面へ向かって屈折させる屈折界面を有している。

【０００５】

少なくとも一つの光源は隣接ピクセルの輝度比が０．９５と１．０５の間となり非隣接ピクセルの輝度比が０．５と２．０の間となるように反射面を照明するシートから８．９ｃｍ（３-1/2インチ）以下の間隔がとられた点光源を含み、それによりシートにおいて照明は実質的に均一に見える。好ましい実施例では、光調整要素はプリズムシートの下に配置されたディフューザシートを含んでいる。一実施例では、光調整要素は第１のプリズムシートから９０°方位の第２のプリズムシートを含んでいる。好ましい実施例では、少なくとも一つの光源は点光源およびそこからの光を拡散反射面に対して反射する尖頭表面を有する内部全反射レンズを含んでいる。

【０００６】

ダイバータの反射面によりその上に入射する光の一つの部分は反射面を通過することができ、しかも入射光のもう一つの部分はキャビティの反射材料上で反射される。反射材料はキャビティ内の光を反射し、それにより出力エリアおよび光調整要素が照明される。好ましい実施例では、ダイバータの反射面はその上に入射する光を散乱させる散乱中心からなっている。

【０００９】

光調整要素はディフューザを含み、ダイバータは（ａ）点光源から放射される光の一つの部分がダイバータからキャビティの反射面へ向かって反射され、（ｂ）点光源から放射される光のもう一つの部分が光調整要素へ向かってダイバータの表面を透過するように点光源と光調整要素との間に配置され、ダイバータは反射光の少なくとも相当の部分がダイバータを通過せずに光調整要素に達することができるサイズとされ、ダイバータおよびキャビティの反射面は透過光の少なくとも相当の部分が反射を行わずに光調整要素に達することができるように配列される。

【００１０】

（発明を実施するための最良の形態）

図１に例示された照明装置１００の一つの好ましい実施例は、各々が図８に示す発光ダイオード（ＬＥＤ）１７４のような点光源を含む、複数の光源および光ダイバータ１１０を含んでいる。ＬＥＤ１７４からの光は光ダイバータ１１０により受光され、それは光の向きを横方向下向きに変える。複数のＬＥＤは印刷回路板１３０により互いに電気的に結合される（ワイヤハーネスが代替構成である）。点光源１７４および光ダイバータ１１０は一般的に半円筒型の拡散反射材料のシート１５０により形成される細長いキャビティ内に搭載される。シート１５０は押出し成形品とすることができる筐体１４０内に搭載され、その長さにわたって延びている。筐体１４０は一般的に細長で光出力エリアの幅よりも実質的に大きくない幅を有する。印刷回路板１３０はシート１５０と筐体１４０の底部との間に配置される。ワイヤ（図示せず）がシート１５０を通過して点光源を回路板に電気的に接続する。装置１００を建物に取付けるために取付けチャネル１４４を筐体１４０の底部上に含むことができる。取付けチャネル１４４は、例えば、筐体１４０に接着されるアクリル樹脂で作ることができ、または押出し工程の一部として筐体１４０と一体的に形成することができる。ダイバータ１１０を出る光は、装置のいずれかの端部において筐体１１０に接続される拡散反射エンドキャップ１６０だけでなく、光ダイバータ１１０と回路板１３０との間に配置された拡散反射シート１５０により反射される。複数の光ダイバータ１１０がキャビティの縦軸に沿って線形に配置される場合には、隣接する光ダイバータ１１０間の最大間隔は、好ましくは、装置１００の幅のおよそ二倍である。さらに、光ダイバータ１１０は好ましくは少なくとも１．３ｃｍ（０．５インチ）分離される。

【００１１】

拡散反射シート１５０および拡散反射エンドキャップ１６０の表面は、好ましくは、マットホワイト（つや消し白）であり拡散反射率は９０％を越え、好ましくは、９６％以上である。そのために、シート１５０およびキャップ１６０はDRP™ Backlight Reflector（W.L Gore & Associates），白ペンキ、または Labsphere Corporationの Spectraflect ペイント等のより魅惑的な材料でコーティングすることができる。Spectraflect ペイントの反射率は９８％でありそれは、およそ９２％である、ハウスペイントの反射率よりも著しく高い。DRP™ Backlight Reflectorはおよそ９７％から９９．５％の反射率を有する。あるいは、拡散反射シート１５０および拡散反射キャップ１６０は、二酸化チタン、ピグメント化 Lexan™ ポリカーボネート、または Spectralon™ プラスチック等の拡散反射（または正反射）材料から構成してシート１５０およびキャップ１６０に個別にコーティングする必要性を回避することができる。Spectralon™ プラスチックの反射率はおよそ９９％である。反射面１５０，１６０は拡散反射性であることが好ましいが、別の実施例では、これらの表面は好ましくは３MからVisible Mirror Film （正反射または拡散）の名称で市販されている製品のように小表面が刻まれる正反射面を含んでいる。さらに、好ましい実施例のキャビティはガス充填（空気）されるが、キャビティは液体または固体で形成することもできる。

【００１２】

光はシート部材すなわちフィルムスタック１７０を通って装置１００を出てゆき、それは拡散反射シート１５０に対向している。図２に示すように、シート部材１７０は装置１００の出力面として作用し、かつ光調整要素２１０を含み、それは透明外部保護カバー２００でカバーすることができる。光調整要素２１０は（シート部材１７０を通って外向きに伝播する光の方向に）実質的に互いに平行な一つ以上の材料のシート、すなわち、ディフューザ１８０、第１のオプショナルプリズムシート１９０、および第２のオプショナルプリズムシート１９４を含んでいる。ディフューザ１８０はその上に入射する光の方向をランダム化するように作用し、好ましくは、後方散乱が比較的少ない。例として、ディフューザ１８０はプラスチックの透光シート、または粗面を有するプラスチック等の光を拡散する任意の構造とすることができる。各プリズムシート１９０、１９４は光の立体角を低減する輝度強化フィルム（ＢＥＦ）とすることができ、５０°から８０°の範囲内のスペクトル半値幅（ＦＷＨＭ）の角発光（angular emission）を有する。好ましい実施例で使用するのに適した輝度強化フィルムは３Ｍ社から市販されている。内部に線形角錐を有する薄膜ＢＥＦがグレックマンの米国特許第5,684,354号に記載されており、本開示の一部としてここに組み入れられている。好ましくは、シート１９０および１９４の繰返し構造が一般的には互いに９０°で交差され、各々が細長筐体１４０の縦軸に対して４５°の方位とされている。

【００１３】

光調整要素２１０のディフューザ１８０およびプリズムシート１９０，１９４は装置１００の出力面にわたって光を均一に放散する。また、プリズムシートは光エネルギを視野内に集中させるように働き、それにより光はその視野内の観察者の方向へより強烈に向けられる。ディフューザ１８０は（図２に示すように）プリズムシート１９０，１９４の下に配置するのが好ましいが、ディフューザおよびプリズムシートの位置は交換できる。光調整要素２１０および点光源１７４は好ましくは８．９ｃｍ（３．５インチ）、より好ましくは６．４ｃｍ（２．５インチ）、さらに好ましくは３．８ｃｍ（１．５インチ）以上離されることはない。外部保護カバー２００は装置１００を環境から保護し、カラーフィルタとして作用するかあるいはロゴ、デザインまたはアルファニューメリック文字（文字数学式の）等の特定パターンの明暗領域を含むことができる。

【００１４】

図２に示すように、ＬＥＤ等の点光源１７４は光ダイバータ１１０のすぐ下に配置される。点光源１７４からの電気的リード（図示せず）は印刷回路板１３０に接続され、シート１５０にはそれがＬＥＤと印刷回路板との間に位置決めされるようにＬＥＤ１７４のリードを受け入れるための孔があけられている。筐体１４０は拡散反射シート１５０を正しい

位置に保持するためのリップすなわちフランジ２２０を含んでいる。シート１５０（およびＬＥＤ１７４およびシート１５０が取り付けられる印刷回路板１３０）はリップ２２０の下にスライドできるように可撓性であり、シート１５０は典型的には断面が放物線状である形状を自然にとることができる。シート１５０が放物線状の断面をとると、シートから反射される光は効率的に光調整器２１０へ向けられる。

【００１５】

別の好ましい実施例を図３および４に示す。この実施例では、装置２３０は筐体および外部保護カバーの両方として機能する円筒状筐体２４０を含んでいる。シート部材１７０は装置２３０の長さに沿って走る一対のリップすなわちフランジ２２４に固定される。（フランジ２２４は、反射シート１５０を正しい位置に保持するために、図２のリップ２２０と同じように機能することもできる。）その他については、装置２３０は図１，２の装置１００と実質的に同じであり、同じ部品は同じ参照番号で示されている。筐体２４０は彩色するかあるいは所望の視覚効果を作り出すための暗部を含むことができる。あるいは、調整要素１７０と筐体２４０との間に配置された個別の要素または層（図示せず）を使用して所望の光学的効果を達成することができる。このような要素は図１および２に示す実施例と共に使用することもできる。

【００１６】

図１，２および図３，４に示す実施例の一つの特徴は光調整要素２１０を出る光の強度が空間的に非常に均一であり、したがって、観察者には全体要素２１０にわたって一定輝度を有するように見えることである。この均一性は光調整要素２１０の出力側の１ｍｍ^2“ピクセル”の仮想格子に関して定量化することができる。ここで使用される“ピクセル”という用語は１ｍｍ離された平行線の二つの直交セットにより形成される要素２１０の出力側の仮想格子により規定される任意の平方ミリメートルセルを意味する。したがって、ここで使用されるピクセルは個別要素を表わすのではなく、要素２１０の外面の平方ミリメートルに対応する。隣接するピクセルの輝度比は、好ましくは０．９５と１．０５の間、より好ましくは０．９８と１．０２の間、さらに好ましくは０．９９と１．０１の間である。非隣接ピクセルの輝度比は、好ましくは０．５と２．０の間、より好ましくは０．５７と１．７５の間、さらに好ましくは０．６７と１．５の間、最も好ましくは０．７７と１．３の間である。所与の比率はそれが分子または分母のより強いピクセルの強度により決定されるかに応じて１．０よりも大きくなったり小さくなったりする。

【００１７】

図５Ａおよび５Ｂに例示されているように、搭載チャネル１４４は図６Ａおよび６Ｂに例示されているような搭載ブラケット２５０と噛み合うように構成される。搭載ブラケット２５０は、ボルト等により、建物２７０その他の構造に固定することができるプレート２６０に取り付けられる。搭載ブラケット２５０はコンプライアントプラスチック（または、他の適切な屋外定格材料）で作ることができラッチ部材２９０を含んでいる。搭載ブラケット２５０を搭載チャネル１４４に固定するために、ラッチ部材２９０の断面はそれを搭載チャネル１４４内へプレスすることにより縮小され、ラッチ部材の両側はスロット３００周りに圧搾されてラッチ部材２９０は搭載チャネル１４４により受け止められるようにされる。ラッチ部材２９０は搭載チャネル１４４内に入れられると、はね返ってその非圧縮状態を取り戻して（図６Ａ）照明装置１００（２３０）を正しい位置に保持する。

【００１８】

照明装置１００（２３０）は０．６１，１．２２，または２．４４ｍ（２，４または８フィート）等のさまざまな長さのセグメントとして組み立てることができる。図７Ａおよび７Ｂに示すように、二つ以上のセグメントをカラー３１０により一緒に結合することができる。カラー３１０内には二つの照明装置２３０の各々からの雄コネクタ３３０を受け止める二重雌コネクタ３２０がある。雄コネクタ３３０は印刷回路板１３０に電気的に接続され、雌コネクタ３２０は電線３４０を介して電源に電気的に接続される。雌コネクタ３２０は、例えば、カラー内を延びるリングまたはスポーク（図示せず）によりカラー３１０内の正しい位置に保持することができる。図７Ｃは一つの装置２３０の一端に配置され

た単一雌コネクタ３６０を介して電力が供給される別の構成を示す。この場合、隣接装置２３０は電線３４０が取り付けられない二重雌コネクタ（図示せず）により接続することができる。

【００１９】

光ダイバータ１１０の好ましい実施例が図８から１１に例示されている。図８は滑らかに湾曲され光ダイバータ１１０ａ内へ延びる頂点４２１を形成する渦形を規定する表面４１０を有する内部全反射（ＴＩＲ）領域４００を含む光ダイバータ１１０ａの断面を示す。光ダイバータ１１０ａは空気により囲まれ、屈折率界面が形成されるようにされ、それにより内部全反射が許される。この実施例の表面４１０は、そこを光が実質的に透過しないように、その上に入射する光を実質的に完全に反射する。ＴＩＲ領域４００は尖頭部４２０を形成する等角螺旋形状を有することができる。図８の表面４１０は軸および円対称で点光源１７４と一直線とされそこを通過する垂直軸４２４周りに３６０°延びるものとして示されている。しかしながら、図８に示すように、尖頭部が点周りに対称的な方位とされているのではなく線周りに対称的であるＴＩＲダイバータ（図示せず）を使用することができる。このようなＴＩＲダイバータは径方向対称ではなく平面対称とすることができる。

【００２０】

図８の実施例では、ＬＥＤ等の点光源１７４はＴＩＲ表面の頂点４２１の頂点４２１下（すなわち、尖頭４２０上の点のすぐ下）にそれに近接して搭載され、反射面はＬＥＤおよび頂点周りに３６０°延びている。ＬＥＤ１７４はＬＥＤパッケージ４３０内に収納され、それは光ダイバータ１１０ａ内のリセス４４０内に存在する。ここに開示された光ダイバータ１１０内への良好な結合およびＬＥＤパッケージ４３０とリセス４４０の境界間の界面における反射を低減するために、接着剤やゲル等の透明な光結合剤（図示せず）を使用してＬＥＤ１７４と光ダイバータ間の任意の光学的に干渉する空隙を排除することができる。透明な光結合剤はエポキシ、シリコン、または任意既知の有機または無機光結合材料とすることができる。好ましくは、結合剤の屈折率はＬＥＤパッケージと光ダイバータ１１０の屈折率の間である。

【００２１】

表面４１０は湾曲することができ、あるいは曲面に近い複数の平坦な表面を含んで焦点を有する内部全反射（ＴＩＲ）レンズを形成することができる。点光源１７０がこの焦点に位置決めされる場合には（図示せず）、点光源１７０から発生された光は表面４１０から内部全反射される。表面４１０が湾曲される場合には、双曲面、放物面、錐面、カスプ（尖端）または他の回転面等のいくつかの形状の中の任意の一つを利用することができる。これらの形状の数学的モデル化はアリゾナ州タクソンのBrealt Research社のＡＳＡＰ等の光解析ソフトウェアパッケージにより実施することができる。表面４１０はその焦点にあるＬＥＤ１７４から放射される実質的に全ての光線が少なくとも臨界角に等しい角度で表面４１０上に入射するような輪郭とされる。それは表面４１０のさまざまな局部において焦点にあるＬＥＤ１７４からの光線の可能な入射角の範囲を計算して遂行される。次に、局部は全ての光線が臨界角以内となるような方向とされる。局部は表面４１０が、例えば、平坦面の集まりからなるように大きなサイズとすることができる。局部のサイズが減少すると表面４１０は、例えば、図８に示すような等角螺旋形を有する滑らかな曲面に形成される。

【００２２】

円および軸対称尖頭面は多くの応用に対して好ましいものではあるが、表面４１０は対称的である必要はない。一般的に、表面４１０はそこで反射する光が光ダイバータ１１０ａから離れる方向へ向けられるように広げられる。この意味で、本実施例の光ダイバータ１１０ａは光の横方向ダイバータとして作用する。このフレア表面４１０はその頂点部（図８の尖頭４２０に対応する）と頂点上の底部４５０間を延びるように見えることがある。底部４５０は頂点４２１および点光源１７４を通る垂直軸４２４から外向き（半径方向）に広がる。したがって、フレア反射面４１０は頂点４２１から底部４５０へ外向きに広が

る。図８の実施例（および後述する図９，１０，１１，１３の実施例）における溝４８０は点光源１７４からダイバータ１１０ａの側面１２０へ直接伝播するはずの実質的に全ての光線が溝の少なくとも一つの壁により遮られるような深さを有する。したがって、溝４８０は光線が側面１２０を通って光調整要素２１０上へ直接伝播するのを防止し、このような光線により出力輝度に非均一性が生じるのを防止する。

【００２３】

図９から図１１は光ダイバータ１１０ａ内のさまざまな光線の光路を示し、図９は光線がとるさまざまな光路の概観である。光ダイバータ１１０ａは環状溝４８０を有するものとして例示されており、その一面（表面４９０）はつや消しされている。溝４８０はそこに入射するＬＥＤ１７４からの光を反射する。光線はＬＥＤパッケージ４３０内の表面４１０の焦点にあるＬＥＤ１７４から発せられる。ある光線は溝４８０の内面を介して屈折されて溝の頂面へ伝播し、そこで再度屈折されてＴＩＲ反射面４１０へ伝播する。他の光線４７０は溝４８０の内面により境界を定められる領域内を通過し、溝をバイパスしてＴＩＲ反射面へ直接伝播する。表面４１０においてＴＩＲを行う光線４６０，４７０は共に下向きに反射され、最後に側面１２０を通ってダイバータから出てゆく。図１に関して前記したように、ダイバータ１１０ａを出る光は装置１００（２３０）のいずれかの端部のシート１５０およびエンドキャップ１６０により拡散反射され、最後に拡散反射シート１５０に対向するシート部材１７０を通ってダイバータから出てゆく。

【００２４】

ダイバータ１１０ａを通る光線４６０，４７０の進行が、それぞれ、図１０および図１１により詳細に示されている。図１０は溝４８０により屈折される光線４６０を示す。ある光線４６０ａがＴＩＲを行った後でダイバータ１１０ａの側面１２０を直接通って出てゆく間に、他の光線４６０ｂはつや消し面４９０へ向かって内部反射され、そこで多くの方向へ散乱された後で装置１００（２３０）から出てゆく。図１０には溝４８０の内面を通過してつや消し外部側面４９０へ伝播する光線４６５も示されており、光線４６５は多くの方向へ散乱される。この散乱により光線は出力エリアを介して見えるようになるのを防止される。図１１は表面４１０においてＴＩＲを行い表面１２０において屈折される光線４７０を示し、それから光線４７０はダイバータ１１０ａを出る。表面４１０はシート１５０の均一照明を行うようにされた形状を有することができる。

【００２５】

もう一つのＴＩＲ実施例が図１２に例示されており、そこでは光ダイバータ１１０ｂは尖頭部４９２により形成されるフレア反射面および、尖頭部４９２の下の、楕円ドラムレンズすなわちトーラス部４９４により形成される屈折部を含んでいる。尖頭部４９２および屈折部４９４は共に、尖頭部４９２の頂点だけでなく、点光源１７４を通る軸４９６周りの回転面である。尖頭部４９２内の表面４１０ｂに達する光線４９８は内部全反射を行い軸４９６に名目上垂直に伝播してダイバータ１１０ｂを出る。トロイダル部４９４の表面５０２を出る光線５００はやはり軸４９６に名目上垂直に伝播するように屈折される。さらに、表面５０２は表面４１０ｂにおいて最初にＴＩＲを行うことなく側面１２０Ｎを伝播する点光源１７４からの光線が実質的にないように設計される。その結果ダイバータ１１０ｂの外側の光の分布は図１２の実施例が等方性半球形光源と共に作用して点光源１７４の相対的サイズに応じた縦ビーム幅を有する赤道分布を生じるようなものとなる。ダイバータ１１０ｂはここに開示された照明装置で使用するのに適しているが、筐体１４０（２４０）の外側で使用して遠距離場に３６０°の縦方向に狭い出力を生じることができる。典型的な応用は高い構造用の航空機警告ビーコンおよびブイ上の海上ビーコンである。

【００２６】

図８から図１１に例示された実施例は光線４６０，４７０に関して内部全反射する表面４１０を含み、図１２の実施例も内部全反射する表面４１０ｂ含むが、別の実施例は内部全反射ではなく部分反射しかしない表面５１０を含んでいる。図１３に示すように、この実施例は尖頭部４２０ｃおよび底部４５０ｃを含むフレア表面を含んでいる。光ダイバータ１１０ｃの側面１２０を通って伝播するために反射されるはずの光放射５２０は、反射シ

ート１５０または一つの尖頭１６０で反射せずに、直接シート部材１７０を通って伝播するために表面５１０を通過する（すなわち、拡散反射される）。それによりシート部材１７０の照明の均一性を向上してシート１５０および尖頭１６０の反射に関連する光学的損失を解消することができる。しかしながら、図１３において光線４６０，４７０の相当な部分が好ましくは表面５１０においてまだ内部全反射される。光ダイバータ１１０ｃはキャビティシート１５０で反射した光の少なくとも相当な部分がダイバータ１１０ｃを通過せずに光調整要素２１０に達することができるようなサイズとすることができ、反射面１５０，１６０は表面５１０を透過した光の少なくとも相当な部分が反射せずに光調整要素に達することができるようにされる。この特徴はダイバータ１１０ｃのすぐ下のシート１５０の低減された照明を補償するように作用する。

【００２７】

部分反射部分透過する表面５１０は、一般的に、光線４６０（４７０）と表面１９０との間の入射角を適切に選択することにより形成することができる。例えば、表面５１０はある光が表面１９０“を通って漏れ”他の光は表面１９０で反射されることを保証する角度で形成することができる。さらに、尖頭部の頂点は丸めてＬＥＤ１７４のすぐ上の表面５１０を通るＬＥＤからの光の漏れを制御するようにすることができる。それによりＬＥＤ１７４上のダークスポットが解消される。さらに、図１３に示すように、最初に内部全反射する表面４１０は軽くサンドブラストまたはエッチングを行ってその上に分布された散乱中心５３０を形成し、散乱中心に入射する光のいくらかは表面４１０を通過するようにすることができる。散乱中心５３０は表面４１０上に非均一に分布することができる。また、表面４１０は強くエッチングまたはサンドブラストを行って表面の頂点における中心５４４周りの一連の同心リング５４０（図１４のダイバータ１１０ｄ参照）等のパターンを形成するようにすることができ、それによりいくらかの光は同様に表面を通過して漏れる。

【００２８】

図８から図１４に示す光ダイバータは、透明ポリマー材料等の、ＬＥＤ１７４により発生される光に対して透明な材料により構成することができ、加工または射出成形等の、さまざまな既知の方法により製作することができる。光ダイバータ１１０の好ましい材料はアクリル、ポリカーボネート、およびシリコンである。およそ１．５の屈折率を有するアクリルは引っかき抵抗性でありポリカーボネートに比べてコストが低い。一方、およそ１．５９の屈折率を有するポリカーボネートはアクリルよりも高い温度能力を有する。ポリカーボネートはアクリルよりも改善された機械的能力も有する。シリコンはおよそ１．４３の屈折率を有する。空気の屈折率はおよそ１．０である。

【００２９】

好ましい実施例の反射板は広げられているが、他の実施例（図示せず）は部分反射部分透過する非フレア反射板を利用している。また、内部全反射または部分反射に依存する光ダイバータ１１０を使用する替わりに、部分反射鏡または全反射鏡（図示せず）により反射を行うことができ、反射鏡は好ましくは光を横方向に反射するような輪郭とされる。このような反射鏡は、光がある角度範囲にわたって反射され装置１００（２３０）内で散乱されてシート部材１７０の均一な照明を提供するように、曲面を含むことができる。この機能はその屈折率に非均一な変化を有する透明光要素、例えば、グレーデッドインデックス光要素により実施することもできる。

【００３０】

点光源１７４は、例えば、赤、緑、および青の三色出力を与えるＬＥＤクラスタを含むことができ、各成分波長の相対強度を適切に選択することにより実質的に任意の色を発生できるようにすることができる。さらに、色の徐々の時間変化および高速時間変化の両方が可能であり、ＬＥＤ１７４の各出力が調整されて連続的に変化する場合に進行波パターンを発生することができる。点光源１７４は主としてＬＥＤに関して説明されてきたが、ミニチュア白熱フィラメントまたはアークランプ（図示せず）等の他の点光源を使用することができる。しかしながら、ＬＥＤは比較的低電圧（例えば、ＤＣ２４Ｖ以下）で作動で

きるため好ましい。また、ＬＥＤはＲＦ干渉を発生しない。ＬＥＤを点光源１７４として使用することのもう一つの代替策として、光ファイバ線路（図示せず）を使用して一連の光ダイバータ１１０へ光を分布することができ、光は光ファイバ線路に沿ったさまざまな点（点光源１７４に対応する）において取り出してダイバータへ向けることができる。この場合、レーザダイオードその他の光発生器を使用して光を光ファイバ線路内へ結合させることができ、ファイバは光の点光源を形成する。

【００３１】

図１から図４に例示した円筒形または半円筒形装置は電飾、ライトボックス、バックライト等のいくつかの異なる応用、および通路に沿った案内用に使用することができる。さらに、光ダイバータ１１０およびシート部材１７０と一緒に利用された筐体は広い面積の平面、細長い線形、および細長い湾曲を含むさまざまなサイズおよび形状に構成することができる。図１５は“Ｇ”の文字が形成される一実施例を示す。当業者ならば可能な他の実施例が自明であろう。例えば、光ダイバータ１１０を直線または曲線に沿って位置決めする替わりに、例えば、格子（図示せず）内に搭載して広い面積のディスプレイをカバーすることができ、その表面上に数字、文字、ロゴ、または他のインデクスをプリントすることができる。

【００３２】

本発明の範囲は図面やその前記した説明により限定されるものではなく、当業者ならば前記した実施例を変更および修正できるものと思われる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　一つの点光源およびその中の光ダイバータを示すために筐体を一部切離した低プロフィール照明装置の第１の実施例を示す図である。

【図２】　図１に示す実施例の分解図である。

【図３】　低プロフィール照明装置のもう一つの実施例を示す図である。

【図４】　図３に示す実施例の分解図である。

【図５Ａ】　図１，２または図３，４の実施例を図６Ａ，６Ｂの搭載ブラケットに搭載するためのスロットを有する搭載チャネルの端面図である。

【図５Ｂ】　図１，２または図３，４の実施例を図６Ａ，６Ｂの搭載ブラケットに搭載するためのスロットを有する搭載チャネルの平面図である。

【図６Ａ】　建物等の機械的構造に固定され、図５Ａ，５Ｂの搭載チャネルを受け止めて低プロフィール照明装置を建物上に搭載する搭載ブラケットの立面図である。

【図６Ａ】　建物等の機械的構造に固定され、図５Ａ，５Ｂの搭載チャネルを受け止めて低プロフィール照明装置を建物上に搭載する搭載ブラケットの平面図である。

【図７Ａ】　二つの照明装置を機械的かつ電気的に結合するカラーを示す図である。

【図７Ｂ】　二つの照明装置を機械的かつ電気的に結合するカラーを示す図である。

【図７Ｃ】　照明装置の端部に電力を接続する電気的構成を示す図である。

【図８】　発光ダイオードまたは他の点光源からの光を横方向へ逸らせるための内部全反射を利用する光ダイバータを示す図である。

【図９】　図８の光ダイバータを通る光線の進行を示す図である。

【図１０】　図８の光ダイバータを通る光線の進行を示す図である。

【図１１】　図８の光ダイバータを通る光線の進行を示す図である。

【図１２】　高度にコリメート（平行化）された“赤道”出力ビームを発生する光ダイバータを示す図である。

【図１３】　ある光がその頂面を拡散透過するために頂面上に散乱中心を有する光ダイバータを通る光線の進行を示す図である。

【図１４】　ある光がその頂面を拡散透過するために頂面上に一連の同心リングの形の粗面パターンを有する光ダイバータを示す図である。

【図１５】　アルファニューメリック文字の形の照明装置の実施例を示す図である。

【図１】

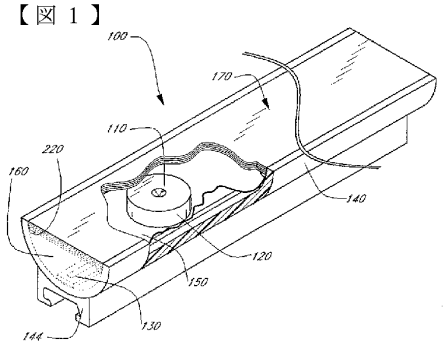


FIG. 1

【図２】

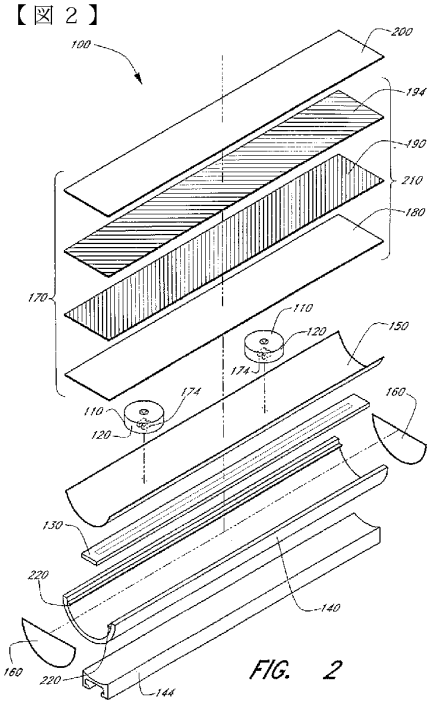


FIG. 2

【図３】

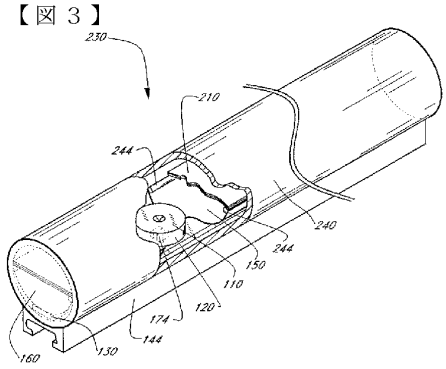


FIG. 3

【図４】

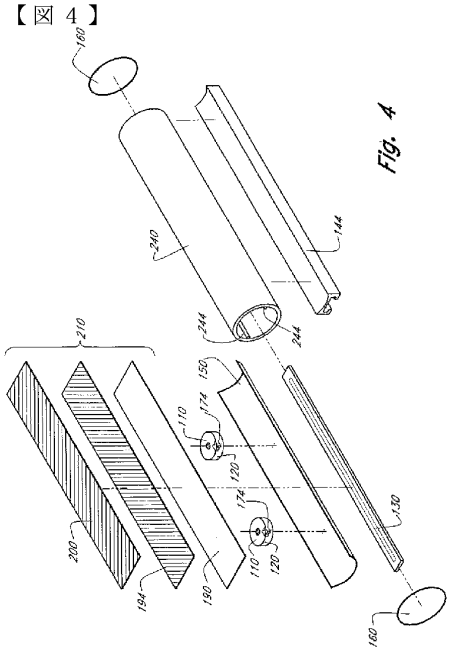


Fig. 4

【図５Ａ】

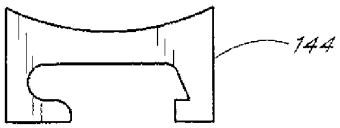


FIG. 5A

【図５Ｂ】

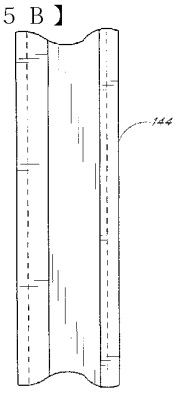


FIG. 5B

【図６Ａ】

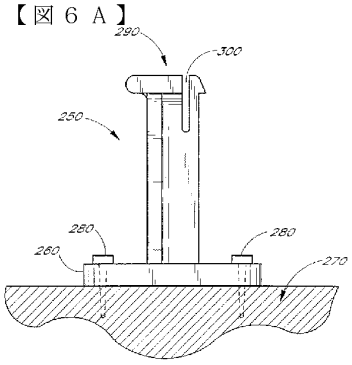


FIG. 6A

【図６Ｂ】

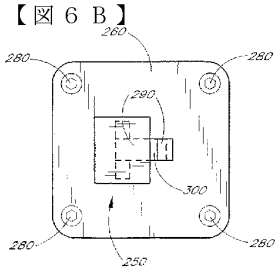


FIG. 6B

【図７Ａ】

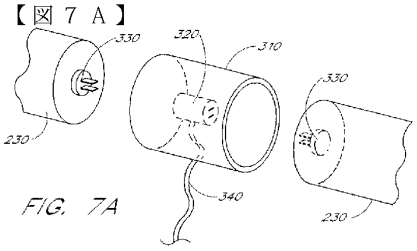


FIG. 7A

【図７Ｂ】

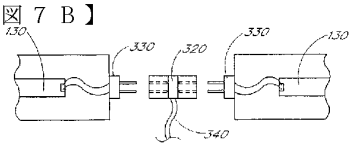


FIG. 7B

【図７Ｃ】

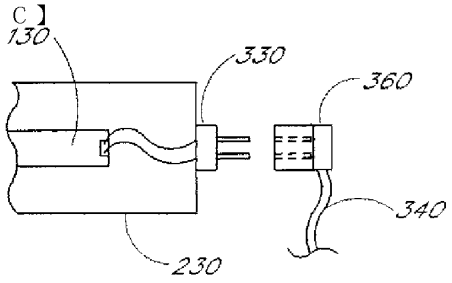


FIG. 7C

【図８】

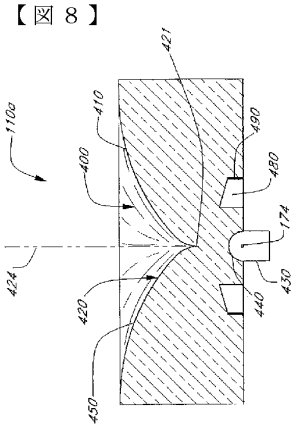


Fig. 8

【図９】

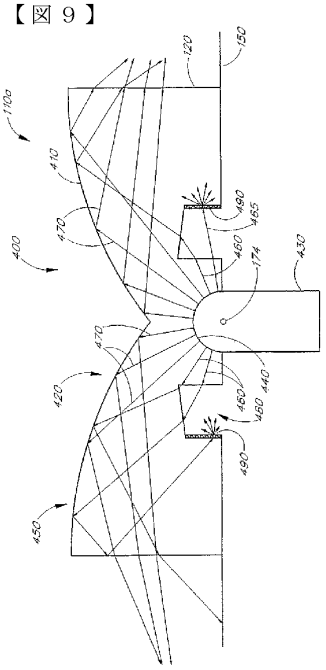


FIG. 9

【図１０】

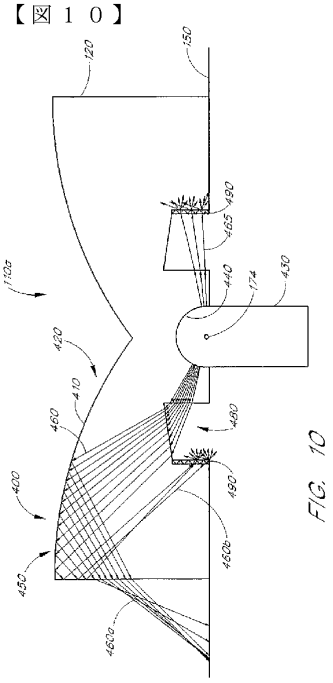


FIG. 10

【図１１】

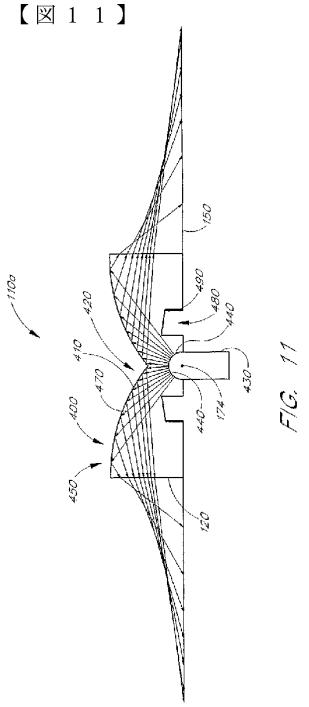


FIG. 11

【図１２】

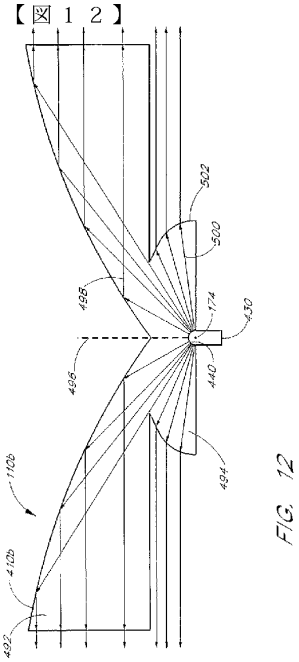


FIG. 12

【図１３】

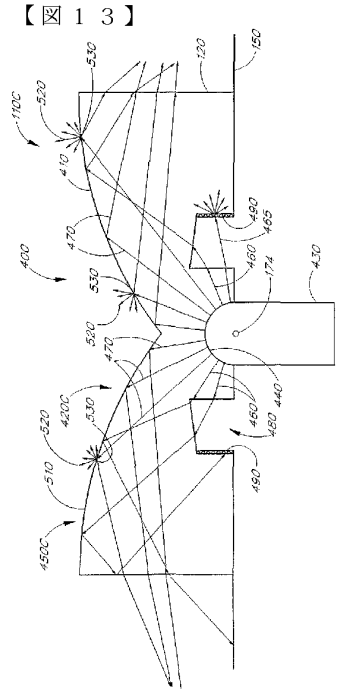


FIG. 13

【図１４】

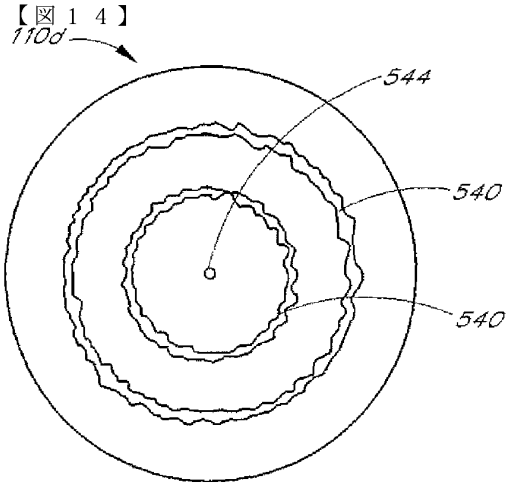


FIG. 14

【図１５】

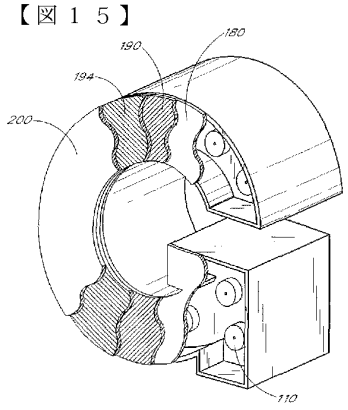


FIG. 15

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F21V 13/12 (2006.01) F21V 13/12
F21Y 101/02 (2006.01) F21Y 101:02

(74)代理人 100106297
弁理士 伊藤 克博
(74)代理人 100106138
弁理士 石橋 政幸
(72)発明者 ペルカ、 デイヴィッド ジー.
アメリカ合衆国 ９００４５ カリフォルニア州 ロサンゼルス ケニヨン アヴェニュー ８３１５
(72)発明者 パーキン、 ウイリアム エー.
アメリカ合衆国 ９０７１７ カリフォルニア州 ロミタ ネコ ドライヴ ２５０３７
(72)発明者 ポポヴィッチ、 マイケル ジェイ.
アメリカ合衆国 ９２０１４ カリフォルニア州 デル マー クチャラ ドライヴ １２３７
(72)発明者 ペルカ、 エリック ディー.
アメリカ合衆国 ９００４５ カリフォルニア州 ロサンゼルス ケニヨン アヴェニュー ８３１５

審査官 下原 浩嗣

(56)参考文献 実開昭５６－１４１３０４（ＪＰ，Ｕ）
実開昭５６－１２３５７２（ＪＰ，Ｕ）
実開平０５－０２５７５１（ＪＰ，Ｕ）
西独国実用新案公開第２９８０４２９２（ＤＥ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
F21S 8/04
F21V 3/02
F21V 5/02
F21V 5/04
F21V 7/04
F21V 13/12
F21Y 101/02

ACCURATE ALIGNMENT FOR LED ASSEMBLY

Publication number: JP2004221598 (A)

Publication date: 2004-08-05

Inventor(s): ELPEDES CRESENTE S; BIN AZIZ ZAINUL FITERI; MARTIN PAUL S +

Applicant(s): LUMILEDS LIGHTING US LLC +

Classification:

- international: ***H01L33/00;*** **H01L33/00**; (IPC1-7): H01L33/00

- European: H01L33/64

Application number: JP20040008034 20040115

Priority number(s): US20030346535 20030116

Also published as:

EP1439587 (A1)

US2007117273 (A1)

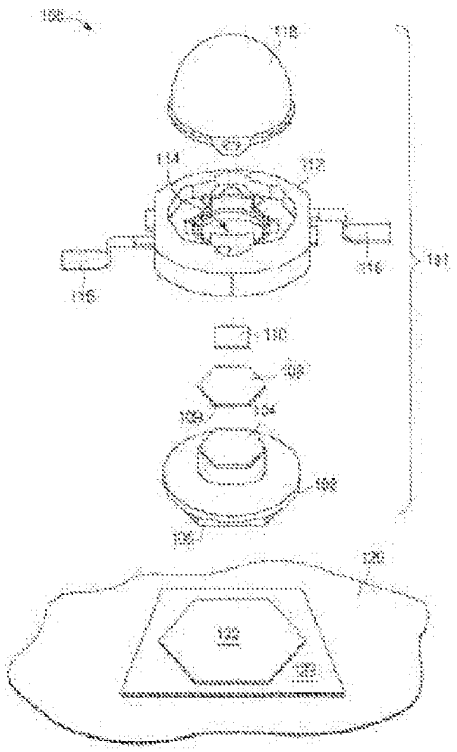
US2004140543 (A1)

US7170151 (B2)

Abstract of **JP 2004221598 (A)**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for accurately mounting a LED (light-emitting diode), and an LED assembly thereof. ; SOLUTION: The LED assembly includes a heat sink and a sub-mount. The heat sink has an upper-mating surface of a soluble solder, and the sub-mount has a lower mating surface which is a soluble solder. The upper and lower mating surface have substantially the same shape and area. The sub-mount is soldered on the heat sink and is aligned with the upper mating surface with melted solder, when reflow soldering. The LED assembly may further include a substrate having an upper mating surface, and the heat sink may further include an lower mating surface. The upper and lower mating surfaces have substantially the same shape and area. The heat sink is soldered on the substrate, and is aligned with the upper-mating surface of the substrate with the melted solder, when reflow soldering. ;

COPYRIGHT: (C)2004,JPO&NCIPI



Data supplied from the ***espacenet*** database — Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2004-221598
(P2004-221598A)
(43)公開日　平成16年8月5日(2004.8.5)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
H01L 33/00	H01L 33/00	N	5F041

審査請求 未請求　請求項の数 26　OL　（全 9 頁）

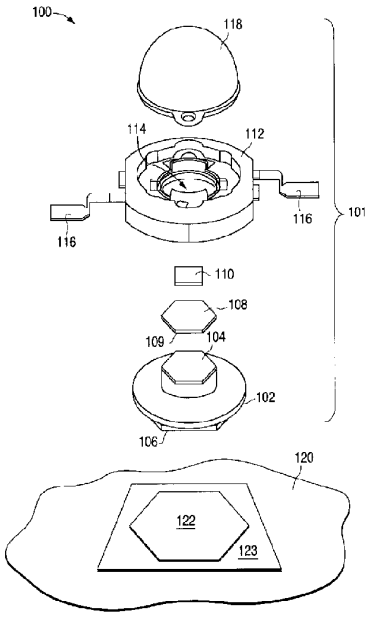
(21)出願番号　特願2004-8034(P2004-8034)
(22)出願日　平成16年1月15日(2004.1.15)
(31)優先権主張番号　10/346535
(32)優先日　平成15年1月16日(2003.1.16)
(33)優先権主張国　米国(US)

(71)出願人　500507009
ルミレッズ　ライティング　ユーエス　リミテッドライアビリティ　カンパニー
アメリカ合衆国　カリフォルニア州　９５１３１　サン　ホセ　ウェスト　トリンブル　ロード　３７０
(74)代理人　100082005
弁理士　熊倉　禎男
(74)代理人　100067013
弁理士　大塚　文昭
(74)代理人　100074228
弁理士　今城　俊夫
(74)代理人　100086771
弁理士　西島　孝喜

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ＬＥＤアセンブリの正確なアラインメント

(57)【要約】
【課題】　ＬＥＤ（発光ダイオード）の正確な装着方法及びそのＬＥＤアセンブリを提供する。
【解決手段】　ヒートシンク及びサブマウントを含むＬＥＤアセンブリ。ヒートシンクは、半田可溶性の上部合わせ面を有し、サブマウントは、半田可溶性の下部合わせ面を有する。上部及び下部合わせ面は、実質的に同じ形状及び面積を有する。サブマウントは、ヒートシンクの上に半田付けされる。半田リフローの間に、溶融半田により、サブマウントがヒートシンクの上部合わせ面と位置合せされる。ＬＥＤアセンブリは、上部合わせ面を有する基板を更に含むことができ、ヒートシンクは、下部合わせ面を更に含むことができる。上部及び下部合わせ面は、実質的に同じ形状及び面積を有する。ヒートシンクは、基板の上に半田付けされる。半田リフローの間に、溶融半田により、ヒートシンクが基板の上部合わせ面と位置合せされる。
【選択図】　図１Ａ



【特許請求の範囲】
【請求項１】
半田可溶性の上部合わせ面を含むヒートシンクと、
該上部合わせ面と実質的に同じ形状及び面積を有する半田可溶性の下部合わせ面を含み、第１の半田により該ヒートシンクの上に結合されたサブマウントと、
該サブマウントの上に結合されたＬＥＤダイと、
を含むことを特徴とするＬＥＤアセンブリ。
【請求項２】
前記上部合わせ面及び前記下部合わせ面の形状は、六角形であることを特徴とする請求項１に記載のアセンブリ。
【請求項３】
前記上部合わせ面は、隆起面であることを特徴とする請求項１に記載のアセンブリ。
【請求項４】
前記ヒートシンクを受け入れるための空洞を形成する絶縁本体と、
該絶縁本体に取り付けられた金属リードと、
前記サブマウントを該金属リードに結合させるボンドワイヤと、
を更に含むことを特徴とする請求項１に記載のアセンブリ。
【請求項５】
前記ヒートシンクは、半田可溶性の第２の下部合わせ面を更に含むことを特徴とする請求項１に記載のアセンブリ。
【請求項６】
前記第２の下部合わせ面は、隆起面であることを特徴とする請求項５に記載のアセンブリ。
【請求項７】
前記第２の下部合わせ面と実質的に同じ形状及び面積を有する半田可溶性の第２の上部合わせ面を備えた基板を更に含み、
前記ヒートシンクは、第２の半田により該基板の上に結合される、
ことを特徴とする請求項５に記載のアセンブリ。
【請求項８】
前記第２の下部合わせ面及び前記第２の上部合わせ面の形状は、六角形であることを特徴とする請求項７に記載のアセンブリ。
【請求項９】
前記ＬＥＤダイは、フリップチップであることを特徴とする請求項１に記載のアセンブリ。
【請求項１０】
前記ＬＥＤダイは、第３の半田により前記サブマウントの上の導体に結合された接触パッドを含むことを特徴とする請求項５に記載のアセンブリ。
【請求項１１】
前記第３の半田は、前記第１の半田よりも高い液相線温度を有し、該第１の半田は、前記第２の半田よりも高い液相線温度を有することを特徴とする請求項１０に記載のアセンブリ。
【請求項１２】
前記ヒートシンクは、熱伝導性スラグであることを特徴とする請求項１に記載のアセンブリ。
【請求項１３】
前記上部及び下部合わせ面は、１つの円周が別の円周の少なくとも５０％である時に実質的に同じ形状及び面積を有することを特徴とする請求項１に記載のアセンブリ。
【請求項１４】
前記上部及び下部合わせ面は、前記第１の半田が該上部及び下部合わせ面を少なくとも２０ミクロンの精度で位置合わせする時に実質的に同じ形状及び面積を有することを特徴

とする請求項１に記載のアセンブリ。
【請求項１５】
ＬＥＤダイをサブマウント上に装着する段階と、
実質的に同じ形状及び面積を有する、前記サブマウントの下部合わせ面とヒートシンクの上部合わせ面との間に第１の半田を付加する段階と、
リフローする間に前記サブマウント及び前記ヒートシンクが位置合わせされて互いに結合されるように、前記第１の半田をリフローする段階と、
を含むことを特徴とする、ＬＥＤコンポーネントを組み立てる方法。
【請求項１６】
前記第１の半田を付加する段階は、
前記第１の半田を前記ヒートシンクの前記上部合わせ面に付加する段階と、
該ヒートシンクの該上部合わせ面の上の該第１の半田上に、前記サブマウントの前記下部合わせ面を配置する段階と、
を含むことを特徴とする請求項１５に記載の方法。
【請求項１７】
実質的に同じ形状及び面積を有する、前記ヒートシンクの第２の下部合わせ面と基板の第２の上部合わせ面との間に第２の半田を付加する段階と、
リフローする間に前記ヒートシンク及び前記基板が位置合わせされて互いに結合されるように、前記第２の半田をリフローする段階と、
を更に含むことを特徴とする請求項１５に記載の方法。
【請求項１８】
前記第２の半田を付加する段階は、
該第２の半田を前記基板の前記第２の上部合わせ面に付加する段階と、
該基板の該第２の上部合わせ面の上の該第２の半田上に、前記ヒートシンクの前記第２の下部合わせ面を配置する段階と、
を含むことを特徴とする請求項１７に記載の方法。
【請求項１９】
前記第１の半田をリフローする段階は、前記第２の半田をリフローする段階よりも高い温度で起こることを特徴とする請求項１７に記載の方法。
【請求項２０】
前記ＬＥＤダイをサブマウント上に装着する段階は、
第３の半田を該ＬＥＤダイと該サブマウントとの間に付加する段階と、
リフローする間に該ＬＥＤダイ及び該サブマウントが互いに結合されるように、該第３の半田をリフローする段階と、
を含むことを特徴とする請求項１７に記載の方法。
【請求項２１】
前記第３の半田をリフローする段階は、前記第１の半田をリフローする段階よりも高い温度で起こることを特徴とする請求項２０に記載の方法。
【請求項２２】
前記下部合わせ面及び前記上部合わせ面の形状は、六角形であることを特徴とする請求項１５に記載の方法。
【請求項２３】
前記第２の下部合わせ面及び前記第２の上部合わせ面の形状は、六角形であることを特徴とする請求項１７に記載の方法。
【請求項２４】
前記ヒートシンクは、熱伝導性スラグであることを特徴とする請求項１７に記載の方法。
【請求項２５】
前記上部及び下部合わせ面は、１つの円周が別の円周の少なくとも５０％である時に実質的に同じ形状及び面積を有することを特徴とする請求項１５に記載の方法。

【請求項２６】
前記上部及び下部合わせ面は、前記第１の半田が該上部及び下部合わせ面を少なくとも２０ミクロンの精度で位置合わせする時に実質的に同じ形状及び面積を有することを特徴とする請求項１５に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ＬＥＤ（発光ダイオード）に関し、具体的には、ＬＥＤの正確な装着に関する。
【背景技術】
【０００２】
ＩＩＩ族窒化物ＬＥＤのような光学的光源は、シリコンのような中間材料又はサブマウント上に「フリップチップ」方式で装着される場合がある。パッケージ全体は、光発生能力全体を高めると同時に高電流密度作動を考慮して熱抵抗が低くなるように設計されている。通常は、エポキシ化合物を用いてサブマウントをヒートシンク上に取り付け、支持部及びフリップチップ装置とＬＥＤパッケージとの間の熱経路を形成する。次に、同様のエポキシ化合物を用いて、ＬＥＤパッケージが顧客の配線盤に取り付けられる。
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００３】
しかしながら、エポキシで取り付けられた装置は、（ａ）エポキシが、パッケージのより高い熱抵抗をもたらす本質的に弱い熱伝導性を有すること、（ｂ）光学的性能の低下をもたらす合わせ部品間の不十分なアラインメント、及び（ｃ）短絡をもたらす可能性があるチップ側のフィレットの形成という様々な欠点を有する。従って、これらの問題に対処するＬＥＤアセンブリが必要である。
【課題を解決するための手段】
【０００４】
本発明の一実施形態において、ＬＥＤアセンブリは、ヒートシンク及びサブマウントを含む。ヒートシンクは、半田可溶性の上部合わせ面を有し、サブマウントは、半田可溶性の下部合わせ面を有する。上部及び下部合わせ面は、実質的に同じ形状及び面積を有する。サブマウントは、ヒートシンクの上に半田付けされる。リフロー処理の間に、溶融半田により、サブマウントがヒートシンクの上部合わせ面と位置合せされる。
一実施形態においては、アセンブリは、半田可溶性の第２の上部合わせ面を有する基板を更に含み、ヒートシンクは、半田可溶性の第２の下部合わせ面を更に含む。第２の上部及び下部合わせ面は、実質的に同じ形状及び面積を有する。ヒートシンクは、基板の上に半田付けされる。リフロー処理の間に、溶融半田により、ヒートシンクが基板の第２の上部合わせ面と位置合せされる。
【発明を実施するための最良の形態】
【０００５】
本発明の一実施形態においては、サブマウントは、エポキシの代わりに半田によりヒートシンク上に装着される。サブマウントは、半田付け可能な下部合わせ面を有し、ヒートシンクは、実質的に同じ形状及び面積の半田付け可能な上部合わせ面を有する。半田リフローの間に、溶融半田によりサブマウントがヒートシンクと位置合せされる。更に、ヒートシンクは、エポキシの代わりに半田により基板上に装着される。ヒートシンクは、半田付け可能な下部合わせ面を有し、基板は、実質的に同じ形状及び面積の半田付け可能な上部合わせ面を有する。ここでもまた、半田リフローの間に、溶融半田によりヒートシンクが基板と位置合せされる。
【０００６】
図１Ａ及び図２Ｂは、一実施形態におけるＬＥＤアセンブリ１００の組立分解図である。図２は、組み立てられたＬＥＤアセンブリ１００の断面図である。ＬＥＤアセンブリ１

００は、ＬＥＤパッケージ１０１及び基板１２０を含む。

ＬＥＤパッケージ１０１は、サブマウント１０８上に装着されたＬＥＤダイ１１０を含む。サブマウント１０８は、導電性又は絶縁性とすることができる。サブマウント１０８は、シリコン、銅、銀、ダイヤモンド、アルミニウム、タングステン、モリブデン、ベリリウム、アルミナ、窒化アルミニウム、酸化ベリリウム、窒化ホウ素、又は、他の熱伝導性材料、化合物、又は複合物で作ることができる。本実施形態においては、ＬＥＤダイ１１０は、サブマウント１０８上のボールグリッドアレーを半田１２９を用いてＬＥＤダイ１１０上の接触パッドに半田付けすることにより、サブマウント１０８に結合される（図２）。サブマウント１０８は、ＬＥＤダイ１１０をボンドワイヤ接点に結合する導電トレースで形成される。ツェナーダイオードをトレースの経路に形成して静電放電を防止することができる。

【０００７】

サブマウント１０８は、ヒートシンク１０２（「スラグ」とも呼ばれる）上に装着される。スラグ１０２は、シリコン、銅、銀、ダイヤモンド、アルミニウム、タングステン、モリブデン、ベリリウム、アルミナ、窒化アルミニウム、酸化ベリリウム、窒化ホウ素、又は、他の熱伝導性材料、化合物、又は複合物で作ることができる。スラグ１０２は、半田可溶性の上部合わせ面１０４（図１Ａ及び図２に示す）及び半田可溶性の下部合わせ面１０６を有する。スラグ１０２が本質的に非可溶性材料の場合は、合わせ面１０４及び１０６は、銀、ニッケル、金、錫、銅、又はパラジウムのような可溶性材料の層をスラグ１０２上に堆積させることにより可溶性にすることができる。本実施形態においては、合わせ面１０４及び１０６は、スラグ１０２の隆起面である。他の実施形態においては、合わせ面１０４及び１０６は、非可溶性表面内に包含された水平な可溶性表面としてもよい。スラグ１０２が本質的に可溶性材料の場合は、合わせ面１０４及び１０６は、スラグ１０２上に堆積させた半田マスク又は酸化物のような非可溶性材料の層によって形成することができる。

【０００８】

半田ペーストは、合わせ面１０４上に堆積され、サブマウント１０８は、合わせ面１０４の上の半田ペースト上に配置される。サブマウント１０８は、合わせ面１０４と実質的に同じ形状及び大きさを有する半田可溶性の下部合わせ面１０９を有する。サブマウント１０８が本質的に非可溶性材料の場合は、合わせ面１０９は、銀、ニッケル、金、錫、銅、又はパラジウムのような可溶性材料の層をサブマウント１０８の底面上に堆積させることにより可溶性にすることができる。半田ペーストは、従来のリフロー処理中に加熱される。合わせ面１０９が合わせ面１０４と実質的に同じ形状及び面積を有するために、溶融半田は、その溶融半田の表面張力によって合わせ面１０９を合わせ面１０４と位置合せする。一実施形態においては、小さい方の円周が大きい方の円周の５０％又はそれ以上の時に、２つの面は、実質的に同じ形状及び面積を有する。別の実施形態においては、２つの面は、溶融半田がそれらを２０ミクロン又はそれに優る精度で位置合わせすることができる時に実質的に同じ形状及び面積を有する。

【０００９】

リフロー処理の最後に、半田ペーストは、サブマウント１０８を合わせ面１０４に結合する半田１２４（図２）となる。すなわち、ＬＥＤダイ１１０は、スラグ１０２と正確に位置合わせされて結合することができる。本実施形態においては、合わせ面１０９及び１０４は両方とも六角形である。他の実施形態においては、合わせ面が実質的に同じ形状及び大きさであるという条件の下で、代替の幾何学的形態が用いられる。

【００１０】

ＬＥＤパッケージ１００は、空洞１１４を形成する本体１１２を更に含む（図１Ａ及び図１Ｂ）。本体１１２は、プラスチックのような任意の誘電体で作ることができる。スラグ１０２は、空洞１１４の内部で本体１１２に装着される。本体１１２は、ＬＥＤパッケージ１００と他のコンポーネントとの間に電気信号を通すリード１１６を含む。ボンドワイヤ１２８（図２）は、サブマウント１０８をリード１１６に結合させる。本体１１２は

、本体１１２上に装着されたレンズ１１８を更に含む。封入材をレンズ１１８に充填してＬＥＤダイ１１０を保護することができる。

【００１１】

ＬＥＤ１００パッケージは、熱伝導性基板１２０上に装着することができる。基板１２０は、半田可溶性の上部合わせ面１２２を有する。本実施形態においては、合わせ面１２２は水平であり、非可溶性表面１２３内に包含される。合わせ面１２２は、銀、ニッケル、金、錫、銅、又はパラジウムのような可溶性材料の層を基板１２０上に堆積させることにより可溶性にすることができる。非可溶性表面１２３は、半田マスク又は酸化物のような非可溶性材料の層を基板１２０上に堆積させることにより作ることができる。他の実施形態においては、合わせ面１２２は、基板１２０の隆起面としてもよい。

【００１２】

半田ペーストは、合わせ面１２２上に堆積され、スラグ１０２は、合わせ面１２２の上の半田ペースト上に配置される。スラグの合わせ面１０６は、合わせ面１２２と実質的に同じ形状及び面積を有する。半田ペーストは、従来のリフロー処理中に加熱される。合わせ面１０６が合わせ面１２２と実質的に同じ形状及び面積を有するために、溶融半田は、合わせ面１０６を合わせ面１２２に対して位置合わせする。リフロー処理の最後に、半田ペーストは、スラグのＬＥＤパッケージ１０１を合わせ面１２２に結合する半田１２６（図２）となる。すなわち、ＬＥＤパッケージ１０１は、基板１２０と正確に位置合わせされて結合することができる。本実施形態においては、合わせ面１０６及び１２２は両方とも六角形である。他の実施形態においては、合わせ面が実質的に同じ形状及び大きさであるという条件の下で、代替の幾何学的形態が用いられる。

【００１３】

半田１２４及び１２６は、エポキシよりも低い熱抵抗を有し、従って、それらは、より高温の作動のためにより多くの熱をＬＥＤパッケージ１００から基板１２０に伝導させる。半田１２４及び１２６はまた、高温作動において エポキシよりも強固で信頼性がある。更に、半田１２４はまた、いかなる余分な半田も隆起した合わせ面１０４の周囲を流れ下り、サブマウント１０８の伝導性上面及び取り付けられたボンドワイヤ１２８から離れる方向に流れることになるために、サブマウント１０８をスラグ１０２に短絡させる可能性が少ない。

【００１４】

一実施形態においては、半田１２９の液相線温度は、半田１２４のそれよりも高く、半田１２４の液相線温度は、半田１２６のそれよりも高い。これは、次に続くリフロー処理が先のリフロー処理からの半田付けされた部分を乱すことを防止する。

ＬＥＤダイは、本発明を使用するのにフリップチップである必要はない。

開示した実施形態の特徴の他の種々の適応及び組合せは、本発明の範囲内である。例えば、半田ペーストは、２つの可溶性合わせ面のいずれか一方又は両方に付加してもよい。特許請求の範囲は、多くの実施形態を包含する。

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【図１Ａ】一実施形態におけるＬＥＤパッケージ１００の組立分解図である。

【図１Ｂ】一実施形態におけるＬＥＤパッケージ１００の組立分解図である。

【図２】図１の実施形態におけるＬＥＤパッケージ１００の断面図である。

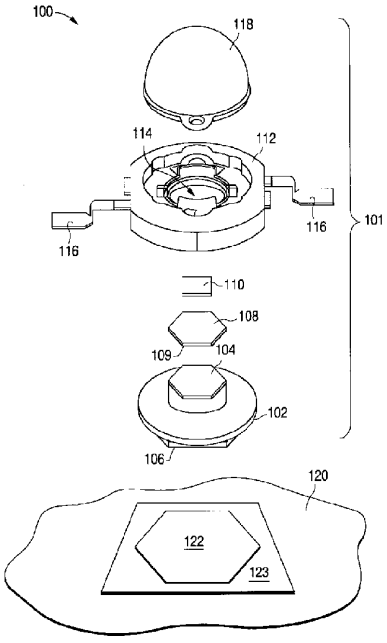
【符号の説明】

【００１６】

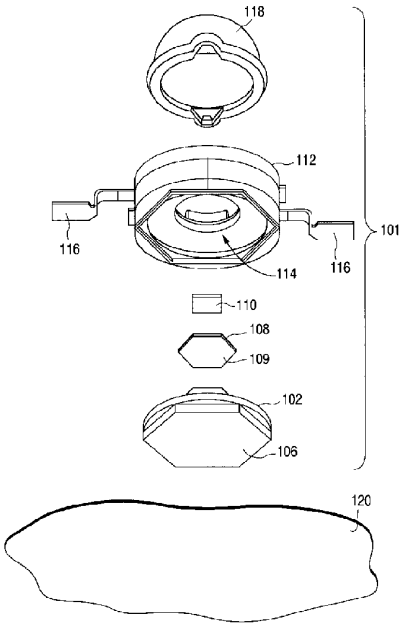
１００　ＬＥＤアセンブリ
１０１　ＬＥＤパッケージ
１０２　ヒートシンク又はスラグ
１０４、１２２　上部合わせ面
１０６　下部合わせ面
１０８　サブマウント

１１０　ＬＥＤﾀﾞｲ
１１６　リード
１１８　レンズ
１２０　基板

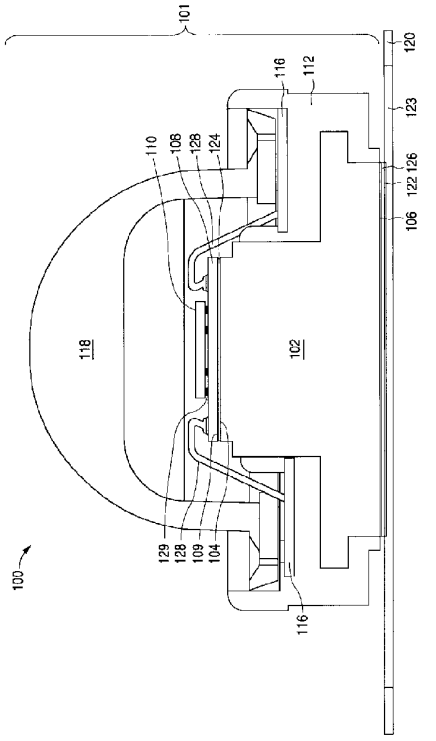
【図１Ａ】



【図１Ｂ】



【図２】


101
120
116
112
123
110
108
128
124
126
122
106
118
102
129
128
109
104
100
116

フロントページの続き

(72)発明者 クレセント エス エルベデス
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 ９５１２３ サン ホセ コリーン ドライヴ ７７０
(72)発明者 ザイヌル フィテリ ビン アジズ
マレーシア ペナン バヤン レパス １１９００ プキット ジャンブル ゴルフビュー アパートメント ３１－５－３
(72)発明者 ポール エス マーティン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 ９４５８８ プレザントン フェアオークス ドライヴ ７６６５

Ｆターム(参考) 5F041 AA25 AA33 AA37 AA43 AA44 DA03 DA09 DA12 DA19 DA32
DA35 DC12 DC26 DC46 DC56

LED LAMP AND LED LIGHTING DEVICE

Publication number: JP2004342791 (A)

Publication date: 2004-12-02

Inventor(s): HATTORI KUNIHIRO +

Applicant(s): HATTORI KUNIHIRO +

Classification:

- international: ***F21V19/00; F21V29/00; H01L33/00***; *F21Y101/02*; **F21V19/00; F21V29/00; H01L33/00**; (IPC1-7): H01L33/00; F21V19/00; F21V29/00; F21Y101/02

- European:

Application number: JP20030136926 20030515

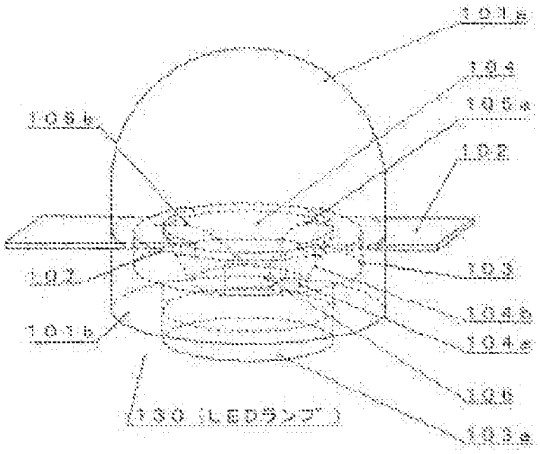
Priority number(s): JP20030136926 20030515

Also published as:

JP3938100 (B2)

Abstract of **JP 2004342791 (A)**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an LED (light emitting diode) lighting device of high reliability wherein property deterioration by increase of current is suppressed, although decline in emission efficiency by temperature rise, chrominance variation by variation of luminescence wavelength and shortening of lifetime are caused when current is increased in the conventional LED lighting device. ; SOLUTION: A frame (102) for power supply and a heat dissipation plate (103) wherein a hollow (104) whose bottom is flat is formed by performing cutting, press, sintering etc. to thermally conductive material are collectively formed integrally by using non-conductivity adhesive (107), and a heat dissipation frame (figure 4 (not shown)) is constituted. An LED element (106) is mounted on the flat part of the hollow, and the LED element and the frame for power supply are connected with a conductive thin wire (105) such as a gold streak. Resin mould is performed in a form wherein a part (103a) of a surface opposite to an LED element mounting surface of the heat dissipation plate on which the LED element is mounted is exposed. As a result, heat is excluded by using a heat sink or the like from a heat dissipation plate exposed part. ; COPYRIGHT: (C)2005,JPO&NCIPI



Data supplied from the ***espacenet*** database — Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2004-342791
(P2004-342791A)
(43)公開日　平成16年12月2日(2004.12.2)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
H01L 33/00	H01L 33/00	N	3K013
F21V 19/00	F21V 19/00	P	3K014
F21V 29/00	F21V 29/00	A	5F041
// F21Y 101:02	F21Y 101:02		

審査請求 未請求　請求項の数 2　OL　（全 7 頁）

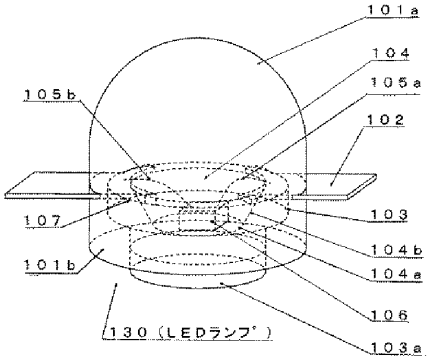
(21)出願番号　特願2003-136926(P2003-136926)
(22)出願日　平成15年5月15日(2003.5.15)

(71)出願人　504045639
服部　邦裕
兵庫県川辺郡猪名川町旭ヶ丘１－２９２
(72)発明者　服部　邦裕
兵庫県川辺郡猪名川町旭ヶ丘１－２９２

Fターム(参考)　3K013 AA07 BA01 CA05
3K014 LA01 LB02 LB04
5F041 AA33 AA43 AA44 DA07 DA12
DA17 DA26 DA44 DA74 DA77

(54)【発明の名称】ＬＥＤランプおよびＬＥＤ照明具

(57)【要約】
【課題】従来のＬＥＤ照明具は電流を増加すると、温度上昇により発光効率の低下、発光波長の変動による色度変化、寿命の短縮をきたす。これら電流増加による特性低下を抑えた、高信頼性のＬＥＤ照明具を提供する。
【解決手段】給電用フレーム（１０２）と熱伝導性材料に切削、プレス、焼結等により底部がフラットな窪み（１０４）を設けた放熱プレート（１０３）を非導電性接着材（１０７）で一体化し、放熱フレーム（図４）を構成する。なお、窪みのフラット部にＬＥＤ素子（１０６）を搭載し、ＬＥＤ素子と給電用フレームは金線等、導電性細線（１０５）で接続されている。該ＬＥＤ素子の搭載された放熱プレートのＬＥＤ素子搭載面と反対面の一部（１０３ａ）を露出する形で樹脂モールドし、放熱プレート露出部よりヒートシンク等を用い、熱を除去する。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項1】
導電性金属フレーム（１０２）と熱伝導度１５０Ｋｃａｌ／ｍ・ｈｒ・℃以上の凹部（１０４）および凸部（１０３ａ）を形成した材料からなる放熱プレート（１０３）が非電導性樹脂で接続されているとともに、凹部（１０４）にＬＥＤチップ（１０６）が１個以上装着されており、かつＬＥＤチップ装着面側にレンズ特性を有する第一の樹脂モールド部（１０１ａ）と、放熱プレートの一部（１０３ａ）が露出するよう成形された第二の樹脂モールド部（１０１ｂ）が一体成形されていることを特徴とするＬＥＤランプ。
【請求項2】
放熱のための熱伝導性金属（７０９）と請求項１に記載のＬＥＤランプ１個以上を熱伝導性材料（７１８）で接触させ放熱効果を向上させたＬＥＤ照明具。

【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、熱による発光効率の低下、および発光波長の変動を抑えた、信頼性の高いＬＥＤ照明具に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
従来から屋外照明灯、警告灯、ディスプレイ装置等の光源として、ＬＥＤディスクリートランプ（５１１）が搭載されている。しかし、複数のＬＥＤランプを集合体として回路基板（５１３）に搭載した場合、個々から発生する熱により灯具全体が高温となり、発光効率の低下、信頼性の低下を招く。　その対策として筐体内部へ外気の取り込みの対策、またはＬＥＤディスクリートランプユニットとヒートシンクの空間部をフィラー入り樹脂（５１２）で埋め、熱拡散を期待している（例えば、特許文献１参照）。
【０００３】
しかし、熱の発生源であるＬＥＤチップ搭載部と放熱樹脂（５１２）は断面０．２５ｍｍ^{2}のリードフレーム（５１１ａ）で繋がっているのみで、放熱効果は極めて悪い。それゆえ、１個当たりのＬＥＤ素子に注入できる電流値は２０ｍＡ程度であり、ＬＥＤランプの密度が大になればより低電流でしか使用できなくなる。
【０００４】
また、ＬＥＤディスクリートランプ（５１１）は回路基板と２本のリードでつながっており、前後または左右のどちらかに傾く可能性があり、集合体として使用する場合は点灯状態で個々の光軸の調整が必要となる欠点がある（図５参照）。
【０００５】
一方、銅箔層（６１７）、絶縁層（６１６）、金属ベース（６１５）の積層基板に絞り加工を施し、絞り加工部分にＬＥＤチップを搭載し、金属ベースの貫通穴を通してＬＥＤチップ搭載側のレンズを保持したＬＥＤユニットの製造法が提案されている（例えば、特許文献２参照）。
【０００６】
しかし、ＬＥＤ素子を搭載した積層金属基板を樹脂で一体成形するため、ユニットとしての光軸のズレは生じないものの、発光部の配置の変更には基板の絞り用金型、レンズ用金型等高額な金型費用が必要となる。また、熱源であるＬＥＤ素子は金属基板と絶縁層を介した回路部に搭載されており、ＬＥＤ素子から金属基板への熱抵抗は大きい。かつ、ＬＥＤ素子から離れた部分の金属ベース部からしか熱の除去ができない問題点がある。（図６参照）。
【０００７】
【特許文献１】特開平０９－２０４５９５号公報（第５頁、図１）
【特許文献２】特開平０６－３３４２２４号公報（第４頁、図１）
【０００８】
【開発が解決しようとする課題】上記のようにＬＥＤ素子で発生した熱の除去が十分でな

い場合、図９のグラフの従来品Ａおよび従来品Ｂに示すように、低電流値でしか注入電流に比例した光出力が得られず、大電流値では消費電力の無駄が生じると伴に発光素子の寿命も短くなる。また、発光波長についても図１０の従来品Ａおよび従来品Ｂに示すように、ＬＥＤ素子の接合部温度上昇に伴い長波長側にシフトし色調が変化する。

【０００９】

また、紫外線発光素子を励起光源とし蛍光材を間接的に発光させるＬＥＤランプにおいては発光素子の波長変動により蛍光材の発光効率が大きく影響され、期待される光度および色度が得られない問題がある。

【００１０】

【課題を解決するための手段】ＬＥＤ素子を熱伝導度の大きい材料に搭載し、ＬＥＤ素子の接合部で発生する熱を最短距離である裏面から放熱フィン等に伝導させＬＥＤ素子の温度上昇を抑えることで、電流値変化による特性の変動を最小限に抑え、特に大電流での発光効率の低下および寿命の短縮を防止する。

【００１１】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施態様を図に基づいて説明する。図４は本発明にかかるＬＥＤランプに使用するフレームの一例を示す斜視図である。表面側に底辺がフラット４０４ａで傾斜した反射面４０４ｂを備えた窪みと裏面側に本体４０３より小さい径の凸部を形成した熱伝導性材料と給電のためのワイヤーボンド可能なフレーム４０２を接着剤で一体化する。

【００１２】

ちなみに、図４の窪み部分について詳細に説明すると、使用するＬＥＤチップの幅をＷ１とすると、窪み底辺の直径Ｗは、Ｗ１×１．４１＋０．０２ｍｍ≦Ｗ≦Ｗ１×１．４１＋１．０ｍｍが望ましく、さらに望ましくは、Ｗ１×１．４１＋０．１ｍｍ≦Ｗ≦Ｗ１×１．４１＋０．５ｍｍである。

【００１３】

窪みの深さについては、使用するＬＥＤチップの高さをＴとすると、深さＨはＴ≦Ｈ＜Ｔ×５が望ましく、さらに望ましくは、Ｔ×２≦Ｈ≦Ｔ×３である。

【００１４】

また、反射面の広がり角度θは、底面に対し３０°以上が望ましい、さらに望ましくは４５°≦θ≦７５°であり、この範囲外ではレンズ面への取り出し効率が低下する。

【００１５】

次に、本発明の図１について説明する。放熱プレート１０３の窪み部底辺のフラット部１０４ａにＬＥＤチップ１０６を接着樹脂で搭載固定し、ＬＥＤチップ１０６の電極パターンと給電フレームをワイヤーボンドする。上記ＬＥＤチップの搭載された放熱フレームを、ＬＥＤチップ搭載面がレンズ側になるようモールド用型にセットする。なお、望ましくはＬＥＤチップを搭載した窪み部分に事前にシリコン系柔軟樹脂またはモールド材と同じ樹脂を充填しておくと気泡の混入防止に有効である。

【００１６】

続いて、放熱プレートの凸部１０３ａが露出するよう透明樹脂を充填する。なお、充填する樹脂は熱硬化、熱可塑のどちらの樹脂を使ってもよい。また、樹脂と凸部段差は、使用する放熱プレートと使用する樹脂の熱膨張係数を考慮し、ＬＥＤ点灯時に放熱プレートの凸部が常に水平、または突出するよう、樹脂充填量を調節しておく。

【００１７】

また、図７は上記本発明のＬＥＤランプを使った一例であり、詳細に説明する。穴を開けたエポキシ回路基板７１３の穴に本発明のＬＥＤランプを配置し、基板の回路とＬＥＤランプの給電フレーム７１２を半田等、導電性材料で接続固定する。次にＬＥＤランプ裏面側の放熱プレートの突出部に熱伝導性樹脂を塗布し、塗布面をヒートシンク等放熱器のフラット面と接触させる。ＬＥＤランプを搭載した基板と放熱器は、熱伝導性樹脂の厚みが薄くなるようネジ、またはリベットにより固定する。

【００１８】

【実施例１】厚さ２ｍｍ、直径５．８ｍｍの銅（還元銅）円板を、表面側に底面１０４ａの直径が０．８ｍｍ、反射面１０４ｂの角度が６０°、深さ０．５ｍｍの窪み、裏面側に直径５．０ｍｍ、段差０．６ｍｍの凸部１０３ａになるようプレス加工した放熱プレートの表面ドーナツ状フラット面に非導電性接着材ムロマックボンドＨ－３３３Ｃを薄く塗布し、プレスで打ち抜き下地に０．３μｍのニッケルめっき、表面に３μｍの銀メッキした給電フレーム１０２を１．０Ｋｇ／ｃｍ^{2}の加重を掛けた状態で１５０℃の雰囲気で３０分間硬化した。

【００１９】

なお、本実施例では接着強度２４０Ｋｇ／ｃｍ^{2}を使用したが、硬化後の接着強度が１５０Ｋｇ／ｃｍ^{2}以上が望ましい。また、非導電性接着剤の塗布はスタンピング方式で行ったが、スクリーン印刷、ディスペンス方式でもよい。硬化時の加重は２．０～０．５Ｋｇ／ｃｍ^{2}が望ましく、加重を大きくすると電気絶縁されない場合が生じやすくなる。また、加重をかけない場合には接着材の厚みが不均一となり硬化後の接着強度にバラツキが生じ信頼性が落ちる原因となる。

【００２０】

上記、放熱プレートの窪み底面１０４ａにＬＥＤチップ１０６（チップサイズ０．３２ｍｍ角、チップ高さ０．２２ｍｍ、材質ＧａＮ／サファイヤ）を非導電性接着剤ムロマックボンドＨ３８６で配置固定し、ＬＥＤチップ表面の電極と給電フレーム１０２をφ２５μｍの金線１０５で接続した。ＬＥＤチップの固定に使用する非導電性樹脂は、透明または白色樹脂がより望ましく、着色樹脂は光の吸収によりレンズ面への光の取り出し効率が低下する。また、樹脂の色によっては本来のＬＥＤチップの発光色と異なる色度となる不具合が生じる。

【００２１】

続いて、ＬＥＤチップ搭載の窪み１０４に透明エポキシ樹脂を予備充填し、チップ搭載面側が下側になるよう金型に装着（金型についてもレンズ面が下）。透明エポキシ樹脂を金型と放熱プレート隙間から放熱プレートの凸部１０３ａとフラットになるよう注入し、１２０℃で硬化後、金型から取り外しφ７ｍｍ、高さ５．１ｍｍのＬＥＤランプ１３０を作成した。

【００２２】

なお、紫外線発光ＬＥＤチップを光源として可視光を得る場合は、窪み部１０４に蛍光剤を混和したシリコン樹脂を注入、硬化後に金型に装着すればよい。また、インサート成形等、他の成形方法を用いれば透明ポリカーボネート樹脂、アクリル樹脂等も使用できる。

【００２３】

【実施例２】上記実施例１と同寸法の放熱プレート３０３をアルミニウムの溶融成形で作成し、実施例１と同様の方法で給電フレームと一体化した。本放熱プレートの窪み部に、表面にワイヤーボンド可能なＡｕを蒸着したＡｌＮ（サイズ０．５ｍｍ角、厚み０．１ｍｍ）３０８を熱導電性樹脂で固定し、その上にＬＥＤチップ３０６ａ（チップサイズ０．３２ｍｍ角、チップ高さ０．２５ｍｍ、材質ＡｌＧａＡｓ／ＡｌＧａＡｓ、表面ｎ電極、裏面ｐ電極）を導電性接着剤ムロマックボンドＡ－７１Ｓで接着した。つづいて、表面ｎ電極と給電フレーム３０２をφ２５μｍの金線３０５ａで接続し、もう片方の給電フレーム３０２とＡｌＮ（３０８）をφ２５μｍの金線３０５ｂで接続した。本実施例では２００Ｗ／ｍ・ＫのＡｌＮを使用したが、熱伝導度が１５０Ｗ／ｍ・Ｋ以上の材料であれば特に問題は生じなかった。

【００２４】

上記ＬＥＤチップを搭載した放熱プレートの窪み部に透明シリコン樹脂を充填、熱硬化後、放熱プレートの凸部フラット表面に樹脂が回り込まないよう設計された金型にセットし、透明ポリカーボネート樹脂を金型温度１６０℃、樹脂温度２８０℃の条件でインサート成形しＬＥＤランプ１３０を作成した。

【００２５】

【実施例３】φ７ｍｍの穴を開けたエポキシ回路基板７１３の穴部に、実施例１で作成し

た本発明のＬＥＤランプ７３０をはめ込み、基板上の回路とＬＥＤランプの給電フレームをハンダにより接続した。次に、本ＬＥＤランプの搭載された基板裏面に現われる放熱プレートのフラット部１０３ａに熱伝導性材料７１８（信越化学工業製オイルコンパウンドＧ７５１）を塗布し、ヒートシンクに搭載した。ＬＥＤランプの搭載された基板とヒートシンクはタッピングネジで固定の後、ＬＥＤランプ搭載面のレンズ部を除いて防湿樹脂７１２（東芝シリコンＴＳＥ３９９）を塗布し、ＬＥＤ照明具を作成した。本実施例では熱伝導率４．５Ｗ／ｍ・Ｋのアルミナ混和シリコンオイルを使用したが、熱伝導性材料の膜厚が０．１ｍｍ以下で固定できれば２．０Ｗ／ｍ・Ｋの熱伝導率でも十分特性は確保できた。

【００２６】

【実施例４】内側に半径１５ｍｍの反射面および集光レンズ８２２を備えたヘッド部と放熱効率を向上させるため、外形２０ｍｍ、厚み２ｍｍの７枚のフィンを備えたヒートシンクをアルミニウム材で作成した。次に、実施例１で作成した本発明のＬＥＤランプの給電プレート１０２の＋極にケーブルを接続し、放熱プレートの凸部１０３ａに熱伝導性材料８１８（ＡＯＳ製５４０１２、熱伝導率２．５８Ｗ／ｍ・Ｋ）を塗布、ＬＥＤランプのレンズ側がヘッド部側になるようＬＥＤランプをセットした。一方ＬＥＤランプの他方の給電フレーム（－極）はヒートシンクと接触させ、ヘッド部をヒートシンクにねじ込みＬＥＤ照明具を作成した。

【００２７】また、導電性金属筐体に本実施例のＬＥＤ照明具を多数個配置した照明具の場合、制御回路の－極を筐体に接続することで煩雑な配線が不要となる。

【００２８】

【比較例１】実施例３の方法で、本発明のＬＥＤランプ２２４個を、７個直列３２並列の電気回路で、従来品と同じ同心円状に配置したＬＥＤ照明具を作成した。本比較例を点灯させＬＥＤランプ１個に流れる電流値を基準に、ディスクリートランプを搭載した従来品Ａ、金属積層基板を用いた従来品Ｂと比較した。図９、図１０に示すように、従来品Ａは３０ｍＡ付近まで比例的に出力は増加するものの、５０ｍＡを超えると出力は低下した。また、従来品Ｂについても９０ｍＡを超えると出力低下がみられた。発光波長についても、略ＬＥＤチップの温度と推測される波長変動をした。

【００２９】一方、本比較例で作成したＬＥＤ照明具は１６０ｍＡまで略比例的に光度が得られ、発光波長変動についても従来品の１／３～１／２の変動であった。

【００３０】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明のＬＥＤランプおよびＬＥＤ照明具は熱による特性変動を非常に低く抑えることが可能となる。従って、光度・色度・変換効率等の特性の安定化、超寿命化の優れた効果を奏でる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明にかかるＬＥＤランプの斜視図である。

【図２】本発明にかかるＬＥＤランプの断面図である。

【図３】本発明にかかるＬＥＤランプの一例を示す断面図である。

【図４】本発明のＬＥＤランプの放熱機構の説明図である。

【図５】従来のＬＥＤランプを搭載したユニットの断面図である。

【図６】従来の金属ベース基板を使ったＬＥＤユニットの断面図である。

【図７】本発明のＬＥＤランプを搭載したＬＥＤ照明具の断面図である。

【図８】本発明のＬＥＤランプを搭載したＬＥＤ照明具の断面図である。

【図９】比較例品の光出力を示すグラフ図である。

【図１０】比較例品の波長変動を示すグラフ図である。

【符号の説明】

１０１　透明樹脂

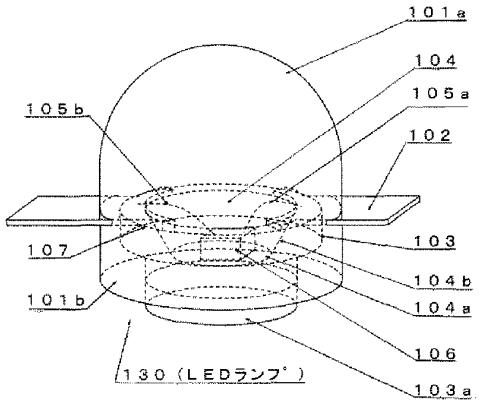
１０２　給電用フレーム

１０３　放熱プレート

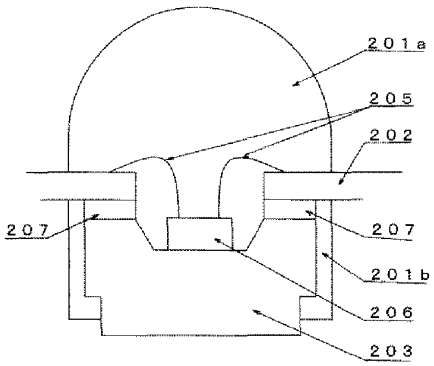
１０４　凹部

１０６　ＬＥＤチップ
５１１　ＬＥＤディスクリートランプ
５１２　放熱樹脂
６１５　金属基板
６１６　エポキシ絶縁層
７０９　ヒートシンク
７１２　防湿樹脂
７１３　エポキシ回路基板
７１８　放熱コンパウンド

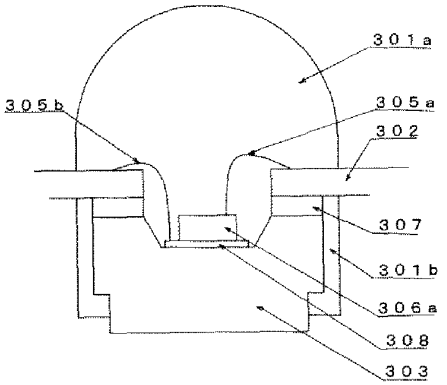
【図1】



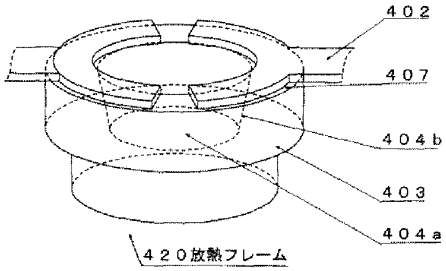
【図2】



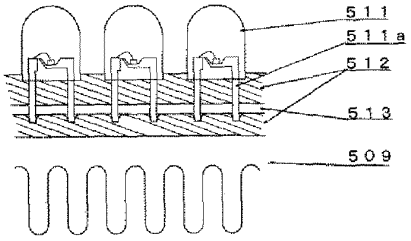
【図3】



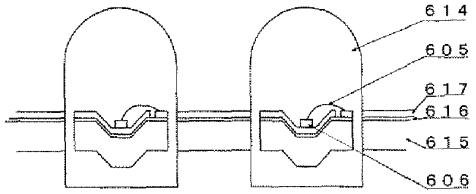
【図4】



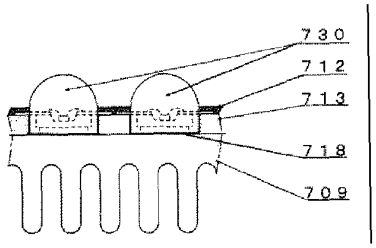
【図5】



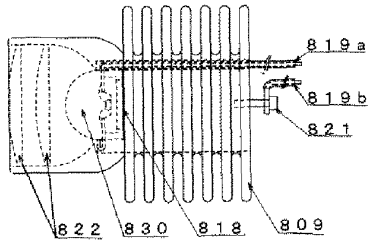
【図6】



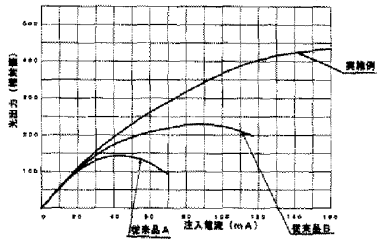
【図7】



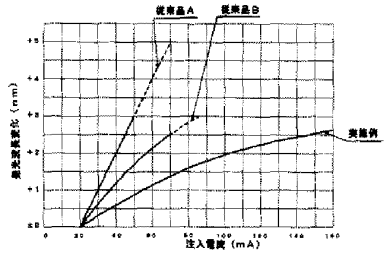
【図8】



【図9】



【図10】



(19) KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020030024283 A
26.03.2003

(21)Application number: 1020010057346
(22)Date of filing: 17.09.2001
(30)Priority: ..

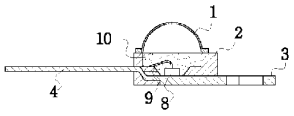
(51)Int. Cl H01L 23/495

(71)Applicant: AUK CORP.
(72)Inventor: LEE, TAEK RYEOL

(54) HEAT-SINK FRAME, OPTICAL SEMICONDUCTOR DEVICE USING THE SAME, FABRICATING THEREOF, AND SEMICONDUCTOR DEVICE

(57) Abstract:

PURPOSE: A heat-sink frame, an optical semiconductor device using the same, a fabricating method thereof, and a semiconductor device are provided to improve a heat-sink effect and optical reflectivity by forming a heat-sink plate with thermo setting plastic. CONSTITUTION: A base frame is formed with a heat-sink plate(3) including a plurality of leads(4) and an optical semiconductor chip. A transfer mold is formed on the heat-sink plate(3) of the base frame. A concavity is formed on a center portion of the heat-sink plate(3). A reflective plate is formed on a surface of the concavity. A heat-sink lead frame is formed on a lower portion of the center portion of the heat-sink plate(3). An optical diode chip(8) such as an LED is adhered on the exposed heat-sink plate(3) of a heat-sink block(2). A gold wire(9) is used for connecting the optical diode chip(8) with the leads(4). A coating layer(10) is formed on the optical diode chip(8). A lens(1) is adhered on the coating layer(10).



copyright KIPO 2003

Legal Status
Date of request for an examination (20010917)
Notification date of refusal decision ( )
Final disposal of an application (rejection)
Date of final disposal of an application (20040519)
Patent registration number ( )
Date of registration ( )
Number of opposition against the grant of a patent ( )
Date of opposition against the grant of a patent ( )
Number of trial against decision to refuse ( )
Date of requesting trial against decision to refuse ( )
Date of extinction of right ( )

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl. [7]
H01L 23/495

(11) 공개번호 특2003-0024283
(43) 공개일자 2003년03월26일

(21) 출원번호 10-2001-0057346
(22) 출원일자 2001년09월17일

(71) 출원인 광전자 주식회사
전북 익산시 신흥동 802-12

(72) 발명자 이택렬
서울특별시서초구서초동1621-17현대단독주택20

(74) 대리인 특허법인 원전

심사청구 : 있음

(54) 방열 리드프레임과 이를 이용한 광 반도체 소자 및 그제조방법과, 반도체 소자

요약

본 발명은 방열 리드프레임과 이를 이용한 광 반도체 소자 및 그 제조방법과, 반도체 소자에 관한 것으로, 특히 리드프레임에 열경화성수지로 반사판이 형성된 방열블럭을 몰딩성형함으로써 방열블럭에 의해 광다이오드 칩에서 발산되는 열을 효율적으로 방열시킬 수 있도록 하여 반도체 소자의 열적노화를 방지할 수 있는 방열 리드프레임과 이를 이용하여 고휘도를 제공하며 내구성이 우수한 광 반도체 소자 및 그 제공방법과, 상기 리드프레임에 형성하는 방열블럭의 구성을 갖는 방열성능이 우수한 반도체 소자에 관한 것이다.

대표도

도 9

색인어
방열, 광 반도체, 광 반도체 소자, LED

명세서

도면의 간단한 설명

도1a,도1b는 본 발명에 따른 방열 리드프레임의 기초프레임의 평면도 및 종단면도

도2a,도2b는 본 발명에 따른 방열 리드프레임의 기초프레임의 다른 실시예에 따른 평면도 및 종단면도

도3은 본 발명에 따른 방열 리드프레임을 나타내는 평면도

도4는 도3의 종단면도

도5는 본 발명의 제2공정상태를 나타내는 평면도

도6은 본 발명의 제2공정상태를 나타내는 종단면도

도7은 본 발명의 제3공정상태를 나타내는 평면도

도8은 본 발명의 제3공정상태를 나타내는 종단면도

도9는 본 발명에 따른 광반도체 소자의 전체 사시도

도10은 본 발명에 따른 광반도체 소자의 다른 변형예의 사시도

도11은 도10의 종단면도

〈 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 〉

1: 렌즈 2: 방열 에폭시

3: 방열판(Heatsink) 4: 리드(Lead)

5: 고정홀(Joint Hole) 6:기초프레임(Base Frame)

7: 반사판 8: 광다이오드 칩

9: 골드 와이어(Gold Wire) 10: 코팅층

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 방열 리드프레임과 이를 이용한 광 반도체 소자 및 그 제조방법과, 반도체 소자에 관한 것으로, 특히 리드프레임에 열경화성수지로 반사판이 형성된 방열블럭을 몰딩성형함으로써 방열블럭에 의해 광다이오드 칩에서 발산되는 열을 효율적으로 방열시킬 수 있도록 하여 반도체 소자의 열적노화를 방지할 수 있는 방열 리드프레임과 이를 이용하여 고휘도를 제공하며 내구성이 우수한 광 반도체 소자 및 그 제공방법과, 상기 리드프레임에 형성하는 방열블럭의 구성을 갖는 방열성능이 우수한 반도체 소자에 관한 것이다.

각종 광원장치에 사용되는 발광소자나 수광소자를 갖는 광 반도체 소자는 광소자로 부터 발생되는 자체열로 인해서 장시간 사용시 열적스트레스가 발생하여 쉽게 노화된다는 문제점이 있다.

또한 기존의 광 반도체의 경우는 LED칩과 같은 광 반도체에서 발생 또는 흡수하는 빛의 반사를 위한 반사판을 리드프레임에 형성시켜 제작할때 통상 열 가소성수지로 사출성형하고 있으나, 상기 열 가소성수지의 경우는 방열특성이 낮고, 또한 광반사율이 30% 내외로서 낮기 때문에 광도가 떨어지고 열적 스트레스로 인해 LED의 수명이 단축된다는 문제점이 있다.

그러나 상기와 같은 반사판은 사출로 성형함에 따라 반사율이 좋은 충전물을 사용할 수 없기 때문에 그 개선이 쉽지않다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 종래의 리드프레임과 광 반도체 소자가 갖는 문제점을 해결하기 위해서 안출한 것으로서, 특히 방열특성과 광반사율이 우수한 방열블럭을 형성한 방열 리드프레임과 이를 이용한 광 반도체 소자 및 그 제조방법의 제공을 그 목적으로 한다.

또한 본 발명은 방열특성과 광반사율이 우수한 방열블럭을 구비하는 반도체 소자의 제공을 그 목적으로 한다.

이와 같은 목적은 다수의 리드와 광다이오드가 접착되는 방열판으로 형성되는기초프레임과, 상기기초프레임의 방열판에 트랜스퍼 몰드(Transfer Mold)로 성형되어 형성되되 중앙이 하부로 함몰되어 그 함몰부 표면이 반사판을 형성하고 정중앙의 하부는 통개되어 방열판의 상면이 노출되는 방열블럭으로 구성되는 방열 리드프레임 및 이를 이용하여 달성될 수 있는 바, 이하 첨부된 도면을 참조로 하여 상세히 설명한다.

발명의 구성 및 작용

도1a, 도1b, 도2a 및 도2b는 본 발명에 따른 방열 리드프레임을 제조하기 위한 원판의 상태를 보여준다.

상기 도면에서 보는 바와 같이 본 발명에 따른 방열 리드프레임은 다수의 리드(4)와 광다이오드 칩과 같은 광소자 칩(8)이 접착되는 방열판(3)으로 형성되는기초프레임(6)을 기본 프레임으로 하여 구성되게 된다.

상기기초프레임(6)은 통상의 주물을 통한 제조 또는 단조등에 의해서도 제조될 수 있으며, 그 제조방법은 통상적인 방법을 사용할 수 있다.

도3 및 도4는 본 발명에 따른 방열 리드프레임을 도시하고 있다. 상기 도면에서 보는 바와 같이 본 방열 리드프레임은 다수의 리드(4)와 광반도체 칩이 접착되는 방열판(3)으로 형성되는기초프레임(6)과, 상기기초프레임의 방열판(3)에 트랜스퍼 몰드(Transfer Mold)로 성형되어 형성되되 중앙이 하부로 함몰되어 그 함몰부 표면이 반사판(7)을 형성하고 정중앙의 하부는 통개되어 방열판(3)의 상면이 노출되는 방열블럭(2)으로 구성된다.

상기 반사판(7)의 정 중앙부는 통개되어 방열판(3) 상면이 노출되게 되며, 이곳에 광 반도체 소자가 부착된다.

본 발명에 따른 방열 리드프레임의 특징은 반사판을 갖는 방열블럭을 상기 원판에 형성한 것이며, 또한 상기 방열블럭(2)은 열 경화성 수지로 성형한 것을 특징으로 한다.

상기 열 경화성 수지는 에폭시 수지로 하는 것이 더욱 바람직하다.

특히 본 발명에서는 상기 방열블럭의 재료로 사용되는 열 경화성 수지는 TiO_2 와 Silica를 함유하도록 하여(바람직하게는 70% 이상) 내열성과 방열율을 높이고 반사율을 증대시키는 것이 바람직하다. (상기 TiO_2 와 Silica는 상기 방열블럭의 반사판에만 함유시킬 수 도 있다. 이 경우에는 상기 반사판을 별개로 형성하여 방열블럭에 접착시킬 수 도 있을 것이다.)

상기와 같이 성형된 방열블럭은 방열특성이 매우 우수하며, 또한 상기 트랜스퍼 성형기법을 사용하여 열경화성 수지로 된 반사판을 달성하게 되므로 광 반사율이 종래의 사출물보다 3배이상 증대되게 된다.

EX1003, Page 1061

상기와 같은 우수한 특성을 갖는 방열 리드프레임을 이용하여 광 반도체 소자를 제조하는 과정을 이하에 설명한다.

본 발명에 따른 광 반도체 소자의 제조방법은,

상기 도1a 내지 도2b에서와 같이, 다수의 리드(4)와 광다이오드가 접착되는 방열판(3)으로 형성되는기초프레임(6)을 성형하는 제1공정과,

도3 및 도4에서 보는 바와 같이, 상기 제1공정에 의한기초프레임(6)의 방열판(3)에 트랜스퍼 성형(Transfer Molding)을 통하여 열경화성 수지로 중앙에 함몰된 반사판(7)이 형성된 방열블럭(2)을 성형하는 제2공정과,

도5 및 도6에서 보는 바와 같이, 상기 제2공정에 의한 방열블럭(2)의 반사판 중앙에 노출된 방열판(3) 위에 광다이오드(8)를 접착시키는 제3공정과,

도7 및 도8에서 보는 바와 같이, 상기 제3공정에 의한 광다이오드(8)와 리드(4)를 골드와이어(9)로 연결하고, 이 위에 코팅층(10)을 성형하여 밀봉하는 제4공정과,

도7 및 도8에서 보는 바와 같이, 상기 제4공정의 코팅층(10) 위에 렌즈(1)를 부착하는 제5공정으로 구성되는 것을 특징으로 한다.

물론 상기 제1공정의기초프레임은 성형상의 편리를 위해서 다수개가 일렬로 연결된 원판으로 형성하여 사용할 수 있음은 물론이며, 이러한 원판형태의 것을 사이 제5공정 후에 각각의 연결부를 절단하여 독립된 광 반도체 소자들로 완성하는 것이 바람직 할 것이다.

상기 제3공정에서 방열판(3) 위에 광다이오드(8)를 접착시 Ag접착재를 사용하는 것이 바람직하다.

상기 제5공정의 렌즈(1)는 UV(자외선 차단) 렌즈를 사용하는 것이 바람직하다.

상기 제4공정에서의 코팅층(10)은 실리콘이나 에폭시수지로 형성할 수 있다.

상기와 같은 방법을 통하여 제조된 광 반도체 소자는 도8 내지 도11에서 보는 바와 같이 다수의 리드(4)와 광반도체 칩이 접착되는 방열판(3)으로 형성되는기초프레임(6)과 상기기초프레임의 방열판(3)에 트랜스퍼 몰드(Transfer Mold)로 성형되어 형성되되 중앙이 하부로 함몰되어 그 함몰부 표면이 반사판(7)을 형성하고 정중앙의 하부는 통개되어 방열판(3)의 상면이 노출되는 방열블럭(2)으로 구성된 방열 리드프레임이 형성되고, 상기 방열 리드프레임의 방열블럭(2)의 중앙의 노출된 방열판 위에 LED칩 등의 광다이오드 칩(8)이 부착되고, 상기 광다이오드 칩(8)과 리드(4)를 연결하도록 골드 와이어(9)가 부착되고, 상기 광다이오드 칩(8)의 상부에는 코팅층(10)이 형성되고, 상기 코팅층(10) 위에 렌즈(1)가 부착되어서 형성된 구조이다.

또한 본 발명의 특징적인 기술사상에 속하는 상기 열 경화성 수지로 반사판을 구성하는 것은 상기 특정의 광 반도체 소자에 한정되는 것은 아니며, 열이 발생되는 반도체 소자의 열을 흡수하여 방열하는 방열특성을 향상시키기 위해서 상기 반도체 소자에 상기와 같은 반사판을 부착시킨 반도체 소자를 구성할 수 있으며, 이 또한 본 발명의 기술적 사상에 속한다.

발명의 효과

이상에서와 같이 본 발명은 열경화성 수지로 트랜스퍼 성형한 방열반사판을 구비하여 방열효과와 광 반사율을 획기적으로 향상시킴으로써 반도체 패키지의 신뢰성을 크게 향상시키게 된다.

EX1003, Page 1062

또한 본 발명에 따른 광 반도체 소자는 열적 스트레스에 의한 LED의 수명 단축문제를 근본적으로 해결하였으며, 종래의 기술에서 보증할 수 있는 10만 시간의 수명을 2~3배 이상 연장함으로서 반영구적으로 사용할 수 있는 램프를 제공할 수 있게된다.

또한 본 발명에서는 반사판을 트렌스퍼 성형 공정을 통하여 제조하므로 광의 반사율이 종래의 사출물보다 3배이상 높게 됨으로서 고휘의 광원을 제공할 수 있으면서 이와 함께 열적 스트레스를 극소화 하여 내구성을 크게 향상시키게 된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

열이 발생되는 반도체 소자의 열을 흡수하여 방열하는 방열특성을 향상시키기 위해서 상기 반도체 소자에 열경화성 수지로 형성된 반사판을 부착시킨 것을 특징으로 하는 반도체 소자.

청구항 2.

제1항에 있어서;

상기 열경화성 수지는 TiO_2 와 Silica를 함유한 것을 특징으로 하는 반도체 소자.

청구항 3.

다수의 리드(4)와 광반도체 칩이 접착되는 방열판(3)으로 형성되는 기초프레임(6)과, 상기 기초프레임의 방열판(3)에 트랜스퍼 몰드(Transfer Mold)로 성형되어 형성되되 중앙이 하부로 함몰되어 그 함몰부 표면이 반사판(7)을 형성하고 정중앙의 하부는 통개되어 방열판(3)의 상면이 노출되는 방열블럭(2)으로 구성된 것을 특징으로 하는 방열 리드프레임.

청구항 4.

제3항에 있어서;

상기 방열블럭(2)은 에폭시 수지로 형성된 것을 특징으로 하는 방열 리드프레임.

청구항 5.

제3항에 있어서;

상기 방열블럭(2)은 열경화성수지로 형성된 것을 특징으로 하는 방열 리드프레임.

청구항 6.

제3항에 따른 방열 리드프레임의 방열블럭(2)의 중앙에 노출된 방열판 위에 광다이오드 칩(8)이 부착되고, 상기 광다이오드 칩(8)과 리드(4)를 연결하도록 골드 와이어(9)가 부착되고, 상기 광다이오드 칩(8)의 상부에는 코팅층(10)이 형성되고, 상기 코팅층(10) 위에 렌즈(1)가 부착되어서 형성되는 것을 특징으로 하는 광반도체 소자.

청구항 7.

제6항에 있어서;

상기 코팅층(10)은 실리콘으로 형성된 것을 특징으로 하는 광반도체 소자.

청구항 8.

제6항에 있어서;

상기 코팅층(10)은 투명 에폭시로 형성된 것을 특징으로 하는 광반도체 소자.

청구항 9.

다수의 리드(4)와 광다이오드가 접착되는 방열판(3)으로 형성되는 기초프레임(6)을 성형하는 제1공정과,

상기 제1공정에 의한 기초프레임(6)의 방열판(3)에 트랜스퍼 성형(Transfer Molding)을 통하여 열경화성 수지로 중앙에 함몰된 반사판(7)이 형성된 방열블럭(2)을 성형하는 제2공정과,

상기 제2공정에 의한 방열블럭(2)의 반사판 중앙에 노출된 방열판(3) 위에 광다이오드(8)를 접착시키는 제3공정과,

상기 제3공정에 의한 광다이오드(8)와 리드(4)를 골드와이어(9)로 연결하고, 이 위에 코팅층(10)을 성형하여 밀봉하는 제4공정과,

상기 제4공정의 코팅층(10) 위에 렌즈(1)를 부착하는 제5공정으로 구성되는 것을 특징으로 하는 광반도체 소자 제조방법.

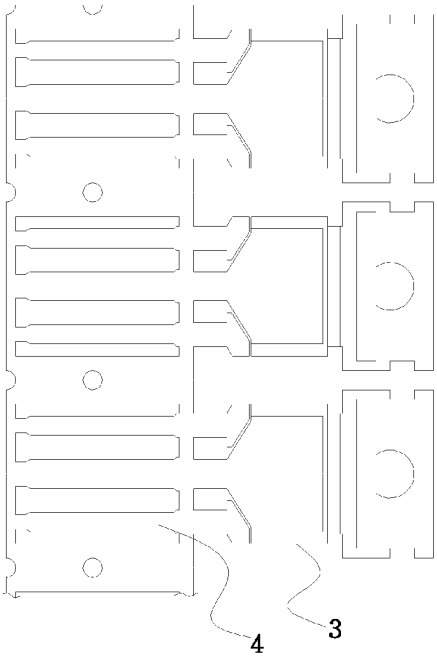
청구항 10.

제9항에 있어서;

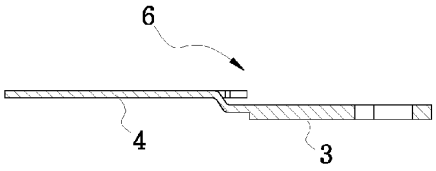
상기 제2공정에 사용되는 열경화성 수지는 TiO_2 와 Silica를 함유하여 백색의 반사판을 형성한 것을 특징으로 하는 광반도체 소자 제조방법.

도면

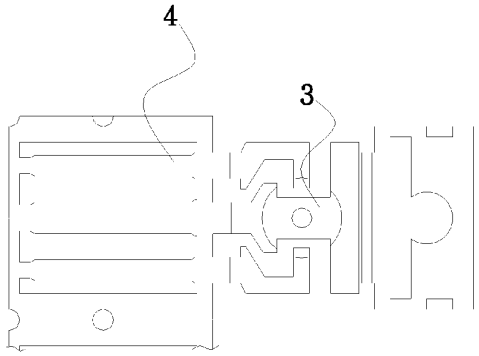
도면 1a



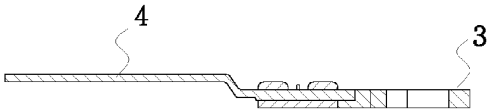
도면 1b



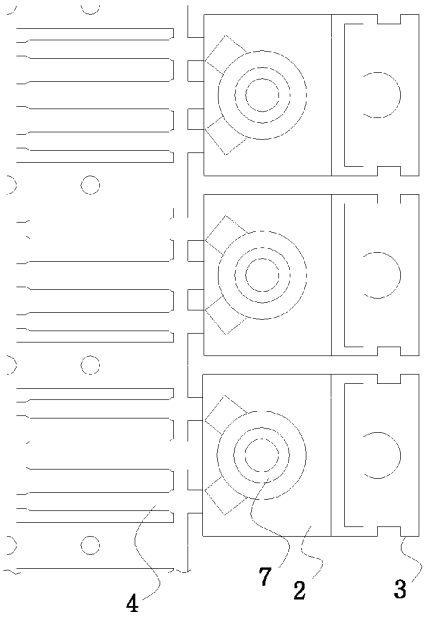
도면 2a



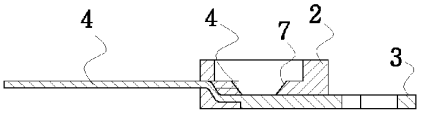
도면 2b



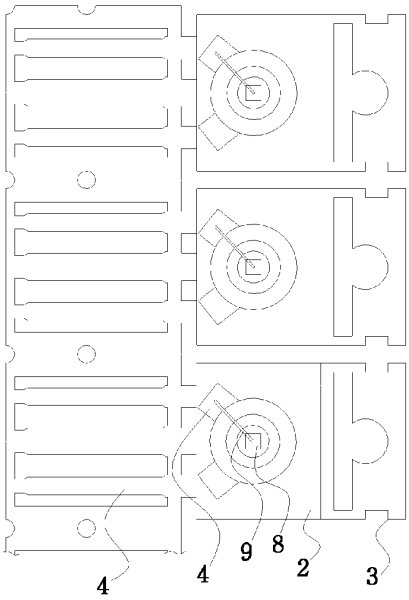
도면 3



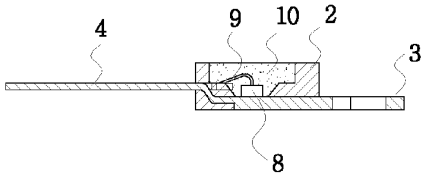
도면 4



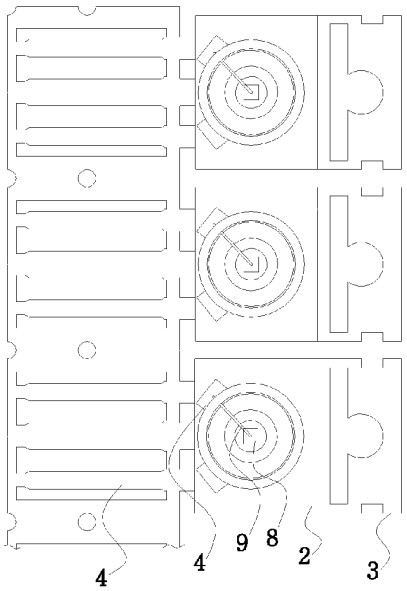
도면 5



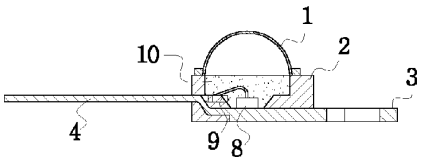
도면 6



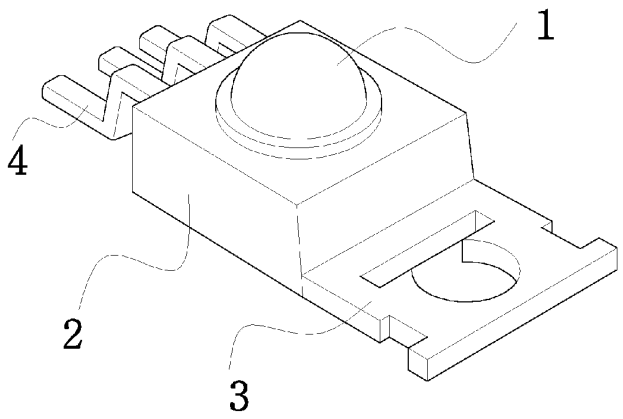
도면 7



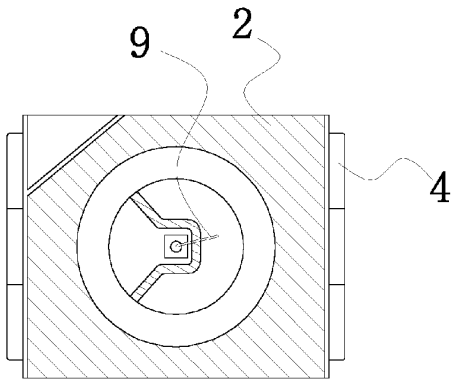
도면 8



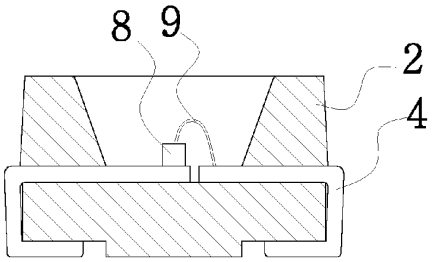
도면 9



도면 10



도면 11



(19) KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020050111298 A
24.11.2005

(21)Application number: 1020040036543
(22)Date of filing: 21.05.2004
(30)Priority: ..

(51)Int. Cl H01L 33/00
H01L 23/34

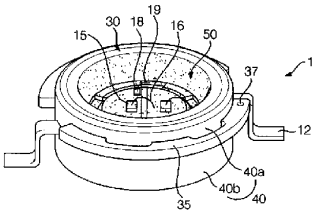
(71)Applicant: SEOUL SEMICONDUCTOR CO., LTD.

(72)Inventor: MIN, BOCK KEE
HAN, KWAN YOUNG

(54) LED PACKAGE USING HEAT CONDUCTIVE REFLECTOR FOR PREVENTING DAMAGE OF PERIPHERAL CIRCUIT AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(57) Abstract:

PURPOSE: An LED(Light Emitting Diode) package and a manufacturing method thereof are provided to improve the lifetime of an LED chip, to prevent the damage of a peripheral circuit due to high temperature and to enhance the stability of operation by radiating quickly heat of the LED chip using a heat conductive reflector. CONSTITUTION: An LED package includes body with a lead frame(12) and an LED chip(15), a housing for enclosing the body, a reflector, a heat dissipation wing. The reflector(30) is connected to an upper side of the body and encapsulated by the housing. The reflector has an opening at a center portion. The heat dissipation wing(35) is formed at one side of the reflector. The reflector is made of one selected from a group consisting of a conductive plastic and a metallic material.



copyright KIPO 2006

Legal Status
Date of request for an examination (20040521)
Notification date of refusal decision ( )
Final disposal of an application (registration)
Date of final disposal of an application (20060727)
Patent registration number (1006130650000)
Date of registration (20060808)
Number of opposition against the grant of a patent ( )
Date of opposition against the grant of a patent ( )
Number of trial against decision to refuse ( )
Date of requesting trial against decision to refuse ( )
Date of extinction of right ( )

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.
H01L 33/00 (2006.01)
H01L 23/34 (2006.01)

(45) 공고일자 2006년08월16일
(11) 등록번호 10-0613065
(24) 등록일자 2006년08월08일

(21) 출원번호 10-2004-0036543
(22) 출원일자 2004년05월21일

(65) 공개번호 10-2005-0111298
(43) 공개일자 2005년11월24일

(73) 특허권자 서울반도체 주식회사
서울 금천구 가산동 148-29

(72) 발명자 민복기
서울시동작구신대방2동366-219번지202호

한관영
서울특별시 관악구 봉천동 1706 번지 우성아파트 105동 2412호

(74) 대리인 이수완
조진태
윤종섭
이 성 규

(56) 선행기술조사문헌
KR1020030024283 A
KR1020030053853 A
* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 구본재

(54) 고열전도성 반사체를 이용한 발광 다이오드 패키지 및 그제조방법

요약

본 발명은 발광 다이오드 패키지에 실장된 LED 칩의 발광시 빛을 반사하는 반사체의 구조 및 재질을 개선하여 LED 칩의 발광시 발생되는 열을 신속하게 방열하는 고열전도성 반사체를 이용한 발광 다이오드 패키지에 관한 것으로서, LED 칩의 빛을 반사하기 위해 설치된 반사체의 일측에 방열날개를 형성하여 하우징의 외측으로 노출되도록 함과 더불어 상기 방열날개를 포함하는 반사체와 하우징의 재질을 고열전도성 변경함으로써, 상기 LED 칩의 열을 신속하게 외부로 방열할 수 있어 상기 LED 칩의 수명이 향상되고, 주변 회로가 고열에 의해 받는 열적 손상을 방지하며, 안전성이 향상을 이룰 수 있는 고열전도성 반사체를 이용한 발광 다이오드 패키지 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 고열전도성 반사체를 이용한 발광 다이오드 패키지는 리드 프레임 또는 인쇄회로기판 상에 실장된 LED 칩을 포함하는 본체부와, 상기 본체부를 둘러싸는 하우징과, 중심부가 관통 형성되고 상기 본체부의 상측에 결합되어 상기 하우징에 의해 봉지된 반사체와, 상기 반사체의 일측에 형성되어 상기 하우징의 외측으로 돌출된 방열날개를 포함한다.

대표도

EX1003, Page 1073

도 2

색인어

발광 다이오드, LED, 힛싱크, 열전도도, 반사체, 방열날개, 하우징

명세서

도면의 간단한 설명

도 1a와 도 1b는 종래 기술에 따른 발광 다이오드 패키지가 도시된 사시도와 단면도.

도 2와 도 3은 본 발명에 따른 발광 다이오드 패키지의 사시도와 평면도.

도 4는 도 3의 A-A선도.

도 5는 본 발명에 따른 발광 다이오드 패키지의 일부가 분해 도시된 사시도.

도 6은 본 발명에 따른 발광 다이오드 패키지의 방열날개가 결합된 측면도.

도 7은 본 발명에 따른 발광 다이오드 패키지의 완성된 측면도.

도 8과 도 9는 본 발명에 따른 발광 다이오드 패키지의 방열날개의 사시도와 평면도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

1 : 발광 다이오드 패키지 10 : 본체부

11 : 힛싱크 12 : 리드 프레임

13 : 고정홀 15 : LED 칩

16 : 와이어 20 : 제1하우징

23 : 안내돌기 24 : 요홈부

30 : 반사체 31 : 경사면

34 : 돌부 35 : 방열날개

37 : 인식홀 40 : 제2하우징

50 : 몰드 성형부

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 방열효율이 향상된 발광 다이오드 패키지에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 발광 다이오드 패키지에 실장된 LED 칩의 발광시 빛을 반사하는 반사체의 구조 및 재질을 개선하여 LED 칩의 발광시 발생되는 열을 신속하게 방열하는 고열전도성 반사체를 이용한 발광 다이오드 패키지에 관한 것이다.

일반적으로 엘이디(Light Emitting Diode ; 이하 LED) 칩은 전기 에너지를 광반사(optical radiation)로 변환하는 반도체 소자로서, 이를 이용하여 문자, 숫자 또는 도형을 표시하는 표시장치 또는 조명장치로 사용하는 발광 다이오드 패키지가 개발되어 사용되고 있다.

도 1a와 1b는 종래 기술에 따른 발광 다이오드 패키지가 도시된 사시도와 단면도로서, 하부 하우징(111)에 양극 또는 음극 리드 프레임(112, 113)을 설치하고, 상기 리드 프레임 중 어느 한 쪽에 실장되어 다른 한 쪽과 와이어(116)로 연결된 LED 칩(115)을 설치된 발광 다이오드 패키지(110)가 개발되었다. 상기 발광 다이오드 패키지(110)는 상기 하부 하우징(111)의 상측에 중심부과 관통된 상부 하우징(114)이 배설된 후, 가열 압착에 의해 일체화 된다.

상기 상부 하우징(114)은 상기 발광 칩(115)에서 조사되는 광을 반사하기 위한 반사체로 역할을 하며, 이를 위해 상기 중심부의 측면이 하방으로 경사지게 형성된다. 또한, 상기 상부 하우징(114)의 경사면에는 상기 LED 칩(115)에서 발산된 빛의 반사효율을 향상시키기 위해 광반사물질이 도포된다.

한편, 상기 상부 기판(54)의 내부에는 상기 LED 칩(115) 및 와이어(116)를 보호하기 위한 몰드 성형부(118)가 형성된다. 더불어, 상기 상부 기판(54)의 상측에는 광의 굴절률을 제어하여 광의 발광효율을 향상하기 위해 볼록 형상의 (도시되지 않은) 발광렌즈가 부착되기도 한다.

전술된 발광 다이오드 패키지(110)는 상기 LED 칩의 발광시 입력전류에 비례하여 빛의 세기가 증가하므로, 상기 LED 칩(115)으로 높은 전류를 인가함으로써 고출력 발광을 실현할 수 있다. 이와 같이 입력 전류에 따라 빛을 발산하는 LED 칩(115)은 빛의 발산시 열이 발생되고 있으며, 고출력 발광일수록 많은 열이 발생한다.

그러나, 종래의 발광 다이오드 패키지(110)는 상기 LED 칩(115)이 상기 상, 하부 하우징(111, 114) 및 상기 몰드 성형부(118)에 의해 밀폐되는 바, 고출력 발광을 할 경우 상기 LED 칩(115)에서 발생하는 열을 효과적으로 발산하지 못하는 문제가 있다.

더욱이 상기 하우징이 일반적인 플라스틱 재질 또는 ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene), LCP(Liquid Crystalline Polymer), PA(Polyamide), PPS(Polyphenylene Sulfide), TPE(Thermoplastic Elastomer) 등의 저열전도도 플라스틱 재질로 이루어져 LED 칩(115)의 열을 신속하게 외부로 발산하지 못하고 있으며, 이로 인해 상기 LED 칩(115)의 방열효율이 현저히 저하되어 사용 수명이 단축되고, 주변회로에 열적 손상을 입히며 심지어는 화재의 위험이 있는 문제가 있다.

또한, 상기 상부 하우징(114)에 (도시되지 않은) 발광렌즈를 결합하면서 실리콘 또는 에폭시를 포함하는 몰드 성형부(118)가 채워지는 바 그 제조공법이 어렵고, 상기 몰드 성형부(118)의 양생을 위한 시간이 소요되므로 제조시간의 증가로 인해 수율이 저하된다. 또한, 상기 몰드 성형부(118)는 실리콘 또는 에폭시의 양생시 기포가 발생되어 발광 다이오드 패키지(110)의 품질을 저하시키는 문제가 있다.

최근에는 상기 하부 하우징(111)의 하측에 힛싱크를 삽입하고, 상기 힛싱크를 기판 또는 방열체에 접촉하도록 하여 상기 LED 칩(115)에서 발생하는 열을 방열하는 고출력용 발광 다이오드 패키지가 개발되었다. 그러나, 전술된 고출력용 발광 다이오드 패키지는 상기 LED 칩(115)이 하우징과 몰드 성형부에 의해 밀폐된 상태로 상기 LED 칩(115)에서 발생하는 열이 상기 힛싱크만을 통해 방열되는 구조로서, 충분한 방열이 이루어지지 않으며 방열효율을 증가시키는데 한계가 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 전술된 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, LED 칩의 빛을 반사하기 위해 설치된 반사체의 일측에 방열날개를 형성하여 하우징의 외측으로 노출되도록 함과 더불어 상기 방열날개를 포함하는 반사체와 하우징의 재질을 고열전도성 변경함으로써, 상기 LED 칩의 열을 신속하게 외부로 방열할 수 있어 상기 LED 칩의 수명이 향상되고, 주변 회로가 고열에 의해 받는 열적 손상을 방지하며, 안전성이 향상을 이룰 수 있는 고열전도성 반사체를 이용한 발광 다이오드 패키지 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

또한, 본 발명의 또 다른 목적은 종래의 일반 발광 다이오드 패키지의 제조 방법과 비슷한 방식으로서 작업자에게 종래의 작업환경과 비슷한 환경을 제공하므로, 작업이 친숙 및 용이하고, 종래의 제조설비를 사용할 수 있어 추가적인 비용이 발생되지 않으며, 반사체의 중심부에 실리콘 또는 에폭시를 용이하게 충진할 수 있어 대량생산을 할 수 있는 고열전도성 반사체를 이용한 발광 다이오드 패키지 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 고열전도성 반사체를 이용한 발광 다이오드 패키지는 리드 프레임 또는 인쇄회로기판 상에 실장된 LED 칩을 포함하는 본체부와, 상기 본체부를 둘러싸는 하우징과, 중심부가 관통 형성되고 상기 본체부의 상측에 결합되어 상기 하우징에 의해 봉지된 반사체와, 상기 반사체의 일측에 형성되어 상기 하우징의 외측으로 돌출된 방열날개를 포함한다.

여기서, 상기 반사체는 고열전도성 플라스틱 또는 금속으로 제작되거나, 고반사성 금속인 은 또는 금 도금층이 형성될 수 있다. 바람직한 실시예로 상기 반사체의 내부에는 몰드 성형부가 형성되고, 상기 몰드 성형부의 상측에는 발광렌즈가 장착될 수 있다. 또한, 상기 몰드 성형부의 상측에는 고경도의 에폭시 또는 실리콘이 경화될 수 있다. 한편, 상기 하우징은 상기 리드 프레임 또는 인쇄회로기판을 상기 본체부에 고정시키는 제1하우징과, 상기 제1하우징과 상기 반사체를 봉지하는 제2하우징을 포함하고, 상기 제1하우징에는 복수의 요홈부가 형성되고, 상가 반사판의 하측에는 상기 복수의 요홈부에 끼워지는 복수의 돌부가 형성될 수 있다. 더불어, 상기 방열날개는 상기 반사체의 외주면에서 원주형으로 돌출 형성될 수 있다. 나아가, 상기 본체부는 상기 하우징의 하부에서 삽입 고정되는 힛싱크를 포함할 수 있다. 또한, 상기 본체부는 상기 리드 프레임 또는 인쇄회로기판 상에 실장된 제너 다이오드를 포함할 수 있다.

전술된 고열전도성 반사체를 이용한 발광 다이오드 패키지의 제조방법은 LED 칩이 실장되는 본체부를 봉지하는 제1하우징을 형성하는 단계와, 상기 제1하우징의 상측에 리드 프레임을 장착하는 단계와, 상기 리드 프레임의 상측에 환형 돌출부가 외주면에 형성된 반사체를 상기 제1하우징에 결합하는 단계와, 상기 제1하우징과 반사체를 봉지하기 위한 제2하우징을 형성하는 단계와, 상기 본체부에 LED 칩을 실장한 후 와이어를 연결하는 단계를 포함한다.

이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

도 2와 도 3은 본 발명에 따른 발광 다이오드 패키지의 사시도와 평면도이고, 도 4는 도 3의 A-A선도이다.

본 발명에 따른 발광 다이오드 패키지(1)는, 도 2 내지 도 4에 도시된 바와 같이, 구리합금과 같은 열전달율이 높은 재질을 포함하여 쌍으로 이루어진 힛싱크(11)를 포함하는 본체부(10)가 제1하우징(20)에 하부에서 삽입 고정된다.

여기서, 상기 힛싱크(11)의 상부면(11a)은 발광을 위한 LED 칩(15)이 실장되어 와이어(16)를 통해 전기적으로 연결되고, 상기 힛싱크(11)의 하부면(11b)은 실장될 (도시되지 않은) 기판 또는 방열체와 연결된다. 이를 위해 상기 힛싱크(11)의 하부면(11b)은 상기 LED 칩(15)을 본딩하기 위해 은 또는 금과 같이 전도성이 높은 재질이 도금된다.

또한, 상기 제1하우징(20)은 상기 힛싱크(11)의 하부면(11b)과 하부면(11b)을 제외한 부위를 감싸도록 형성되고, 쌍으로 이루어진 힛싱크(11)가 서로 닿지 않도록 소정 간격 이격되게 고정한다.

전술된 제1하우징(20)에는 외부 회로와 전기적으로 접속되기 위한 리드 프레임(12)이 고정되고, 상기 힛싱크(11)의 하부면(11b)과 와이어(16)를 통해 전기적으로 연결된다.

도 5는 본 발명에 따른 발광 다이오드 패키지의 일부가 분해 도시된 사시도이고, 도 6a는 본 발명에 따른 발광 다이오드 패키지의 방열날개가 결합된 측면도이며, 도 6b는 본 발명에 따른 발광 다이오드 패키지의 방열날개가 결합된 단면도이고, 도 7은 본 발명에 따른 발광 다이오드 패키지의 완성된 측면도로서, 전술된 도 5 내지 도 7을 참조하여 본 발명에 따른 발광 다이오드 패키지를 보다 상세히 설명한다.

여기서, 상기 리드 프레임(12)은 상기 힛싱크(11)와 분리되어 고정되는바 상기 리드 프레임(12)을 고정시키기 위해 상기 제1하우징(20)의 상면에는 상기 리드 프레임(12)의 안착위치를 안내하는 안내돌기(23)가 형성되고, 상기 리드 프레임(12)에는 상기 안내돌기(23)에 대응되게 형성되어 상기 안내돌기(23)에 끼워지는 고정홀(13)이 형성된다. 또한, 상기 리드 프레임(12)은 상기 LED 칩(15)에서 발산된 빛이 간섭되지 않기 위해 상기 LED 칩(15)의 위치보다 낮은 위치에 위치된다. 바람직하게는 상기 리드 프레임(12)의 상면 및 상기 안내돌기(23)의 상단이 상기 LED 칩(15)의 저면과 동일한 높이에 위치된다.

최근의 전자기기 사용환경에는 정전기 또는 불필요 고주파와 같은 전자장애가 발생되고 있다. 일예로, 정전기는 순간적인 전압이 수 V에서 수만 V까지 발생되고 있으며, 이와 같은 정전기에 의해 LED 칩 또는 전자회로가 파손되거나 LED 칩의

광도 저하와 같은 불량 발생률이 증가하고 있다. 이와 같이 정전기 등의 전자장애로부터 LED 칩을 보호하기 위해 제너 다이오드(zener diode)가 사용된다. 전술된 제너 다이오드(18)는 실장시 본딩 루프 거리를 단축하기 위해 상기 리드 프레임(12)과 와이어(17)로 본딩되는 부분이 제너 다이오드 실장 부분과 가깝게 설계된다.

한편, 상기 제1하우징(20)의 상측에는 상기 LED 칩(15)에서 나오는 빛 중 주변부로 발산되는 빛을 전방으로 반사하기 위한 반사체(30)가 결합된다. 바람직하게는 상기 제1하우징(20)의 상측에는 상기 반사체(30)의 결합위치를 안내함과 동시에 결합강도를 증가시키기 위한 복수의 요홈부(24)가 형성되고, 상기 반사체(30)의 하측에는 상기 복수의 요홈부(24)에 끼워지는 복수의 돌부(34)가 형성된다.

여기서, 상기 돌부(34)는 상기 반사체(30)가 상기 제1하우징(20)과 소정거리 이격되게 지지함으로서, 상기 반사체(30)와 리드 프레임(12)이 전기적으로 접촉되지 않게 한다.

상기 반사체(30)는 상기 LED 칩(15)이 외부로 노출될 수 있도록 중심부가 관통되고, 그 관통된 중심부가 하측으로 경사진 경사면(31)으로 형성된다. 상기 반사체(30)는 제2하우징(40)에 의해 상기 본체부(10)와 결합된다.

상기 제2하우징(40)은 상부 및 하부 하우징(40a, 40b)으로 사출 성형되고, 상기 본체부(10) 및 그에 결합된 제1하우징(20)의 상측 및 하측에 각각 배치된 후, 가열 압축에 의해 상기 상부 및 하부 하우징(40a, 40b)의 접촉면이 용착되며 일체로 결합된다.

도 8과 도 9는 본 발명에 따른 발광 다이오드 패키지의 방열날개의 사시도와 평면도이다.

또한, 상기 반사체(30)의 일측에는, 도 8과 도 9에 도시된 바와 같이, 상기 제2하우징(40)의 외측으로 돌출되어 공기와 열교환 되는 방열날개(35)가 일체형 구조로 형성된다.

상기 방열날개(35)는 상기 반사체(30)의 외주면에서 환형으로 일체로 돌출 형성되고, 상기 리드 프레임(12)과 간섭되는 부위의 일부가 절개된다.

전술된 바와 같이 방열날개(35)가 일체로 형성된 반사체(30)는 사출 성형 또는 가공이 용이하고, 열전달효율이 우수한 고열전도성 플라스틱(High Thermal Conductive Plastic) 또는 금속으로 이루어진다. 예컨대 상기 고열전도성 플라스틱은 상기 발광 다이오드 패키지(1)의 열을 신속하게 방산(放散)하기 위해 개발된 세라믹재료로서, 대표적인 것으로 알루미나(Al_2O_3), 탄화규소(SiC) 및 질화알루미늄(AlN)이 있다. 상기한 세라믹스 중에서 질화알루미늄(AlN)은 알루미나와 동등한 물성을 가지며, 열전도성에서 알루미나보다 우수하여 많이 활용되고 있다.

상기한 종래기술에 따른 일반적인 플라스틱과 본 발명에서 채택하고 있는 고열전도성 플라스틱의 하나인 알루미나(Alumina)의 물성을 비교하였다. 표 1에 나타낸 바와 같이, 본 발명에서 채택하고 있는 고열전도성 플라스틱의 일종인 알루미나의 경우 밀도 또는 절연 강도면에서는 종래의 일반적인 플라스틱에 비하여 상대적으로 떨어지지만, 열전도도 및 열팽창계수, 비열, 최대사용온도와 같은 열적, 절연특성에 있어서는 종래의 일반적인 플라스틱보다 현저히 높은 물성을 나타내고 있다.

특히 본 발명에 적용되는 고출력 발광다이오드 패키지의 반사체(30)의 경우, 강도 및 무게와 같은 기계적 물성보다는 열전도도, 최대사용온도와 같은 전기적 또는 열적특성이 우수함을 요하기 때문에 고열전도성 플라스틱을 반사체(30)에 적용하면 일반적인 플라스틱에 비해 현저한 방열효과를 얻을 수 있는 것이다.

[표 1]

고열전도성 플라스틱과 일반적인 플라스틱의 물성비교

특성	단위	고열전도성 플라스틱	일반적인 플라스틱
절연강도	kV/CM	120~150	300~350
열전도도	W/mK	15~30	1~20
열팽창계수	ppm/℃	5~7	10~15
비열	J/g · ℃	0.5~0.7	0.9~1.2
최대 사용온도	℃	~1600	~350

밀도	g/cc	3.05~3.99	~1.8

한편, 상기한 고열전도성 플라스틱 또는 금속은 자체적인 광반사율이 작아 효과적인 반사가 이루어지지 않으므로 상기 반사체(30)의 표면에 은 또는 금과 같이 광반사율이 우수한 물질로 도금층을 형성한다.

또한, 본 발명에 있어서, 상기 하우징(20, 40)은 고열전도성이면서 열절연성인 플라스틱이 사용되는 것이 바람직하다.

전술된 바와 같이 구성된 발광 다이오드 패키지(1)는 상기 리드 프레임(12)의 극성을 나타내는 표식부를 포함한다. 본 발명의 실시예에서는 상기 표식부는 상기 방열날개(35)의 특정 극성의 리프 프레임과 인접한 위치에 관통 형성된 인식홀(37)로 이루어진다. 본 발명에 있어서, 상기 표식부는 인식홀(37)로 이루어져 있으나, 본 발명의 명세서 및 도면에 의해 한정되지 않으며, 소정크기의 홈부, 돌기, 절곡부 또는 모따기 등의 다양한 형상으로 변형되는 것도 가능하다.

한편, 상기 반사체(30)의 내부에는 상기 LED 칩(15) 및 이를 리드 프레임(12)과 연결하는 와이어(16)의 보호를 위해 몰딩재를 충진하기 위한 몰드컵 역할을 한다. 상기 반사체(30)의 내부에는 에폭시 또는 실리콘을 포함하는 몰딩재가 경화됨으로서 몰드 성형부(50)를 형성한다.

이때, 상기 몰드 성형부(50)에 사용되는 몰딩재는 LED 칩(15)에서 발광된 빛의 투과율이 높고, 저응력성을 가지며, 인쇄회로기판(또는 힛싱크(11)) 및 반사체(30)에 잘 밀착될 수 있는 성질 등을 고려하여 사용한다.

또한, 상기 몰딩재는 투명한 것이 사용되나, 실장된 LED 칩(15)의 발색에 따라 소정의 형광제를 포함할 수 있다. 예를 들어 청색 LED 칩(15)을 사용하여 백색광을 발광하고자 할 경우, 상기 몰딩재에 YAG로 통칭되는 형광제($(Y\cdot Ce)_3Al_5O_{12}$ 또는 $(Y\cdot Gd\cdot Ce)_3Al_5O_{12}$와 같은 (Y·Gd·Ce)-Al-O계 형광제)가 소정비율로 첨가되어 방출되는 빛을 백색광으로 변환한다.

또한, 자색 또는 UV LED 칩을 사용하여 백색광을 방출시키는 경우, 적색, 녹색, 청색 예를 들어 $(Sr,Ca,Ba,Mg)_{10}(PO_4)_6C_{12}$:EU,Zns:Cu,Au,Al,$Y_2O_2$:EU의 3종의 형광제 분말이 소정 비율로 혼합된다.

더불어, 상기 몰딩재는 분말상태가 아닌 액상으로 이루어져 상기 반사체(30)의 중심부에 도포하는 방법으로도 사용된다.

전술된 몰드 성형부(50)는 상기 반사체(30)의 재질이 금속인 경우 열에 의한 열 수축 팽창률이 다르기 때문에 상기 반사체(30)와 몰드 성형부(50)사이에 방리 현상이 발생할 수 있다.

이를 방지하기 위해 사용되는 몰딩재는 금속과의 접착력과 신뢰성이 좋은 투명 에폭시 또는 실리콘이 사용되는 것이 바람직하나, 이러한 특성의 몰딩재를 손쉽게 구하기 곤란하므로 젤 형태의 가요성 에폭시 또는 실리콘을 사용하는 것도 가능하다. 이와 같이 젤 형태의 가요성 몰딩재는 상기 반사체(30)의 열변형시 젤 형태의 몰딩재의 형상이 변형되며 열변형을 흡수한다.

전술된 젤 형태의 가요성 몰딩재는 외부로부터 힘이 가해지면 형상이 파손되므로 이를 보호하기 위해 상기 몰드 성형부(50)의 상측에 (도시되지 않은) 발광렌즈를 장착한다.

한편, 전술된 바와 같이 발광렌즈를 장착하지 않을 경우에는 상기 반사체(30)의 중심부에 채워지는 젤 형태의 가요성 몰딩재가 상기 와이어(16)를 완전히 덮도록 채우고, 발광렌즈를 장착하는 대신 상기 가요성 몰딩재의 상측에 경도가 강한 에폭시 또는 실리콘을 채워 경화시킴으로서 상기 LED 칩(15) 및 와이어(16)를 외부로부터 보호하고 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

전술된 바와 같이 구성된 고열전도성 반사체(30)를 이용한 발광 다이오드 패키지의 제조방법을 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 제1단계는 본체부(10)를 제1하우징(20)으로 봉지하는 단계로서, 쌍으로 이루어진 힛싱크(11)를 마련하고, 상기 힛싱크(11)의 외형에 따른 중공부가 형성된 제1하우징(20)을 사출 성형한다. 다음으로 상기 제1하우징(20)의 중공부에 쌍으로 이루어진 힛싱크(11)를 삽입한다. 이때, 각각의 힛싱크(11)가 나누어져 있기 때문에 사출시 힛싱크(11)를 잡아주기 위한 홈을 주어 설계한다.

다음 단계로는 상기 제1하우징(20)의 상부에 리드 프레임(12)을 장착한다. 이때, 상기 리드 프레임(12)이 고정될 수 있도록 상기 제1하우징(20)의 상측에 형성된 안내돌기(23)에 상기 리드 프레임(12)의 고정홀(13)을 끼운다.

이후 단계는 방열날개(35)가 형성된 반사체(30)를 상기 제1하우징(20)에 결합한다. 이때, 상기 반사체(30)의 돌부(34)가 상기 제1하우징(20)에 형성될 요홈부(14)에 삽입된다.

다음 단계는 상기 제1하우징(20)과 반사체(30)를 봉지하기 위한 제2하우징(40)을 형성하는 단계로서, 이를 위해 상기 본체부(10) 및 제1하우징(20)의 외형이 삽입가능한 형태로 이루어진 상부 및 하부 하우징(40a, 40b)을 사출 성형한다. 다음으로 상기 상부 및 하부 하우징(40a, 40b)을 상기 본체부(10) 및 제1하우징(20)의 상부 및 하부에 각각 배치한 후, 가열 압착하여 상기 상부 및 하부 하우징(40a, 40b)의 접촉면을 용착하여 일체화시킨다.

다음 단계로는 상기 힛싱크(11)의 어느 한 쪽의 상측에 LED 칩(15)의 전극이 연결되도록 실장하고, 상기 LED 칩(15)의 다른 극성을 상기 힛싱크(11)의 다른 한 쪽과 와이어(16)를 본딩하여 전기적으로 연결한다. 다음으로 각각의 힛싱크(11)와 대응하는 리드 프레임(12)에 와이어(16)를 본딩하여 외부와의 전기적 연결을 가능하게 한다.

전술된 단계를 통해 제조된 발광 다이오드 패키지(1)에는 상기 반사체(30)의 중심부에 상기 LED 칩(15) 및 이를 전기적으로 연결하는 와이어(16)가 외부로 노출되지 않도록 몰드 성형부(50)를 성형하는 단계를 더 포함한다.

또한, 상기 몰드 성형부(50)는 젤 타입 또는 고경도 타입의 몰딩재로 이루어질 수 있고, 젤 타입의 몰딩재가 사용된 경우 외압에 의해 형태가 손상되지 않도록 상기 몰드 성형부(50)의 상측에 발광렌즈를 결합하는 단계를 더 포함한다. 전술된 단계는 상기 발광렌즈를 결합하는 대신에 젤 타입의 몰딩재 상측에 고경도의 몰딩재를 경화시키는 단계로 대체되는 것도 물론 가능하다.

이상과 같이 본 발명에 따른 고열전도성 반사체를 이용한 발광 다이오드 패키지 및 그 제조방법을 예시된 도면을 참조하여 설명하였으나, 본 발명은 이상에서 설명된 실시예와 도면에 의해 한정되지 않으며, 특허청구범위 내에서 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자들에 의해 다양한 수정 및 변형될 수 있음은 물론이다.

또한, 본 발명의 실시예에서는 단색 고출력 발광 다이오드 패키지에 대해 설명하고 있으나, 복수의 LED 칩(15)을 포함하는 다색 고출력 발광 다이오드 패키지에 적용되는 것도 물론 가능하다. 뿐만 아니라 본 발명에 따른 고열전도성 반사체(30)를 이용한 발광 다이오드 패키지는 고출력 발광 다이오드 패키지에 그 적용이 제한되지 않으며, 일반적인 구조의 발광 다이오드 패키지에 적용되어 동일한 효과를 얻을 수 있다.

또한, 본 발명의 실시예에서는 힛싱크가 한 쌍의 구조로 이루어지고, 각각의 힛싱크에 LED 칩(15)이 실장된 것으로 개재되어 있으나, 어느 한 쪽의 힛싱크에 적어도 하나 이상의 LED 칩(15)이 실장되는 것도 가능하다. 한편, 한 개의 LED 칩(15)이 실장되는 경우에는 단일 부재로 이루어진 힛싱크가 사용되는 것도 물론 가능하다.

발명의 효과

전술된 바와 같이 구성된 본 발명에 따른 고열전도성 반사체를 이용하는 발광 다이오드 패키지 및 그 제조방법은 LED 칩에서 발산되는 빛을 반사하기 위해 설치된 반사체의 일측에 하우징의 외측으로 노출되는 방열날개를 형성함으로서 고출력 발광시 발생되는 고열을 효율적으로 방열시킬 수 있어 고열에 의한 LED 칩의 수명저하를 방지할 수 있고, 주변 회로의 열적 손상을 방지할 수 있으며, 안전성 및 제품의 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 뿐만 아니라 반사체 및 상기 반사체를 둘러싸는 하우징의 재질이 고열전도성 재질로 이루어져 방열효율을 더욱 향상시킨다. 또한, 종래의 일반적 구성의 발광 다이오드 패키지의 제조방법과 비슷한 방법으로 작업이 이루어지므로 작업자에게 친숙하고 용이한 작업환경을 제공하여 불량발생을 저감할 수 있다. 또한, 상기 반사체의 중심에 몰드 성형부를 용이하게 충진할 수 있어 대량생산이 용이하다. 또한, 젤타입의 가요성 몰드 성형부로 인해 금속 재질의 반사체와의 열변형율 차이에 의해 방지되지 않게 되어 제품의 신뢰성 및 수명 향상 효과를 얻을 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

리드 프레임 또는 인쇄회로기판 상에 실장된 LED 칩을 포함하는 본체부와,

상기 본체부를 둘러싸는 하우징과,

중심부가 관통 형성되고 상기 본체부의 상측에 결합되어 상기 하우징에 의해 봉지된 반사체와,

상기 반사체의 일측에 형성되어 상기 하우징의 외측으로 돌출된 방열날개와,

상기 본체부에 포함되며, 상기 하우징의 하부에서 삽입 고정되는 힛싱크를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 패키지.

청구항 2.

청구항 1에 있어서, 상기 반사체는 고열전도성 플라스틱 또는 금속으로 제작되거나, 고반사성 금속인 은 또는 금 도금층이 형성된 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 패키지.

청구항 3.

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 반사체의 내부에는 몰드 성형부가 형성되고, 상기 몰드 성형부의 상측에는 발광렌즈가 장착된 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 패키지.

청구항 4.

청구항 3에 있어서, 상기 몰드 성형부의 상측에는 고경도의 에폭시 또는 실리콘이 경화된 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 패키지.

청구항 5.

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 하우징은 상기 리드 프레임 또는 인쇄회로기판을 상기 본체부에 고정시키는 제1하우징과, 상기 제1하우징과 상기 반사체를 봉지하는 제2하우징을 포함하고,

상기 제1하우징에는 복수의 요홈부가 형성되고, 상가 반사판의 하측에는 상기 복수의 요홈부에 끼워지는 복수의 돌부가 형성된 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 패키지.

청구항 6.

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 방열날개는 상기 반사체의 외주면에서 원주형으로 돌출 형성된 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 패키지.

청구항 7.

삭제

청구항 8.

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 본체부는 상기 리드 프레임 또는 인쇄회로기판 상에 실장된 제너 다이오드를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 패키지.

청구항 9.

LED 칩이 실장되는 본체부를 봉지하는 제1하우징을 형성하는 단계와,

상기 제1하우징의 상측에 리드 프레임을 장착하는 단계와,

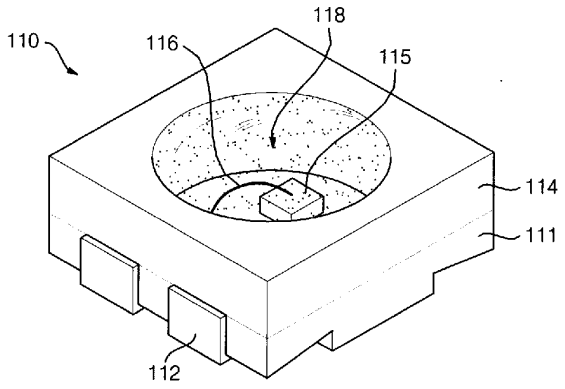
상기 리드 프레임의 상측에 환형 돌출부가 외주면에 형성된 반사체를 상기 제1하우징에 결합하는 단계와,

상기 제1하우징과 반사체를 봉지하기 위한 제2하우징을 형성하는 단계와,

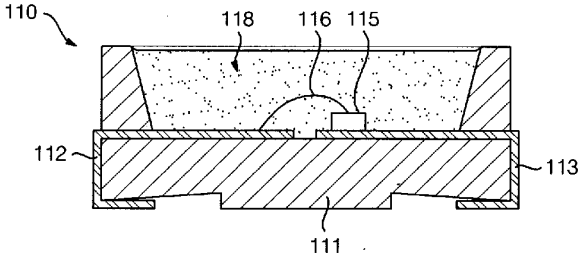
상기 본체부에 LED 칩을 실장한 후 와이어를 연결하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 패키지의 제조방법.

도면

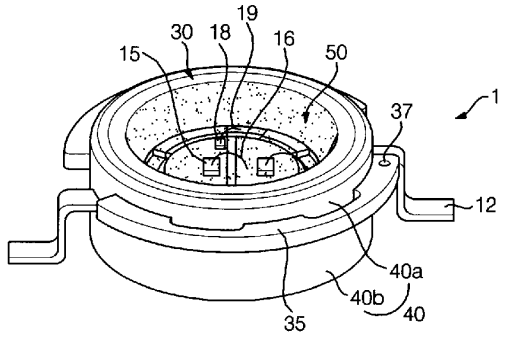
도면1a



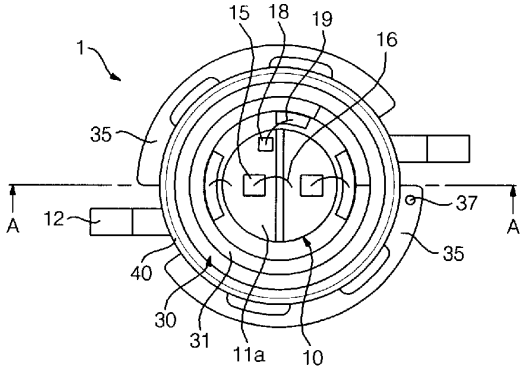
도면1b



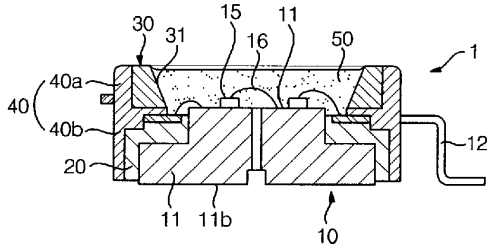
도면2


19
30
18
16
15
50
1
37
12
40a
40b
40
35

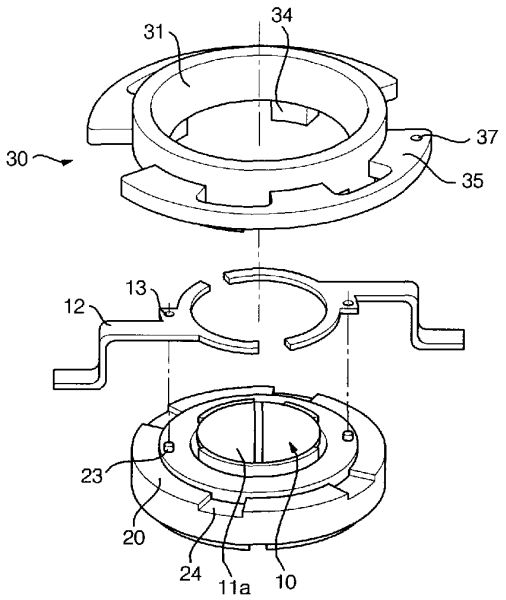
도면3


15
18
19
16
1
35
A
12
37
A
35
40
30
31
11a
10

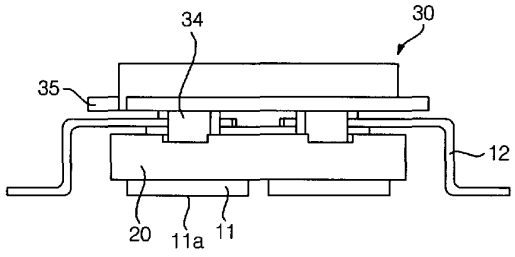
도면4


30
31
15
11
16
50
1
40
40a
40b
12
20
11
11b
10

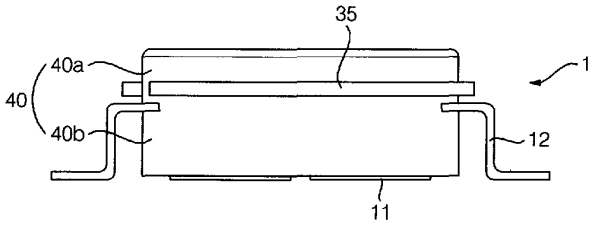
도면5


31
34
37
30
35
13
12
23
20
24
11a
10

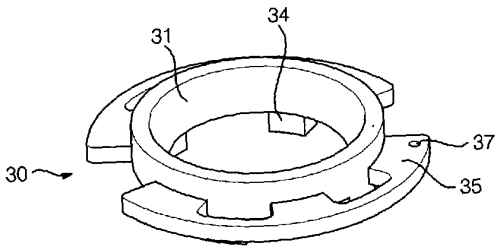
도면6


34
30
35
12
20
11a
11

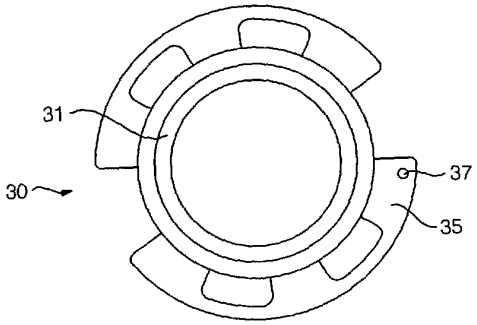
도면7


35
40a
1
40
40b
12
11

도면8



도면9



(19) KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020060002326 A
09.01.2006

(21)Application number: 1020040051294
(22)Date of filing: 01.07.2004
(30)Priority: ..

(51)Int. Cl H01L 33/00

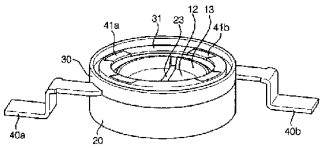
(71)Applicant: SEOUL SEMICONDUCTOR CO., LTD.

(72)Inventor: SEO, JUNG HOO
PARK, KWANG IL
PARK, IN KYU
KANG, SEOK JIN

(54) MONOCHROMATIC HIGH-OUTPUT LED PACKAGE WITH IMPROVED HEAT RADIATION EFFICIENCY TO EFFECTIVELY RADIATE HEAT EMITTED FROM HIGH-OUTPUT LED CHIP

(57) Abstract:

PURPOSE: A monochromatic high-output LED(light emitting diode) package with improved heat radiation efficiency is provided to effectively radiate the heat emitted from a high-output LED chip by using a high thermal conductive ceramic as a package housing material and by removing a light emitting lens for sealing an LED chip in a package housing. CONSTITUTION: The first and second package housings(30,20) are made of high thermal conductive ceramics. A pair of heat transfer slugs are inserted into and fixed to the second package housing, electrically isolated from each other. A pair of leadframes(40a,40b) are inserted into a gap between the first and second package housings. At least one LED chip is bonded to the upper surface of the heat transfer slug, electrically connected to the leadframe.



copyright KIPO 2006

Legal Status
Date of request for an examination (20040701)
Notification date of refusal decision ( )
Final disposal of an application (registration)
Date of final disposal of an application (20060608)
Patent registration number (1005931520000)
Date of registration (20060616)
Number of opposition against the grant of a patent ( )
Date of opposition against the grant of a patent ( )
Number of trial against decision to refuse ( )
Date of requesting trial against decision to refuse ( )
Date of extinction of right ( )

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.
H01L 33/00 (2006.01)

(45) 공고일자 2006년06월26일
(11) 등록번호 10-0593152
(24) 등록일자 2006년06월16일

(21) 출원번호 10-2004-0051294
(22) 출원일자 2004년07월01일

(65) 공개번호 10-2006-0002326
(43) 공개일자 2006년01월09일

(73) 특허권자 서울반도체 주식회사
서울 금천구 가산동 148-29

(72) 발명자 서정후
서울시 금천구 시흥본동 862-5

박광일
서울시 관악구 봉천본동 909-19 선우빌리지 302호

박인규
서울시 강남구 역삼1동 742-7호

강석진
경기도 광명시 광명1동 12-162 대왕홈랜드 101호

(74) 대리인 이수완
조진태
윤종섭
이 성 규

심사관 : 하경균

(54) 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지

요약

본 발명은 단색 고출력 발광다이오드 패키지에 있어서, 고열전도성 세라믹스 재질의 제1패키지 하우징과; 상기 제1패키지 하우징과 동일 재질이면서 상기 제1패키지 하우징과 결합되는 제2패키지 하우징과; 상기 제2패키지 하우징에 전기적으로 단절되어 삽입고정되는 한 쌍의 금속재질의 열전달 슬러그와; 상기 제1 및 제2패키지 하우징 사이에 삽입되는 한 쌍의 리드프레임과; 상기 열전달 슬러그의 상부면에 본딩되어 상기 열전달 슬러그를 통해 상기 리드프레임에 전기적으로 극성 연결되는 하나 이상의 LED칩을 포함하되, 상기 제2패키지 하우징에는 상기 각 열전달 슬러그를 전기적으로 단절시키기 위한 격벽이 일체로 그 중앙부에 형성되고, 상기 격벽에 의해 분할되어 상기 각 열전달 슬러그가 삽입되어 고정되기 위한 상하 관통된 공간이 형성되고, 상기 관통된 공간에 상기 각 열전달 슬러그가 삽입되어 고정되게 하기 위한 고정턱 및 슬러그 고정부가 하부에 형성되고, 상기 제1패키지하우징은 상기 제2패키지 하우징에 삽입 장착된 각 열전달 슬러그와 상기 리드프레임을 밀착하여 고정시키도록 상기 제2패키지 하우징에 씌워져 밀착 고정되는 것을 특징으로 하는 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지를 제공한다.

대표도

도 5

색인어

발광다이오드, 고열전도성세라믹스, LED칩, 리드프레임, 패키지하우징

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 고출력 발광다이오드 패키지를 도시한 분리 사시도;

도 2는 본 발명에 따른 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지의 분해사시도;

도 3은 본 발명에 따른 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지를 구성하는 제1패키지 하우징의 저면도 및 평면도;

도 4는 본 발명에 따른 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지를 구성하는 제2패키지 하우징의 저면도 및 평면도;

도 5는 본 발명에 따른 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지의 결합사시도;

도 6은 본 발명에 따른 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지의 평면도 및 저면도;

도 7은 본 발명에 따른 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지에 본딩된 LED칩을 도시한 평면도;

도 8은 본 발명에 따른 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지의 몰딩된 단면도이다.

♣도면의 주요부분에 대한 부호의 설명♣

10a, 10b: 열전달 슬러그 20: 제2패키지 하우징

23: 격벽 40a, 40b: 리드프레임

41a, 41b: 연결단자 22: 단자 경계턱

30: 제1패키지 하우징 31: 단자 커버

32: 단자 개방부

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 단색 고출력 발광다이오드 패키지의 패키지 하우징재질을 고열전도성 세라믹으로 구성하여 고출력 LED칩으로부터 발생되는 열을 발산하는 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지에 관한 것이다.

근래에 들어 발광다이오드(LED; Light Emitting Diode)를 사용한 조명에 대한 관심이 늘어나고 있는 추세이며, 이러한 발광다이오드를 조명용으로 사용하기 위해서는 발광의 질적 향상뿐 아니라 수천루멘(1루멘은 1칸델라의 광원에서 단위입체각당 방출되는 광속) 이상의 광출력이 요구된다. 이러한 고출력 발광은 입력전류에 비례하므로 높은 전류가 제공되면 요구되는 광출력을 얻을 수 있으나, 입력전류를 높이면 이에 따라 많은 열이 발생하는 문제가 있다.

상기와 같은 고출력 발광다이오드로부터 발생된 많은 열은 LED칩의 수명에 치명적인 영향을 미치고 있으며, 이러한 문제를 해결하기 위하여 도 1에 도시된 바와 같은 방열부재를 지닌 발광다이오드 패키지가 제안되어 있다.

도 1에 도시된 바와 같이, 본체 하우징(101)의 중심부분에 열을 방열시킬 수 있는 방열부재(103)가 고정되어 있고, 상기 방열부재(103)의 내부에 LED칩(105)이 본딩되어 있다. 또한, 상기 본체하우징(101)에는 한 쌍의 리드프레임(111)이 설치되어 외부로 돌출되어 있으며, 상기 LED칩(105)은 회로기판 역할을 하는 서브마운트(109)에 장착되어 상기 리드프레임(111)과 통전 가능하게 연결되며, 상기 LED칩(105)은 본체하우징(101)의 상부면을 덮는 발광렌즈(107)에 의해 보호된다.

따라서, 상기한 종래의 방열부재를 구비하는 발광다이오드 패키지(100)는 LED칩(105)에서 발생하는 열이 방열부재(103)를 통해 방열됨으로써 LED칩(105)에 값이 큰 입력전류를 공급하면 광학적인 고출력을 얻을 수 있는 것이다.

그러나, 상기한 종래의 방열부재를 구비하는 발광다이오드 패키지(100)는 다음과 같은 문제점이 있다.

즉 발광다이오드 패키지(100)의 본체 하우징(101)이 일반적인 플라스틱(폴리머) 재질 또는 열전도도가 낮은 열전도성 플라스틱 재질로 이루어지기 때문에 LED칩(105)으로부터 발산되는 열을 하우징(101) 외부로 발산하지 못하여 방열효율이 현저히 저하되어 상기한 바와 같이 LED칩(105)의 수명이 단축되는 문제점이 있는 것이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 고출력 발광다이오드 패키지를 구성하는 본체 하우징의 재질을 고열전도성이면서 절연성을 유지하는 세라믹 재질로 변경하여 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지를 제공하는데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 단색 고출력 발광다이오드 패키지에 있어서, 고열전도성 세라믹스 재질의 제1패키지 하우징과; 상기 제1패키지 하우징과 동일 재질이면서 상기 제1패키지 하우징과 결합되는 제2패키지 하우징과; 상기 제2패키지 하우징에 전기적으로 단절되어 삽입고정되는 한 쌍의 금속재질의 열전달 슬러그와; 상기 제1 및 제2패키지 하우징 사이에 삽입되는 한 쌍의 리드프레임과; 상기 열전달 슬러그의 상부면에 본딩되어 상기 열전달 슬러그를 통해 상기 리드프레임에 전기적으로 극성 연결되는 하나 이상의 LED칩을 포함하되, 상기 제2패키지 하우징에는 상기 각 열전달 슬러그를 전기적으로 단절시키기 위한 격벽이 일체로 그 중앙부에 형성되고, 상기 격벽에 의해 분할되어 상기 각 열전달 슬러그가 삽입되어 고정되기 위한 상하 관통된 공간이 형성되고, 상기 관통된 공간에 상기 각 열전달 슬러그가 삽입되어 고정되게 하기 위한 고정턱 및 슬러그 고정부가 하부에 형성되고, 상기 제1패키지하우징은 상기 제2패키지 하우징에 삽입 장착된 각 열전달 슬러그와 상기 리드 프레임을 밀착하여 고정시키도록 상기 제2패키지 하우징에 씌워져 밀착 고정되는 것을 특징으로 하는 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지를 제공한다.

또한, 본 발명에서 상기 제1 및 제2패키지 하우징은 고열전도성 세라믹스인 알루미나(Al_2O_3), 탄화규소(SiC), 질화알루미늄(AlN) 중에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지를 제공한다.

또한, 본 발명은 상기 열전달 슬러그에 실장되어 상기 리드프레임의 연결단자에 극성 연결되는 제너다이오드를 더 포함하는 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지를 제공한다.

또한, 본 발명은 상기 제1 및 제2패키지 하우징 사이에 삽입 고정되는 한쌍의 리드프레임이 상기 제1 및 제2패키지 하우징의 중심부에서 상호 대면하는 방향으로부터 벗어나 엇갈리도록 위치되는 것을 특징으로 하는 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지를 제공한다.

또한, 본 발명은 상기 열전달 슬러그의 상부면에 본딩되어 전기적으로 극성 연결된 LED칩이 실리콘 재질의 몰딩재에 의하여 몰딩되거나, 실리콘 재질로 몰딩된 다음, 에폭시 수지의 몰딩재로 다시 몰딩되는 것을 특징으로 하는 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지를 제공한다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 구성을 상세하게 설명한다.

도 2는 본 발명에 따른 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지의 분해사시도이고, 도 3은 본 발명에 따른 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지를 구성하는 제1패키지 하우징의 저면도 및 평면도이며, 도 4는 본 발명에 따른 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지를 구성하는 제2패키지 하우징의 저면도 및 평면도이다.

본 발명은 상기한 각각의 도면에 도시된 바와 같은 구체적인 실시예로 적용되었으며, 본 발명이 이러한 구체적인 실시예에 한정되는 것은 아니라 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위에서 다양하게 변형 실시 가능한 것이다.

도 2 내지 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명에서는 우선, 단색 고출력 발광다이오드 패키지이기 때문에 구리합금과 같은 고열전도성 재질로 제작된 한 쌍의 열전달 슬러그(Slug; 10a, 10b)를 구성한다. 이 한 쌍의 열전달 슬러그(Slug; 10a, 10b)는 후술하는 제2패키지 하우징(20)의 하부에서 삽입되어 고정되는 구조로서, 하부에는 제2패키지 하우징(20) 내부공간에 형성된 고정턱 및 슬러그 고정부(24)에 밀착 고정될 수 있도록 단턱부(11) 및 평면형상인 고정 밀착부(14)가 형성되어 있다.

또한, 상기 한 쌍의 열전달 슬러그(Slug; 10a, 10b)의 상부에는 측면 경사부(13)에 의하여 형성된 오목한 칩 안착부(12)가 형성되어 있으며, 이러한 칩 안착부(12)에 후술하는 LED칩에 와이어로 극성 연결되어 안착되는 것이다. 또한 종래에는 열전달 슬러그 상부에 반사판을 부착하여 이 반사판 위에 LED칩을 안착하였으나, 본 발명에서는 반사판 형태를 직접 열전달 슬러그(Slug; 10a, 10b) 상부에 측면 경사부(13) 및 칩 안착부(12)의 형태로 형성하고, 이에 광반사형 금속물질을 도금 내지 코팅하여 종래의 반사판을 제거하였다.

상기한 바와 같은 구성으로 형성된 한 쌍의 열전달 슬러그(Slug; 10a, 10b)는 제2패키지 하우징(20)의 하부에서 삽입 고정된다. 즉 상기 제2패키지 하우징(20)은 상하부 관통된 구조로 되어 있으며, 이의 내부공간에는 열전달 슬러그(Slug; 10a, 10b)를 고정하기 위한 고정턱 및 슬러그 고정부(24)가 형성되어 있다. 또한, 한 쌍의 열전달 슬러그(Slug; 10a, 10b)를 상호 전기적으로 단절시키기 위한 격벽(23)이 공간부 중앙부에 형성되어 있다.

한편, 상기 제2패키지 하우징(20)의 상부에 한 쌍의 리드프레임(40a, 40b)이 위치하게 되는데, 리드프레임(40a, 40b)의 원형 연결단자(41a, 41b)가 안착되는 단자 안착턱(21)이 원형으로 형성되어 있으며, 이와 연속하여 상기 열전달 슬러그(Slug; 10a, 10b)와 원형 연결단자(41a, 41b)를 전기적으로 단절시키도록 단자 경계턱(22)이 원형으로 형성되어 있다.

상기와 같이 형성되는 제2패키지 하우징(20)에 한 쌍의 리드프레임(40a, 40b)이 위치한 다음에는 제1패키지 하우징(30)이 리드프레임(40a, 40b)을 고정하도록 제2패키지 하우징(20)의 상부에 밀착 고정된다. 상기 제2패키지 하우징(20)은 중앙부에 원형의 공간부가 형성된 링 형태이며, 내주면부에는 리드프레임(40a, 40b)의 원형 연결단자(41a, 41b)를 커버하여 고정할 수 있는 단자 커버(31)가 형성되어 있으며, 이 단자 커버(31)에는 일정 간격으로 다수의 단자 개방부(32)가 형성되어 있다.

한편, 종래에는 상기와 같이 각각 형성되는 제1 및 제2패키지 하우징(30, 20)의 재료로서 열전도성 플라스틱(Thermal Conductive Plastics)을 이용하였다. 이러한 열전도성 플라스틱으로는 ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene), LCP (Liquid Crystalline Polymer), PA(Polyamide), PPS(Polyphenylene Sulfide), TPE(Thermoplastic Elastomer) 등이 이용되고 있으나, 열전도성을 주기능으로 하는 금속(구리, 은, 알루미늄 등)이나 세라믹스보다는 열전도도가 낮다. 즉, 열전달 기능을 하는 재료의 본질은 재료 자체의 열전도도에는 의존하는 것이므로 열전달이 효율적으로 이루어지기 위해서는 열전도도가 높은 재료를 채택하는 것이 바람직한 것이다.

따라서, 본 발명에서는 패키기 하우징(20, 30) 재료로서 고열전도성 세라믹스(High Thermal Conductive Ceramics)를 채택하여 이용하였다. 이 고열전도성 세라믹스는 회로기판(回路基板)의 열을 신속하게 방산(放散)하기 위해 개발된 세라믹재료로서, 대표적인 것으로 알루미나(Al_2O_3), 탄화규소(SiC) 및 질화알루미늄(AlN)이 있다. 상기한 고열전도성 세라믹스 중에서 질화알루미늄(AlN)은 알루미나와 동등한 물성을 가지며, 열전도성에서 알루미나보다 우수하여 많이 활용되고 있다.

상기한 종래기술에 따른 열전도성 플라스틱과 본 발명에서 채택하고 있는 고열전도성 세라믹스의 하나인 알루미나(Alumina)의 물성을 비교하였다. 표 1에 나타낸 바와 같이, 본 발명에서 채택하고 있는 고열전도성 세라믹스의 일종인 알루미나의 경우 밀도 또는 절연 강도면에서는 전도성 플라스틱에 비하여 상대적으로 떨어지지만, 열전도도 및 열팽창계수, 비열, 최대사용온도와 같은 열적, 절연특성에 있어서는 열전도성 플라스틱보다 현저히 높은 물성을 나타내고 있다.

특히 본 발명에 적용되는 고출력 발광다이오드 패키지 분야의 패키지 하우징(20, 30)의 경우, 강도 및 무게와 같은 기계적 물성보다는 열전도도, 최대사용온도와 같은 전기적 또는 열적특성이 우수함을 요하기 때문에 고열전도성 세라믹스를 패키지 하우징(20, 30)에 적용하면 열전도성 플라스틱보다는 현저한 방열효과를 얻을 수 있는 것이다.

[표 1]

고열전도성 세라믹스와 열전도성 플라스틱의 물성비교

특성	단위	고열전도성 세라믹스	열전도성 플라스틱
절연강도	kV/CM	120~150	300~350
열전도도	W/mK	15~30	1~20
열팽창계수	ppm/℃	5~7	10~15
비열	J/g·℃	0.5~0.7	0.9~1.2
최대 사용온도	℃	~1600	~350
밀도	g/cc	3.05~3.99	~1.8

도 5는 본 발명에 따른 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지의 결합사시도이고, 도 6은 본 발명에 따른 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지의 평면도 및 저면도이다.

도 5 및 도 6에 도시된 같이, 본 발명에 따른 각각의 구성품들이 조립되어 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지를 완성하게 된다. 본 발명에서의 또 다른 특징 중의 하나는 전원을 LED칩으로 공급하는 리드프레임(40a, 40b)의 형성구조에 있다. 종래의 고출력 발광다이오드 패키지의 리드 프레임은 일률적으로 패키지의 중앙부 양측에 대면한 구조로서 형성되었으나, 본 발명에서는 리드프레임(40a, 40b)이 패키지의 중앙부에서 상호 대면하는 방향을 벗어나 엇갈리는 위치에 오도록 형성한 것이다.

이는 LED칩으로 전원을 공급하는 리드프레임(40a, 40b)의 위치를 가변적으로 선택하여 적용함으로써 전원 공급원의 위치, 즉 발광다이오드 패키지가 장착되는 PCB기판에 형성된 전원공급위치에 따라 대응할 수 있다는 것이다.

또한, 최종 조립된 본 발명의 고출력 발광다이오드 패키지는 제1패키지 하우징(30)에 형성된 단자 개방부(32)에 의하여 리드프레임(40a, 40b)의 원형 연결단자(41a, 41b)가 일부분 개방되어 있으며, 이는 후술하는 LED칩이 안착되는 열전달 슬러그(10a, 10b)의 칩 안착부(12)와 전기적으로 와이어로 연결된다.

도 7은 본 발명에 따른 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지에 본딩된 LED칩을 도시한 평면도이고, 도 8은 본 발명에 따른 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지의 몰딩된 단면도이다.

도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이, 각각의 구성품들의 조립으로 완성된 고출력 발광다이오드 패키지를 구성하는 열전달 슬러그(10a ,10b)의 상부면인 칩 안착부(12)의 일측에 LED칩(50)을 고정시키고, 본딩 와이어(51, 52, 53)로 통전되도록 극성 연결시킨다.

도 7의 (a)에서와 같이, 하나의 LED칩(50)이 극성 연결될 수 있으며, 도 8의 (b)에서와 같이, 하나의 이상의 LED칩(50)이 본딩 와이어(53, 54, 55)로 통전되도록 극성 연결될 수 있으며, 이러한 LED칩(50)의 연결 수는 고출력 발광다이오드 패키지가 적용되는 환경에 따라서 조절될 수 있는 것이다.

또한, 정전기 혹은 급격한 전류가 공급되는 경우 LED칩(50)을 보호하도록 제너다이오드(43)를 실장할 수 있다. 즉 제너다이오드(Zener Diode; 43)는 반도체 p-n 접합으로 비교적 큰 역방향의 전압을 가했을 때, 어떤 전압으로 급격하게 큰 전류

가 흐르기 시작하고, 그 전압이 일정하게 유지되는 현상을 이용한 반도체 디바이스로서, LED 패키지에 적용되면 정전기 혹은 급격한 전류가 공급되는 경우에도 정전압을 유지할 수 있어 제품에 대한 신뢰성을 증대시킬 수 있다. 이러한 제너다이오드(43)는 본딩와이어의 길이가 짧게 형성되도록 접합하는 것이 중요하다. 따라서 본 발명에서는 제어다이오드(43)를 일측 열전달 슬러그(10a)에 실장한 다음, 이 열전달 슬러그(10a)와 극성이 다른 연결단자(42a)에 와이어로 연결하였다.

한편, 본 발명은 열전달 슬러그(10a, 10b)의 상부면에 와이어 본딩되어 전기적으로 극성 연결된 LED칩(50)의 보호를 위하여 실리콘 재질의 몰딩재(60)에 의하여 몰딩된다. 즉 종래에는 탑재된 LED칩(50)의 보호를 위하여 돔형의 렌즈(107)를 씌워 보호하였으나, 이러한 기술은 고출력 LED칩(50)으로부터 발산되는 열을 밀폐시켜 방열효율을 저하시켜 LED칩(50)의 수명을 현저히 단축시키게 되는 문제점이 있었다.

따라서, 본 발명에서는 패키지 상부면에 씌워지는 돔형의 렌즈(107)를 제거함에 따라 탑재된 LED칩(50)의 보호를 위하여 실리콘 재질의 몰딩재(60)로서 발광다이오드 패키지의 상부면을 몰딩 보호하였다. 또한, 상기 실리콘 재질의 몰딩재(60)로 탑재된 LED칩(50)을 1차 몰딩한 다음, 그 상부면에 에폭시 수지의 몰딩재(61)로 다시 2차 몰딩함으로써 보다 확실하게 LED칩(50) 및 본딩와이어(51~55)의 보호를 기하였다.

또한, 고출력 발광다이오드 패키지를 구성함에 있어서, 보호렌즈(107)를 제거하고, 상기한 몰딩재(60, 61)를 적용함으로써 부품의 간소화 및 공정 단순화로 인하여 생산성이 향상되는 부수적인 효과를 얻을 수 있었다.

발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명은 패키지 하우징 재료로서 고열전도성 세라믹스를 적용하고, LED칩을 패키지 하우징에 밀폐시키는 발광렌즈를 제거함으로써 고출력 LED칩으로부터 발산되는 열을 효과적으로 방열할 수 있는 효과가 있다. 또한, LED칩으로부터 빛을 발광하는 발광렌즈를 대체하여 LED칩을 몰딩함으로써 LED 패키지에 소요되는 공정수를 단축하고, 제조단가가 감소되어 생산성이 향상되는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

단색 고출력 발광다이오드 패키지에 있어서,

고열전도성 세라믹스 재질의 제1패키지 하우징과;

상기 제1패키지 하우징과 동일 재질이면서 상기 제1패키지 하우징과 결합되는 제2패키지 하우징과;

상기 제2패키지 하우징에 전기적으로 단절되어 삽입고정되는 한 쌍의 금속재질의 열전달 슬러그와;

상기 제1 및 제2패키지 하우징 사이에 삽입되는 한 쌍의 리드프레임과;

상기 열전달 슬러그의 상부면에 본딩되어 상기 열전달 슬러그를 통해 상기 리드프레임에 전기적으로 극성 연결되는 하나 이상의 LED칩을 포함하되,

상기 제2패키지 하우징에는 상기 각 열전달 슬러그를 전기적으로 단절시키기 위한 격벽이 일체로 그 중앙부에 형성되고, 상기 격벽에 의해 분할되어 상기 각 열전달 슬러그가 삽입되어 고정되기 위한 상하 관통된 공간이 형성되고, 상기 관통된 공간에 상기 각 열전달 슬러그가 삽입되어 고정되게 하기 위한 고정턱 및 슬러그 고정부가 하부에 형성되고,

상기 제1패키지하우징은 상기 제2패키지 하우징에 삽입 장착된 각 열전달 슬러그와 상기 리드 프레임을 밀착하여 고정시키도록 상기 제2패키지 하우징에 씌워져 밀착 고정되는 것을 특징으로 하는 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지.

청구항 2.

청구항 1에 있어서, 상기 제1 및 제2패키지 하우징은 고열전도성 세라믹스인 알루미나(Al_2O_3), 탄화규소(SiC), 질화알루미늄(AlN) 중에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지.

청구항 3.

청구항 1에 있어서, 상기 열전달 슬러그에 실장되어 상기 리드프레임의 연결단자에 극성 연결되는 제너다이오드를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지.

청구항 4.

청구항 1에 있어서, 상기 한 쌍의 리드프레임은 상기 제1 및 제2패키지 하우징 사이에 삽입 고정되며 상기 제1 및 제2패키지 하우징의 중심부에서 상호 대면하는 방향으로부터 벗어나 엇갈리도록 위치되는 것을 특징으로 하는 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지.

청구항 5.

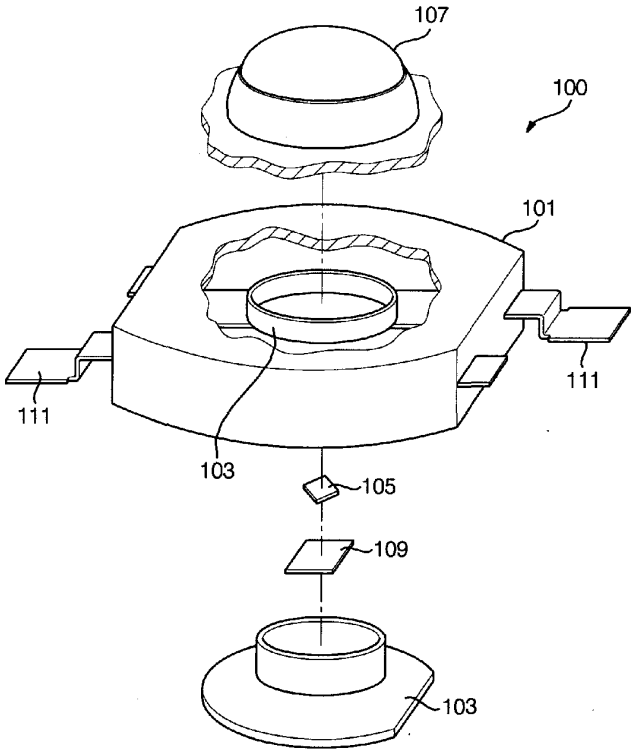
청구항 1에 있어서, 상기 열전달 슬러그의 상부 면에 본딩되어 전기적으로 극성 연결된 LED칩은 실리콘 재질의 몰딩재에 의하여 고정되는 것을 특징으로 하는 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지.

청구항 6.

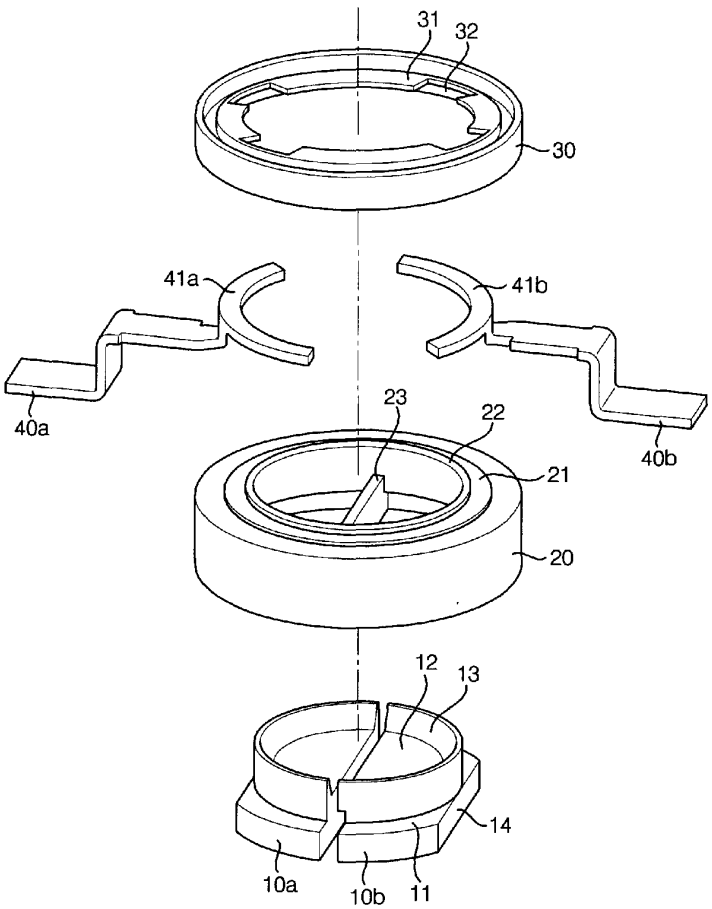
청구항 1에 있어서, 상기 열전달 슬러그의 상부면에 본딩되어 전기적으로 극성 연결된 LED칩은 실리콘 재질의 몰딩재에 의하여 고정된 다음, 에폭시 수지의 몰딩재로 다시 몰딩되는 것을 특징으로 하는 방열효율이 향상된 단색 고출력 발광다이오드 패키지.

도면

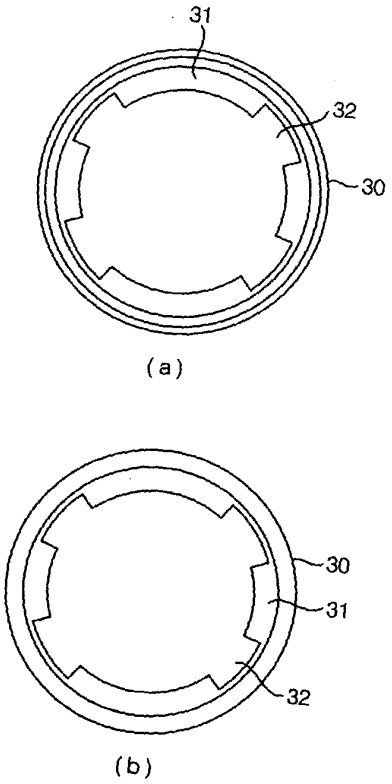
도면1



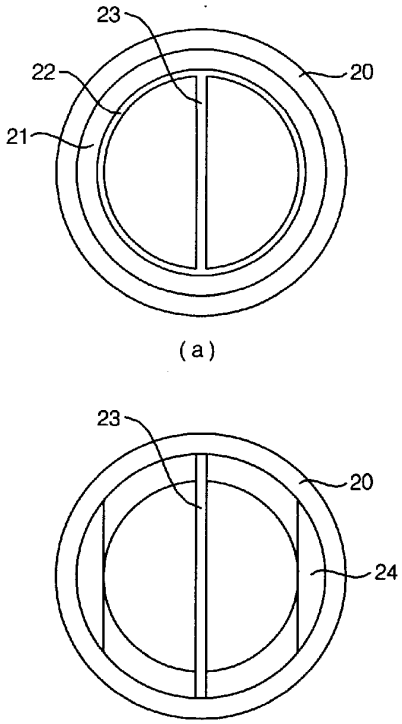
도면2



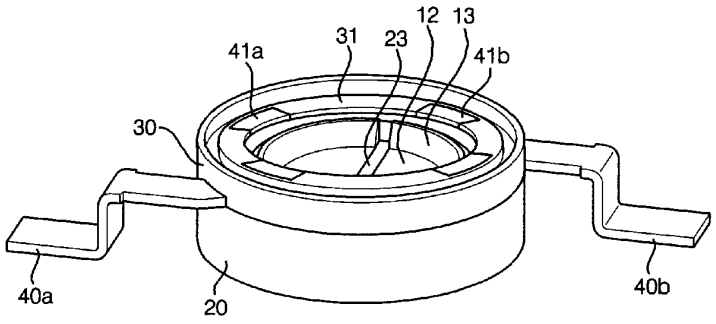
도면3



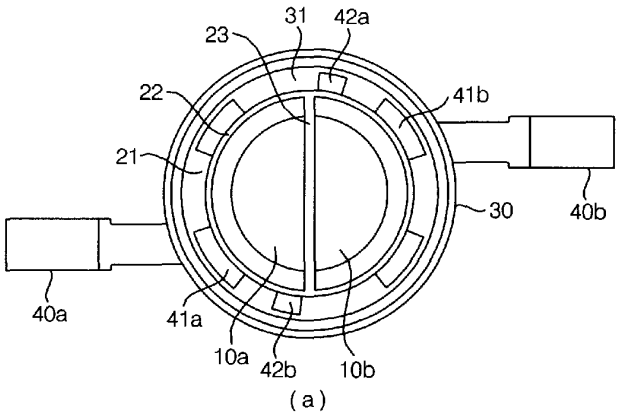
도면4



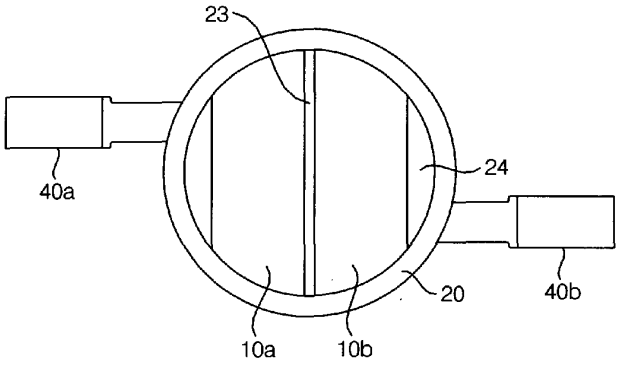
도면5



도면6

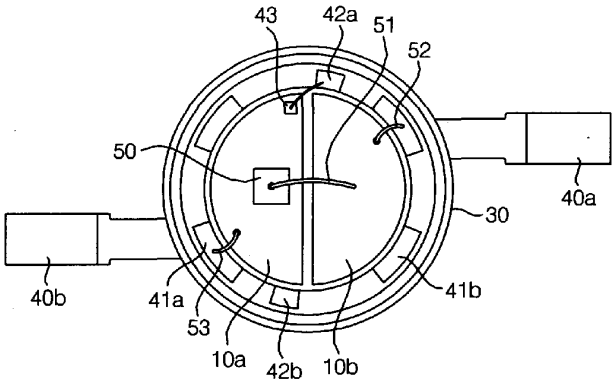

31
42a
23
22
41b
21
30
40b
40a
41a
10a
42b
10b

(a)

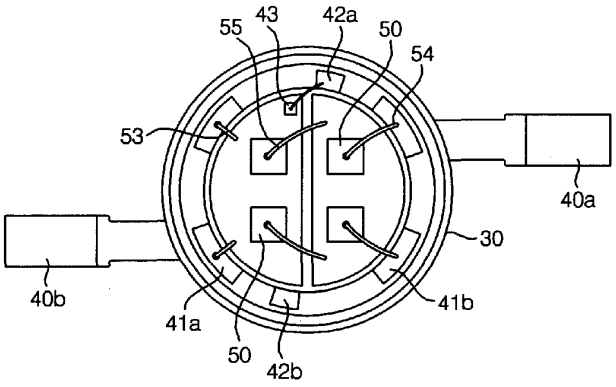

23
24
40a
20
40b
10a
10b

(b)

도면7

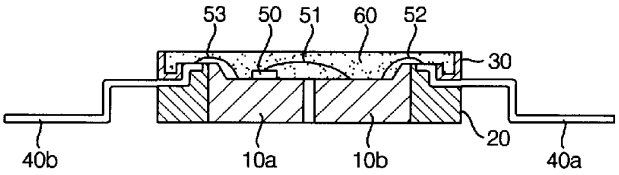

43
42a
51
52
50
40a
30
40b
41a
53
10a
42b
10b
41b

(a)

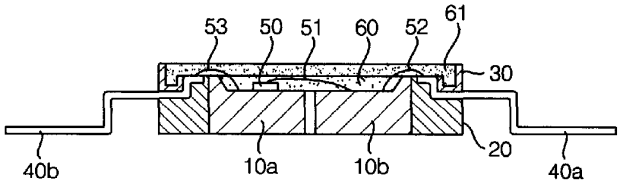

55
43
42a
50
54
53
40a
30
40b
41a
50
42b
41b

(b)

도면8


53
50
51
60
52
30
20
40b
10a
10b
40a

(a)


53
50
51
60
52
61
30
20
40b
10a
10b
40a

(b)

LIGHT-EMITTING DIODE UNIT

Publication number: RU2134000 (C1)
Publication date: 1999-07-27
Inventor(s): ABRAMOV V S; ASHEL ROD V E; BELEN KOV N M; DENISOV S D; DOBROGORSKIJ V G; MIKHEEV P A; POLJAKOVA I P; PUJSHA A EH; UVAROV L A; SHCHERBAKOV N V; KHITRON M I +
Applicant(s): ABRAMOV VLADIMIR SEMENOVICH; ASHEL ROD VADIM EFIMOVICH; BELEN KOV NIKOLAJ MIKHAJLOVICH; DENISOV SERGEJ DMITRIEVICH; DOBROGORSKIJ VJACHESLAV GEORGI; MIKHEEV PETR ALEKSEEVICH; POLJAKOVA INESSA PETROVNA; PUJSHA ALEKSANDR EHDUARDOVICH; UVAROV LEV ALEKSEEVICH; SHCHERBAKOV NIKOLAJ VALENTINOV; KHITRON MIKHAIL ITSKOVICH +
Classification:
- international: ***H01L33/48;*** **H01L33/00**; (IPC1-7): H01L33/00
- European:
Application number: RU19970122017 19971231
Priority number(s): RU19970122017 19971231

Abstract of **RU 2134000 (C1)**

FIELD: power engineering; pilot lights for motor, railway, sea-going, and other vehicles. SUBSTANCE: unit has light emitter with one or more chips emitting monochromatic or heterochromatic light within optical range, emitter holder incorporating metal or metallized heat-transfer substrate with connecting leads, sealing case with cover made in the form of converging lens; guide pins are provided on bottom face of cover base which are arranged to fit position holes in substrate; the latter has axial depression with flat bottom to mount light emitting chips and light reflecting side surface; space between light emitter substrate depression and lens-shaped cover is filled with sealing compound; point of connection of each insulated lead to respective conductor is covered with conducting adhesive; flat annular lens made of optically transparent thermoplastic material with annular raster-cone optical surface and angles of inclination of generating lines to optical axis between 1.5 and 86 deg. is used as converging lens. EFFECT: improved emissive power, variable angle of vision, improved uniformity of energy distribution within light flux, reduced size and mass of unit. 2 cl, 2 dwg

Data supplied from the ***espacenet*** database — Worldwide

(19) **RU** (11) **2 134 000** (13) **C1**

(51) МПК[6] **H 01 L 33/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 97122017/25, 31.12.1997

(46) Дата публикации: 27.07.1999

(56) Ссылки: EP 0468341 A1, 1992. EP 0225131 A1, 1987. JP 62-198174 A, 1987. JP 61-219186 A, 1986. SU 2055420 A, 1996. Зи С. Физика полупроводниковых приборов. - М.: Мир, 1984, с.289.

(98) Адрес для переписки:
117279, Москва, ул.Профсоюзная 99-338, Уварову Л.А.

(71) Заявитель:
Абрамов Владимир Семенович, Ашельрод Вадим Ефимович, Беленьков Николай Михайлович, Денисов Сергей Дмитриевич, Доброгорский Вячеслав Георгиевич

(72) Изобретатель: Абрамов В.С., Ашельрод В.Е., Беленьков Н.М., Денисов С.Д., Доброгорский В.Г., Михеев П.А., Полякова И.П., Пуйша А.Э., Уваров Л.А., Щербаков Н.В., Хитрон М.И.

(73) Патентообладатель:
Абрамов Владимир Семенович, Ашельрод Вадим Ефимович, Беленьков Николай Михайлович, Денисов Сергей Дмитриевич, Доброгорский Вячеслав Георгиевич

(71) Заявитель (прод.):
Михеев Петр Алексеевич, Полякова Инесса Петровна, Пуйша Александр Эдуардович, Уваров Лев Алексеевич, Щербаков Николай Валентинович, Хитрон Михаил Ицкович

(73) Патентообладатель (прод.):
Михеев Петр Алексеевич, Полякова Инесса Петровна, Пуйша Александр Эдуардович, Уваров Лев Алексеевич, Щербаков Николай Валентинович, Хитрон Михаил Ицкович

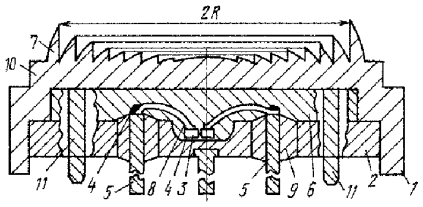
(54) СВЕТОДИОДНОЕ УСТРОЙСТВО

(57) Реферат:

Использование: в энергетике, а также в сигнальных осветительных устройствах на автомобильном, железнодорожном, морском и других видах транспорта. Технический результат изобретения - повышение мощности излучения, варьирование угла обзора, повышение равномерности распределения энергии внутри светового потока, уменьшение массогабаритных характеристик. Сущность: светодиодное устройство включает в себя источник излучения с одним или несколькими кристаллами излучателями света, одноцветного либо разноцветного излучения оптического диапазона, держатель источника, содержащий теплоотводящую металлическую или металлизированную подложку с присоединительными выводами, герметизирующий корпус с крышкой, выполненный в виде собирающей излучение линзы, причем на нижней грани основания крышки выполнены направляющие штыри, размещенные соответственно позиционным отверстиям в подложке, а подложка содержит аксиальное углубление с плоским дном для посадки кристаллов излучателей света и с отражающей излучение боковой поверхностью, при этом объем между углублением в подложке с источником света и крышкой-линзой заполнен герметизирующим компаундом, а место соединения каждого изолированного присоединительного вывода с соответствующим проводником покрыто слоем токопроводящего клея, причем в качестве собирающей излучение линзы служит плоская кольцевая линза, выполненная из оптически прозрачного термопластического материала, с кольцевой растрово-конической ступенчатой поверхностью с углами наклона образующих к оптической оси в пределах от 1,5 до 86°. 1 з.п. ф-лы, 2 ил.

RU 2134000 C1

RU 2134000 C1



Фиг.1

RU 2134000 C1

RU 2134000 C1

(19) **RU** (11) **2 134 000** (13) **C1**

(51) Int. Cl.[6] **H 01 L 33/00**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 97122017/25, 31.12.1997

(46) Date of publication: 27.07.1999

(98) Mail address:
117279, Moskva, ul.Profsojuznaja 99-338,
Uvarovu L.A.

(71) Applicant:
Abramov Vladimir Semenovich,
Ashel'rod Vadim Efimovich,
Belen'kov Nikolaj Mikhajlovich,
Denisov Sergej Dmitrievich,
Dobrogorskij Vjacheslav Georgievich

(72) Inventor: Abramov V.S.,
Ashel'rod V.E., Belen'kov N.M., Denisov S.D., Dobrogorskij V.G., Mikheev P.A., Poljakova I.P., Pujsha A.Eh., Uvarov L.A., Shcherbakov N.V., Khitron M.I.

(73) Proprietor:
Abramov Vladimir Semenovich,
Ashel'rod Vadim Efimovich,
Belen'kov Nikolaj Mikhajlovich,
Denisov Sergej Dmitrievich,
Dobrogorskij Vjacheslav Georgievich

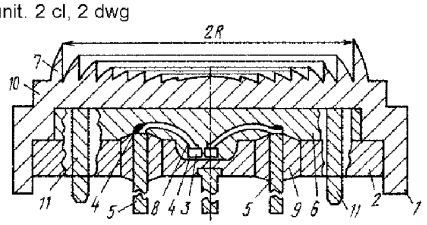
(71) Applicant (cont.):
Mikheev Petr Alekseevich, Poljakova Inessa Petrovna, Pujsha Aleksandr Ehduardovich, Uvarov Lev Alekseevich, Shcherbakov Nikolaj Valentinovich, Khitron Mikhail Itskovich

(73) Proprietor (cont.):
Mikheev Petr Alekseevich, Poljakova Inessa Petrovna, Pujsha Aleksandr Ehduardovich, Uvarov Lev Alekseevich, Shcherbakov Nikolaj Valentinovich, Khitron Mikhail Itskovich

(54) LIGHT-EMITTING DIODE UNIT

(57) Abstract:

FIELD: power engineering; pilot lights for motor, railway, sea-going, and other vehicles. SUBSTANCE: unit has light emitter with one or more chips emitting monochromatic or heterochromatic light within optical range, emitter holder incorporating metal or metallized heat-transfer substrate with connecting leads, sealing case with cover made in the form of converging lens; guide pins are provided on bottom face of cover base which are arranged to fit position holes in substrate; the latter has axial depression with flat bottom to mount light emitting chips and light reflecting side surface; space between light emitter substrate depression and lens-shaped cover is filled with sealing compound; point of connection of each insulated lead to respective conductor is covered with conducting adhesive; flat annular lens made of optically transparent thermoplastic material with annular raster-cone optical surface and angles of inclination of generating lines to optical axis between 1.5 and 86 deg. is used as converging lens. EFFECT: improved emissive power, variable angle of vision, improved uniformity of energy distribution within light flux, reduced size and mass of unit. 2 cl, 2 dwg



Фиг 1

RU 2134000 C1

RU 2134000 C1

Изобретение относится к области электронной техники, в частности к полупроводниковым приборам, содержащим несколько элементов, сформированных на общей подложке, а именно к светодиодным устройствам, и может найти применение в полупроводниковой промышленности при разработке и производстве светодиодных устройств, используемых в энергетике и в других отраслях промышленности, а также в сигнальных осветительных устройствах на автомобильном, железнодорожном, морском и других видах транспорта.

Светодиодные устройства широко применяются для сигнализации о режиме работы различной аппаратуры, для подсветки экранов, изготовления источников информации типа информационных табло, бегущих строк, светофоров, дополнительных сигналов торможения в автомобилях и т.д. [1].

Использование светодиодных устройств вместо ламп накаливания значительно повышает надежность и снижает энергопотребление аппаратуры. При этом во многих случаях требуются светодиодные устройства с широкой гаммой цветов и оттенков светового потока, различной величины и равномерностью светящегося пятна и разной мощностью излучения. Наиболее важным параметром светодиодных устройств является мощность излучения, зависящая прежде всего от силы протекания прямого электрического тока, что в свою очередь зависит от значения величины теплового сопротивления держателя, на котором установлен кристалл излучателя света.

Известен например светодиод красного цвета типа IN 6092 [2]. Указанный светодиод содержит металлостеклянный держатель с электрическими выводами, кристалл излучателя света с омическими контактами, установленный на держателе посредством токопроводящего клея и соединенный проводником с соответствующим выводом, а также металлическую крышку с линзой, собирающей генерируемое кристаллом излучение. Допустимый прямой электрический ток через такой прибор составляет 35 мА, тепловое сопротивление - 452°С/Вт, угол обзора ±18° на половине мощности излучения, а типовое значение мощности излучения 5 мкд при прямом токе 20 мА.

Недостатком указанного светодиода, очевидно, является невысокая мощность излучения и значительная величина теплового сопротивления, что обусловлено слабым отводом тепла, выделяемого кристаллом излучателя света через вывод, на котором установлен кристалл. Ограничение величины рассеиваемой мощности не допускает протекание прямого тока достаточно высокой силы вследствие нарушения линейности люмен-амперной характеристики светодиода.

Наиболее близким по технической сущности к прелагаемому устройству является светодиодное устройство [3], принятое за прототип. Указанное устройство содержит источник излучения с одним или несколькими кристаллами света одноцветного или разноцветного излучения, держатель источника, содержащий теплоотводящую металлическую или металлизированную подложку с присоединительными выводами, герметизированный корпус с крышкой, выполненный в виде собирающей излучение линзы.

Недостатком указанного устройства, принятого за прототип, является то, что устройство не обеспечивает повышение мощности излучения и возможности варьирования угла обзора, а также то, что устройство не обладает достаточно равномерным распределением энергии внутри излучаемого светового потока, и имеет неудовлетворительные массогабаритные характеристики получаемого изделия.

Техническим результатом предлагаемого изобретения является повышение мощности излучения и возможности варьирования угла обзора, повышение равномерности распределения энергии внутри излучаемого светового потока при увеличении пропускания светового излучения, а также уменьшение массогабаритных характеристик устройства.

Указанный технический результат достигается тем, что предлагаемое светодиодное устройство включает в себя источник излучения с одним или несколькими кристаллами излучателями света, одноцветного либо разноцветного излучения оптического диапазона, держатель источника, содержащий теплоотводящую металлическую или металлизированную подложку с присоединительными выводами, герметизирующий корпус с крышкой, выполненный в виде собирающей излучение линзы. На нижней грани основания крышки выполнены направляющие штыри, размещенные соответственно позиционным отверстиям в подложке. Подложка содержит аксиальное углубление с плоским дном для посадки кристаллов излучателей света, и с отражающей излучение боковой поверхностью. Объем между углублением в подложке с источником света и крышкой-линзой заполнен герметизирующим компаундом, а место соединения каждого изолированного присоединительного вывода с соответствующим проводником покрыто слоем токопроводящего клея. В качестве собирающей излучение линзы служит плоская кольцевая линза, выполненная из оптически прозрачного термопластического материала, с кольцевой растрово-конической ступенчатой поверхностью с углами наклона образующих к оптической оси в пределах от 1,5° до 86°. Соотношение толщины крышки устройства-плоской линзы и размеров проекций конических образующих на оптическую ось светодиодного устройства составляет от 1 : 2 до 1 : 20. Соотношение толщины линзы и толщины подложки находится в пределах от 1 : 1,5 до 1 : 4,0. Соотношение плоской линзы с шириной концентрических колец ее растровой поверхности составляет от 1 : 10 до 1 : 100. При этом диаметр центрального сферического сегмента линзы находится в соотношении с диаметром линзы от 1 : 4 до 1 : 5.

Предлагаемое светодиодное устройство поясняется фиг. 1 и 2, где фиг. 1 - вид сбоку в разрезе; фиг. 2 - вид сверху; 1 - крышка устройства, 2 - металлическая подложка с аксиальным углублением, имеющим плоское дно и боковую поверхность, выполненную в форму боковой

RU 2134000 C1

RU 2134000 C1

EX1003, Page 1103

поверхности тела вращения, 3 - один из кристаллов излучателей света, 4 - токопроводящий клей, 5 - электрические выводы, 6 - полимерный герметизирующий компаунд, 7 - кольцевая линза, 8 - проводник, 9 - изолятор, 10 - цилиндрическое основание линзы, 11 - направляющие штыри, 2R - диаметр линзы, △r - ширина концентрических колец.

Работа светодиодного устройства в соответствии с фиг. 1 может быть описана следующим образом. При подаче на выводы 5 электрического напряжения, обеспечивающего протекание прямого электрического тока через кристаллы излучатели света 3, кристаллы начинают испускать свет. Излучение с верхней поверхности кристаллов излучателей света 3 и с их боковых граней после отражения боковой поверхностью фокусируется плоской кольцевой линзой. Для получения различных цветов свечения через кристаллы излучатели света 3 светодиодного устройства пропускают постоянный ток требуемой амплитуды и скважности импульсов.

Наличие полимерного герметизирующего компаунда 6, основания линзы 10, обеспечивает снижение потерь мощности излучения и требуемую диаграмму направленности излучения. Кроме того, полимерный герметизирующий компаунд 6 обеспечивает влагозащищенность кристалла излучателя света и мест присоединения к нему проводника 8, а также к выводу 5, изолированному от держателя изолятором 9.

Место присоединения проводника 8 к изолированному выводу 5, защищенное слоем токопроводящего клея 4, повышает надежность соединения, а также устройства в целом.

Конструкция устройства с полимерным герметизирующим компаундом 6 на держателе, содержащем металлическую подложку с аксиальным углублением, имеющим плоское дно и боковую поверхность, выполненную в форме отражающей излучение боковой поверхности тела вращения, позволяет использовать боковое свечение кристалла излучателя света и в два - три раза увеличить мощность излучения.

Углубленное посадочное место кристалла излучателя света 3 позволяет практически полностью собирать излучение вдоль оптической оси светодиодного устройства.

Расстояние от подложки до нижней грани основания линзы 10 можно изменять путем перемещения держателя вдоль направляющих штырей 11. Это позволяет регулировать величину силы света излучения за счет изменения угла обзора от 3 - 5° до 85 - 90°.

Металлическая подложка 2 толщиной, равной или превышающей четыре толщины кристалла излучателя света 3, обеспечивает эффективное рассеяние потребляемой мощности с нижней грани подложки.

При монохроматическом одноцветном исполнении светодиодного устройства могут быть использованы кристаллы излучателя света 3 с инфракрасным или красным, оранжевым, желтым, зеленым, голубым или синим цветом свечения.

Насыщенность цвета и адекватное восприятие информации могут быть достигнуты дополнительной окраской крышки соответствующим цветом посредством введения красителя при ее изготовлении или путем введения диспергатора, в качестве которого может быть использован, например, измельченный оптический кварц. Применение диспергатора позволяет улучшить восприятие свечения из-за увеличения размера светящего пятна.

Повышение мощности излучения, а также гаммы требуемых цветов излучения, достигается исполнением на подложке аксиального углубления с плоским дном для посадки одного или нескольких кристаллов излучателей света, одного или различных цветов свечения, и с отражающей излучение боковой поверхностью, а также формированием соответствующего количества присоединительных выводов.

Подложка может быть выполнена также диэлектрической и с покрытием одной или двух сторон металлическим, например, медноникелевым слоем. При этом на верхней грани подложки на основе медноникелевого слоя может быть сформирована схема разводки, соединяющаяся с соответствующими выводами, которая обеспечивает установку кристаллов излучателей света 3 на свои посадочные места и разводку проводников на выводы 5. Схема разводки выполняется таким образом, что медноникелевое покрытие занимает максимальную площадь подложки (за исключением промежутков, обеспечивающих схему разводки), что увеличивает рассеиваемую мощность.

Наличие медноникелевого покрытия на тыльной стороне основания линзы 10, кроме мест вывода присоединительных проводов, обеспечивает снижение теплового сопротивления и, тем самым уменьшает вероятность перегрева кристаллов.

Конструктивное воплощение конкретного светодиодного устройства, изготовленного согласно изобретению, содержит металлический держатель толщиной ~1 мм с нанесенным на него слоем никеля и присоединительными выводами диаметром 0,55 мм, диаметр плоского дна с посадочными местами для кристаллов составляет 1,2 мм. Крышка отлита из пластической массы - поликарбоната типа "Лексан".

Крышка представляет собой светодиодную линзу, выполненную в виде кольцевой линзы Френеля, в которой проекции конических образующих растрово-конической поверхности на оптическую ось светодиодного устройства составляет от 1 : 2 до 1 : 20, соотношение толщины линзы и толщины подложки - от 1,0 : 1,5 до 1,0 : 4,0, предпочтительно от 1 : 2,5, а соотношение диаметра плоской линзы с шириной концентрических колец ее растровой поверхности выбрано в интервале от 1 : 10 до 1 : 100, при этом диаметр центрального сферического сегмента линзы находится в соотношении с диаметром линзы от 1 : 4 до 1 : 5.

Описанная конструкция светодиодного устройства позволяет значительно повысить силу света излучения при варьировании углов расходимости за счет малой толщины кольцевой линзы, следовательно малого поглощения, примерно в два раза, и значительно уменьшить массогабаритные

RU 2134000 C1

RU 2134000 C1

размеры в три раза.

Расстояние между подложкой и основанием варьировалось в пределах 1 - 3 мм. Использовался полимерный компаунд марки 159 - 322.

Излучателями служили кристаллы, излучающие красный свет с длиной волны 625-660 нм, желто-зеленый свет с длиной волны 510-570 нм и синий свет с длиной волны 430-480 нм.

Для установки кристаллов, а также для покрытия мест присоединения проводников к изолированным присоединительным выводам использовался токопроводящий клей на основе серебра марки ТОК-2.

Собранное изделие с использованием предлагаемого светодиодного устройства, например, светофор, может накрываться дополнительной защитной крышкой для предотвращения от механических повреждений, загрязнений и т.д.

Описанная конструкция светодиодного устройства позволяет получить силу света более 3 кд при полном угле излучения порядка 25°.

Промышленная применимость предлагаемого технического решения не вызывает сомнения. Как видно из подробного описания изобретения и примеров его конкретного осуществления, разработанное светодиодное устройство может найти широкое применение не только в энергетике и других областях промышленности, но и в сигнальных осветительных устройствах на автомобильном, железнодорожном, морском и других видах транспорта.

Источники информации

1. А. Берг, П. Дин - Светодиоды, М.: Мир, 1979.

2. С. М. ЗИ - Физика полупроводниковых приборов, книга 2-ая, перевод с англ., 2-е переработ. и доп. издание. - Мир, 1984, с. 289, рис. 16а.

3. Описание к европейскому патенту N EP N 0468341, кл. H 01 L 33/00. (прототип).

Формула изобретения:

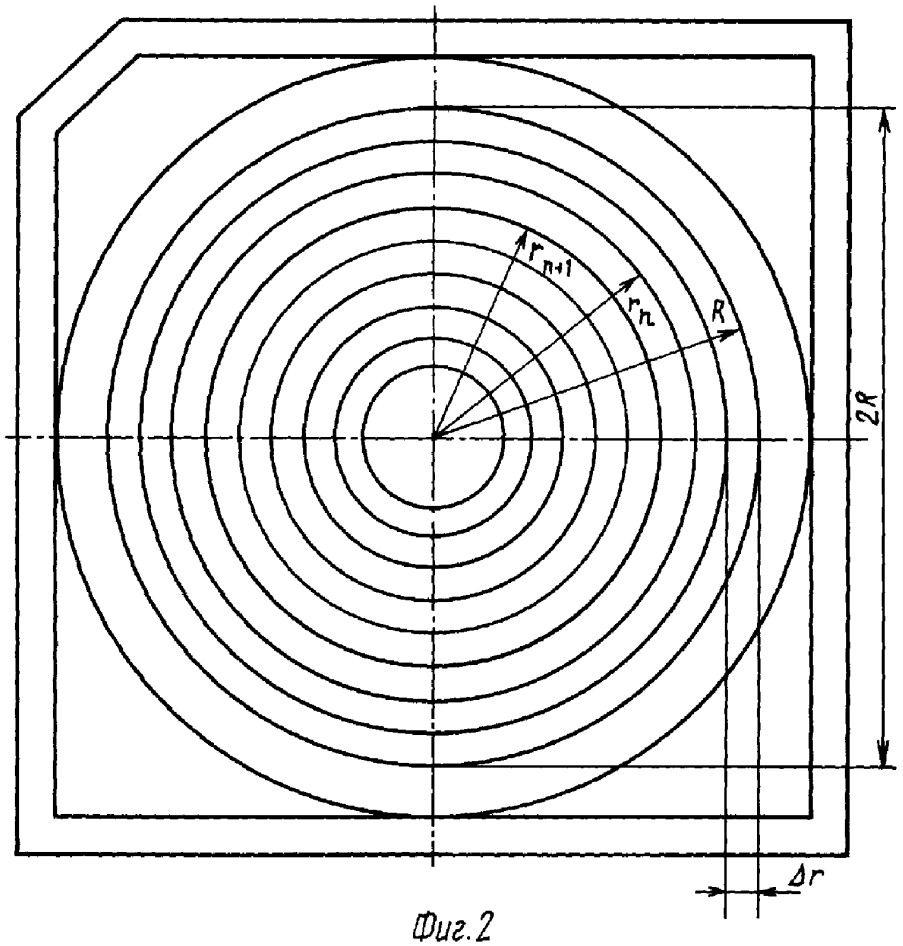
1. Светодиодное устройство включает в себя источник излучения с одним или несколькими кристаллами излучателями света, одноцветного либо разноцветного излучения оптического диапазона, держатель источника, содержащий теплоотводящую металлическую или металлизированную подложку с присоединительными выводами, герметизирующий корпус с крышкой, выполненной в виде собирающей излучение линзы, отличающееся тем, что на нижней грани основания крышки выполнены направляющие штыри, размещенные соответственно позиционным отверстиям в подложке, подложка содержит аксиальное углубление с плоским дном для посадки кристаллов излучателей света и с отражающей излучение боковой поверхностью, при этом объем между углублением в подложке с источником света и крышкой-линзой заполнен герметизирующим компаундом, а место присоединения каждого изолированного присоединительного вывода с соответствующим проводником покрыто слоем токопроводящего клея, причем в качестве собирающей излучение линзы служит плоская кольцевая линза, выполненная из оптически прозрачного термопластического материала с кольцевой растрово-конической ступенчатой поверхностью с углами наклона образующих к оптической оси в пределах 1,5-86°.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что соотношение толщины светодиодной линзы и размеров проекции конических образующих растрово-конической поверхности на оптическую ось светодиодного устройства составляет от 1:2 до 1: 20, соотношение толщины линзы и толщины подложки находится в пределах от 1: 1,5 до 1:4,0, а соотношение диаметра плоской линзы с шириной концентрических колец ее растровой поверхности выбрано в интервале от 1:10 до 1:100, а диаметр центрального сферического сегмента линзы находится в соотношении с диаметром линзы от 1:4 до 1:5.

RU 2134000 C1

RU 2134000 C1

EX1003, Page 1105



Фиг. 2

RU 2134000 C1

RU 2134000 C1

EX1003, Page 1106

PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 :		(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/30431
G09F	A2	(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 21. August 1997 (21.08.97)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/00310

(22) Internationales Anmeldedatum: 20. Februar 1997 (20.02.97)

(30) Prioritätsdaten:

196 06 179.2	20. Februar 1996 (20.02.96)	DE
296 03 225.5	22. Februar 1996 (22.02.96)	DE

(71)(72) Anmelder und Erfinder: LEIBE, Thomas [DE/DE]; Flemmingener Strasse 11b, D-04746 Hartha (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN (Gebrauchsmuster), SG, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht
Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

(54) Title: LIGHTING DEVICE FOR DISPLAY OF GRAPHIC CHARACTERS

(54) Bezeichnung: LEUCHTVORRICHTUNG ZUR ANZEIGE VON SCHRIFTZEICHEN

(57) Abstract

The light sources provided give off light in all directions. If a light source at the edge of a planiform lamp which radiates into the lamp is attached or imbedded at the edge, it is apparent that a large portion of the light at the edge of the surface to be illuminated leaves the lamp (visible as a bright edge etc.). This effect occurs in all known arrangements because in this region the light strikes the surface with a smaller angle than the angle of total reflection, and for the most part exits. This natural characteristic considerably limits the use of radiated light for the lighting effect in the entire area of the lamp. An essential major feature of this patent application is how to compensate for this effect and thus the possibility of using the portion of light normally ignored in known applications.

(57) Zusammenfassung

Bei den vorgesehenen Lichtquellen wird das Licht in allen Richtungen ausgestrahlt. Wenn eine Lichtquelle am Rand eines flächenförmigen Leuchtkörpers mit Abstrahlung in den Körper angebracht oder im Randbereich eingelassen wird, ist zu beobachten, daß ein großer Teil des Lichtes am Rand der auszuleuchtenden Flächen den Körper verläßt (sichtbar als heller Rand usw.). Dieser Effekt tritt in allen bekannten Anordnungen auf, da in diesem Bereich das Licht mit einem Winkel kleiner als der Winkel der Totalreflexion auf die Oberfläche auftrifft und dadurch zum großen Teil austritt. Diese natürliche Eigenschaft beschränkt die Nutzung des ausgestrahlten Lichtes für den Leuchteffekt im gesamten Bereich des Leuchtkörpers wesentlich. Die Kompensierung dieses Effektes und damit die Möglichkeit der Nutzung des bei bekannten Anwendungen unbeachteten Lichtanteils ist ein wesentliches Hauptmerkmal des Patentanspruches.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	**GB**	Vereinigtes Königreich	**MX**	Mexiko
AT	Österreich	**GE**	Georgien	**NE**	Niger
AU	Australien	**GN**	Guinea	**NL**	Niederlande
BB	Barbados	**GR**	Griechenland	**NO**	Norwegen
BE	Belgien	**HU**	Ungarn	**NZ**	Neuseeland
BF	Burkina Faso	**IE**	Irland	**PL**	Polen
BG	Bulgarien	**IT**	Italien	**PT**	Portugal
BJ	Benin	**JP**	Japan	**RO**	Rumänien
BR	Brasilien	**KE**	Kenya	**RU**	Russische Föderation
BY	Belarus	**KG**	Kirgisistan	**SD**	Sudan
CA	Kanada	**KP**	Demokratische Volksrepublik Korea	**SE**	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	**KR**	Republik Korea	**SG**	Singapur
CG	Kongo	**KZ**	Kasachstan	**SI**	Slowenien
CH	Schweiz	**LI**	Liechtenstein	**SK**	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	**LK**	Sri Lanka	**SN**	Senegal
CM	Kamerun	**LR**	Liberia	**SZ**	Swasiland
CN	China	**LK**	Litauen	**TD**	Tschad
CS	Tschechoslowakei	**LU**	Luxemburg	**TG**	Togo
CZ	Tschechische Republik	**LV**	Lettland	**TJ**	Tadschikistan
DE	Deutschland	**MC**	Monaco	**TT**	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	**MD**	Republik Moldau	**UA**	Ukraine
EE	Estland	**MG**	Madagaskar	**UG**	Uganda
ES	Spanien	**ML**	Mali	**US**	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	**MN**	Mongolei	**UZ**	Usbekistan
FR	Frankreich	**MR**	Mauretanien	**VN**	Vietnam
GA	Gabon	**MW**	Malawi		

LEUCHTVORRICHTUNG ZUR ANZEIGE VON SCHRIFTZEICHEN

Diese Erfindung betrifft eine Leuchtvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Derartige Leuchtvorrichtungen finden insbesondere bei der Außenwerbung, Notbeleuchtungen, Lichtleitsystemen sowie Anzeigendisplays Verwendung. Sie bestehen in der Regel aus Neonröhren, die in der Form eines anzuzeigenden Schriftzuges gebogen sind, Gruppen oder einzelnen Leuchtmitteln bekannter Art. Derartige Leuchtanzeigen sind teuer und anfällig für Beschädigungen.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, eine Leuchtvorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, welche sich kostengünstig, rahmenlos und formenunabhängig herstellen läßt, weniger anfällig für Beschädigungen ist, und welche das von der Quelle ausgesandte Licht optimal nutzt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Leuchtvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben. Da als Material für den Körper der Leuchtvorrichtung schlag- oder bruchfestes Kunststoffmaterial, z.B. Acrylglas verwendet werden kann und die Lichtquelle leicht ersetzt werden kann, haben erfindungsgemäße Leuchtvorrichtungen eine höhere Lebensdauer als etwa die in der Außenwerbung verwendeten Buchstaben aus Neonröhren. Weiterhin kann eine Niederspan-nungsstromquelle verwendet werden, was zu einer Energie-ersparnis gegenüber Leuchtelementen aus Neonröhren führt.

Gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung ist der gesamte Körper in der Form des anzuzeigenden Schriftzeichens, Symbols, Piktogramm oder des anzuzeigenden Schriftzuges ausgebildet, wobei die bandförmige Lichtquelle vorzugsweise seitlich in dem Körper angebracht ist und der Kontur des Schriftzeichens, des Leuchtkörpers oder des Schriftzuges folgt. Dabei kan die Lichtaustrittsfläche die Form des anzuzeigenden Schriftzeichens oder Schriftzuges haben. Gemäß einer zweiten Ausführungsform ist die Lichtquelle derart in dem Körper angebracht, daß auf einem Teil der Lichtaustrittsfläche das anzuzeigende Schriftzeichen oder der anzuzeigende Schriftzug erscheint. Hierfür können die anzuzeigenden Schriftzeichen reliefartig in dem Körper ausgebildet sein, vorzugsweise auf der Lichtaustrittsfläche oder spiegelverkehrt auf der Rückseite. In einer ersten Variante dieser Ausführungsform wird dabei das Schriftzeichen ver-

tieft ausgebildet und in der dadurch entstandenen Nut werden eine oder mehrere bandförmige Lichtquellen angebracht. In einer zweiten Variante wird der Buchstabe oder Schriftzug erhaben ausgebildet, so daß er von einer ringsum laufenden Nut umgeben ist, in der eine oder mehrere bandförmige Lichtquellen angeordnet sind. Die derart in den Körper eingebetteten Lichtquellen können von einer Seite des Körpers über die entsprechende Nut zugänglich sein oder in der Nut vergossen sein. Natürlich kann eine derartige Leuchtvorrichtung mit vergossenen Lichtquellen auch dadurch hergestellt werden, daß die Lichtquellen in einer Gußform in einer Konfiguration angebracht werden, die der vorangehend beschriebenen Anordnung in den Nuten entspricht, und dann der Körper um die Lichtquellen herum gegossen wird. Wenn der Körper selbst in der Form des anzuzeigenden Zeichens oder des anzuzeigenden Schriftzuges ausgebildet ist, wird im Regelfall die bandförmige Lichtquelle flach anliegend entweder in einer Nut an der Seite des Körpers oder an einer ebenen Seitenfläche des Körpers angbracht. Sie kann aber auch durch Vergießen in den Körper integriert werden.

Das Material des Körpers kann an der Lichtaustrittsfläche durchsichtig oder diffus streuend ("milchig") und entsprechend der Anwendung gegebenenfalls auch gefärbt sein. Die Lichtquelle kann mit einer gewissen Neigung montiert sein, um das abgestrahlte Licht mehrheitlich auf eine verspiegelte Fläche zu richten. Die Ausbildung einer Seitenfläche des Körpers als Spiegel kann

durch Verspiegeln der Fläche mit bekannten Techniken, z.B. durch Bedampfen mit einem reflektierenden Material, Aufkleben einer reflektierenden Folie oder dergleichen, erreicht werden. Da beim Auftreffen von Licht auf eine Grenzfläche ein gewisser Lichtanteil reflektiert wird, kann eine Spiegelwirkung aber auch durch Hochglanzpolieren der entsprechenden Fläche erreicht werden. Zweckmäßigerweise wird man diese Fläche dabei so anordnen, daß der überwiegende Teil des Lichts, der aus einer für die Reflexion zu der Lichtaustrittsfläche geeigneten Richtung einfällt, reflektiert wird.

Erfindungsgemäß wird durch die bandförmige Lichtquelle die Lichtabgabe bezüglich der Richtung des Bandes gleichmäßiger, während die als Spiegel ausgebildete Fläche eine virtuelle Lichtquelle bildet, so daß die Lichtaustrittsfläche von einer weiteren Seite und damit gleichmäßiger beleuchtet wird. Der Körper kann mehrere als Spiegel ausgebildete Flächen aufweisen, wobei die Spiegelwirkung in dem Körper laufendes Licht betrifft, d.h. in dem Körper laufendes Licht wird an der verspiegelten Fläche in den Körper zurückreflektiert.

Die bandförmige Lichtquelle strahlt an den Schmalseiten nur einen geringen Lichtanteil ab, während die Spiegelfläche durch die gerichtete Reflexion zu der Lichtaustrittsfläche die Absorbtion an Licht absorbierenden Flächen des Körpers verringert, so daß insgesamt die Lichtausbeute verbessert wird. Vorteilhafterweise lenkt dabei die Spiegelfläche ein

Lichtbündel, das direkt von der Lichtquelle oder von einer nicht diffus reflektierenden Fläche kommt, zu der Lichtaustrittsfläche.

Vorteilhafterweise ist eine Wand des Körpers z.B. durch Verspiegeln als Konkav- oder Konvexspiegel ausgestaltet und reflektiert Licht, das von der Lichtquelle oder einer anderen Spiegelfläche kommt, derart zu der Lichtaustrittsfläche, daß die so reflektierte Strahlung einen bestimmten, durch die Krümmung und die Orientierung dieses Wandabschnittes festgelegten Abschnitt der Lichtaustrittsfläche abdeckt, der natürlich auch die gesamte Lichtaustrittsfläche sein kann. Dabei kann der Strahlkegel durch die Reflexion sowohl aufgeweitet als auch verengt werden.

Ergänzend oder alternativ kann die vorangehend skizzierte Anordnung so modifiziert werden, daß zumindest ein Teil des auf das gekrümmte Wandelement einfallende Licht über einen zweiten, vorzugsweise ebenen Spiegel zu der Lichtaustrittsfläche reflektiert wird.

Die Lichtauskopplung an der Lichtaustrittsfläche kann auf zweierlei Weise bewirkt werden.

Die bandförmigen Lichtquellen und die nach innen verspiegelten Grenzflächen des Körpers können so eingerichtet sein, daß das in dem Körper laufende Licht auf die Lichtaustritts-

fläche in einem Winkel einfällt, welcher größer ist als der Winkel der Totalreflexion α_T. Das Licht tritt dann nur an den Stellen der Lichtaustrittsfläche mit einer unregelmäßigen Oberfläche aus, da dort, obwohl der Einfallswinkel im Mittel größer als der Winkel der Totalreflexion ist, der Einfallswinkel lokal kleiner als der Winkel der Totalreflexion sein kann. Eine derartige unregelmäßige Oberfläche läßt sich in bekannter Weise durch Anätzen, Anschleifen oder durch das Aufbringen einer Lichtstreuenden Substanz oder Folie erreichen.

Alternativ können die Lichtquelle und die reflektierenden Flächen so eingerichtet sein, daß das von ihnen ausgestrahlte bzw. reflektierte Licht zumindest teilweise in einem Winkel auf die Lichtaustrittsfläche einfällt, der kleiner ist als der Winkel der Totalreflexion, so daß es aus dem Körper teilweise austritt. Da dabei jedoch ein bestimmter Anteil des Lichtes in den Körper zurückreflektiert wird, ist es vorteilhaft, gegenüber der Lichtaustrittsfläche eine parallele verspiegelte Fläche vorzusehen, welche gegebenenfalls zusammen mit weiteren verspiegelten Flächen des Körpers, das Licht wieder zu der Lichtaustrittsfläche zurückleitet.

Für bestimmte Anwendungen kann es nachteilig sein, daß das unmittelbar von der Lichtquelle kommende Licht aus der Lichtaustrittsfläche austritt. Dies gilt insbesondere dann, wenn die bandförmige Lichtquelle aus mehreren Einzellicht-

quellen besteht und die Distanz von der Lichtquelle zu der Lichtaustrittsfläche zu klein ist, damit sich die Lichtkegel der Einzellichtquellen an der Lichtaustrittsfläche überlappen können. Für derartige Fälle kann die Lichtquelle durch eine geeignete Orientierung oder übliche strahlbegrenzende Anordnungen so eingerichtet sein, daß das von ihr ausgestrahlte Licht, das ohne vorherige Reflexion zu der Lichtaustrittsfläche gelangt, dort in einem Einfallswinkel größer als dem Winkel der Totalreflexion einfällt.

Die erfindungsgemäße Leuchtvorrichtung weist einen massiven Körper auf, der insbesondere auch aus Kunststoff bestehen kann, der sich leicht formen und bearbeiten läßt. Sie ist daher auch in komplizierten Formen leicht herstellbar.

Als bandförmige Lichtquellen stehen zum einen bandförmige Leiterplatten zur Verfügung, auf denen in SMD-Technik in dichter, kompakter Folge Leuchtdioden aufgebracht sind. Zum anderen gibt es aber auch bandförmige Lichtquellen aus elektrolumineszenter Folie, welche über ihrer Länge kontinuierlich Licht erzeugen, z.B. das unter dem Handelsnamen Super Neo- Neon (SNN) bekannte Material das in dem US-Patent 5,845,752 beschrieben ist.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung, in der auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen wird.

Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 2 zeigt eine Querschnittsansicht einer ersten Variante der ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 3 zeigt eine Querschnittsansicht einer zweiten Variante der ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig, 4 zeigt eine Querschnittsansicht einer dritten Variante der ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 5a und 5b zeigen in einer Schnittansicht einen Teil des Strahlengangs bei der dritten Variante der ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 6a - 6j zeigen verschiedene Gestaltungen einer Nut zur Aufnahme der bandförmigen Lichtquelle,

Fig. 7a - 7d zeigen verschiedene Anordnungen einer bandförmigen Lichtquelle in einer Nut des Körpers

Fig. 8 ist eine Vorderansicht eines Beispiels einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 9a -9b zeigen eine Rückansicht bzw. eine teilweise Schnittansicht einer ersten Variante der zweiten Ausführungsform der Erfindung

Fig. 10a -10b zeigen eine Rückansicht bzw. eine teilweise Schnittansicht einer zweiten Variante der zweiten Ausführungsform der Erfindung.

In der nachfolgenden Beschreibung werden gleiche oder gleichwirkende Elemente der erfindungsgemäßen Leuchtvorrichtung mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet. Verspiegelte Flächen sind durch eine gestrichelte Linie parallel zu einer durchgezogenen Linie angedeutet.

In Fig. 1 ist ein Beispiel einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Leuchtvorrichtung in Form eines Leuchtbuchstabens (W) dargestellt. Dabei entspricht die Ansicht der Fig. 2 einem Schnitt senkrecht zur Strichlinie des Buchstabens, z.B. entlang der in Fig. 1 angedeuteten Linie I - I.
Die Leuchtvorrichtung besteht im wesentlichen aus einem Körper 1 aus einem transparenten, schlag- und bruchfesten Material, z.B. Acrylglas, das durchsichtig oder trüb sein kann. Der Körper weist zwei ebene parallele Begrenzungsflächen 2

und 3 auf, welche durch Seitenwände 4 verbunden sind. In den Seitenwänden ist jeweils eine transparente Nut 5, z.B. durch Laserschneiden oder Fräsen mit nachfolgender Politur, ausgebildet, in der sich eine bandförmige Niederspannungslichtquelle 6 erstreckt. Diese Lichtquelle kann z.B. ein Band aus elektrolumineszenter Folie (z.B.SNN) sein und weist vorzugsweise an der Seite des Körpers oder an seiner Rückseite Anschlüsse für eine Stromversorgung (nicht gezeigt) auf. Die Nut 5 und die bandförmige Lichtquelle 6 erstrecken sich in der Richtung senkrecht zur Schnittebene entlang der Seite des Körpers und umlaufen vorzugsweise den ganzen Buchstaben. Durch das Einfügen der Lichtquelle 6 in die transparente Nut wird erreicht, daß im wesentlichen die gesamte nutzbare Lichtleistung der bandförmigen Lichtquelle 6 in den Körper 1 eintritt.

Die Fläche 2 bildet die Lichtaustrittsfläche des Körpers und kann einen aufgerauhten Abschnitt 2 aufweisen. Die der Lichtaustrittsfläche 2 gegenüberliegende Fläche 3 ist nach innen verspiegelt, so daß sie Licht, das in dem Körper 1 propagiert, zu der Lichtaustrittsfläche 2 reflektiert.

Das von der Lichtquelle 6 ausgesandte Licht fällt teilweise

auf die verspiegelte Fläche 3 und teilweise auf die Lichtaustrittsfläche 2 ein. Das auf die Lichtaustrittsfläche 2 einfallende Licht tritt, soweit der Einfallswinkel α größer als der Winkel der Totalreflexion α_T ist, mit der Intensität

$$I_T = I_O \cdot \sin^2 (\alpha - \alpha_T)$$

aus und wird mit einer Intensität

$$I_R = I_O \cdot \cos^2 (\alpha - \alpha_T)$$

reflektiert, wobei I_O die Intensität des einfallenden Lichtes ist. Licht, das mit einem Einfallswinkel α größer als dem Winkel der Totalreflexion α_T auf die Lichtaustrittsfläche einfällt, wird vollständig reflektiert.

Das an der Lichtaustrittsfläche 2 reflektierte Licht läuft zu der verspiegelten Fläche 3, die es, ebenso wie das direkt von der Lichtquelle 6 auf sie einfallende Licht, zu der Lichtaustrittsfläche 2 zurückreflektiert.

Bei der Reflexion zwischen parallelen Flächen bleibt der Einfallswinkel an einer Fläche bei aufeinanderfolgenden Reflexionen gleich. Um einen Lichtaustritt desjenigen Lichtanteils, der anfänglich mit einem Winkel größer als dem Winkel der Totalreflexion auf die Lichtaustrittsfläche 2 einfällt zu erreichen, kann in einer Abwandlung der in Fig. 1

dargestellten Ausführungsform die verspiegelte Fläche 3 gegen die Lichtaustrittsfläche geneigt sein, so daß sich der Einfallswinkel an der Lichtaustrittsfläche 2 bei wiederholten Reflexionen ändert. Ein Lichtaustritt läßt sich aber auch durch einen aufgerauhten Abschnitt wie in Fig. 1 unter 2' dargestellt erreichen, in dem die Orientierung der Oberfläche statistisch variiert, so daß Licht, das bezüglich der mittleren Orientierung der Lichtaustrittsfläche 2 einen Einfallswinkel größer als dem Winkel der Totalreflexion vorfindet, lokal einen Einfallswinkel kleiner als dem Winkel der Totalreflexion vorfindet. Den gleichen Effekt kann man durch eine diffus` streuende Beschichtung der Lichtaustrittsfläche 2 oder durch die Verwendung eines diffus streuenden Materials für den Körper 1 erreichen. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Lichtaustrittsfläche 2 vollständig mit einer diffus streuenden, ggf. farbigen Folie bedeckt.

Bei der Ausführungsform der Fig. 2 mit parallelen Flächen 2 und 3 kann eine strahlbegrenzende Einrichtung, z.B. eine Blende, vorgesehen sein, die bewirkt, daß der Einfallswinkel des von der Lichtquelle 6 ausgehenden Lichts an der Lichtaustrittsfläche 2 und an der reflektierenden Fläche 3 größer als der Winkel der Totalreflexion ist. In diesem Fall kann Licht nur in dem diffus streuenden Abschnitt 2' austreten, während in dem restlichen Bereich der Lichtaustrittsfläche 2 das Licht totalreflektiert wird.

In Fig. 3 bis 5 sind verschiedene Varianten des in Fig. 1 gezeigten Leuchtbuchstabes im Querschnitt gezeigt.

Bei der in Fig. 3 dargestellten Abwandlung der Ausführungsform der Fig. 1 sind neben der Fläche 3 die Seitenwände 14a und 14b ebenfalls verspiegelt und bezüglich der Lichtaustrittsfläche 2 bzw. der reflektierenden Fläche 3 schräggestellt. Bei einer geeigneten Wahl der Winkel der Seitenflächen 14a, 14b zu den normalen der Lichtaustrittsfläche 2 bzw. der reflektierenden Fläche 3, β bzw γ , fällt Licht, welches anfänglich mit einem Winkel größer als dem Winkel der Totalreflexion auf die Lichtaustrittsfläche 2 einfällt, nach einer oder mehreren Reflexionen an einer der Seiten 14a, 14b mit einem Winkel auf die Lichtaustrittsfläche 2 ein, der kleiner ist als der Winkel der Totalreflexion. Da auf beiden Seiten des Körpers verspiegelte Wände 14a, 14b vorgesehen sind, kann das Licht mehrfach in dem Körper umlaufen, wobei der Einfallswinkel an der Lichtaustrittsfläche bei entsprechender Wahl der Winkel β, γ bei jedem Umlauf verschieden ist.

Für eine ausschließliche Lichtauskopplung an unebenen Abschnitten der Lichtaustrittsfläche 2, wie vorangehend mit Bezug auf Fig. 2 beschrieben, wird der Winkel zwischen den Seitenwänden 14a und 14b zu 90° gewählt, so daß ein Lichtstrahl nach einer Reflexion an beiden Spiegeln parallel zu seiner ursprünglichen Richtung zurückläuft. Weiterhin wird

der Winkel β größer als der Winkel der Totalreflexion gewählt, so das an der Fläche 14a reflektiertes Licht immer mit einem Winkel größer als dem Winkel der Totalreflexion auf die Lichtaustrittsfläche 2 einfällt. Schließlich wird die Lichtquelle 6 so angeordnet, daß die verspiegelten Wände 14a und 14b als Blende wirken, die den direkten Lichteinfall auf die Lichtaustrittsfläche mit einem Winkel kleiner als dem Winkel der Totalreflexion verhindert. Bei dieser Ausführungsform braucht die Fläche 3 nicht verspiegelt zu sein, sofern sie zu der Lichtaustrittsfläche 2 parallel ist, da auch an dieser Fläche das Licht mit einem Einfallswinkel größer als dem Winkel der Totalreflexion einfällt.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Abwandlung der ersten Ausführungsform sind wieder die der Lichtaustrittsfläche 2 gegenüberliegende Fläche 3 sowie die Seitenwände 24a, 24b verspiegelt. Die Seitenwände weisen jedoch in den Kantenbereichen angeordnete, als Zerstreuungsspiegel ausgebildete Wandabschnitte 25a bzw. 25b auf, welche die Aufgabe haben, auf die Kantenbereiche einfallendes Licht direkt zu der Lichtaustrittsfläche 2 bzw. der reflektierenden Fläche 3 zu reflektieren und über einen bestimmten Flächenbereich zu verteilen. Ein entsprechender Strahlengang ist in den Fig. 5a und 5b beispielhaft dargestellt.

Fig. 5a illustriert die Wirkungsweise des verspiegelten Wandabschnitts 25a. Das von der Lichtquelle 6 auf den Wand-

abschnitt 25a einfallende Lichtbündel S1 wird durch den Wandabschnitt 25a reflektiert und dabei aufgeweitet, so daß es praktisch die gesamte Lichtaustrittsfläche 2 abdeckt. In ähnlicher Weise wird unter einem großen Ausfallswinkel an der Fläche 3 reflektiertes Licht über das Wandelement 25a zu der Lichtaustrittsfläche 2 reflektiert. Der Grad der Aufweitung des Strahlbündels S_1 hängt von dem Grad der Krümmung des Wandelements 25a ab. Bei entsprechend großem Krümmungsradius R_1 und entsprechender Lage des Mittelpunkts des Krümmungskreises P_1 für den Einfallsbereich erfaßt das Strahlbündel S_1 nur einen Teil der Lichtaustrittsfläche, was vorteilhaft sein kann, wenn bestimmte Bereiche der Lichtaustrittsfläche stärker beleuchtet werden sollen.

Die Wirkungsweise des verspiegelten Wandabschnitts 25b ist schematisch in Fig. 5b dargestellt. Das von der Lichtquelle kommende Lichtbündel S2 wird durch das Wandelement 25b reflektiert, so daß es aufgeweitet wird und im wesentlichen die gesamte reflektierende Fläche 3 abdeckt. Die Fläche 3 reflektiert dann einen Teil dieses Lichts zu der Lichtaustrittsfläche. Der Krümmungsradius R2 und der Mittelpunkt des entsprechenden Krümmungskreises P2 können auch so gewählt sein, daß das Bündel S2 in einen Abschnitt der Fläche 3 fällt, in dem es vollständig zu der Lichtaustrittsfläche 2 reflektiert wird. Das Wandelement 25b reflektiert außerdem unter einem großen Winkel an der Lichtaustrittsfläche 2 reflektiertes Licht zu der Fläche 3.

Bei einem symmetrischen Aufbau wie in Fig. 4 gezeigt sind die vier verspiegelten Abschnitte 25a, 25b vorzugsweise kreisförmig gekrümmt und haben gleiche Krümmungsradien.

Bei den in den Fig. 2 bis 5 dargestellten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Leuchtvorrichtung sind jeweils zwei bandförmige Lichtquellen einander gegenüberstehend angeordnet. Alternativ kann man jedoch auch nur eine Lichtquelle an einer der beiden Seiten verwenden und die gegenüberliegende Seitenwand verspiegeln, so daß eine virtuelle Lichtquelle auf dieser Seite erzeugt wird. Ebenso kann man in den Winkelbereichen eines Buchstabens anstelle der Lichtquelle 6 eine Verspiegelung vorsehen und die bandförmige Lichtquelle nur an den geraden oder schwach gekrümmten Abschnitten des Körpers 1, z.B. entlang der Abschnitte L_1 - L_4 in Fig. 1, vorsehen.

Wie vorangehend anhand der verschiedenen Ausführungsformen erläutert wurde, können die an dem Körper vorgesehenen verspiegelten Flächenelemente auf mannigfaltige Weise variiert und kombiniert werden. Die erfindungsgemäße Leuchtvorrichtung kann jedoch auch in anderer Hinsicht abgewandelt werden.

Die Figuren 6a bis 6j zeigen schematisch eine Reihe von Möglichkeiten, wie die zur Aufnahme der bandförmigen Lichtquelle vorgesehene Nut 5 gestaltet werden kann. So kann z.B.,

wie dies in den Fig. 6a und 6b, in denen die Lichtquelle der Einfachheit halber nicht dargestellt ist, gezeigt ist, die Nut schräggestellt sein, um das von der Lichtquelle abgestrahlte Licht stärker zu der Lichtaustrittsfläche 2 (Fig. 6b) oder zu einer verspiegelten Fläche, etwa der Seitenfläche 4 in Fig. 6a, zu richten. Insbesondere kann auf diese Weise das von der Lichtquelle abgestrahlte Licht gezielt auf einen als Sammel- oder Zerstreuungsspiegel ausgebildeten Wandabschnitt des Körpers aufgegeben werden. Fig. 6c zeigt eine Teilansicht eines entsprechenden Körpers 1 (ohne Lichtquelle) mit einem als Zerstreuungsspiegel ausgebildeten Wandabschnitt 6c und Fig. 6d zeigt eine entsprechende Ansicht eines Körpers 1 mit einem als Sammelspiegel ausgebildeten Abschnitt 67. Bei der Nut 5 kann, wenn Licht von der bandförmigen Lichtquelle im wesentlichen nur in eine Richtung abgestrahlt wird, eine Seitenfläche 5a verspiegelt sein, um einen Lichtaustritt aus dem Körper in die Nut zu verhindern, wie dies in Fig. 6a dargestellt ist.

Fig. 6e zeigt in einer Teilansicht eine Nut 5, bei der eine Seitenwand 5a nach außen und innen verspiegelt ist, so daß von der Lichtquelle abgestrahltes Licht, das auf die Fläche 5a einfällt, zu der gegenüberliegenden Fläche 5b reflektiert wird. In Fig. 6f ist eine derartige doppelt verspiegelte Fläche 5a in Verbindung mit einer asymmetrischen Nut 5 gezeigt.

Die Nut kann auch treppenförmig ausgebildet sein (vgl. Fig. 6g und Fig. 6h). Bei einer derartigen treppenförmigen Ausgestaltung kann die bandförmige Lichtquelle 6 parallel zu der Lichtaustrittsfläche 2 (Fig. 6h) oder parallel zu einer Seitenfläche 4 (Fig. 6g) angeordnet sein. Die Nut 5 kann auch in der reflektierenden Fläche 3 ausgebildet sein (Fig. 6i bzw. Fig. 6j). Um in den Raumbereich zwischen der Nut und der Seitenwand 4 eingestrahltes Licht nutzbar zu machen, kann die Seitenwand 4 wie in Fig. 6j dargestellt abgeschrägt sein.

Die Fig. 7a bis 7d zeigen verschiedene Arten der Anordnung der bandförmigen Lichtquelle 6 in der Nut 5 in einer Teilansicht. Die Lichtquelle 6 kann parallel zum Boden 5_3 der Nut (Fig. 7a) oder parallel zu einer Seitenfläche 5_1 der Nut (Fig. 7b) angeordnet sein. Weiterhin können zwei parallele bandförmige Lichtquellen 6a und 6b jeweils parallel zu den Seitenwänden 5_1 und 5_2 der Nut 5 angeordnet sein (Fig. 7c). schließlich können auch parallel zu allen drei Seiten der Nut, 5_1 - 5_3 bandförmige Lichtquellen 6a - 6c angeordnet sein (Fig. 7d)

Bei einer zweiten Ausführungsform der Erfindung hat die Lichtaustrittsfläche nicht die Form des anzuzeigenden Schriftzugs. Sie bildet vielmehr eine einfache, z.B. rechteckige Fläche 32 wie in Fig. 8 gezeigt, auf der sich der anzuzeigende Schriftzug beim Betrieb der Vorrichtung hell

oder dunkel abhebt. Dieser optische Kontrast wird dadurch erzeugt, daß die bandförmige Lichtquelle in der Form des anzuzeigenden Schriftzugs in dem Körper 1 eingebettet ist. Bei einer ersten Varianten der zweiten Ausführungsform füllt die bandförmige Lichtquelle im wesentlichen den Schriftzug aus, d.h. der Betrachter sieht im wesentlichen das leuchtende Band der Lichtquelle als Schriftzug. Bei einer zweiten Variante der zweiten Ausführungsform verläuft die bandförmige Lichtquelle entlang dem Umriß des Buchstabens, d.h. der Betrachter sieht den Bereich der Lichtaustrittsfläche, der dem von der bandförmigen Lichtquelle umschlossen Raumbereich des Körpers entspricht, heller erleuchtet als den Rest der Lichtaustrittsfläche. Mit dem gleichen Prinzip läßt sich auch eine Negativdarstellung des Schriftzuges erzielen, in diesem Fall erfolgt die Lichtabstrahlung der bandförmigen Lichtquelle im wesentlichen in der Richtung von dem Schriftzug weg.

Fig. 9a zeigt eine Rückansicht eines Beispiels der ersten Variante, bei der Nuten 35_1 , 35_2 , 35_3 in der Form von spiegelverkehrten Buchstaben in die verspiegelte Rückwand 3 des Körpers 3 eingelassen sind. Entlang dieser Nuten sind jeweils bandförmige Lichtquellen 36_1 , 36_2 , 36_3 angeordnet, wie man am besten anhand von Fig. 9b erkennt, welche eine teilweise Schnittdarstellung entlang der Linie II - II in Fig, 9a ist. Um einen dreidimensionalen Effekt zu erreichen, können auch mehrere Lichtquellen entlang der drei Seiten der Nut 35i

1,2, ...) entsprechend der in Fig. 7d gezeigten Konfiguration angeordnet sein. Sofern die bandförmigen Lichtquellen an ihren Schmalseiten ausreichend abstrahlen, kann auch eine Konfiguration wie in Fig, 7c gezeigt verwendet werden, bei der zwei bandförmige Lichtquellen, Rücken an Rücken, in der Nut 35i angeordnet sind. Eine Konfiguration wie in Fig. 7c gezeigt kann aber auch verwendet werden, um das angezeigte Schriftzeichen dunkel erscheinen zu lassen. In diesem Fall sind die Lichtquellen so eingerichtet, daß sie nur auf der dem Körper 1 zugewandten Breitseite Licht abstrahlen.

Fig. 10a zeigt eine Rückansicht der zweiten Variante der zweiten Ausführungsform, Fig. 10b ist eine teilweise Schnittansicht entlang der Linie III - III in Fig. 10a. Bei dieser Ausführungsform verlaufen Nuten 45_i entlang dem Umriß von spiegelverkehrten Schriftzeichen und umschließen jeweils erhabene Abschnitte 1_i des Körpers 1, die jeweils den anzuzeigenden Schriftzeichen entsprechen. In den Nuten 45_i sind bandförmige Lichtquellen 46_i angeordnet, welche Licht in die Abschnitte 1_i des Körpers 1, ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform einstrahlen. Alternativ können die Lichtquellen 46_i so eingerichtet sein, daß sie Licht ausschließlich auf die Seitenfläche der Nuten 45_i einstrahlen, die den Flanken der Raumbereiche 1_i gegenüberliegen. In diesem Fall hebt sich der Schriftzug dunkel von der ansonsten erleuchteten Lichtaustrittsfläche 2 ab. Bei

der in Fig. 10a, 10b gezeigten Ausführungsform der Erfindung sind die Buchstaben nicht vollständig aus einem transparenten Körper wie bei der ersten Ausführungsform (Fig. 1) ausgeschnitten, sondern lediglich reliefartig in dem Körper ausgebildet. In beiden Fällen umläuft aber die Lichtquelle ein Körperelement, daß einem Schriftzeichen entspricht. Die Ausleuchtung der Raumbereiche 1_i läßt sich daher durch ähnliche Maßnahmen wie im Zusammenhang mit der ersten Ausführungsform und den Figuren 1 bis 7 geschildert optimieren. Wenn gewünscht ist, daß sich die Schriftzeichen dunkel von einem hellen Hintergrund abheben, wendet man entsprechend die in Verbindung mit Fig. 1 bis 7 beschriebenen Prinzipien nicht auf die Raumbereiche 1_i, sondern auf die Teile des Körpers an, die zwischen den Raumbereichen 1_i liegen und stärker ausgeleuchtet werden sollen. Die Nuten 45_i können in einer weiteren Abwandlung statt auf der verspiegelten Rückseite 3 auch auf der Lichtaustrittsfläche 2 ausgebildet sein.

Im Zusammenhang dieser Beschreibung wurden die bandförmigen Lichtquellen der Einfachheit halber in offenen Nuten dargestellt. Sie können jedoch auch vergossen werden, wobei man z.B. zunächst die Nuten wie beschrieben ausbildet, die Lichtquellen darin anordnet und sie dann anschließend in den Nuten vergießt.

Die in der vorstehenden Beschreibung, den Ansprüchen sowie

der Zeichnung offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

Ansprüche

1. Leuchtvorrichtung mit einem Körper (1) aus einem transparenten Material, einer oder mehreren Lichtquellen, welche Licht in den Körper einstrahlen und einer Lichtaustrittsfläche (2) an einer Seite des Körpers, über welche in den Körper eingestrahltes Licht aus dem Körper austritt, wobei mindestens eine bandförmige Lichtquelle, welche bezüglich ihrer Längsrichtung kontinuierlich Licht abstrahlt, unmittelbar an oder in dem Körper derart angebracht ist, daß das Licht, das aus einer dem Körper zugewandten Seite der bandförmigen Lichtquelle (6) austritt, im wesentlichen vollständig in den Körper (1) eintritt,
dadurch ***gekennzeichnet***,
daß eine Seitenfläche des Körpers (25a, 54a) zumindest teilweise als Spiegel oder Reflektor für in dem Körper laufendes Licht ausgebildet ist, der auf ihn einfallendes Licht zumindest teilweise zu der Lichtaustrittsfläche (2) reflektiert,
wobei ein Wandabschnitt (25a; 54a) in einem Kantenbereich des Körpers (1) als gekrümmter Spiegel ausgebildet ist, der von der bandförmigen Lichtquelle (6) direkt auf ihn einfallendes Licht zu der Lichtaustrittsfläche (2; 32) reflektiert.

2. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß der als gekrümmter Spiegel oder Reflektor ausgebildete Wandabschnitt (63)als Sammelspiegel ausgebildet ist und an die Lichtaustrittsfläche (32) angrenzt.

3. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der als gekrümmter Spiegel oder Reflektor ausgebildete Wandabschnitt (25a, 54a) einer als Spiegel oder Reflektor ausgebildeten Seitenfläche (3; 37) des Körpers benachbart ist, welche zumindest einen Teil des auf sie aus dem Körper (1) einfallenden Lichts zu der Lichtaustrittsfläche reflektiert.

4. Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 gekennzeichnet durch eine reflektierende Anordnung mit einer ersten als Spiegel oder Reflektor ausgebildeten Wandfläche des Körper (25b), die aus dem Inneren des Körpers auf sie einfallendes Licht zumindest teilweise zu einer zweiten als Spiegel ausgebildeten Wandfläche (3) des Körpers reflektiert, die auf sie einfallendes Licht zumindest teilweise zu der Lichtaustrittsfläche (2) reflektiert.

5. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die erste als Spiegel oder Reflektor ausgebildete Wandfläche (25b) der reflektierenden Anordnung gekrümmt ist.

6. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die erste als Spiegel ausgebildete Wandfläche (2) angrenzt.

7. Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtaustrittsfläche (2) eine im wesentlichen parallele, als Spiegel oder Reflektoren ausgebildete Fläche (3) des Körpers (1) gegenübersteht.

8. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch zwei ebene, als Spiegel oder Reflektor ausgebildete Flächen (14a, 14b) zur Reflexion von in dem Körper laufendem Licht, die zueinander um 90°geneigt sind, wobei eine dieser beiden Flächen (14b) an die zu der Lichtaustrittsfläche im wesentlichen parallele, als Spiegel oder Reflektor ausgebildete Fläche (3) anschließt und bezüglich dieser Fläche (3) geneigt ist.

9. Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß sich die bandförmige Lichtquelle (6) im wesentlichen in einer Richtung parallel zur Lichtaustrittsfläche erstreckt.

10 Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 dadurch gekennzeichnet, daß die bandformige Lichtquelle (6) derart angeordnet ist, daß das direkt von ihr auf die Lichtaustrittsfläche (2) einfallende Licht einen Einfallswinkel (a) aufweist, der größer ist als der Winkel der Totalreflexion.

11. Leuchtvorrichtung sind nach Anspruch 10 dadurch gekennzeichnet,

daß die als Spiegel ausgebildeten Flächen des Körpers (1) so eingerichtet sind, daß das von ihnen zu der Lichtaustrittsfläche (2) reflektierte Licht an der Lichtaustrittsfläche einen Einfallswinkel aufweist, der größer als der Winkel der Totalreflexion ist, und die Lichtaustrittsfläche (2) einen Abschnitt mit einer unregelmäßigen Oberfläche aufweist.

12. Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (1) eine im wesentlichen rotationssymmetrische Form aufweist und die Lichtaustrittsfläche (72) im wesentlichen senkrecht zu der Symmetrieachse liegt.

13. Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10 gekennzeichnet durch eine rotationssymmetrische kegelförmige Lichtaustrittsfläche (32), welche sich zum Inneren des Körpers (1) hin verjüngt

14. Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß sie in der Form eines Schriftzeichens oder einer Folge von Schriftzeichen ausgebildet ist.

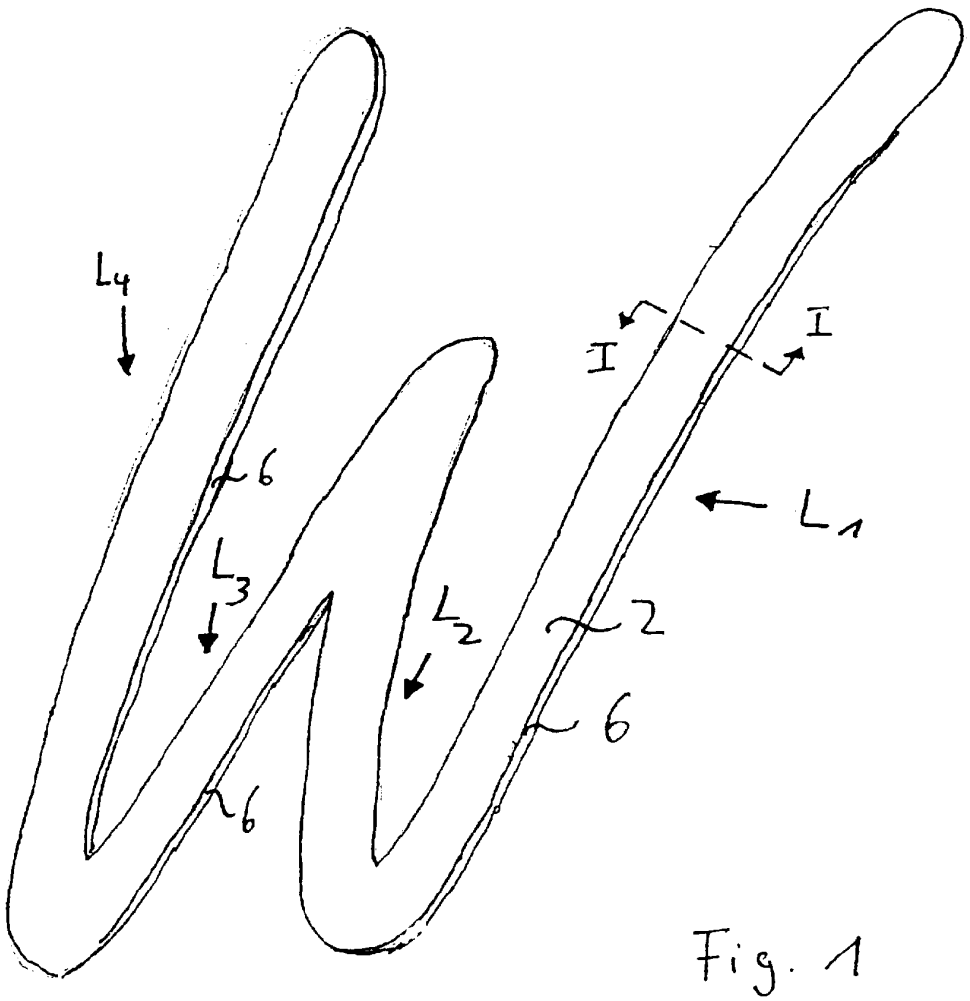
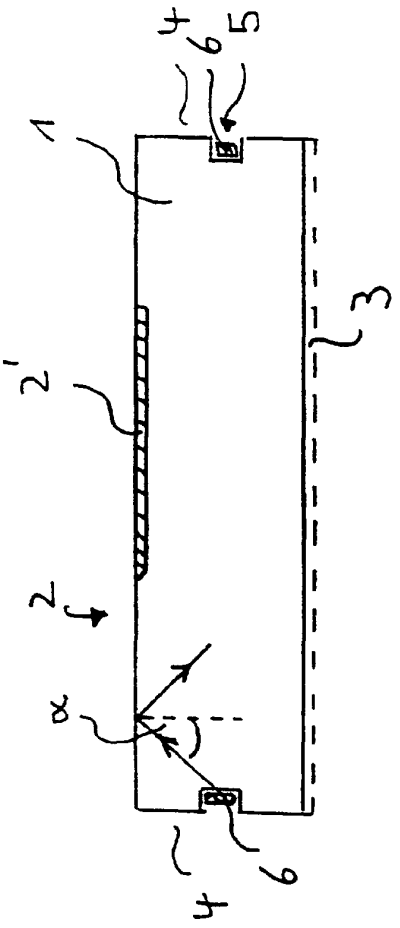


Fig. 1

Fig. 2



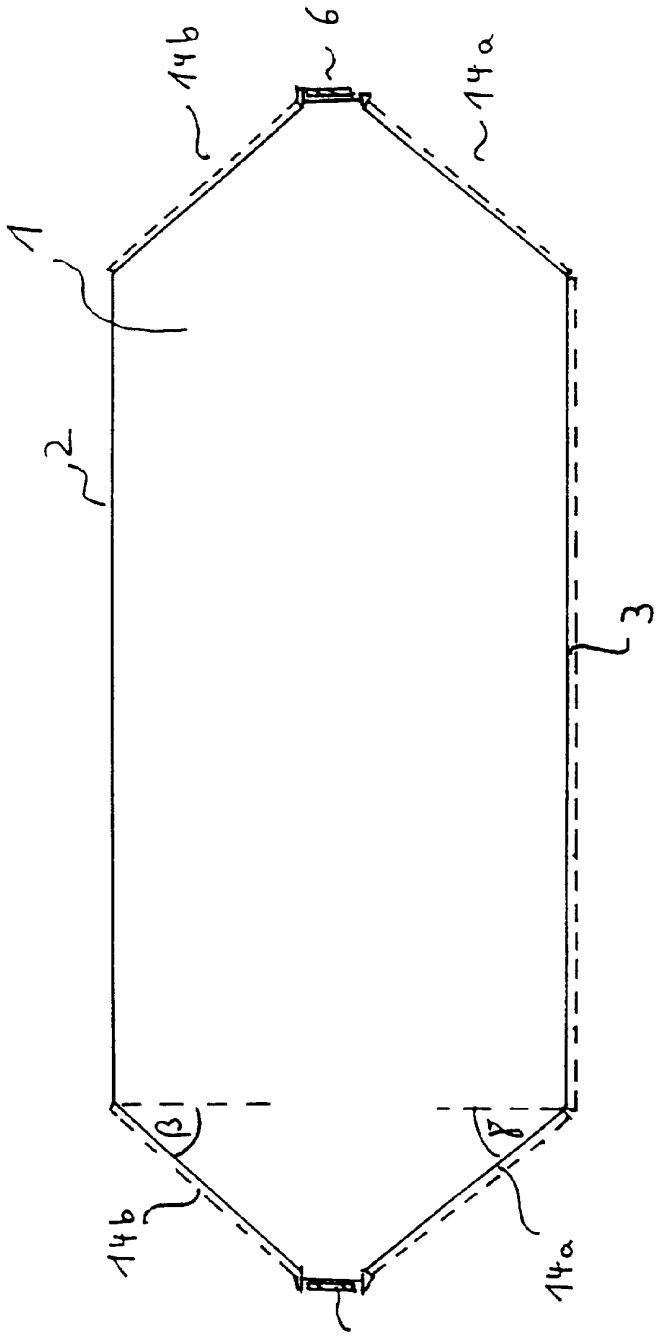


Fig. 3

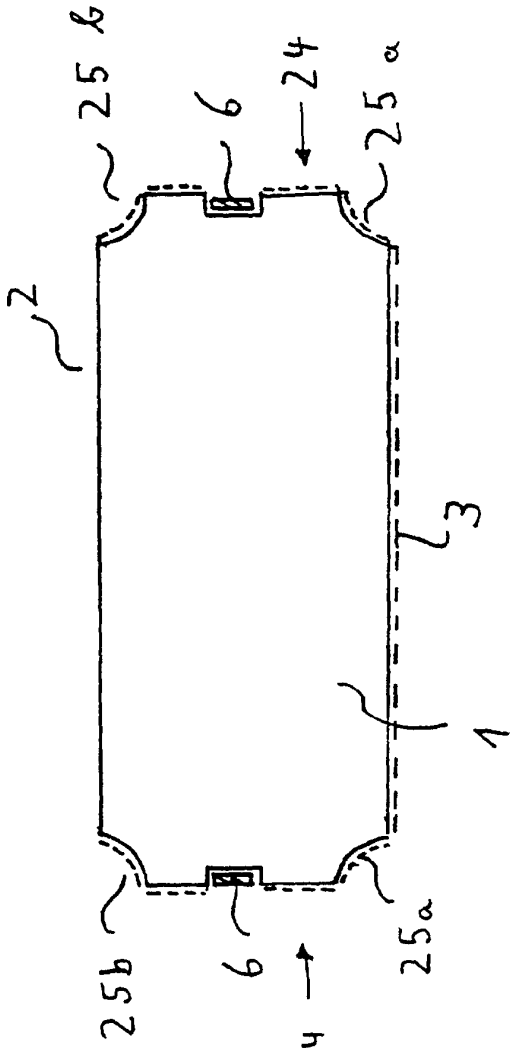


Fig. 4

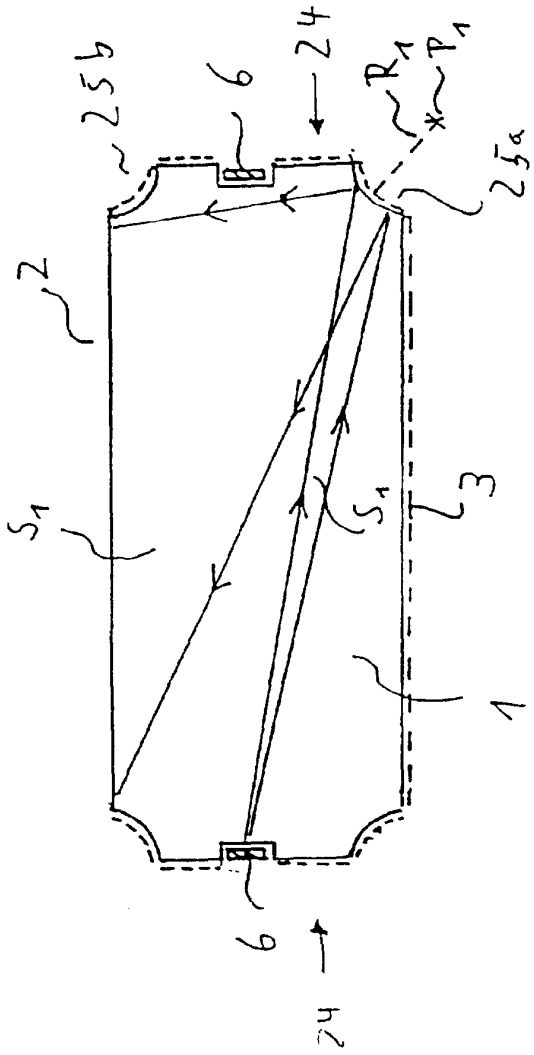


Fig. 5a

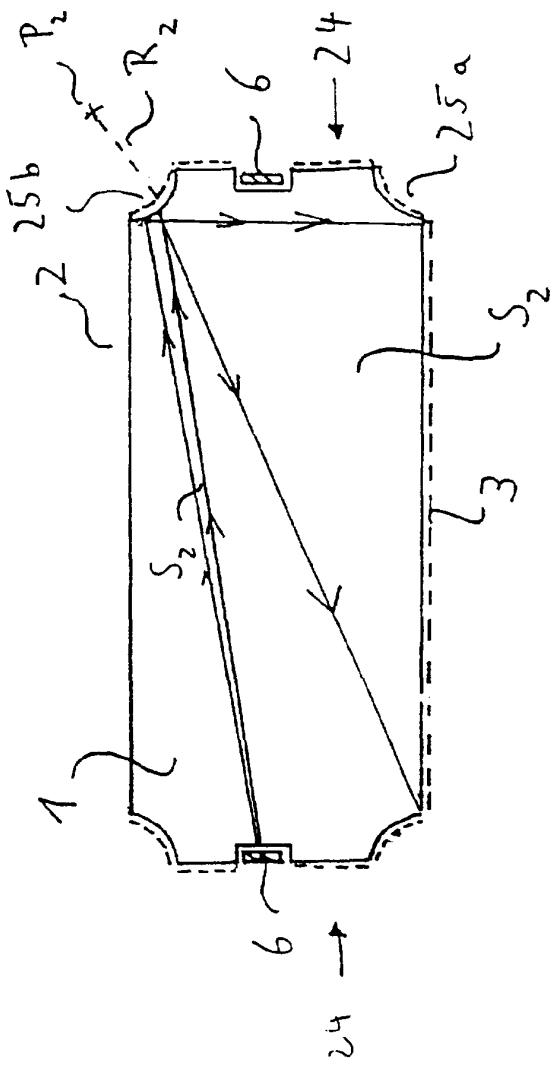


Fig. 5b

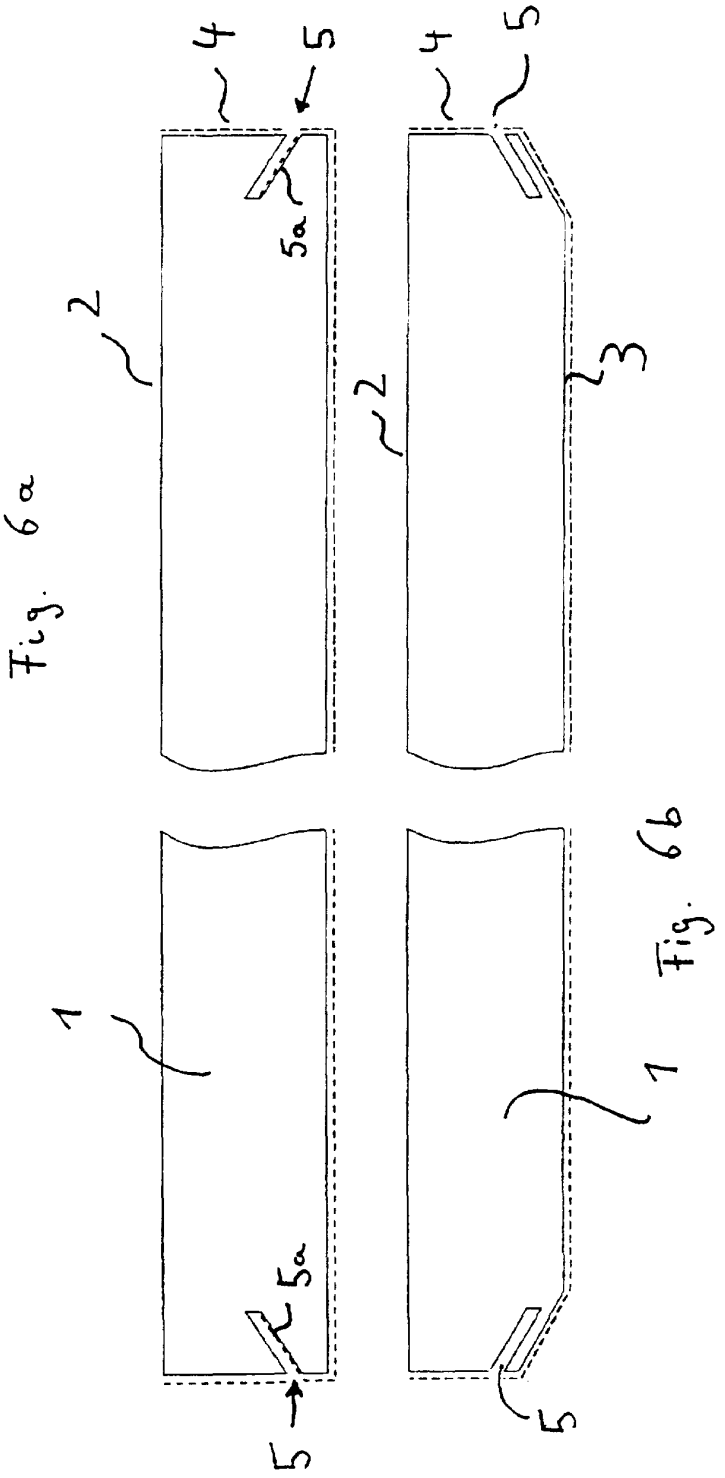


Fig. 6a

Fig. 6b

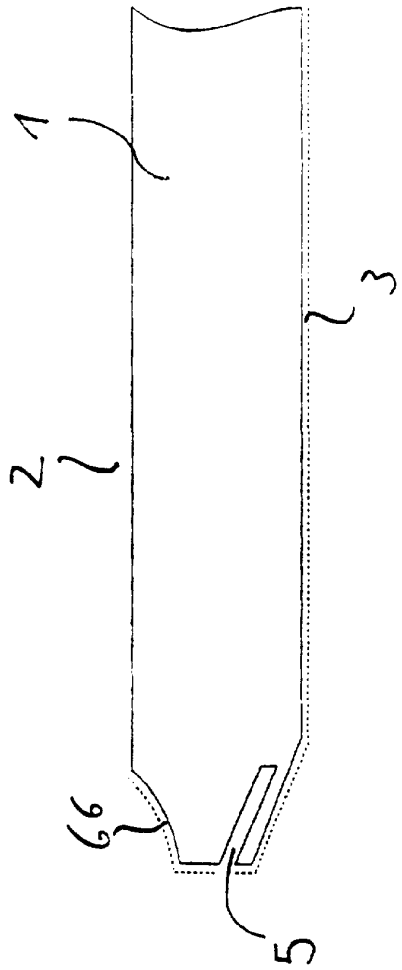


Fig. 6c

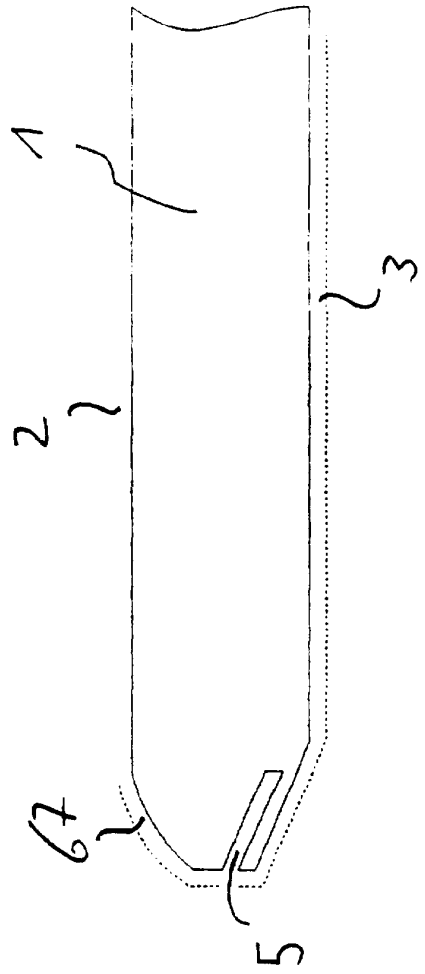


Fig. 6d

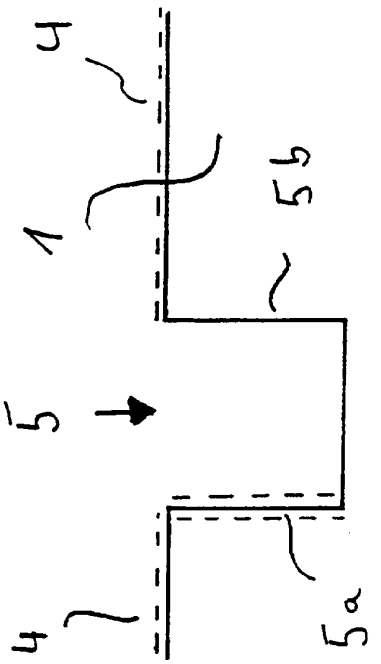


Fig. 6e

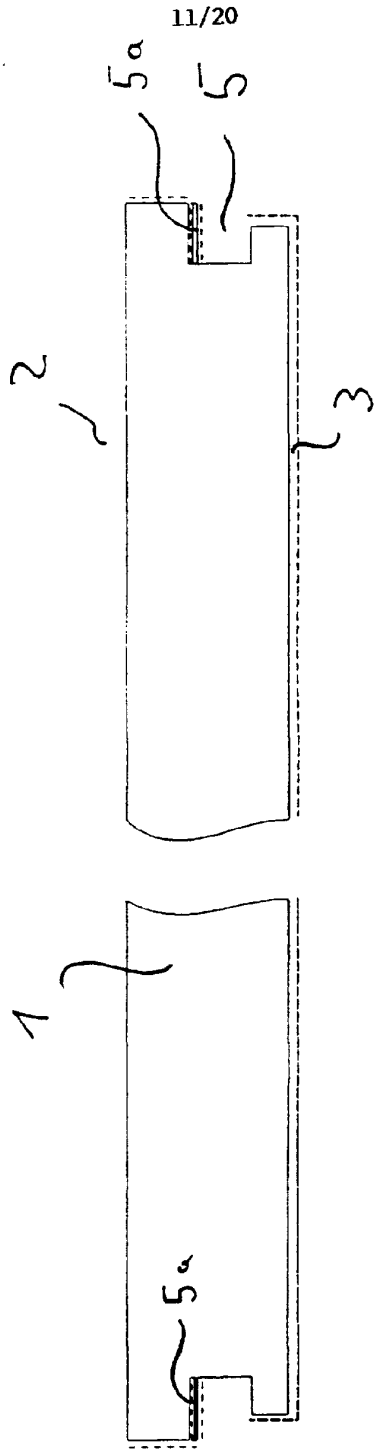


Fig. 6f

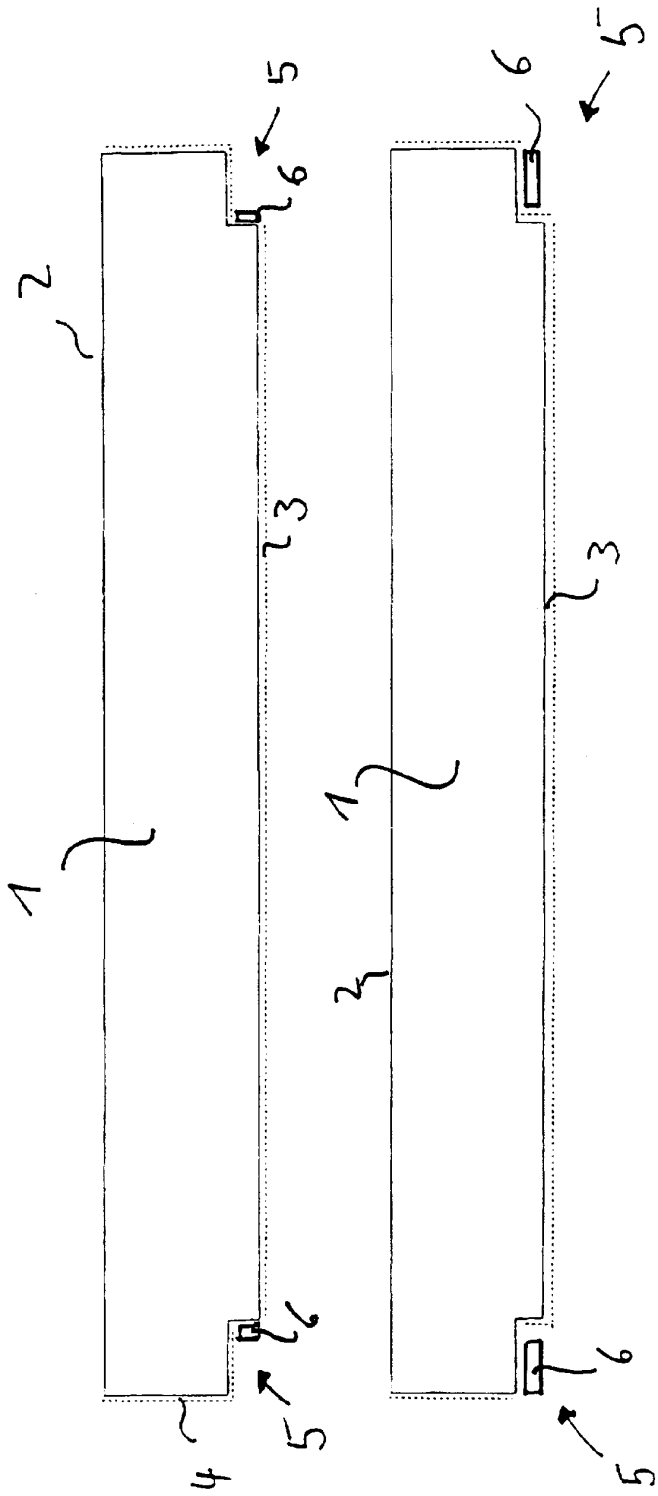


Fig. 6a

Fig. 6b

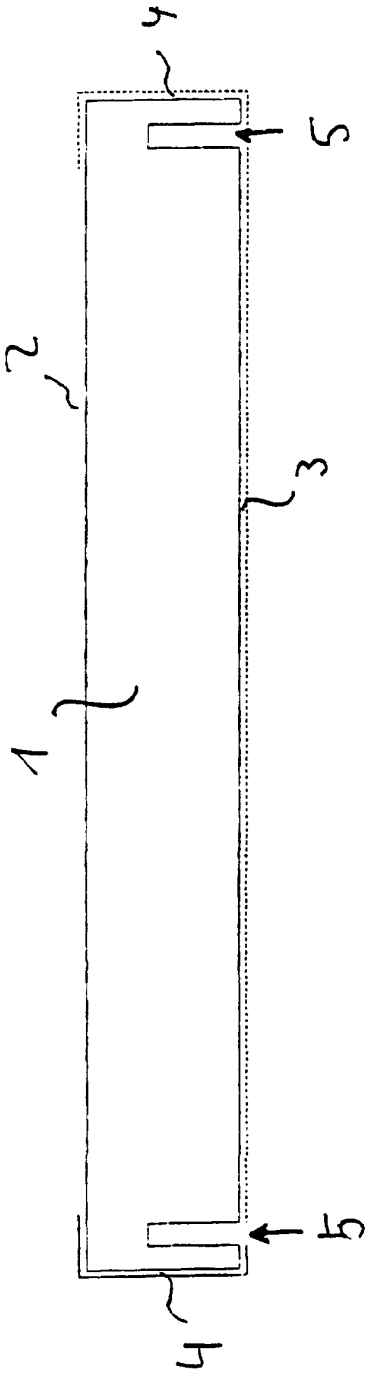


Fig. 6i

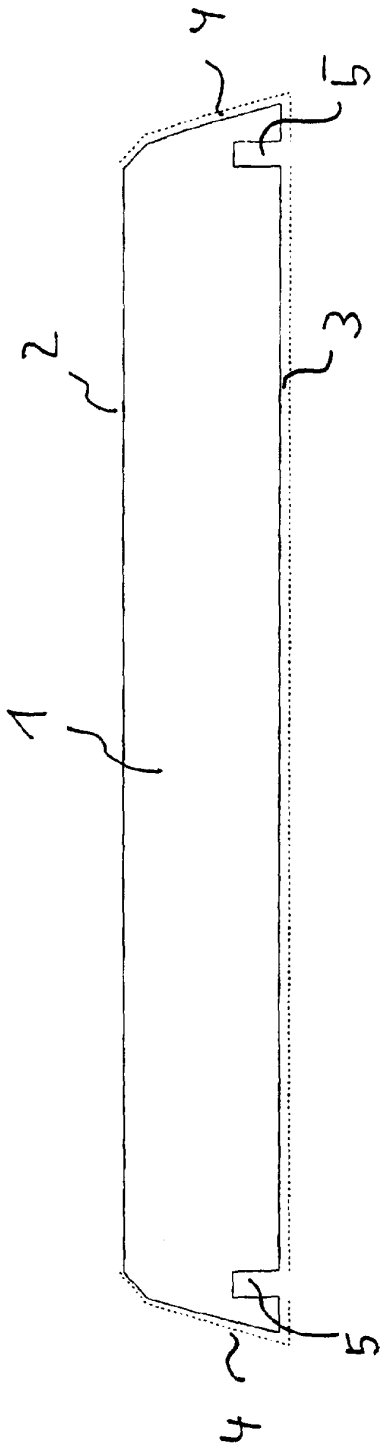


Fig. 6j

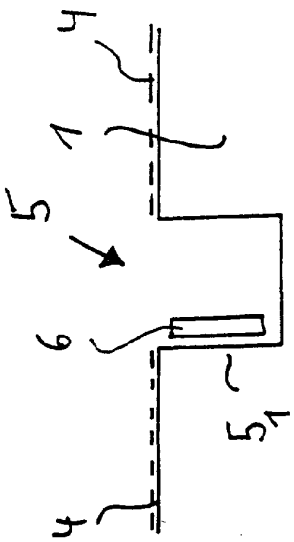


Fig. 7b

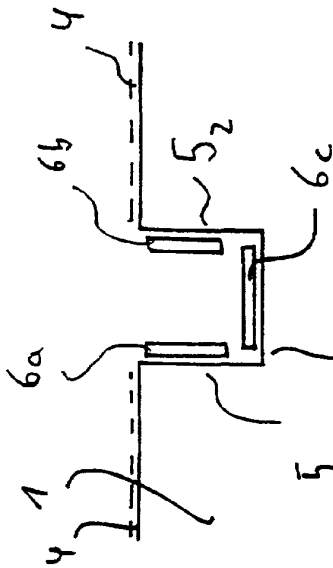


Fig. 7d

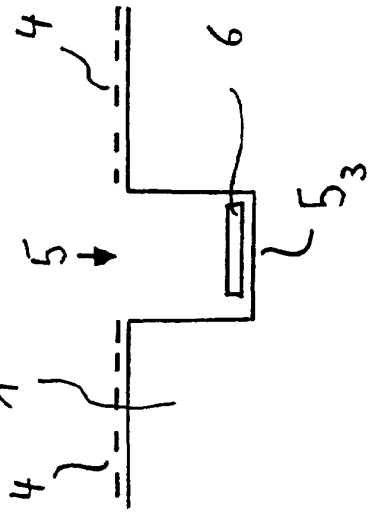


Fig. 7a

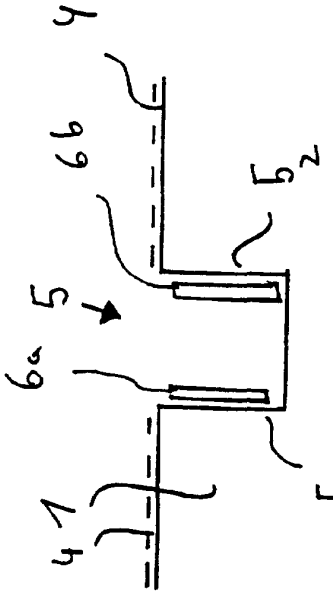


Fig. 7c

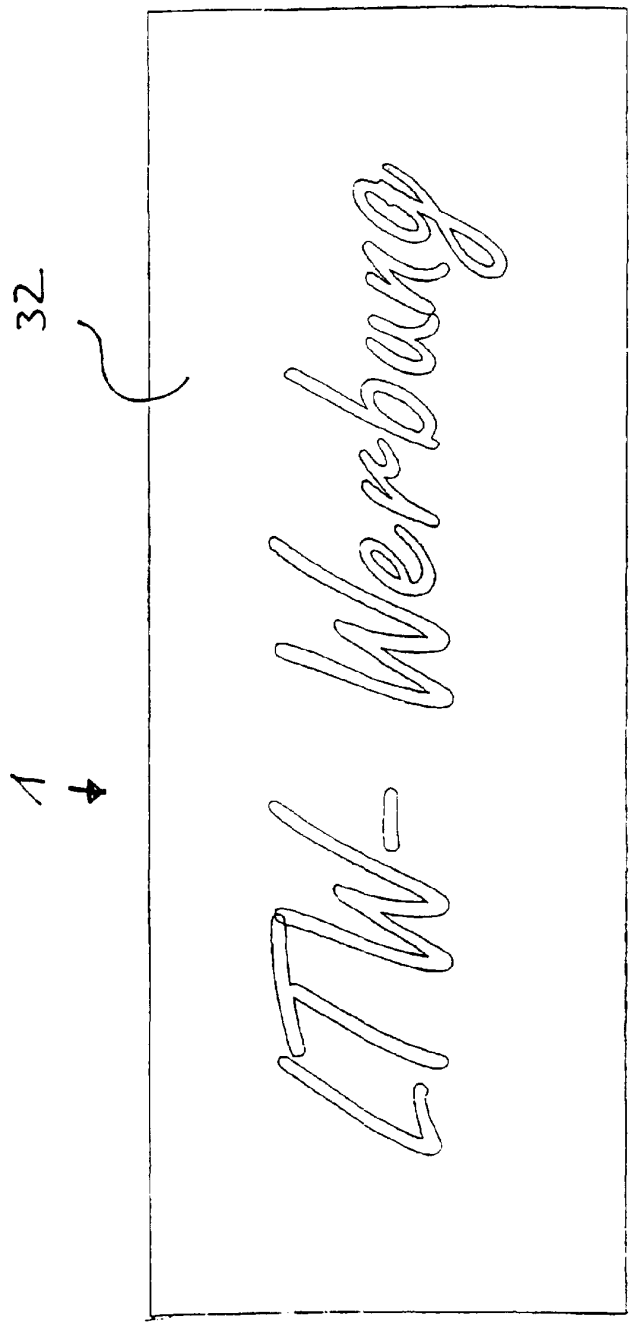


Fig. 8

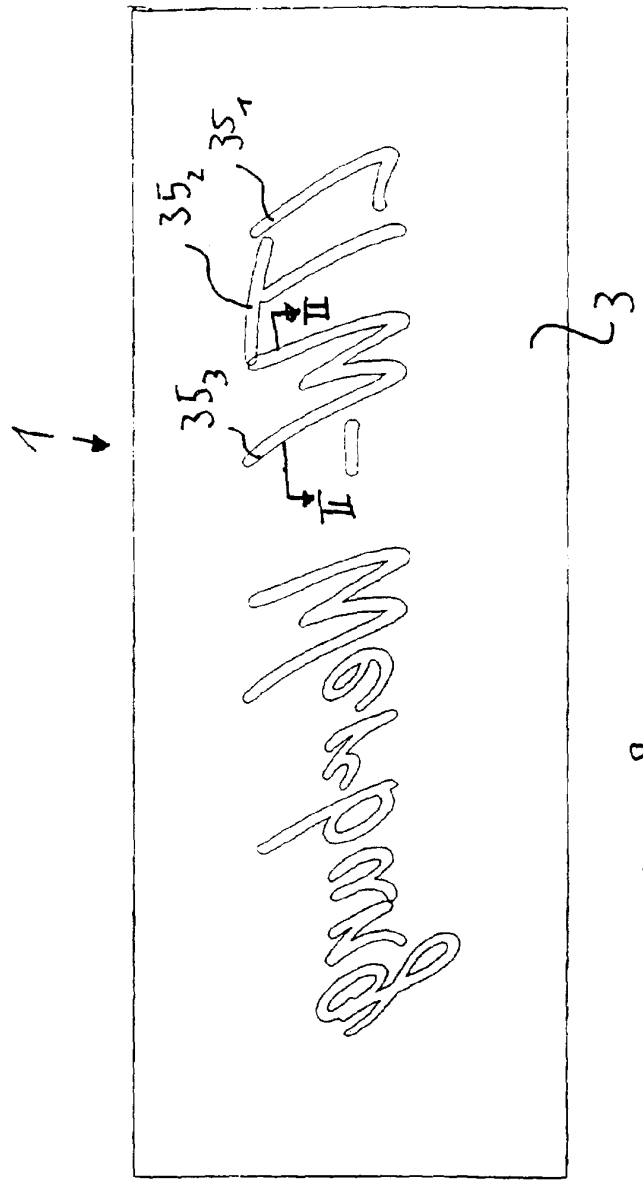


Fig. 9a

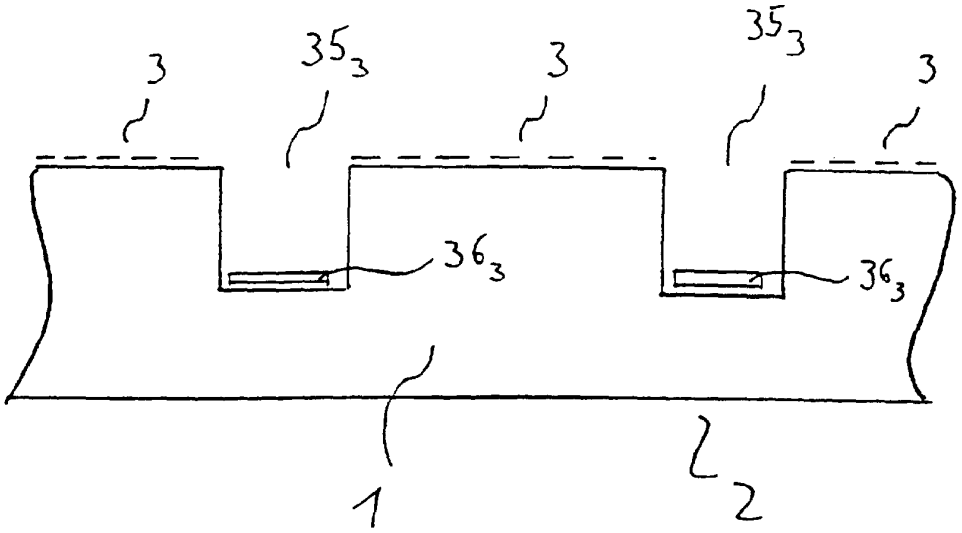


Fig. 9b

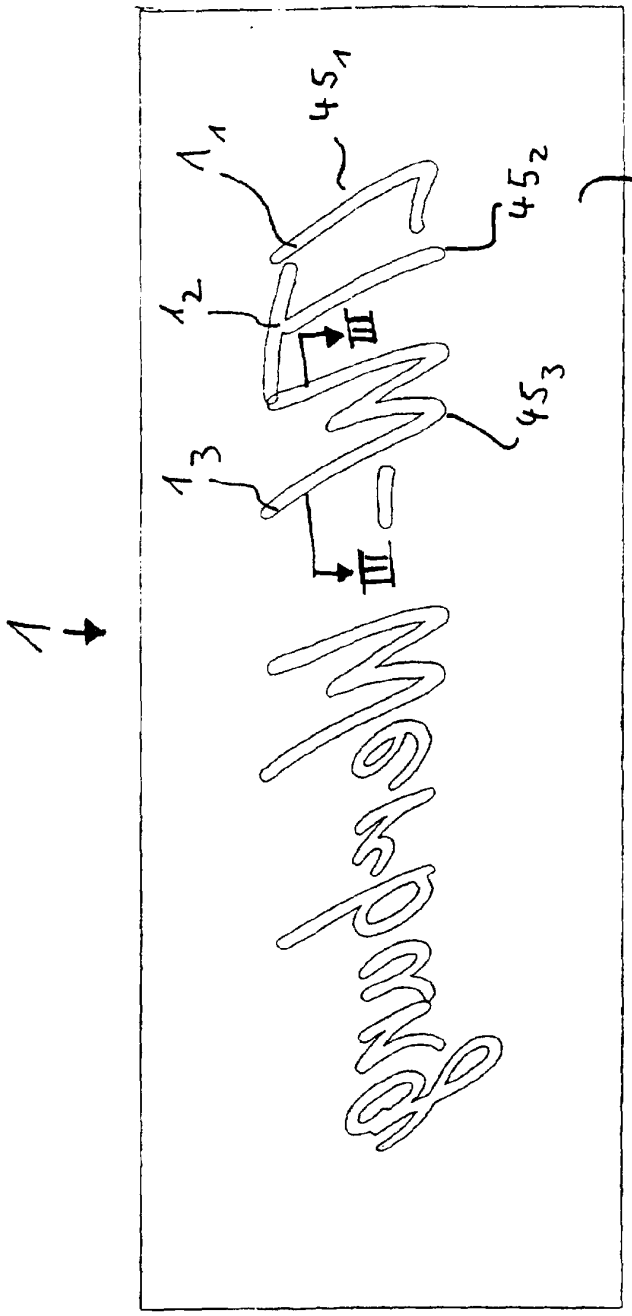


Fig. 10a

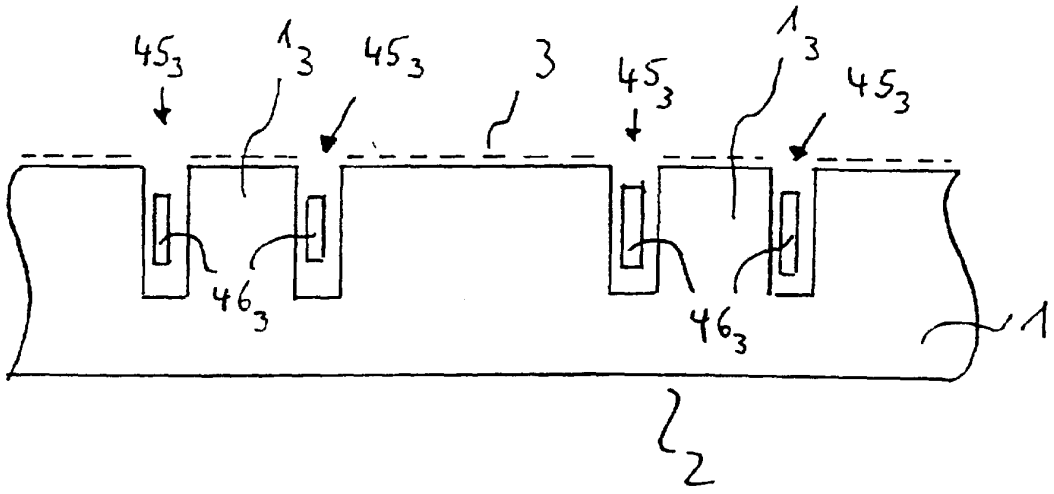


Fig. 10b

PCT WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION
International Bureau

INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) **International Patent Classification** 7 :
H01L 23/495, 23/02, 25/04, 23/48, 33/00, 21/20, 29/04, 27/14, 31/00, B23B 9/00

A1

(11) **International Publication Number:** **WO 00/55914**

(43) **International Publication Date:** 21 September 2000 (21.09.00)

(21) **International Application Number:** PCT/US00/07269

(22) **International Filing Date:** 15 March 2000 (15.03.00)

(30) **Priority Data:**

60/124,493	15 March 1999 (15.03.99)	US
09/426,795	22 October 1999 (22.10.99)	US

(71) **Applicant:** GENTEX CORPORATION [US/US]; 600 N. Centennial Street, Zeeland, MI 49464 (US).

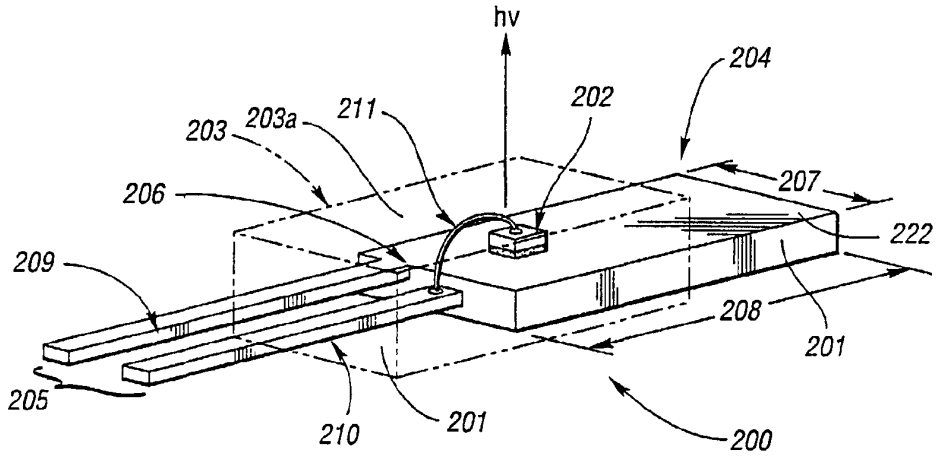
(72) **Inventors:** ROBERTS, John, K.; 1061 Plymouth Avenue, S.E., East Grand Rapids, MI 49506 (US). STAM, Joseph, S.; 345 S. Lakeshore Drive, Holland, MI 49424 (US). REESE, Spencer, D.; 1710 Columbia Avenue, Fort Wayne, IN 46805 (US). TURNBULL, Robert, R.; 3950 Vermae Drive, Holland, MI 49424 (US).

(74) **Agent:** CARRIER, Robert, J.; Price, Heneveld, Cooper, DeWitt & Litton, 695 Kenmoor, S.E., P.O. Box 2567, Grand Rapids, MI 49501 (US).

(81) **Designated States:** AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published
With international search report.
Before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of the receipt of amendments.

(54) **Title:** SEMICONDUCTOR RADIATION EMITTER PACKAGE



(57) **Abstract**

A semiconductor optical radiation package (200) includes a leadframe (201), at least one semiconductor optical radiation emitter (202) and an encapsulant (203). The leadframe (201) has a heat extraction member (204), which supports the semiconductor optical radiation emitter (202) and provides one or more thermal paths for removing heat generated within the emitter (202) to the ambient environment, as well as at least two electrical leads (205) for providing electrical coupling to the semiconductor optical radiation emitter (202). The encapsulant (203) covers and protects the emitter (202) and optional wire bonds (211) from damage and allows radiation to be emitted from the emitter into the ambient environment. The semiconductor optical radiation package (200) provides high emitted flux and is preferably compatible with automated processing techniques.

FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AL	Albania	**ES**	Spain	**LS**	Lesotho	**SI**	Slovenia
AM	Armenia	**FI**	Finland	**LT**	Lithuania	**SK**	Slovakia
AT	Austria	**FR**	France	**LU**	Luxembourg	**SN**	Senegal
AU	Australia	**GA**	Gabon	**LV**	Latvia	**SZ**	Swaziland
AZ	Azerbaijan	**GB**	United Kingdom	**MC**	Monaco	**TD**	Chad
BA	Bosnia and Herzegovina	**GE**	Georgia	**MD**	Republic of Moldova	**TG**	Togo
BB	Barbados	**GH**	Ghana	**MG**	Madagascar	**TJ**	Tajikistan
BE	Belgium	**GN**	Guinea	**MK**	The former Yugoslav Republic of Macedonia	**TM**	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	**GR**	Greece			**TR**	Turkey
BG	Bulgaria	**HU**	Hungary	**ML**	Mali	**TT**	Trinidad and Tobago
BJ	Benin	**IE**	Ireland	**MN**	Mongolia	**UA**	Ukraine
BR	Brazil	**IL**	Israel	**MR**	Mauritania	**UG**	Uganda
BY	Belarus	**IS**	Iceland	**MW**	Malawi	**US**	United States of America
CA	Canada	**IT**	Italy	**MX**	Mexico	**UZ**	Uzbekistan
CF	Central African Republic	**JP**	Japan	**NE**	Niger	**VN**	Viet Nam
CG	Congo	**KE**	Kenya	**NL**	Netherlands	**YU**	Yugoslavia
CH	Switzerland	**KG**	Kyrgyzstan	**NO**	Norway	**ZW**	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	**KP**	Democratic People's Republic of Korea	**NZ**	New Zealand		
CM	Cameroon			**PL**	Poland		
CN	China	**KR**	Republic of Korea	**PT**	Portugal		
CU	Cuba	**KZ**	Kazakstan	**RO**	Romania		
CZ	Czech Republic	**LC**	Saint Lucia	**RU**	Russian Federation		
DE	Germany	**LI**	Liechtenstein	**SD**	Sudan		
DK	Denmark	**LK**	Sri Lanka	**SE**	Sweden		
EE	Estonia	**LR**	Liberia	**SG**	Singapore		

SEMICONDUCTOR RADIATION EMITTER PACKAGE

TECHNICAL FIELD

The present invention relates to semiconductor radiation emitter packages such as, for example, light emitting diode packages.

BACKGROUND ART

Semiconductor optical emitter components such as Light Emitting Diode (LED) devices have become commonplace in a wide variety of consumer and industrial opto-electronic applications. Other types of semiconductor optical emitter components, including Organic Light Emitting Diodes (OLEDs), Light Emitting Polymers (LEPs) and the like may also be packaged in discrete components suitable as substitutes for conventional inorganic LEDs in these applications.

Visible LED components of all colors are used alone or in small clusters as status indicators on such products as computer monitors, coffee makers, stereo receivers, CD players, VCRs and the like. Such indicators are also found in a diversity of systems such as instrument panels in aircraft, trains, ships, cars, trucks, minivans and sport utility vehicles, etc. Addressable arrays containing hundreds or thousands of visible LED components are found in moving-message displays such as those found in many airports and stock market trading centers and also as high brightness large-area outdoor TV screens found in many sports complexes and in some urban billboards.

Amber, red and red-orange emitting visible LEDs are used in arrays of up to 100 components in visual signaling systems such as vehicle Center High Mounted Stop Lamps (CHMSLs), brake lamps, exterior turn signals and hazard flashers, exterior signaling mirrors and for roadway construction hazard markers. Amber, red and blue-green emitting visible LEDs are increasingly being used in much larger arrays of up to 300 components as stop/slow/go lights at intersections in urban and suburban intersections.

Multi-color combinations of pluralities of visible colored LEDs are being used as the source of projected white light for illumination in binary-complementary and ternary RGB illuminators. Such illuminators are useful as vehicle or aircraft maplights, for example, or as vehicle or aircraft reading or courtesy lights, cargo lights, license plate illuminators, backup lights, and exterior mirror puddle lights. Other pertinent uses include portable flashlights and other illuminator applications where rugged, compact, lightweight, high efficiency, long-life, low voltage sources of white illumination are needed. Phosphor-enhanced 'white" LEDs may also be used in some of these instances as illuminators.

Infrared (IR) emitting LEDs are being used for remote control and communication in such devices as VCR, TV, CD and other audio-visual remote control units. Similarly, high intensity IR-emitting LEDs are being used for communication between IRDA devices such as desktop, laptop and palmtop computers, PDAs (personal digital assistants), and computer peripherals such as printers, network adapters, pointing devices ("mice", trackballs, etc), keyboards and other computers. IR LED emitters and IR receivers also serve as sensors for proximity or presence in industrial control systems, for location or orientation within such opto-electronic devices such as pointing devices and optical encoders, and as read heads in such systems as barcode scanners. Blue, violet and UV emitting LEDs and LED lasers are being used extensively for data storage and retrieval applications such as reading and writing to high-density optical storage disks.

Billions of LED components are used in applications such as those cited hereinabove, in part because relatively few standardized LED configurations prevail and due to the fact that these configurations are readily processed by the automated processing equipment used almost universally by the world's electronic assembly industries. Automated processing via mainstream equipment and procedures contributes to low capital cost, low defect rates, low labor cost, high throughput, high precision, high repeatability and flexible manufacturing practices. Without these attributes, the use of LEDs becomes cost prohibitive or otherwise unattractive from a quality standpoint for most high-volume applications.

Two of the most important steps in modern electronic assembly processes are high-speed automated insertion and mass automated soldering. Compatibility with automatic insertion or placement machines and one or more common mass soldering process are critical to large-scale commercial viability of discrete semiconductor optical emitters (including LEDs).

Thus the vast majority of LEDs used take the form of discrete-packaged THD (Through Hole Device) or SMD (Surface Mount Device) components. These configurations primarily include radial-lead THD configurations known as "T-1" and "T-1 3/4" or similar devices with rectangular shapes, all of which are readily adapted onto tape-and-reel or tape-and-ammo packaging for convenient shipment, handling and high speed automated insertion into printed circuit boards on radial inserters. Other common discrete THD LED packages include axial components such as the "polyLED" which are readily adapted onto tape and reel for convenient shipment, handling and high speed automated insertion into printed circuit boards on axial inserters. Common SMD LED components

such as the "TOPLED" and Pixar are similarly popular as they are readily adapted into blister-pack reels for convenient shipment, handling and high speed automated placement onto printed circuit boards with chip shooters.

Soldering is a process central to the manufacture of most conventional circuit assemblies using standardized discrete electronic devices, whether THD or SMD. By soldering the leads or contacts of a discrete electronic component such as an LED to a printed circuit board (PCB), the component becomes electrically connected to electrically conductive traces on the PCB and also to other proximal or remote electronic devices used for supplying power to, controlling or otherwise interacting electronically with the discrete electronic device. Soldering is generally accomplished by wave solder, IR reflow solder, convective IR reflow solder, vapor phase reflow solder or hand soldering. Each of these approaches differ from one another, but they all produce substantially the same end effect – inexpensive electrical connection of discrete electronic devices to a printed circuit board by virtue of a metallic or inter-metallic bond. Wave and reflow solder processes are known for their ability to solder a huge number of discrete devices en masse, achieving very high throughput and low cost, along with superior solder bond quality and consistency.

Widely available cost-effective alternatives to wave solder and reflow solder processes for mass production do not presently exist. Hand soldering suffers from inconsistency and high cost. Mechanical connection schemes are expensive, bulky and generally ill-suited for large numbers of electrical connections in many circuits. Conductive adhesives such as silver-laden epoxies may be used to establish electrical connections on some circuit assemblies, but these materials are more costly and expensive to apply than solder. Spot soldering with lasers and other selective-solder techniques are highly specialized for specific configurations and applications and may disrupt flexible manufacturing procedures preferred in automated electronic circuit assembly operations. Thus compatibility with wave solder or reflow solder processes are de facto requirements of an effective semiconductor optical emitter component. The impact of this requirement is far reaching, because these solder operations can introduce large thermal stresses into an electronic component sufficient to degrade or destroy the component. Thus an effective semiconductor optical emitter component must be constructed in such a fashion as to protect the device's encapsulation and encapsulated wire bonds, die attach and chip from transient heat exposure during soldering.

Conventional solder processes require that the ends of the leads of the device (below any standoff or at a point where the leads touch designated pads on the PCB) be heated to the melting point of the solder for a sustained period. This profile can include temperature excursions at the device leads as high as 230 – 300 degrees C for as long as 15 seconds. Given that the leads of the device are normally constructed of plated metals or alloys such as copper or steel, this high temperature transient poses no problems for the leads themselves. The problem instead is the ability of these leads to conduct heat along their length into the encapsulated body of the device. Since these heated leads are in contact with the interior of the body of the device, they temporarily raise the local internal temperature of the device during solder processing. This can harm the somewhat delicate encapsulation, encapsulated wire bonds, die attach and chip. This phenomenon represents one of the fundamental limitations of low-cost, opto-electronic semiconductor devices today.

Keeping the body of an electronic component from rising excessively above the glass transition temperature of its encapsulating material during solder processing is critical, since the Coefficient of Thermal Expansion of polymer encapsulating materials rises dramatically above their glass transition points, typically by a factor of 2 or more. Polymers will increasingly soften, expand and plastically deform above their glass transition points. This deformation from polymer phase transition and thermal expansion in encapsulants can generate mechanical stress and cumulative fatigue severe enough to damage a discrete semiconductor device, resulting in poor performance of the device and a latent predisposition toward to premature field failure. Such damage typically consists of: 1) fatigue or fracture of electrical wire bonds (at the chip bond pads or at the lead-frame); 2) partial delamination or decomposition of die-attach adhesive; 3) micro-fracture of the chip itself; and 4) degradation of the device encapsulant, especially near the entry points of the leads into the encapsulant, and a compromised ability to seal out environmental water vapor, oxygen or other damaging agents.

With regard to such thermal vulnerability, a crucial difference must be recognized between encapsulating materials suitable for *non-optical* electronic devices and those suitable for *optical* devices. The encapsulants used for non-optical devices may be *opaque*, whereas those used in constructing opto-electronic emitters and receivers must be *substantially transparent* in the operating wavelength band of the device. The side effects of this distinction are subtle and far-ranging.

Since there is no need for transparency in non-optical devices, encapsulating materials for non-optical semiconductor devices may include a wide range of compositions containing a variety of opaque polymer binders, cross-linking agents, fillers, stabilizers and the like. Compositions of this type such as heavily filled epoxy may possess high glass transition temperatures (T_g), low thermal expansion coefficients (C_{te}) and/or elevated thermal conductivity such that they are suitable for transient exposures up to 175 degrees C. Opaque ceramic compositions may be thermally stable up to several hundred degrees C, with no significant phase transition temperatures to worry about, extremely low C_{te} and elevated thermal conductivity. For these reasons, exposure of conventional, opaque encapsulation materials for non-optical devices to electrical leads heated to 130 degrees C or more for 10 seconds or so (by a solder wave at 230-300 degrees C) is not normally a problem.

However, the need for optical transparency in encapsulants for opto-electronic emitters and receivers obviates use of most high-performance polymer-filler blends, ceramics and composites that are suitable for *non-optical* semiconductors. Without the presence of inorganic fillers, cross-linking agents or other opaque additives, the clear polymer materials used to encapsulate most opto-electronic devices are varieties of epoxies having low T_g values, greater C_{te} and low thermal conductivity. As such, they are not suitable for exposure to transient temperature extremes greater than about 130 degrees C.

To compensate for the potentially severe effects of damage from solder processing, prior-art opto-electronic devices have undertaken a variety of improvements and compromises. The most notable improvement has been the relatively recent introduction of clear epoxies for encapsulation capable of enduring temperatures 10 to 20 degrees C higher than those previously available (up to 130 degrees C now vs. the previous 110 degrees C). While useful, this has only partially alleviated the problems noted—the newest materials in use still fall 50 degrees C or more short of parity with conventional non-optical semiconductor encapsulation materials.

The most common compromise used to get around the transient temperature rise problem associated with soldering is to simply increase the thermal resistance of the electrical leads used in the device construction. By increasing the thermal resistance of these solderable leads, the heat transient experienced within the device body during soldering is minimized. Such an increase in thermal resistance can typically be accomplished in the following manner without appreciably affecting the electrical

performance of the leads: 1) using a lead material with lower thermal conductivity (such as steel); 2) increasing the stand-off length of the leads (distance between solder contact and the device body); or 3) decreasing the cross-sectional area of the leads.

Using these 3 techniques, prior art devices have been implemented with elevated thermal resistance of the electrical leads to provide the desired protection from the solder process.

While effective at protecting prior-art devices from thermal transients associated with soldering, there are limits to this approach, particularly in the application of high power semiconductor opto-electronic emitters. Increased lead thermal resistance results in elevated internal operating temperatures in prior-art devices, severely compromising operational performance and reliability of these devices. The soldered electrical leads of most prior-art LED devices conduct power to the device *and* serve as the primary thermal dissipation path for heat created within the device during operation. Thus the electrical leads in prior-art devices must be configured to possess thermal resistance as *low* as possible to facilitate heat extraction during normal operation. Radiation and natural convection from prior art devices play only a minor role in transferring internal heat to ambient, and thermal conduction through their encapsulating media is severely impeded by the low thermal conductivity of the optical materials used. Therefore, the electrically and thermally conductive metal leads must extract a majority of the heat to ambient by the mechanism of conduction. Greater thermal resistance in the solderable pins of these devices, necessary to protect the device from the transient thermal effects of soldering operations, therefore causes a higher internal temperature rise within the encapsulated device body during operation.

The maximum temperature rise of a portion of the device body in contact with the semiconductor emitter under steady state is approximately equal to the product of the power dissipation of the emitter and the thermal resistance between the emitter and the ambient environment.

As previously discussed, severe consequences will result if the device internal temperature rises substantially above the encapsulant T_g value. Above this temperature, the C_{tc} of the encapsulant typically increases very rapidly, producing great thermo-mechanical stress and cumulative fatigue at the LED wirebond and attach. For most mobile applications such as automobiles, aircraft and the like, ambient temperatures commonly reach 80 degrees C. With encapsulation maximum operating temperatures in the range of 130 degrees C, an opto-electronic emitter for these applications must

therefore limit its operational ΔT to an *absolute* maximum of about 50 degrees C. This in turn limits the power that can be dissipated in a given component, and in turn limits the current that may be passed through the component. Since the emitted flux of semiconductor optical emitters are typically proportional to the electrical current passed through them, limitations upon maximum electrical current also create limitations on flux generated.

Other fundamental properties of LEDs place further restrictions on the useful ΔT for operation. Semiconductor LEDs including IR, visible and UV emitters emit light via the physical mechanism of electro-luminescence. Their emission is characteristic of the band gap of the materials from which they are composed and their quantum efficiency varies inversely with their internal temperature. An increase in LED chip temperature results in a corresponding decrease in their emission efficiency. This effect is quite significant for all common types of LEDs for visible, UV and IR emission. Commonly, a 1 degree C increase (ΔT) in chip temperature results in a 1% reduction in useful radiation and a 0.1 nm shift in the peak wavelength of the emission, assuming operation at a constant power. Thus, a ΔT of 40 degrees C will typically result in a 40% reduction in emitted flux and a 4 nm shift in peak wavelength. Considering the effects discussed hereinabove, LED performance as a function of package thermal design may be approximated by Equation 1:

$$\Phi_{T_a} = I \times e^{\beta \bullet R \bullet (a \bullet I^2 + b \bullet I)} \qquad \textbf{(Equation 1)}$$

Where: Φ_{Ta} = Normalized LED Flux

β = Coefficient for Change in LED emitted flux with respect to temperature

(typically -0.011)

I = the average current of the device at equilibrium

R = is the thermal resistance of the package.

a = Constant related to the equivalent series resistance of the emitter (ranging from 2.0 – 7.0, typically 5.5)

b = Constant related to the minimum forward voltage of the emitter (ranging typically 1.2 – 5.0)

Equation 1 is illustrated in Fig. 1 for various power levels and package designs.

From the preceding discussion it can be seen that to avoid thermal damage and achieve optimal LED emission performance, it is very important to minimize the ΔT experienced by the LED device chip and package during operation. This can only be achieved by limiting power or reducing thermal resistance.

Limiting LED power, of course, is antithetical to the purpose of high power LEDs, i.e. to produce more useful radiation. Generating higher flux with an LED generally requires higher current (and therefore higher power). Most prior art devices, however, exhibit relatively high thermal resistance from their semiconductor radiation emitter to ambient and are compelled to limit power dissipation in order to avoid internal damage. Thus the best 5 mm T-1 3/4 THD packages are limited to about 110 mW continuous power dissipation at 25 degrees C ambient temperature.

Other prior-art devices have avoided these constraints, but have achieved high performance only by ignoring the needs of standardized, automated electronic assembly operations and adopting configurations incompatible with these processes. Still other prior art devices have achieved high performance by employing unusually expensive materials, sub-components or processes in their own construction.

For example, one prior-art approach that has been used to overcome these limitations uses hermetic semiconductor packaging, hybrid chip-on-board techniques, exotic materials such as ceramics, KOVAR and glass, or complex assemblies instead of or in addition to polymer encapsulation. While relevant for certain high-cost aerospace and telecommunications applications (where component cost is not a significant concern), such devices require expensive materials and unusual assembly processes. This results in high cost and restricted manufacturing capacity—both of which effectively preclude the use of such components in mass-market applications. The device disclosed in U.S. Patent No. 4,267,559 by Johnson et al., illustrates a good example of this.

Johnson, et al. disclose a device which includes both a TO-18 header component and a heat coupling means for mounting an LED chip thereto and transferring internally generated heat to external heat dissipating means. The header consists of several components including a KOVAR member, insulator sleeves and electrical posts, and is manufactured in a specialized process to ensure that the posts are electrically insulated as they pass through the header. The heat coupling means is a separate component from the header and is composed of copper, copper alloys, aluminum or other high thermal conductivity materials. According to the teachings of U.S. Patent No. 4,267,559, the KOVAR header subassembly and copper heat coupling means must be bonded together

with solder or electrically conductive adhesive for electrical continuity, allowing flow of electrical current into the heat coupling means and subsequently into the LED chip. Furthermore, the header and heat coupling means of 4,267,559 are made of completely dissimilar materials and must be so because of their unique roles in the described assembly. The header must be made of KOVAR in order so that it may have a similar coefficient of thermal expansion to the insulator sleeves that run through it. At least one such sleeve is necessary to electrically isolate electrical pins from the header itself. But KOVAR has relatively low thermal conductivity, necessitating the inclusion of a separate heat coupling means made of a material such as copper with a higher thermal conductivity. Since the header is a complex subassembly itself and is made of different materials than the heat coupling means, it must be made separately from the heat coupling means and then later attached to the heat coupling means with solder or an electrically-conductive adhesive.

LED devices made similar to those described in U.S. Patent No. 4,267,559 are currently being marketed in specialized forms similar to a TO-66 package. These devices are complex and typically involve insulated pin and header construction, and/or include specialty sub-components such as ceramic isolation sheets within them.

Another approach which has been used to avoid damage to opto-electronic emitters from soldering has been to prohibit soldering of the component altogether or to otherwise require use of laser spot soldering or other unusual electrical attachment method. This can allow construction of a device with low thermal resistance from the semiconductor emitter within to the electrical pins without danger of device damage from soldering operations. The SnapLED and Super SnapLED devices made by HP illustrate this approach. In these devices, electrical connections are made to circuitry by mechanically stamping the leads to a simple circuit rather than soldering. The resultant devices are capable of continuous power dissipation as high as 475 mW at room temperature. This configuration, however, may complicate integration of such components with electronic circuits having higher complexity—such circuits are conventionally made using printed circuit boards, automated insertion equipment and wave or reflow solder operations.

A final approach is illustrated by an LED package called the SuperFlux package, available from HP. The SuperFlux device combines moderate thermal resistance between the encapsulated chip and the solder standoff on the pins with a high-grade optical encapsulant and specialized chip materials and optical design. It achieves a moderate power dissipation capability without resorting to a non-solderable configuration such as

the SnapLED. However there are several significant problems with this configuration that inhibit its broader use.

The package geometry of the SuperFlux package renders it incompatible with conventional high-speed THD radial or axial insertion machinery or by SMT chip shooters known to the present inventors. Instead, it must be either hand-placed or placed by expensive, slow, robotic odd-form insertion equipment. The SuperFlux package geometry is configured for use as an "end-on" source only—no readily apparent convenient lead-bend technique can convert this device into a 90-degree "side-looker" source. The moderate thermal resistance of the solderable pins of this device and relatively low heat capacity may leave it vulnerable to damage from poorly controlled solder processes. It may be inconvenient or costly for some electronic circuit manufacturers to control their soldering operations to the degree needed for this configuration. Finally, there is no convenient mechanism known to the inventors to outfit a SuperFlux package with a conventional active or passive heat sink.

A principle factor impeding further application of these and other LED devices in signaling, illumination and display applications is that there is not currently available a device that has a high power capability with high emitted flux where the device is easily adaptable to automated insertion and/or mass soldering processes. These limitations have either impeded the practical use of LEDs in many applications requiring high flux emission, or they have mandated the use of arrays of many LED components to achieve desired flux emission.

Consequently, it is desirable to provide a semiconductor optical emitter device that combines high emission output with thermal protection during automated processing.

BRIEF DESCRIPTION OF DRAWINGS

Fig. 1 is a graph of current versus emitted flux for various theoretical package designs;

Fig. 2 is a generalized schematic diagram of a semiconductor optical radiation emitter package;

Fig. 3 is a drawing illustrating a semiconductor optical radiation emitter package without an encapsulant and prior to singulation;

Fig. 4 is a drawing illustrating an encapsulated and singulated package according to the embodiment of Fig. 3;

Fig. 5 is a perspective illustration of an emitter;

Fig. 6 is a cross-sectional illustration of an emitter;

Figs. 7a-7c are schematic diagrams of various emitter electrical configurations;

Fig. 8 shows an alternate embodiment of a semiconductor optical radiation emitter device;

Figs. 9a-9d are illustrations of various lens configurations;

Fig. 10 is a cross-sectional drawing of a portion of a leadframe for use in a semiconductor optical radiation emitter package;

Fig. 11 is a flowchart illustrating the process for manufacturing a semiconductor optical radiation emitter package;

Figs. 12a-12c are perspective and cross-sectional drawings illustrating an integral metal strip for use in manufacture of a leadframe;

Fig. 13 is a drawing illustrating a set of lead frames connected by tiebars;

Fig. 14 is a graph of the relative irradiance versus power dissipation for a semiconductor optical radiation emitter device versus a prior art LED;

Fig. 15 is a theoretical intensity versus angle plot for a semiconductor optical radiation emitter device;

Figs. 16a and 16b show an alternate embodiment of a semiconductor optical radiation emitter device with and without encapsulation;

Figs. 17a-c show yet various views of another alternate embodiment of a semiconductor optical radiation emitter device;

Fig. 18 shows yet another alternate embodiment of a semiconductor optical radiation emitter device;

Figs. 19a and 19b show yet another alternate embodiment of a semiconductor optical radiation emitter device with and without encapsulation;

Fig. 20 shows yet another alternate embodiment of a semiconductor optical radiation emitter device;

Fig. 21 shows yet another alternate embodiment of a semiconductor optical radiation emitter device;

Fig. 22 shows yet another alternate embodiment of a semiconductor optical radiation emitter device;

Fig. 23 shows yet another alternate embodiment of a semiconductor optical radiation emitter device; and

Fig. 24 shows a semiconductor optical radiation emitter device mounted on a heat sink.

DESCRIPTION OF THE INVENTION

Referring initially to Fig. 2, a semiconductor optical radiation device or package **200** according to the present invention, contains three major components: a leadframe **201**, at least one semiconductor optical radiation emitter **202**, and an encapsulant **203**. Each of these components shall now be described in detail.

The leadframe **201** serves as a support for mounting a semiconductor optical radiation emitter **202**, provides a mechanism for electrical connection to the semiconductor optical radiation emitter **202**, and provides thermal paths for removing heat generated within the semiconductor optical radiation emitter **202** during operation and transferring this heat to adjacent media, adjacent structures or the surrounding environment. The leadframe includes two primary elements: a heat extraction member **204** and a plurality of electrical leads, indicated collectively by **205**.

The heat extraction member **204** consists of a thermally conductive body, typically composed of metal but potentially composed of a thermally conductive ceramic or other material that provides a dominant path (distinct from the leads **205**) to transfer heat generated by the emitter of the device into the ambient environment. Preferably the heat extraction member **204** functions to transfer more of the heat generated by the emitter out of the device into the ambient environment than is transferred by the electrical leads **205**. Most preferably the heat extraction member **204** is constructed to transfer more than 75% to 90% of this heat out of the device into the ambient environment, adjacent structures or surrounding media. In contrast to the complex subassembly of Johnson et al., which includes both a TO-18 header component, a heat coupling means and electrical pins that protrude through the header, no complicated header component is needed in the semiconductor optical radiation package **200** according to the present invention. Another distinguishing feature is that the heat extraction member **204** transfers heat out of the encapsulation **203** to the ambient environment via a path having a location separate from the points of entry into the encapsulation of the electrical leads **205**. Thus the heat extraction member **204** forms the dominant thermal conduit to and from the semiconductor optical emitter **202** within the device **200**, a conduit that is substantially independent of the electrical conduits to and from the device.

Broadly speaking, the heat extraction member **204** may range in thickness from 0.25 mm to 5.0 mm, in width (dimension **207**) from 2 mm to 25 mm and in length (dimension **208**) from 2 mm to 25 mm. Preferably, the heat extraction member **204** is a modified rectangular solid approximately 1.0 to 2.0 mm thick, 9.5 to 12.0 mm wide

(dimension **207**) and 10.0 to 17.0 mm long (dimension **208**). In another more preferred embodiment, the heat extraction member **204** is a modified rectangular solid approximately 1.625 mm thick, 11.0 mm wide (dimension **107**) and 12.5 mm long (dimension **208**). These dimensions ensure compatibility with standard auto-insertion equipment and standard mounting and heat-sink components. These ranges of dimensions yield a heat extraction member with a large cross-sectional area conducive to heat extraction.

As discussed in greater detail hereinbelow, the heat extraction member **204** may be constructed with a generally elliptical, circular or other non-rectangular form, and may be chamfered, or otherwise contain extensions, slots, holes, grooves and the like, and may incorporate depressions such as a collimating cup or other form to enhance optical performance. The heat extraction member **204** may composed of copper, copper alloys such as beryllium copper, aluminum, steel, or other metal, or alternatively of another high thermal conductivity material such as ceramic. Suitable leadframe materials are available from a wide variety of sheet metal companies including Olin Brass of East Alton, Illinois.

Portions of the surface of the heat extraction member **204** may be scored, textured or embossed to enhance adhesion of the encapsulant of the component to the heat extraction member. The heat extraction member **204** is preferably plated to improve various physical properties of the base metal. Referring to Fig. 10, the region **1002** of the heat extraction member **204** directly underlying the point of attachment of the semiconductor optical radiation emitter **202** may be coated with nickel, paladium, gold, silver or other materials including alloys in order to enhance the quality and reliability of the die attach. Other thin-layered materials may be optionally inserted between the emitter and the heat extraction member to achieve a variety of desired effects without departing from the scope and spirit of the present invention. These materials may be adhesive, electrically insulative, conductive or a patterned composite of electrically insulative and conductive materials, and, without significantly impeding thermal transfer, may be used to support, bond, electrically connect or otherwise mount the emitter to the heat extraction member. The region **1004** of the heat extraction member **204** within any optical-enhancement cup feature **301** may be coated with silver, aluminum, gold etc. to increase reflectance and improve the optical efficiency of the device. Referring again to Fig. 2, the region **222** of the heat extraction member **204** outside the encapsulant **203** may be coated with nichrome, black oxide or other high emissivity treatment to improve radiative cooling. Other coatings may also be applied to various surfaces of the heat extraction

member **204** to protect the device from environmental influences such as corrosion, or to improve adhesion of die attach adhesives or encapsulants used within the semiconductor optical radiation package. Such coatings may be applied using a variety of anodizing, electro-plating or other wet plating techniques and/or physical deposition methods such as E-beam evaporation, sputtering and the like well known to those skilled in the art.

The heat extraction member **204** provides a primary path out of the package for heat generated by the semiconductor optical radiation emitter **202** to the ambient environment or to structures or media adjacent the package **200**. To accomplish this, the heat extraction member **204** must exhibit a low thermal resistance between the surface region where it is attached to the semiconductor optical emitter **202** and the ambient environment or adjacent structures. The heat extraction member **204** accomplishes low thermal resistance to ambient or adjacent structures by a combination of one or more of the following attributes: 1) Construction with substantially high thermal conductivity material such as copper, copper alloys such as beryllium copper, aluminum, soft steel, or other metal, or alternatively of another high thermal conductivity material such as ceramic; 2) Construction with a substantially high cross-sectional area in one or more directions leading away from the surface region where the semiconductor optical emitter is attached; 3) Construction with a relatively short path length in one or more direction from the surface region where the semiconductor optical emitter is attached to the ambient environment or adjacent structures; 4) Construction with structural details such as fins or perforations or other features yielding a high surface area exposed to air, surrounding media or adjacent structures (outside the device encapsulant) relative to device power to enhance convective and radiative heat loss; and 5) Treatment of surfaces exposed to air, surrounding media or adjacent structures (outside the device encapsulant) with textures or coating materials having improved emissivity such as nichrome, black-oxide or matte finish to enhance radiative heat loss by emission.

Another function of the heat extraction member **204** in some embodiments of the present invention is to dampen the effects of transient thermal exposure experienced by the device during soldering of the electrical leads **205**. The heat extraction member **204** can accomplish this directly and indirectly. Direct dampening by the heat extraction member **204** of temperature extremes from soldering of electrical leads **205** is accomplished in embodiments of the present invention where the heat extraction member **204** is connected to or made integral with the one or more of the electrical leads **205** being soldered. Since the heat extraction member **204** is constructed with materials and geometry giving it a

substantially high heat capacity, and the solderable electrical leads **205** are constructed with a relatively high thermal resistance between their standoff seating plane and the heat extraction member **204**, temperature excursions caused by heat traveling up the electrical leads **205** during soldering are dampened. This function is analogous to that of an electrical "RC" filter for dampening voltage transients in an electrical circuit.

Indirect dampening of temperature extremes from soldering of electrical leads **205** is accomplished by the heat extraction member **204** by providing a dominant low thermal resistance path out of the device **200** which is substantially independent of the thermal path represented by the electrical leads. This allows the electrical leads **205** to be constructed with relatively high thermal resistance without compromising LED operational performance. Such a compromise exists in solderable prior-art devices that rely on their electrical leads for supplying electrical current and for heat extraction. In the present invention, since the electrical leads **205** may be constructed with arbitrarily high thermal resistance without regard to their thermal impact during operation, the device can be very effectively protected against thermal transients travelling up the electrical leads **205** during soldering. Their high thermal resistance reduces the temperature extreme that would otherwise be reached within the device encapsulant **203** at and beyond the points where the electrical leads **205** enter the encapsulant **203**. Additional functions of the heat extraction **204** member may include: 1) Means of mechanically gripping or placing the device; 2) Means for attaching or registering to adjacent components such as secondary optics, support members or secondary heat extractors; 3) Partial optical collimation or other beam reformation of energy emitted by the semiconductor optical emitter; and 4) Partial mixing of energy emitted by a plurality of semiconductor optical emitters if a plurality is present.

To support these additional functions, additional characteristics may be required of the heat extraction member **204**, some of which are illustrated in Fig. 3. Slots **230**, through-holes **232**, tabs **234** or standoffs (not shown) may be stamped directly into the metal of the heat extraction member **204** to facilitate handling by automated handling and placement in processing by mechanical grippers. Similar structural details may be incorporated for attachment of the device of the present invention to adjacent components. By attachment to a heat sink, housing or other adjacent component or material, thermal extraction from the device may be further improved. Using similar features, secondary optical components may be readily snapped-to or registered against devices of the present invention for superior optical performance and minimized variance.

By stamping a depression or cup **301** into the heat extraction member **204** and subsequently mounting semiconductor optical emitters **202** within this recess, the depressed surface of the heat extraction member **204** may serve as an optical collector and reflector, thereby improving optical performance of the device. The surface of the heat extraction member **204** surrounding the semiconductor optical emitter **202**, including surfaces of an optical cup or depression **301** if present, may be coated with a highly reflective coating such as silver, aluminum, gold, etc. to enhance optical efficiency. Such stamping and coating features can also provide a narrower and more powerful beam and or provide a more evenly distributed beam. The surface of the heat extraction member **204** surrounding the semiconductor optical emitter **202**, including surfaces of an optical cup or depression **301** if present, may additionally or alternately be coated or textured so as to increase diffuse reflectance or scattering. In devices which contain more than one semiconductor optical radiation emitter **202**, these treatments can also improve the mixing of energy within the beam resulting from the combined emissions of the plurality of emitters contained therein.

Referring again to Fig. 2, leadframe **201** contains a second primary element comprising a plurality of electrical leads referred to collectively as **205**. For purposes of the present invention, an electrical leads **205** refers to a metallic, electrical conductor component primarily configured for the purpose of establishing electrical connection between the semiconductor optical radiation emitter **202** and an external electrical circuit such as a power source (not shown). In addition to providing an electrical connection, the electrical leads **205** may serve as a method of mechanical retention to a circuit board, wire harness, connector or the like. Electrical leads **205** also provide a secondary thermal path out of the device, which is minor compared with the dominate thermal path defined by the heat extraction member **204.** In fact, the minor thermal path formed by the leads **205** preferably possesses a high thermal resistance in order to isolate the device from thermal damage during soldering. Materials suitable for making electrical leads include copper, copper alloys such as beryllium copper, aluminum, steel, or other metals. These materials are available from a wide variety of sheet metal companies including Olin Brass of East Alton, Illinois.

In a preferred embodiment of the present invention, one or more electrical leads **209** is made as a narrow integral extension of the heat extraction member **204**. This is illustrated by the direct physical connection between lead **209** and heat extraction member **204** at point **206** in Fig. 2. This physical connection **206** may occur either within the

perimeter of the encapsulant **203** or exterior to the encapsulant. In this fashion, the integral electrical lead **209** is electrically continuous with the heat extraction member **204** such that electrical current may be delivered through a short portion of the heat extraction member **204** from the integral electrical lead **209** to contact at the base surface of the semiconductor optical radiation emitter **202**. The remaining one or more isolated electrical leads **210** is not connected to the heat extraction member **204**.

As discussed hereinabove, it is important in the present invention that the electrical leads **205** possess relatively high thermal resistance between portions of the integral electrical lead **209** exposed to solder and the semiconductor optical radiation emitter **202** within the device encapsulation. In some embodiments of the present invention, replacing integral electrical lead **209** with an isolated electrical lead electrically connected to the heat extraction member by a wire bond increases this thermal resistance. Electrical leads **205** are preferably made relatively low in cross-sectional area to increase their thermal resistance, although the dimensions of the leads may vary depending on the final application of the device **200**. Broadly speaking, the electrical leads **205** may be about 1/3 to 1/4 the thickness of the heat extraction and may range in thickness from about 0.25 mm to 2.0 mm, in width from about 0.25 mm to 2.0 mm and in length from about 2 mm to 25.0 mm. Presently preferred dimensions of electrical leads **205** are approximately 0.51 mm in thickness, approximately 0.87 mm in width (measured at the point that the leads exit the encapsulant **203)** and approximately 9.0 mm in length (measured from the point that the leads exit the encapsulant to the standoff seating plane). This results in a cross-sectional area of 0.44 mm^2 for each lead and a relatively high thermal resistance, given the length of the leads and copper alloys used to make the leads. For comparison, the tab of the heat extraction member **204** in the configuration shown in Fig. 4 and according to the presently preferred dimensions would have a cross sectional area of 17.875 mm^2 at the point where the tab exits the encapsulant **203**. In a presently preferred embodiment, electrical leads **205** have a spacing of approximately 2.54 mm center to center to maintain standardization with many common electrical device configurations.

The thermal resistance of the electrical leads **205** may be further increased by constructing the electrical leads **205** from a low thermal conductivity metal and constructing the heat extraction member **204** from a high thermal conductivity metal. For example, the electrical leads **205** may be constructed from steel and the heat extraction member **204** may be constructed from copper. In this case, an integral electrical lead **209** made from steel can be made integral with a heat extraction member **204** made from

copper. A method for accomplishing this heterogeneous construction is described hereinbelow.

For embodiments using a semiconductor radiation emitter **202** energized by a direct current (DC) power source, the electrical leads **205** are typically classified as anodic and cathodic electrical leads. A cathodic electrical lead refers to an electrical lead to be given a negative electrical potential (relative to an anodic electrical lead) upon electrical attachment to an external electrical circuit or connector. Similarly, an anodic electrical lead refers to an electrical lead to be given a positive electrical potential (relative to a cathodic electrical lead) upon attachment to an external electrical circuit or connector. Semiconductor radiation emitter packages **200** of the present invention will normally include at least one anodic and at least one cathodic electrical lead.

If one of the electrical leads **205** of an embodiment is an integral electrical lead **209**, and the semiconductor radiation emitter **202** is of the type including an electrical contact at its base, then the polarity of this lead **209** is typically configured to match that of the contact at the base of the semiconductor radiation emitter **202**. In this case, at least one isolated electrical lead **210** with electrical polarity opposite of that of the integral electrical lead **209** is included in the package and is electrically connected to the top bond pad of the semiconductor radiation emitter **202** via a wire bond **211**. This integral electrical lead **209** may thus be a cathodic or anodic lead electrically connected to the base of the semiconductor radiation emitter **202**, depending on whether the semiconductor radiation emitter has a cathode or anode contact at its base, respectively. The isolated electrical lead **210** similarly may be an anodic or a cathodic lead electrically connected to the top bond pad of the semiconductor radiation emitter **202**, depending on whether the semiconductor radiation emitter has an anode or cathode contact at its top bond pad, respectively.

As is illustrated in Fig. 3, the present invention can be adapted to contain a plurality of semiconductor radiation emitters **202**. In a preferred embodiment, two semiconductor optical radiation emitters are present and mounted in a cup **301** formed in heat extraction member **204**. These two semiconductor optical radiation emitters both contain a cathodic contact on their base that is electrically connected to the heat extraction member **204**. A single integral cathodic electrical lead **209** provides an electrical path to both semiconductor optical radiation emitters **202**. Two separate isolated anodic electrical leads **210** provide an isolated anodic electrical path to each of semiconductor radiation emitters. As described above, wire bonds 302 provide electrical connection from the anodic electrical lead to each of the semiconductor radiation emitters 202. The use of two

isolated anodic electrical leads **210** facilitates the use of two different semiconductor optical radiation emitters **202** by providing connection for an independent current supply for each emitter. In the event that each of the semiconductor radiation emitters **202** is of substantially the same configuration, a common anodic electrical lead may be used in addition to a common cathodic lead. Also, the invention can be modified to include more that two or three electrical leads to provide for more than two semiconductor radiation emitters of a variety of configurations.

Referring to Fig. 4, in a preferred embodiment, the electrical leads **205** are all formed to be parallel to one another and contained substantially in the same plane or in parallel planes. As illustrated in Fig. 4, the plane of an electrical lead **205** is defined as the plane containing the top surface (**209a** and **210a**) of the electrical lead at the point where the electrical lead exits the encapsulant **203,** or alternatively the point where the wire bond is made to the lead, if the lead is bent prior to exiting the encapsulant. The top surface of the electrical lead **205** is defined as the surface perpendicular to and facing the primary direction of radiation emission from the semiconductor optical radiation emitter **202**. In this embodiment, wire bond attachments **302** to isolated electrical leads **302** occur on the top surface of the electrical leads. The plane of the heat extraction member **204** is defined as the plane containing the surface onto which the semiconductor optical radiation emitter(s) **202** is bonded. As shown in Fig. 3, the plane of each electrical lead **205** is substantially parallel to the plane of the heat extraction member **204** in this embodiment. Although electrical leads **205** are shown and described thus far as having a rectangular cross section, it should be understood that leads with a circular cross section, varying cross section, or other cross section shape are still within the scope and spirit of the present invention so long as there is a feature of the lead appropriate for connection of a wire bond **302** when needed.

Isolated electrical leads **210** are positioned external to the outer perimeter of the heat extraction member **204** and do not pass through the heat extraction member. The positioning of the isolated electrical leads **210** outside the outer perimeter of the heat extraction member **204** eliminates the need for insulating sleeves, bushings, and the like which are required for some prior art devices where electrical leads may penetrate through a heat extractor and thus must be electrically insulated from this extractor. Eliminating such an insulating bushing, sleeve, or the like reduces the number of components in the present invention relative to these prior art devices and thus may facilitate a more simple

and cost effective manufacturing process than previously achievable for a high power LED device of comparable performance.

In a preferred embodiment shown schematically in Fig. 2 and pictorially in Fig. 4 electrical leads **205** extend out of one surface of the encapsulant **203** and heat extraction member **204** extends out of the opposite surface of the encapsulant. The heat extraction member **204** may also be exposed solely or additionally through the bottom surface (surface opposite the primary direction of optical radiation emission) of the encapsulant **203**.

Electrical leads **205** may be straight or bent at various angles. Various lead bend options allow the use of the present invention in either end-looker or side-looker configurations. An end-looker configuration is defined as a configuration in which the primary direction of optical radiation is generally parallel to the axis of one or more electrical leads **205** at the point where the electrical leads make contact to a circuit board, connector, or the like. This is in contrast to a side-looker configuration wherein the primary direction of radiation is generally perpendicular to the axis of one or more electrical lead at the contact point to external media. Configuring electrical leads **205** to extend straight from a side of the encaspsulant **203** allows use of the device in a side-looker configuration. Various applications may require the use of the device in side-looker or end-looker configurations or at angles between. A very useful aspect of the present invention is the ability to easily adapt the leadframe **201** to either configuration by a simple lead bend operation. Electrical leads **205** may contain various features to aid in the manufacture of systems containing the present invention. For example, electrical leads **205** may contain standoffs to aid in the registration of the leadframe **201** onto a printed circuit board. These standoffs may be bent to be perpendicular to the plane of the electrical leads to prevent the leadframe from tipping relative to a printed circuit board.

Various lead bend, form, trim, and stamping options allow the leadframe in the present invention to be applied in a wide range of configurations including end-looker, side-looker, through-hole, surface-mount, connector-attach, or the like. Several examples of adaptations of the leadframe to these various configurations will be presented later in this disclosure.

All or portions of electrical leads **205** may be plated or coated with a variety of materials to enhance various physical properties of functions of the leads. Commonly, the portion of these leads external to the component encapsulation **203** will be plated or coated with nickel, silver, gold, aluminum, metallic alloys and/or solder to improve resistance of

the leads to corrosion and to improve the solderability of the leads of the finished component. Portions of the leads **205** internal to the component encapsulation **203** are commonly coated with these or other materials to improve wire-bond properties of surfaces of the leads where a wire-bond is made.

For purposes of the present invention, semiconductor optical radiation emitters **202** comprise any component or material that emits electromagnetic radiation having a wavelength between 100 nm and 2000 nm by the physical mechanism of electro-luminescence, upon passage of electrical current through the component or material. The principle function of a semiconductor optical emitter **202** within the present invention is the conversion of conducted electrical power to radiated optical power. A semiconductor optical radiation emitter **202** may include a typical infrared, visible or ultra-violet light emitting diode (LED) chip or die well known in the art and used in a wide variety of prior-art devices.

Alternate forms of semiconductor optical emitters which may be used in the present invention are the Light Emitting Polymers (LEPs), Polymer Light Emitting Diodes (PLEDs), Organic Light Emitting Diodes (OLEDs) and the like. Such materials and optoelectronic structures made from them are electrically similar to traditional inorganic LEDs, but rely on organic compositions such as derivatives of the conductive polymer polyaniline for electroluminescence. Such semiconductor optical emitters are relatively new, but may be obtained from sources such as Cambridge Display Technology, Ltd. of Cambridge, and from Uniax of Santa Barbara, CA. If such materials are included in a binder and disposed directly onto the surface of the heat extraction member, then an attachment material may be unnecessary for electrical connection, thermal conductivity or mechanical retention between the LEP semiconductor optical emitter and the heat extraction member.

For brevity, the term semiconductor optical radiation emitter may be substituted with the term LED or the alternate forms of emitters described above or known in the art. Examples of emitters suitable for the present invention include varieties of LED chips with associated conductive vias and pads for electrical attachment and that are emissive principally at P-N junctions within doped inorganic compounds of AlGaAs, AlInGaP, GaAs, GaP, InGaN, GaN, SiC and the like. Other varieties of LED chips included within the scope of the present invention include those whose emissions are enhanced via the physical mechanism of fluorescence by use of an organic or inorganic dye or phosphor.

Representative LED chips are used within the wide variety of discrete prior-art LED devices (SMD and THD) and hybrid LED arrays in widespread usage worldwide. Regardless of the semiconductor materials used, all LED chips suitable for the present invention provide means to electrically connect to either side of the junction responsible for optical emission. Referring to Fig. 5, such means usually takes the form of a metallized bond pad **502** for one electrode on the topmost face of the chip and a conductive base for the other electrode. Commonly, the metalized bond pad **502** is an anode optimized for electrically continuous connection to a metallic anode wire by means of a ball wirebond **503** and **211.** The conductive base of many LED chips is commonly the cathode, optimized for electrically continuous connection to a lead-frame **201** by means of a die-attach **505.** In some types of LEDs, the polarity is reversed such that the top bond pad **502** is the cathode and the conductive base is the anode. In another configuration, the topmost surface of the LED chip possesses two bondpads, and electrical connection to both the LED anode and cathode is made by wirebond **211**.

LED chips suitable for use in the present invention are made by companies such as Hewlett-Packard, Nichia Chemical, Siemens Optoelectronics, Sharp, Stanley, Toshiba, Lite-On, Cree Research, Toyoda Gosei, Showa Denko, Tyntec, and others. For normal operation, such chips are typically fashioned approximately in a tapered cubic shape having a square base between .008" and .016" long on each side, a height of about .008" to .020"and a taper angle of less than 15 degrees. In some embodiments of the present invention, however, larger chips (having a square base up to .025" long on each side) are used to achieve various effects.

Fig. 6 is a simplified diagram of a typical LED chip **202** construction suitable for use in the present invention. LED chip **202** contains a top electrode bonding pad **502** which is typically a circular metalized region about 0.1 mm to 0.15 mm in diameter centered on the top of the chip and suitable for attachment of a wire bond. However, the use of larger chips is some embodiments of the present invention may require bonding pads **502** as large a 0.3 mm in diameter. The metalization of such a pad typically comprises one or more layers of aluminum, silver, gold, ITO, alloys of these metals or other conductive materials deposited onto the parent wafer of the chip in a vacuum physical vapor deposition process such as electron beam evaporation, ion-assisted deposition, ion-plating, magnetron sputtering and the like. Finally, a plurality of redundant bond pads may be positioned across the chip with multiple wire bond connections to them. This configuration has the advantage of providing redundant connection and decreased the

probability of catastrophic failure in the event of a wire bond break. However, the presence of multiple bond pads reduces the surface emission area of the chip making this technique appealing only for larger LED chips. As depicted in Fig. 5, bond pad **502** may contain extensions **504** for the purpose of improving the distribution of the current across the top surface of the chip **202**. These extensions may be in a variety of patterns, such as honeycomb, grid, asterisk, etc.

Optional current spreading layer **601** located under bonding pad **502** or coplanar with bonding pad **502** functions to distribute the flow of current through the die and provide uniform current density through the P-N junction. Current spreading layer **601** may be composed of a transparent conductive layer, such as ITO.

Emission layer **602** represents the active junction region from which optical emission occurs. The emission layer may include one or more P or N doped semiconductor layers forming one more P-N junctions. The emission layer **602** may contain one or more differing semiconductors as is the case is a heterojunction device, or may contain a superlattice structure.

In another common construction, the P-N junction is formed between a doped semiconductor layer **602** and a doped substrate **501**. In this case emission occurs not only from layer **602** but from a combination of layer **602** and the substrate **501**; specifically from a depletion region formed surrounding the junction of layer **602** and substrate **501**. Layer **602** may be N-doped with substrate **501** being P-doped or vice-versa. As before, this construction may be combined with additional doped semiconductor layers to form additional homojunctions or heterojunctions.

Substrate **501** is typically a doped, conductive, semiconductor substrate suitable for the epitaxial growth of emission layer **602**. Substrate **501** may be opaque or transparent. Substrate **501** may be formed from semiconductor materials which are the substantially the same or similar to those used to form the emission layer **602**. In other configurations the substrate **501** is composed of a material substantially different from the material of emission layer **602** in which case an intermediate buffering material may be placed between the emission layer **602** and the substrate **501**. The emission layer **602** is not always epitaxially grown on the substrate **501** and in certain known configurations the emission layer **602** is formed separate from the substrate **501** and later bonded to the substrate **501** using wafer bonding techniques. An optional metal coating **603** is typically formed on the back of the substrate **501** to improve contact consistency, improve stability, create ohmic contact, and reduce electrical resistance

In some cases the substrate **501** is non-conductive, for example in InGaN LED chips formed on a sapphire substrate. In this situation two bonding pads **502** are present on the top of the LED chip **202**, one of which is constructed to form electrical contact with the back of the emission layer **602** and the other constructed to form electrical contact with the top.

Many variations of the above constructions are known to those skilled in the art. LED chips incorporating additional features such as integral reflectors and light extraction surface treatments have been disclosed. Chips of varying size and different geometrical configurations are also known. The present invention is not intended to be limited to any particular construction or family of constructions of LED chips.

Increasing the width and length of the chip **202** may reduce the current density flowing through the chip, allowing more total current to be passed when desired. More current generally allows for greater flux emission, a desired trait for high power LEDs. Increasing the base area of the LED chip **202** also increases the contact area of the adhesive or solder bond **505** between the chip and the leadframe **201**. This reduces the thermal resistance of this boundary and allows the chip to maintain a cooler operating temperature for a given power dissipation (or alternately to maintain an equivalent operating temperature at higher power dissipation or higher ambient temperatures). As discussed hereinabove, lower operation temperature is critical to maintaining high emitted flux and component reliability.

Increasing the base area of the LED chip **202** also increases the area of adhesion in the adhesive or solder bond between the LED chip and the heat extraction member **204**. Such a larger bond area is stronger and more resistant to transient thermo-mechanical stress and accumulated fatigue from repeated thermo-mechanically induced stresses. Finally, increasing the base area of the LED chip **202** and the attendant contact area of the adhesive or solder bond **505** between the chip **202** and the heat extraction member **204** also may reduce the electrical resistance of the bond between the LED chip **202** and the heat extraction member **204**. This is important for those LED chips constructed with cathodic or anodic contacts at the base surface. Reduced contact resistance through such base electrodes reduces excess Ohmic power dissipation in the electrically conductive bond at elevated current levels. This allows the chip to maintain a cooler operating temperature for a given power dissipation (or alternately to maintain an equivalent operating temperature at higher power dissipation or higher ambient temperatures).

Reducing the chip substrate **501** thickness can increase the performance of an LED chip when used in a high power device such as the present invention. Normal LED chips range in thickness from 0.010" to 0.012". Decreasing chip substrate **501** thickness, to possibly as thin as 0.006" or less, reduces the electrical resistance through the substrate **501** and thereby reduces the ohmic heating of the substrate caused by current flowing from a base electrode contact to the emission layer **602**. This results in reduced power dissipation, a lower junction temperature for a given operating current, and thus increased operating efficiency. Additionally, decreasing the thickness of substrate **501** reduces the thermal resistance between the emission layer **602** and the heat extraction member **204** to which the LED chip **202** is bonded, and thus improves the extraction of heat from the junction and improves the efficiency of this device. This is of particular relevance for chips constructed with rather high thermal resistance substrate materials such as GaAs.

Electrical connection to top-side anode or cathode bond pads is normally made by a wire bond **211** that establishes electrical continuity between the top side electrode and an electrical lead **205**, as well known in the art and described hereinafter. In alternate embodiments described hereinafter, this top-side wire bond **211** may be made in a chain fashion to the anode or cathode of another of a plurality of LED chips situated within a single LED device of the present invention. The wire bond **211** is of typical construction well known in the prior art LED devices, with the exception of size in the highest power embodiments.

Wire bond **211** is included in most typical embodiments of the invention where the anode, cathode or both electrodes of a LED chip **202** consist of a metalized bond pad **502** on the top of the chip. As described hereinbefore, the primary function of a wire bond **211** in the present invention is to establish electrical contact between an LED electrode and an appropriate electrical lead **205**. The wire bond **211** and bond pad **502** must collectively establish a low electrical resistance path through which all of the current supplied to typical LED chips must flow. The wire used for wire bonding in the present invention is typically constructed of gold, aluminum or alloys thereof with a diameter typically between 0.04 mm and 0.3 mm. Suitable wire for wire bonding is available from American Fine Wire, a division of Kulicke and Soffa Industries of Philadelphia, PA.

Electrical connection is normally made between the wire bond member **211** and a top-side bond pad **502** on an LED chip **202** using a thermo-sonic or ultrasonic ball-bond as is well known in the art; however, in some circumstances, a wedge or stitch bond may be preferred. Electrical connection at the other end of the wire bond member **211** is

established to a portion of an electrical lead **205**, to the heat extraction member **204**, or alternatively to a top-side bond pad **502** of an adjacent LED chip within the device. Bonds made to electrical leads **205** or to the heat extraction member **204** are normally wedge or stitch bonds.

The most common means of attachment of an LED chip **202** to the heat extraction member **204** is by the use of a special type of electrically conductive adhesive die-attach epoxy. These adhesives normally achieve good electrical conductivity by inclusion of metallic fillers such as silver in the adhesive. Suitable die-attach adhesives are well known in the art and may be obtained from Quantum Materials of San Diego, CA, from Ablestik division of National Starch and Chemical and EpoTek of Billerica, MA. As an alternative to electrically conductive adhesive, solder may be used as a means of attaching the LED chip **202** to the heat extraction member **204** in some embodiments.

Whether the LED chip **202** is attached with electrically conductive adhesive or solder, the bond establishes good electrical and thermal conductivity between the LED chip **202** and the heat extraction member **204**. This facilitates the flow of electrical current from a base cathode of the LED chip through a portion of the heat extraction member **204** to or toward a cathodic electrical lead (or to an electrical wire conductor leading thereto). The die attach or solder bond **505** also retains the LED chip **202** in a registered fashion relative to any optical features made integral with either the heat extraction member **204** or the device encapsulation **203**.

In the case of LED chips **202** with two top electrodes such as those operating on InGaN and GaN architectures on sapphire substrates, however, the die attach **505** serves only two primary functions-- thermal coupling and structural retention or registration as described above. This is because both of the electrodes (anode and cathode) of such chips are manifest as conductive bond pads **502** at the top of these LED chips **202** rather than at their base, such that electrical attachment is achieved by means of a wire bond **211** instead by die attach **505**. In this situation, the attachment material may be electrically conductive (for the sake of process standardization and convenience), but such electrical conductivity is not necessary for proper function of the device.

It should be noted that it is possible to construct LED chips **202** with electrical polarity that is reversed relative to the location of the anode and cathode connections. Such chips look substantially the same as conventional LED chips, with a bond bad **502** situated on the top surface and an electrical contact coextensive with their base surface.

Such chips may be used in the present invention, however care must be exercised to ensure proper polarity of electrical potential supplied to the device when placed in circuit.

An alternative construction of LED chip has recently been introduced that is known as a flip-chip LED. A flip-chip LED possesses an unusual internal and surface architecture such that both anode and cathode are fashioned as isolated, metalized contacts disposed upon the base and or portions of the sides of the LED chip. Establishing electrical contact to both electrodes on such flip-chip LED chips is achieved by conductive die attach adhesive or by solder—no wire bonds are necessary (or feasible for that matter). To utilize a flip-chip LED in the present invention, an additional isolation layer, such as a patterned metallized ceramic member may be used between the flip-chip and the heat extraction member to ensure electrical isolation between the LED anode and cathode. While this does add complexity and cost to a device and may slightly compromise the otherwise superior thermal performance of the present invention, it may be yet be desired in certain embodiments. Despite the likely compromise in emission efficacy attending this flip-chip adaptation, a flip-chip embodiment of the present invention would contain no wire-bonds and might be therefore capable of more extended operation in certain environments of extreme temperature cycling.

A flip-chip adapter for use in the present invention consists of a small and thin, thermally conducting, electrically-insulating substrate upon which two electrically-isolated, electrically-conductive bond pads are disposed. The flip chip adapter serves several functions: 1) support a flip chip LED; 2) provide means for electrical connection to the flip-chip anode and cathode contacts; 3) maintain electrical isolation between flip-chip anode and cathode contacts upon attachment of the flip chip LED to the adapter and of the adapter to the heat extraction member; and 4) provide an efficient thermal path between the flip chip LED and the heat extraction member.

With understanding of the possible configurations of the semiconductor optical radiation emitter(s) **202** and the potential configurations of electrical leads **205** and heat extraction member **204** several electrical configurations become possible. Several potential configurations will be described in the following paragraphs.

Fig. 7a schematically shows a single emitter electrical configuration. The semiconductor optical radiation emitter **202** is an LED chip mounted to the heat extraction member **204**. In this embodiment cathode contact is made through the base of the LED chip to the heat extraction emitter. An integral cathode electrical lead **209** provides cathode electrical path to external circuitry. The LED chip **202** has an anode bonding pad

at the top of the chip which is wire bonded **211** to an isolated anode electrical lead **210** providing an anode electrical path.

Fig. 7b illustrates schematically an embodiment containing two semiconductor optical radiation emitters **202** which are LED chips with cathode contact on the base of the chip. The chips **202** are mounted to the heat extraction member **204** with a common cathode contact. Integral cathode electrical lead **209** forms the cathode electrical path for both chips **202**. Anode connection to the each of the chips **202** is formed through wire bonds **211** to separate isolated electrical leads **210**. LED chips **202** may be of the same or substantially different types. The isolation of the first and second anode electrical leads **210** allows independent control of the current flowing through each of the chips **202**.

The configuration in Fig. 7b can be slightly modified to facilitate the use of LED chips which do not have a cathode electrical contact on the back of the chip but rather possess both anode and cathode bonding pads on their top surface. Such is the case with the common InGaN on Sapphire construction for blue and green emitting LEDs. In the event that either or both of LED chips **202** are constructed in this way, an additional bonding wire can be provided to connect the cathode bonding pad on the top of the chip to the heat extraction member **204** or the integral cathode electrical lead **209**. The use of more than two chips **202** is facilitated by the addition of more isolated anodic electrical leads **210**.

An example of LED chips connected in series is shown is Fig. 7c. In this example a first LED chip **701** is configured with a cathode connection made through its base and an anode connection made through a bonding pad at its top surface. Second LED chip **702** is configured with an anode connection made through its base and the cathode connection made with a bonding pad on the top surface of the chip. LEDs **701** and **702** are connected to the heat extraction member **204** with a conductive epoxy or solder. In this way, the cathode of LED chip **701** is electrically connected to the anode of LED chip **702**, both of which are electrically connected through the heat extraction member **204** to an integral electrical lead **706**. The anode bonding pad of LED chip **702** is connected to an isolated anode electrical lead **707** through wire bond **703.** The cathode of LED chip **701** is electrically connected to isolated cathode electrical lead **705** through wire bond **704.** Optional shunt resistor **708** may be provided by external circuitry to reduce the current through LED chip **701** relative to LED chip **702.** Further external circuitry to control the current being supplied to two or more LEDs is outlined in co-filed U.S. Patent Application No. 09/425,792 filed on October 22, 1999, on behalf of John Roberts et al.

In another embodiment it may be beneficial to electrically isolate the heat extraction member **204** from one or more of the LEDs **202** in the package **200**. To accomplish this, an additional isolation layer, such as a patterned metallized ceramic member may be used between the LED(s) and the heat extraction member to ensure electrical isolation. This may be useful in applications where several devices are used in series and mounted on a common metallic heat sink. In this embodiment all electrical leads would be isolated from the heat extraction member. Anodic and cathodic connections to the isolated electrical leads can be made via wire bonds to the top of the die. In the case where the electrical contact is made with the base of the LED, the insulating substrate can be metalized and a die attach can be used to make electrical contact with the base, and a wire bond can be used make connection between an isolated electrical lead and the metallization on the insulating substrate.

In several applications it may be useful to provide current to the LEDs through a fixed voltage supply without the use of external ballast resistors electrically in series with the LED chips. The large area of the heat extraction member will allow for the mounting of a chip resistor onto the substrate. For example, the resistor can be placed in series with the LED chip and the anodic isolated electrical lead in order to provide internal current limiting mechanism.

An encapsulant is a material or combination of materials that serves primarily to cover and protect the semiconductor optical radiation emitter **202** and wire bonds **211**. To be useful, at least a portion of encapsulant **203** must be transparent or translucent to the wavelengths of optical radiation emitted by the semiconductor optical radiation emitter **202**. For purposes of the present invention, a substantially transparent encapsulant refers to a material that, in a flat thickness of 0.5 mm, exhibits greater than 10% total transmittance at any wavelength of energy between 100 nm and 2000 nm emitted by the one or more semiconductor optical radiation emitters it covers. The encapsulant material typically includes a clear epoxy or another thermoset material, silicone or acrylate. Alternatively, the encapsulant may conceivably include glass or a thermoplastic such as acrylic, polycarbonate, COC or the like. The encapsulant may include materials that are solid, liquid or gel at room temperature. The encapsulant may include transfer molding compounds such as NT 300H, available from Nitto Denko, or potting, encapsulation or other materials which start as a single part or multiple parts and are processed with a high temperature cure, two part cure, ultra-violet cure, microwave cure or the like. Suitable

clear encapsulants may be obtained from Epoxy Technology of Billerica, Massachusetts, from Nitto Denko America, Inc., of Fremont, CA, or from Dexter Electronic Materials of Industry, CA.

Encapsulant **203** provides structural integration for package **200**, including retention of electrical leads **205**, heat extraction member **204**, emitters **202**, and any conductive electrode wires **211**. Encapsulant **203** covers emitters **202** and partially covers heat extraction member **204** and leads **205**, permitting portions of heat extraction member **204** and leads **205** to extend through sides or back of the encapsulant.

Encapsulant **203** may provide partial optical collimation or other beam formation of electromagnetic energy emitted by emitter **202** and or reflected by the surface of heat extraction member **204.** For example, this beam formation may include collimating diffusing, deviating, filtering, or other optical functions. If package **200** includes a plurality of emitters **202**, encapsulant **203** may provide partial mixing of energy. Encapsulant **203** also serves as a chemical barrier, sealant and physical shroud providing protection of emitters, internal adhesives such as bonds **505**, bond pads **502**, conductor wires, wire bonds **211** and internal surfaces of heat extraction member **204** and electrical leads **205** from environmental damage due to oxygen exposure, exposure to humidity or other corrosive vapors, solvent exposure, mechanical abrasion or trauma, and the like. Encapsulant **203** provides electrical insulation. Encapsulant **203** may also provide a location permitting mechanical gripping or placing of package **200**. Further, encapsulant **203** may provide for attaching or registering to adjacent components such as secondary optics, support members, secondary heat extractors, and the like.

In order to reduce the thermal coefficient of expansion of the encapsulant, increase the glass transition temperature of the encapsulant, or increase the thermal conductivity of the encapsulant, the encapsulant **203** may include a filler component. The filler type used depends somewhat on the optical effect that is desired, along with the physical properties desired.

If optical diffusion of the semiconductor optical emitter beam is acceptable or desired, the filler component may be any material with a substantially different index of refraction from the encapsulant **203** which exhibits desired properties such as low thermal expansion, high melting point, high chemical inertness and/or low oxygen or moisture permeability relative to the encapsulant itself. Typical filler materials with these desired properties may include TiO_2, glass, Nb_2O_5, Al_2O_3, diamond powder and the like. The

filler material may replace up to 70% by weight of the total encapsulant **203** in some case, but is more typically in the range of 10% to 30%.

If optical diffusion of the semiconductor optical emitter beam is to be avoided, the inventors have discovered that the filler may be a powdered material or beads of a substantially clear material having an index of refraction matched with that of the bulk encapsulant material, within approximately ±15%. In a preferred embodiment, this index-matched filer comprises 50-137 micron SiO_2 beads mixed to 25% by weight of the total encapsulant. Alternatively, the filler material may be composed of nano-particles substantially smaller than the wavelength of light emitted by the emitter **202**. In this embodiment, the nano-particles may not need to exhibit an index or refraction close to the bulk encapsulant. A nano-particle filler thus may provide the benefits of improving the thermal properties of the encapsulant **203** without substantially decreasing its transparency.

The encapsulant **203** may comprise a heterogeneous mass of more than one material, wherein each material occupies a portion of the overall encapsulant volume and provides a specialized function or property. For example, a stress relieving gel such as a silicone "glob top" may be placed over the emitter **202** and wire bonds **211**. Such a localized stress relieving gel remains soft and deformable and may serve to cushion the emitter **202** and wire bonds **211** from stresses incurred during subsequent processing of the component or due to thermal expansion or shock. A hard molding compound, such as an epoxy, may then be formed over the stress relieving gel to provide structural integration for the various features of the component, to retain the electrical leads **205**, to protect internal mechanisms of the component from environmental influences, to electrically insulate the semiconductor radiation emitters **202**, to provide various optical moderation of radiant energy emitted from the emitter **202**.

If optical diffusion of the semiconductor optical emitter beam is acceptable or desired, the stress relieving gel may contain a diffusant for diffusing light from the emitter **202**. Providing optical diffusion in the stress relieving gel portion of the encapsulant but not in the hard molding compound surrounding the gel may serve to provide for a smooth emission pattern and to mix light from multiple emitters, while still preserving the ability to substantially collimate light from the emitter **202** with a lens formed from the hard molding compound. The filler component to be mixed with the stress relieving gel may be any material with a substantially different index of refraction from the stress relieving gel which also exhibits desired properties such as low thermal expansion, high melting point,

high chemical inertness and/or low oxygen or moisture permeability relative to the gel itself. Typical filler materials with these desired properties may include TiO2, glass, Nb_2O_5, Al_2O_3, diamond powder, and the like. The filler material may replace up to 70% by weight of the total gel in some case, but is more typically in the range of 10% to 30%.

Fillers used within the stress relieving gel may include a high thermal conductivity material such as diamond powder. Diamond is a chemically inert substance with an extremely high thermal conductivity. The presence of diamond in the stress relieving gel may significantly increase the thermal conductivity of the gel and provide an additional path for heat generated in an LED chip **202** to reach the heat extraction member **204** other than through the substrate of the chip. In many LED chips the light emitting P-N junction is fabricated on a substrate with high thermal resistance, such as GaAs. Therefore and additional path for heat generated at the junction to reach the heat extraction member **204** through the stress relieving gel will improve the efficiency of the emitter.

In another embodiment, a portion of the overall encapsulant **203** may be composed of a substantially opaque material. As shown in Fig. 8 a first portion **801** of the encapsulant consists of a material that serves to cover a portion of each electrical lead **205** and retain the electrical leads **205** in position relative to the heat extraction member **204**. This first portion does not cover the LED chip (hidden), the wire bonds (hidden) connected to the chip and any critical optical enhancement surface of the heat extraction member **204** in the immediate vicinity of the chip. Therefore this material need not be transparent or translucent to optical radiation emitted from the chip. A second portion **804** of encapsulant **203** is transparent or translucent and covers the LED chip and wire bonds. In this embodiment an opaque encapsulant material may form the majority of encapsulant **203**. As discussed herinabove, some opaque encapsulants may possess superior mechanical, chemical and thermal properties than clear encapsulants and may be useful for providing improved durability electrical lead retention in the harshest of applications. In this embodiment many of the superior characteristics of some opaque encapsulants can be realized while still providing mechanism for light emitted from the LED chip to exit the device.

In another embodiment dyes or pigments may be blended or dispersed within clear portions of the encapsulant to alter the exterior appearance of the device or to tailor or augment the spectrum of radiation emitted by the radiation emitter and emanating from the device. Suitable dyes for these functions may include spectrally selective light absorbing dyes or tints well known to those skilled in the art. Fluorescent dyes, pigments or

phosphors may also be used within the encapsulant or more particularly in a stress relieving gel to absorb energy emitted by the optical radiation emitter and re-emit it at lower wavelengths as may be desirable in some embodiments of the invention.

Referring to Fig. 2, energy radiated by emitter **202** travels through encapsulant surface **203a** and exits the device into the ambient environment. Surface **203a** may be formed as a plane, as depicted in Fig. 2 or alternatively may take various shapes such as that of a dome, as depicted at **401** in Fig. 4, depending on the desired emission pattern of the emitted optical radiation. It should be understood that most semiconductor optical radiation emitters radiate light in a substantially Lambertian pattern that must be optically modified for maximum device utility. To accomplish this, the encapsulant surface may be used as a collimator for the emitted radiation, for example, if shaped in the form of a spherical convex collimator as depicted in Fig. **9a**, an aspheric convex collimator as depicted in Fig. **9d**, or as a Fresnel lens, TIR lens, kinoform, binary optical element, HOE or the like as schematically illustrated in Fig. **9b**. The encapsulant surface may alternately or additionally function as a diffuser if configured as a textured surface, a structured diffuser, stereographic diffuser, holographic diffuser or the like as schematically depicted in Fig. **9c**. As those skilled in the art will appreciate, optic **401** (fig 4) will function in conjunction with cup **301** (fig 3) to tailor the emission pattern of the device for the desired application.

Method of Manufacturing the Invention

A method for manufacturing the optical radiation emitter package will now be described with reference to Figs. 2-4, and 10-13:

Formation of the leadframe **1101** (Fig. 11) begins from a common strip or plate of metal **1200** as indicated in Fig. 12a. Metal strip **1200** preferably contains a thin portion **1202** and a thick portion **1201**. The thin portion shall be used primarily for the formation of the electrical leads and the thick portion shall be used primarily to form the heat extraction member. A cross-section of metal strip **1200** is shown in Fig. 12b. The differential thickness of the portions **1201** and **1202** may be formed in a variety of ways. For instance, a uniform thickness metal strip may be rolled through a die that selectively compresses a portion of the strip. A common solid metal strip with a variable thickness cross section as shown in Fig. 12 b would result from such a process. Alternatively, two metal strips of different thickness can be bonded together as in Fig. 12c and connected at joint **1203**. Joint **1203** may be formed by welding, soldering, and the like, and it should be

understood that the transition between thicknesses at joint **1203** may be abrupt or smooth, depending on the intended application of the leadframe.

Thick metal section **1201** and thin metal section **1202** need not necessarily be of the same composition. For example, thin metal section **1202** may be composed of steel and thick metal section **1201** may be composed of copper. Also, the use of a metallic material for metal sections **1202** and **1201** is usually preferable but not mandatory. Any electrically conductive material suitable for construction of the electrical leads **205** may be used for the thin metal section **1202** and any thermally conductive material (ceramic, for instance) suitable for construction of the heat extraction member **204** may be used for the thick metal section **1201**. Finally, it should be noted that metal strip **1200** need not be composed of two differing thickness sections. A leadframe containing electrical leads of thickness similar to heat extraction member is still within the scope and spirit of the present invention so long as electrical leads **205** do not form the dominant path for extraction of thermal energy from semiconductor optical radiation emitter **202**. To facilitate the construction of alternative embodiments shown in Figs. 16-19, 21, and 23, metal strip **1200** may be composed of more than two sections having multiple thicknesses. In any event, the construction of metal strip **1200** from one or more metallic or possibly non-metallic materials of uniform or varying thickness results in what will be defined to be an integral metal strip for the purpose of this invention.

Formation of the leadframe from integral metal strip **1200** occurs by a common die stamping or rolling process. This process, well known to those skilled in the art of leadframe construction, involves various stages of stamping, coining, piercing and shearing to remove, shape, stamp, bend, compress or otherwise form the material from integral metal strip **1200** into the desired shape of leadframe **201** (Fig. 13). In particular, material is removed surrounding electrical leads (**209** and **210**) partially isolating them from one another and separating isolated electrical leads **210** from heat extraction member **204**. Additionally, reflector cup **301**, as well as slots, tabs, through holes described above, may be stamped into the thick metal section **1201** of integral metal strip **1200**.

At the time of construction of leadframe **201** various tie-bars **303** are left remaining on leadframe **201** to mechanically connect electrical leads (**209 and 210**) and heat extraction member **204** to one another and retain their relative positions during the subsequent assembly of the final device. Tie-bars **303** may be operative to connect several of leadframe **201** to one another. This facilitates the mass production of several devices

simultaneously to reduce cost and improve the throughput of the manufacturing process of this device.

After formation of the metal strip **1200** into a series of leadframes **201** these leadframes may be plated or coated **1102**, completely or selectively, with a variety of materials to improve thermal emissivity, improve optical characteristics, improve solderability, or provide for corrosion resistance. However, those skilled in the art will understand that the some or all of this plating may take place prior to formation of the leadframes.

Semiconductor optical radiation emitter(s) **202**, assumed to be LED chips for this discussion, are mounted onto the leadframe **201** in the following manner. Preferably, a strip of leadframes attached by tiebars **303** as shown in Fig. 13 is used for mass assembly of the device. A conductive epoxy or other material suitable for die attach is then dispensed **1103** on to the heat extraction member **204** at the position where the LED chip(s) are to be attached, for example, in a reflective cup **301** stamped into the heat extraction member. The LED chip(s) are then placed onto the die attach material preferably using automatic die placement equipment **1104**. The die attach material is then cured by the method appropriate for the material used.

After the LED die **202** has been attached to the heat extraction member **204** wire bonds are made **1105** from the electrode bonding pads on the LED die to the electrical leads. Wire bonds are preferably made using thermosonic ball bonding with gold wire. However, use of aluminum or other wire material is also suitable as is the use of alternative bonding techniques such as ultrasonic wedge bonding.

If a stress relieving gel is to be used (with any optional fillers, diffusants, and the like dispersed therein), the gel is then dispensed **1107** onto the LED chip(s) and wirebonds and then cured by method appropriate for the gel material.

Next, the encapsulant **203** (with any optional fillers, diffusants, and the like dispersed therein) is formed to cover the LED chip(s) **202** and wirebonds **211,** and to partially cover the electrical leads **205** and heat extraction member **204** and provide the various integration, protection, optical and other functions described hereinbefore.

The encapsulant **203** may be formed **1108** by a variety of processes well know to those skilled in the art such as encapsulation molding, potting, casting, resin transfer molding, insert molding and the like.

After the molding process is completed, tiebars **303** must be removed from the leadframe **201** to electrically isolate the electrical leads **205** and separate the individual

packages from one another. This process, commonly known as singulation, occurs by shearing operations **1109** in which the devices are placed into a die or other clipping mechanism which shears away the tiebars **303** at the points where they connect to the electrical leads **205** and the heat extraction member **204**.

A final step in the construction of this device that facilitates mass manufacturing of systems containing the device is to adhere the individual devices onto a continuous tape at evenly spaced intervals **1110**. This method of packaging, commonly referred to as tape-and-reel or tape-and-ammo packaging facilitates subsequent loading of the devices into automatic insertion or placement equipment configured to electronic assembly industry standards. The process for packaging the devices into a taped configuration is well understood in the industry.

EXAMPLE

An example of a specific embodiment illustrating the use of the invention follows:

The lead frame **201** in this example was constructed with three leads **205** extending from one side of the encapsulant **203** and a portion of the heat extraction member **204** extending from the opposite side and exposed through the back of the encapsulant **203**. This configuration is illustrated in Figs. 3 and 4. The total heat extraction member **204** is a generally rectangular shape 13 mm long and 1.35 mm thick. A portion of the heat extraction member extends 6 mm from the encapsulant **203** and is 11 mm wide. The tab contains a mounting hole which is 2 mm in diameter. The remainder of the heat extraction member covered by the encapsulant **203** is a modified rectangular shape 8 mm wide and contains a cup **301** centered 2 mm up from the end of the heat extraction member nearest the leads. The cup is generally oval in shape being 0.64 mm wide and 1.3 mm long at the base, and 0.88 mm deep. The wall on the cup has a 32.6 degree draft as measured from the normal to the bottom surface.

Three electrical leads **205** are present in the example, the middle cathodic electrical lead **209** being integral with the heat extraction member, and the remaining two leads **210** being electrically isolated. The leads are 0.51 mm thick by 0.87 mm wide and approximately 9 mm long as measured from the standoff seating plane to the point where the leads enter the encapsulant of the device. The leads **205** and the heat extraction member were formed from a single piece of copper. The entire leadframe **201** was coated with a nickel and palladium plating.

Two red-orange LED emitters are used in this example. Each of these emitters is an AlInGaP LED die .016" by .016" in size formed on a GaAs substrate with a peak

emission at a wavelength of about 615 nm. Both emitter die **202** were bonded to the heat extraction member **204** at the base of the cup **301** using a conductive die attach epoxy 6030 HK, available from Diemat, Massachusetts. Cathodic contact is made at the base of both emitter die **202** through the die attach **505** which electrically connects the cathodes of both die to the center integral cathodic electrical lead **209**. A circular bonding pad **502** on the top of each die facilitates anodic connection to each die. An .003" diameter aluminum/1% silicon wire was used to form a wire wedge bond connecting the anodes of each of the die to the isolated electrical lead **210** nearest each die.

The assembly was then encapsulated in a clear epoxy using an encapsulant molding process. Clear potting epoxy 301-2FL, available from Epoxy Technology, Inc., Massachusetts, was molded over the lead frame to the desired shape and cured. The shape of the resulting encapsulant is shown in Fig. 3. Specifically the encapsulant is composed of a generally rectangular section 10 mm wide by 9 mm tall and 3.8 mm thick. The lens **401** positioned atop the rectangular section and centered over the cup in this example is a spherical convex surface having radius of curvature of approximately 2.5 mm and an aperture of approximately 5.0 mm. The distance from the tip of the lens to the top of the die was approximately 4.9 mm.

The performance of the device was measured by applying separately controlled positive voltages to each of the two isolated anodic electrical leads using two separate power supplies. Ten-ohm ballast resistors were placed in series between the positive terminal of the power supplies and each isolated anodic electrical lead **210** to establish the desired current through each emitter **202**. The negative terminals of each supply were connected to each other and to the common center cathodic integral electrical lead **209**. A plot of the total power dissipated versus relative irradiance of the device, compared with that of a commercially available prior-art solderable power LED is shown in Fig. 14. As illustrated, the current invention is capable of dissipating nearly five times the power of the prior art device. Fig. 15 is intensity vs. angle plot showing the distribution of light emitting from the device **200**.

Referring again to Fig. 14, it should be noted that the relative irradiance of the plots exhibit a characteristic exponential rise up to an asymptotic maximum as power is increased. The asymptotic maximum reached in relative irradiance represents the maximum effective power capacity of the semiconductor optical radiation emitter under study. It should be understood that the relative irradiances shown in this Fig. are normalized at about 20 mW for comparative purposes. It should be further understood

that the relative irradiance measurements were further made at thermal equilibrium, i.e., after the specified power was applied at steady state for an extended period of at least 5 minutes. The asymptotic maxima are shown as about 160 mW and 900 mW for the two devices studied, although it should understood that these measurements apply to the devices under test by themselves, unattached to a printed circuit board or heat sink, and using high thermal resistance connections to thermally isolate the device. Practically speaking, a more useful rating of the power capacity of each device is the practical effective power capacity of the semiconductor optical radiation emitter, which we estimate equals the power at which the device emits about 75 percent of its peak relative irradiance.

For the devices illustrated in Fig. 14, these practical effective power capacities are about 140 mW and 675 mW, respectively. The performance behavior illustrated is consistent with devices having thermal resistances between the junction and ambient of about 300 degrees C/W without heat sinking, and further correspond to practical electrical current capacities of about 65 mA and about 300 mA for devices containing emitters with about 2.1 volt forward voltage.

Semiconductor radiation emitter packages may be made in a wide variety of leadframe, emitter and encapsulant configurations without departing from the scope and spirit of the present invention. For purposes of comparison, devices made in accordance with the teachings contained herein are envisioned with maximum practical power capacities preferably ranging from about 150 mW to about 300 mW, more preferably ranging from about 600 mW to about 800 mW, and can range from more than about 1.0 W to 1.5 W for heat-sinked versions.

Devices made in accordance with the teachings contained herein may preferably exhibit thermal resistance from junction to ambient of less than about 200 degrees C/W to about 250 degrees C/W, more preferably range from less than about 100 degrees C/W to less than about 25 degrees C/W, and can be less than about 15 degrees C/W for heat-sinked versions.

Devices made in accordance with the teachings contained herein and configured for emission of visible light may preferably radiate luminous flux greater than about 1 lumen to 2.5 lumens, more preferably may radiate 4.0 to 6.0 lumens, and may radiate greater than 10.0 lumens.

Alternative Embodiments

Upon consideration of the present invention one skilled in the art will realize that many various configurations and embodiments of the present invention are possible in

addition to the example just presented. By varying the number of electrical leads **205**, the orientation of the electrical leads, employing different lead bend configurations, varying the size, shape, and orientation of the heat extraction member **204**, using multiple emitters **202** of various types, and varying the encapsulant configuration **203** it is possible to configure the present invention for use in a side-looker configuration, end-looker configuration and as an through-hole device or surface-mount device. Alternative embodiments are presented below to illustrate the flexibility of the present invention to adapt to various system and assembly configurations. These embodiments represent only a subset of the possible alternative configurations and should not be construed as limiting the scope of the invention to those configurations explicitly described.

Fig. 16a illustrates an embodiment in which two electrical leads extend from opposite sides of the heat extraction member **204**. One electrical lead **209** is an integral electrical lead mechanically and electrically attached to the head extraction member **204** while the opposite electrical lead **210** is an isolated electrical lead. Two LED chips **202** are mounted within a cup **301** stamped into the heat extraction member **204** forming an electrical contact between the cathode of each die **202**, located at the base of the die, and the integral electrical lead **209**. Both die **202** are assumed to be of the same configuration and thus the anode of each die can be electrically connected to the same isolated electrical lead **210** via wire bonds **211**. Fig. 16b illustrates an encapsulant **203** formed over the leadframe shown in Fig. 16a. As illustrated, the leads **209** and **210** extend from opposite sides of the encapsulant **203** and the heat extraction member extends **204** from the two opposite sides orthogonal to the sides through which the leads **209** and **210** extend. Cylindrical cutouts **1601** are present in the heat extraction member **204** and encapsulant to facilitate gripping by automatic insertion equipment. A lens **401** is present in the encapsulant **203** centered over the cup **301** in the heat extraction member **204** to provide partial collimation of light emitting from the LED chips **202**.

An embodiment similar to that of Fig. 16 is shown from three views in Figs. 17a, 17b, and 17c. In this embodiment four electrical leads **205** are provided instead of two. The electrical leads **205** are bent 90 degrees forward towards the direction of optical emission. The device is constructed to mount onto a printed circuit board and radiate light in the direction of the board. Standoffs **1701** allow precise registration of the distance between the top of the lens **401** and the plane of the circuit board. Typically, a hole would be present in the circuit board to allow the light to shine through. This configuration is occasionally useful when system constraints require light to shine through a circuit board.

Bending the leads **205** in the opposite direction, as shown in Fig. 18, enables a typical end-looker configuration where the direction of radiation is away from the plane of the circuit board. As shown in Fig. 17c, a back view of the embodiment, the heat extraction member **204** extends from two sides of the encapsulant and is exposed through the rear of the encapsulant **203** allowing a large exposed surface area for the radiation of heat.

An embodiment suitable for surface-mount assembly is shown is Figs. 19a and 19b. The heat extraction member **204** is configured similarly to the embodiments shown in Figs. 16 and 17, however the cup **301** is enlarged to contain three emitters. All electrical leads are isolated electrical leads **210** to maximize the thermal resistance from the circuit board, through the leads, and to the emitter. Electrical contact to the cathode of each die is made through the base of the die, each which is electrically and mechanically bonded to the heat extraction member, through a wire bond **1905** and through electrical lead **1901**. The anode contact of each die **1909**, **1910** and **1911**, is made through wire bonds **1906**, **1907**, and **1908**, and through electrical leads **1902**, **1903**, and **1904** respectively. The electrical leads are bent as shown to allow surface mount attachment to a circuit board. An encapsulant **203** covers the leadframe **201** with a lens **401** formed directly above the cup **301**. The heat extraction member **204** extends out two sides of the encapsulant and is exposed from the back. This configuration is of particular interest when the three die **1909**, **1910** and **1911** emit at red, blue, and green wavelengths respectively. The current to each die can be independent controlled through isolated electrical leads **1902**, **1903**, and **1904** allowing the emission of light formed by a combination of a ratio of red, blue, and green colors. As is well known, a combination of red, blue, and green colors can be used to produce light of any color desired. Therefore, the device of this example can be used to produce emitted light of any desired color. Such a device would be especially useful in the construction of large signs or TV screens for use in large stadiums or similar places.

Fig. 20 shows an embodiment similar to that of Fig. 3, discussed hereinabove, with the exception that the leads **205** are bent 90 degrees away from the primary direction of optical emission. This simple lead bend configuration allows the use of the device in an end-looker configuration. Although shown for thru-hole assembly, leads **205** could be bent similarly to those of Fig. 19 to support surface-mount assembly.

In the embodiment shown in Fig. 21 two isolated electrical leads **210** extend from one side of the encapsulant **203** with the heat extraction member **204** extending from the opposite side. A third integral electrical lead **209** extends from the heat extraction member

204. The joint between the heat extraction member **204** and the integral electrical lead **209** occurs external to the encapsulant **203**. This embodiment may be for end-looker applications when structural consideration dictate that the device be retained by a solder connection from at least two sides of the device.

An embodiment illustrated in Fig. 22 shows many modifications that can be made to the heat extraction member **204** or the leads **205** to realize various benefits. Holes **2202** are present in the heat extraction member **204** for mounting of the device and to increase the surface area of the heat extraction member **204** and thus increase heat emission. Fins **2201** added to the heat extraction member **204** also increase the surface area of the heat extraction member **204**. Tabs **2204** extend from the heat extraction member to increase **204** it's volume and size. These tabs **2204** may be the remnants of the tie-bars **303** used to hold several lead frames **201** together during assembly. S-shaped bends **2203** in the leads **205** allow the leads to be bent to various angles without placing excessive stresses on the joints between the leads **205** and the encapsulant **203** which retains them. Finally, standoffs **1701** serve function to register the package at a certain height above the circuit serve function to register the package at a certain height above the circuit board into which it is inserted.

Fig. 23 shows yet another potential configuration similar to that of Fig. 17, except that in this Figure the heat extraction member **204** has an oval shape and is exposed solely through the backside of encapsulant **203**.

Referring to Fig. 24, an important feature of the present invention is the ability to easily attach a passive or active heat sink (generically referred to as **2402**) to the package **200** and obtain a significant improvement in the performance of the device. The attachment of a passive heat sink to the heat extraction member of the device significantly increases the heat capacity of the system over that of the isolated device. Additionally, heat sinks incorporating fins **2404** to increase their surface area may serve to substantially improve the radiation of heat into the surrounding environment when attached to the heat extraction member of the package. Heat sinks suitable for this application are available from Aavid Thermal Products, Inc. of Concord, New Hampshire. The addition of a heat sink to the package may increase its power dissipation capability by 50% or more.

The use of an active cooling mechanism, such as a thermoelectric cooler based upon the Peltier effect, can increase the power dissipation capability of the system substantially. Again, configurations of the present invention such as shown in Fig. 3 leave a large surface of the heat extraction member exposed onto which a thermoelectric cooler could be attached. In the present invention, a thermoelectric cooler can by attached to the package such that the cooler side of the thermoelectric cooler, for the given polarity, is thermally bonded to the heat extraction member. The other side of the cooler can be attached to a passive heat sink or other large heat capacity structure.

Thermoelectric cooler modules are typically constructed by sandwiching an array of P and N doped Bismuth Telluride dice between two ceramic plates, although different semiconductor materials may also be used. Alternating P and N die are connected electrically in series by metallized traces on the inside surfaces of the ceramic and thermally in parallel, by the ceramic itself. Passing current through the die results in a temperature differential between the two plates of ceramic. Thermoelectric coolers constructed in this manner are commonly used for the cooling of electronic components such as computer CPUs. Thermoelectric coolers are commercially available from Advanced Thermoelectric Products, Inc. of Nashua, New Hampshire.

To facilitate effective thermal coupling of the heat extraction member to such passive or active heat sinks, an alternative embodiment of the present invention may include an additional heat sink pad or thermally activated heat sink compound attached to or disposed on an exposed surface of the heat extraction member. Such a thermal coupling agents or layers may take the form of a gel or solid and may play an additional role as an adhesive. Addition of such a layer could be incorporated into the manufacturing process disclosed hereinabove for semiconductor optical radiation emitters of the present invention at any point after the device encapsulation is formed. In the case where such heat coupling layer takes the form of a gel, a heat activated phase-change thermal coupling pad, or a solid material carrying a pressure sensitive adhesive, a release liner could be employed to cover the layer at the time of device manufacture until application of the device in an assembly at a later time.

The unique high power capacity, manufacturability and thermal efficiency of devices of the current invention, in combination with their inherent amenability to incorporation of more than two electrical leads having independent functions and two or

more semiconductor optical radiation emitters of differing types make the present invention particularly useful for semiconductor illumination and power signaling applications. In a related embodiment of the current invention, the semiconductor optical radiation device functions as an LED white light source. Devices of this construction may be used alone or in arrays as the white light illumination source for lamps or alternately as very high brightness, direct-view white indicators. Three ways of accomplishing this are of particular importance.

In the first version of the white illuminator embodiment, the device contains a plurality of visible light emitting LED chips as emitters such that the light emitted by at least one of the LED chips is projected and mixed with the light emitted and projected by another of the LED chips to form binary complementary white illumination, in accordance with the teachings of U.S. Patent No. 5,803,579, to Turnbull et al., LED chips having a peak emission wavelength between about 580 and 610 nm may be used in conjunction with LED chips having a peak emission wavelength between about 480 and 510 nm to achieve such a binary complementary additive color mixture. Devices of this construction may be used alone or in arrays as the white light source for lamps or alternately as very high brightness, direct-view indicators. If the two chips are of inverted electrical polarity relative to one another, as discussed hereinabove, and electrically configured in the device as depicted in Fig. 7c, then the chromaticity and color temperature of the white illumination projected by the device may be adjusted by adjusting the value of optional shunt resistor **708** or by omitting the shunt resistor and manipulating the relative current drawn through electrical leads **705** and **706** via an external circuit (not shown).

In a second version of the white illuminator embodiment, the device contains a plurality of visible light emitting LED chips as emitters such that the light emitted by at least one of the LED chips is projected and mixed with the light emitted and projected by two other of the LED chips to form ternary complementary white illumination, such as RGB. Devices of this construction may be used alone or in arrays as the white light source for luminaires or alternately as very high brightness, direct-view indicators. If two of the three chips are of inverted electrical polarity relative to one another, as discussed hereinabove, and electrically configured in the device as depicted in Fig. 7c, then the chromaticity and color temperature of the white illumination projected by the device may be adjusted by adjusting the value of optional shunt resistor **708** or by omitting the shunt

resistor and manipulating the relative current drawn through electrical leads **705** and **706** via an external circuit (not shown).

In a third version of the white illuminator embodiment, the device contains one or more LED chips with peak emission less than 550 nm as emitters in combination with a fluorescent media (e.g. a fluorescent dye or phosphor) contained within the device encapsulant. In this version, some light emitted by at least one of the LED chips is absorbed by the fluorescent media and re-emitted at one or more longer visible wavelengths such that the re-emitted light alone or in combination with emitted light not absorbed by the media is projected form white illumination.

In the first and second version of white light embodiments of the present invention discussed hereinabove, the inventors have discovered optical configurations of particular utility. Referring Figs. 4, 16b, 17, 9b and 22, for example, lens surface **401** may be optimized to provide collimation and mixing of the visible light emitted by the plurality of emitters in the device. This optimization involves: 1) Increasing intensity of the beam emanating from the package by reducing the outward-convex radius of curvature of the lens surface or by disposing this surface at a distance from the emitters close to the focal length of the lens surface; and 2) Increasing the imaging spot size of the lens surface and improving beam mixing by increasing the outward-convex radius of curvature of the lens surface or by disposing this surface at a distance from the emitters as far as practical from the focal length of the lens surface. In a preferred embodiment of the present invention, lens surface **401** is a convex lens with a radius of curvature of about 4.25 mm +/- 1.0 mm, the aperture of the lens is about 6.5 to 10.5 mm, and the distance between the top or crown of lens surface **401** to the top of the emitters is about 5.5 mm +/- 1.0 mm.

While embodiments of the invention have been illustrated and described, it is not intended that these embodiments illustrate and describe all possible forms of the invention. Rather, the words used in the specification are words of description rather than limitation, and that various changes may be made without departing from the spirit and scope of the invention.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A semiconductor radiation emitter package comprising:

a heat extraction member having a low thermal resistance;

at least one semiconductor radiation emitter in thermal contact with the heat extraction member, each semiconductor radiation emitter having an anode and a cathode for energizing the semiconductor radiation emitter;

at least one anodic electrical lead coupled to each semiconductor radiation emitter anode, each anodic electrical lead having a high thermal resistance;

at least one cathodic electrical lead coupled to each semiconductor radiation emitter cathode, each cathodic electrical lead having a high thermal resistance; and

an encapsulant substantially transparent to radiation from the at least one semiconductor radiation emitter, the encapsulant formed to cover each semiconductor radiation emitter, a portion of each anodic electrical lead, a portion of each cathodic electrical lead, and a portion of the heat extraction member.

2. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 wherein one of the at least one anodic electrical lead and the at least one cathodic electrical lead is an integral extension of the heat extraction member.

3. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 wherein the at least one anodic electrical lead and the at least one cathodic electrical lead are thinner than the heat extraction member.

4. A semiconductor radiation emitter package as in claim 3 wherein the thickness of the heat extraction member is at least three times the thickness of each electrical lead.

5. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 wherein at least one of the anodic electrical lead and the cathodic electrical lead is electrically isolated from the heat extraction member.

6. A semiconductor radiation emitter package as in claim 5 further comprising a wire bond connecting each lead electrically isolated from the heat extraction member to the at least one semiconductor radiation emitter.

7. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 wherein the heat extraction member comprises a depression containing the at least one semiconductor radiation emitter.

8. A semiconductor radiation emitter package as in claim 7 wherein the depression is coated with an optically reflective coating.

9. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 wherein the heat extraction member comprises a coating on a portion outside the encapsulant, the coating operative to improve thermal emissivity.

10. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 wherein the heat extraction member and each electrical lead are formed from an integral metal strip.

11. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 wherein the heat extraction member is constructed with a thick cross-sectional area normal to the path of heat flow away from the at least one semiconductor radiation emitter relative to the thickness of the electrical leads.

12. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 wherein the heat extraction member has a short thermal path length in at least one direction from the at least one semiconductor radiation emitter to a location outside of the encapsulant.

13. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 wherein the heat extraction member comprises at least one of notches, fins, slots, and holes to increase surface area outside the portion of the heat extraction member covered with the encapsulant.

14. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 wherein a portion of the encapsulant is formed as a lens.

15. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 wherein the encapsulant comprises a filler component and a bulk component, the filler component lowering the thermal coefficient of expansion of the bulk component, the filler component having an index of refraction nearly matched to the index of refraction of the bulk component.

16. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 wherein the encapsulant comprises a filler component operative to diffuse semiconductor radiation emitter output radiation.

17. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 wherein the semiconductor radiation emitter height above the heat extraction member is less than about half of the semiconductor radiation emitter length dimension and less than about half of the semiconductor radiation emitter width dimension.

18. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 wherein the semiconductor radiation emitter comprises a conductive base in electrical contact with the heat extraction member.

19. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 wherein the at least one semiconductor radiation emitter comprises at least one first semiconductor radiation emitter having a first principal emission wavelength and at least one second semiconductor radiation emitter having a second principal emission wavelength, the second principal emission wavelength is a binary complement of the first principal emission wavelength.

20. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 wherein the at least one semiconductor radiation emitter comprises a light emitting diode.

21. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 wherein the at least one semiconductor radiation emitter comprises a light emitting polymer.

22. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 and further comprising a fluorescent material.

23. A semiconductor radiation emitter package as in claim 22, wherein said fluorescent material is dispersed in said encapsulant.

24. A semiconductor radiation emitter package as in claim 22, wherein said fluorescent material is one or more of a fluorescent dye, pigment and phosphor.

25. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 wherein the at least one semiconductor radiation emitter comprises at least a first semiconductor radiation emitter and a second semiconductor radiation emitter, the first semiconductor radiation emitter cathode electrically coupled to the heat extraction member and the first semiconductor radiation emitter anode electrically coupled to at least one anodic electrical lead, the second semiconductor radiation emitter anode electrically coupled to the heat extraction member and the second semiconductor radiation emitter cathode coupled to at least one cathodic electrical lead.

26. A semiconductor radiation emitter package as in claim 25 further comprising a bias current electrical lead in electrical contact with the heat extraction member, the bias current electrical lead permitting unequal current levels through the at least one first semiconductor radiation emitter and second semiconductor radiation emitter.

27. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 wherein the at least one semiconductor radiation emitter comprises at least two radiation emitters connected in parallel.

28. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 wherein the heat extraction member is formed in the shape of a plate.

29. A semiconductor radiation emitter package as in claim 1 further comprising a heat sink in thermal contact with the heat extraction member.

30. A leadframe for a semiconductor radiation emitter package, the package including at least one semiconductor radiation emitter having an anode and a cathode, the leadframe comprising:

a plate-like heat extraction member having a low thermal resistance, the heat extraction member defining a region for attaching at least one semiconductor radiation emitter thereto;

at least one anodic electrical lead for connecting to each semiconductor radiation emitter anode, each anodic electrical lead formed to have a high thermal resistance; and

at least one cathodic electrical lead for connecting to each semiconductor radiation emitter cathode, each cathodic electrical lead formed to have a high thermal resistance.

31. A leadframe for a semiconductor radiation emitter package, the package including at least one semiconductor radiation emitter, the leadframe formed by concurrently stamping from an integral metal strip of electrically and thermally conductive material, the lead frame comprising a heat extraction member having a low thermal resistance and a plurality of electrical leads for supplying power to the at least one semiconductor radiation emitter, the heat extraction member defining a region for attaching the at least one semiconductor radiation emitter thereto, and each electrical lead having a high thermal resistance.

32. A leadframe as in claim 31 wherein the heat extraction member is formed in the shape of a plate.

33. A leadframe as in claim 31 wherein the integral metal strip is composed of one continuous material.

34. A leadframe as in claim 31 wherein the integral metal strip is composed of at least two materials that are bonded together.

35. A semiconductor radiation emitter package comprising:

at least one heat extraction member having a low thermal resistance;

at least one semiconductor radiation emitter in thermal contact with the heat extraction member, the at least one semiconductor radiation emitter having a first electrical connection and a second electrical connection for energizing the semiconductor radiation emitter, the first electrical connection of the at least one semiconductor radiation emitter is electrically coupled to the heat extraction member;

at least one first electrical lead having a high thermal resistance extending from and integral with the heat extraction member;

at least one second electrical lead having a high thermal resistance, each second electrical lead connected to at least one semiconductor radiation emitter second electrical connection; and

an encapsulant substantially transparent to a band of wavelengths emitted by the at least one semiconductor radiation emitter.

36. A semiconductor radiation emitter package as in claim 35 wherein the first electrical lead and the heat extraction member are composed of one continuous material.

37. A semiconductor radiation emitter package as in claim 35 wherein the first electrical lead and the heat extraction member are composed of at least two materials that are bonded together.

38. A semiconductor radiation emitter package as in claim 35 wherein the at least one semiconductor radiation emitter comprises a light emitting diode.

39. A semiconductor radiation emitter package as in claim 35 wherein the at least one semiconductor radiation emitter comprises a light emitting polymer.

40. A semiconductor radiation emitter package comprising:

at least one semiconductor radiation emitter, each semiconductor radiation emitter having a plurality of electrical connections;

a heat extraction member operative to extract heat from the at least one semiconductor radiation emitter;

a plurality of electrical leads, each lead coupled to at least one semiconductor radiation emitter electrical connection; and

an encapsulant formed to cover each semiconductor radiation emitter, a portion of at least one of the electrical leads, and a portion of the heat extraction member, the encapsulant comprising a bulk component substantially transparent to radiation emitted by the at least one semiconductor radiation emitter and a filler component lowering the thermal coefficient of expansion of the bulk component.

41. A semiconductor radiation emitter package of claim 40 wherein the filler component has an index of refraction substantially matched to the index of refraction of the bulk component.

42. A semiconductor radiation emitter package of claim 41 wherein the filler component is selected from the group comprising silicon dioxide and nanoparticles.

43. A semiconductor radiation emitter package of claim 40, wherein the filler component has an index of refraction substantially different from the index of refraction of the bulk component.

44. A semiconductor radiation emitter package of claim 43 wherein the filler component is selected from the group comprising titanium dioxide, niobium oxide, aluminum oxide, and nanoparticles.

45. A semiconductor radiation emitter package as in claim 40, wherein the bulk component is selected from the group consisting of one or more of epoxy, silicone, acrylate, glass, acrylic, polycarbonate, and COC.

46. A semiconductor radiation emitter package as in claim 36, wherein the encapsulant further includes a fluorescent material.

47. A semiconductor radiation emitter package comprising:

an encapsulant forming a plurality of sides;

at least one semiconductor radiation emitter covered by the encapsulant, the semiconductor radiation emitter emitting radiation through at least one of the encapsulant sides;

a plurality of leads supplying electrical power to the at least one semiconductor radiation emitter, each lead extending through one of a first set of encapsulant sides; and

a heat extraction member onto which each semiconductor radiation emitter is attached, the heat extraction member extending through at least one of a second set of encapsulant sides, the second set of encapsulant sides different from the first set of encapsulant sides.

48. A semiconductor radiation emitter package as in claim 47 wherein the first set of encapsulant sides comprises a first side and the second set of encapsulant sides comprises a second side opposite the first side.

49. A semiconductor radiation emitter package as in claim 47 wherein the first set of encapsulant sides comprises opposing sides.

50. A semiconductor radiation emitter package as in claim 47 wherein the second set of encapsulant sides comprises opposing sides.

51. A semiconductor radiation emitter package as in claim 47, wherein the encapsulant is substantially transparent to radiation emitted by said at least one semiconductor radiation emitter.

52. A semiconductor radiation emitter package as in claim 47 wherein at least one of said electrical leads is an integral extension of the heat extraction member.

53. A headerless semiconductor radiation emitter package comprising:

a heat extraction member;

at least one semiconductor radiation emitter bonded to the heat extraction member;

a plurality of electrical leads;

means for electrically connecting each electrical lead with the at least one semiconductor radiation emitter; and

an encapsulant covering the at least one semiconductor radiation emitter, a portion of the heat extraction member, and a portion of each electrical lead;

wherein each electrical lead has a substantially higher thermal resistance from the at least one semiconductor radiation emitter to a portion of the electrical lead outside the encapsulant than the thermal resistance of the heat extraction member from the at least one semiconductor radiation emitter to a portion of the heat extraction member outside the encapsulant.

54. A semiconductor radiation emitter package comprising:

a heat extraction member;

at least one anodically connected semiconductor radiation emitter, each anodically connected semiconductor radiation emitter having an anode and a cathode, the anode in thermal and electrical contact with the heat extraction member;

at least one cathodically connected semiconductor radiation emitter, each cathodically connected semiconductor radiation emitter having an anode and a cathode, the cathode in thermal and electrical contact with the heat extraction member;

at least one anodic electrical lead in electrical connection with the anode of each cathodically connected semiconductor radiation emitter;

at least one cathodic electrical lead in electrical connection with the cathode of each anodically connected semiconductor radiation emitter; and

an encapsulant covering each semiconductor radiation emitter and a portion of the heat extraction member.

55. A semiconductor radiation emitter package as in claim 54 further comprising a bias current electrical lead in electrical contact with the heat extraction member, the bias current electrical lead permitting unequal current levels between the at least one anodically connected semiconductor radiation emitter and the at least one cathodically connected semiconductor radiation emitter.

56. A semiconductor optical radiation emitting device comprising:

at least one semiconductor optical radiation emitter;

a heat extraction member providing a primary thermal path out of the device from said at least one semiconductor optical radiation emitter;

two or more electrical leads electrically connected to said at least one semiconductor optical radiation emitter, said electrical leads providing a secondary thermal path out of the device from said at least one semiconductor optical radiation emitter, said secondary thermal path possessing thermal resistance greater than said first thermal path;

an encapsulant substantially transparent to radiation from said at least one semiconductor optical radiation emitter, said encapsulant formed to cover each semiconductor optical radiation emitter, a portion of at least one of said electrical leads, and a portion of said heat extraction member, said at least one of said electrical leads is retained by said encapsulant.

57. A semiconductor optical radiation emitting package as in claim 56, wherein at least a second one of said electrical leads is an integral extension of the heat extraction member.

58. A semiconductor optical radiation emitting device as in claim 56, wherein said device is wave-solderable.

59. A semiconductor optical radiation emitting device as in claim 51, wherein said encapsulant covers a portion of said heat extraction member equal to or less than 65% of the total surface area of said heat extraction member.

60. A semiconductor optical radiation emitting device as in claim 56, wherein the at least one semiconductor radiation emitter comprises a light emitting diode.

61. A semiconductor optical radiation emitting device as in claim 56, wherein the at least one semiconductor radiation emitter comprises a light emitting polymer.

62. A semiconductor optical radiation-emitting device comprising:

at least one semiconductor optical radiation emitter;

a heat extraction member providing a primary thermal path out of the device from said at least one semiconductor optical radiation emitter;

two or more electrical leads electrically connected to said at least one semiconductor optical radiation emitter, said electrical leads providing a secondary thermal path out of the device from said at least one semiconductor optical radiation emitter, said secondary thermal path possessing thermal resistance greater than said first thermal path;

wherein the bulk of said electrical leads and said heat extraction member are composed substantially of the same material.

63. A semiconductor optical radiation-emitting device as in claim 62, wherein at least one of said electrical leads is an integral extension of the heat extraction member.

64. A leadframe for mounting a semiconductor optical radiation emitter comprising:

a heat extraction member portion providing a primary thermal path for extraction of heat from said semiconductor optical radiation emitter; and

two or more electrical leads for conduction of electricity to and from the semiconductor optical radiation emitter and defining a secondary thermal path for extraction of heat from the semiconductor optical radiation emitter, said secondary thermal path possessing thermal resistance greater than said first thermal path, at least one of said electrical leads are connected to said heat extraction member portion by tie-bars.

65. A leadframe for mounting a semiconductor optical radiation emitter comprising:

a heat extraction member portion providing a primary thermal path for extraction of heat from said semiconductor optical radiation emitter;

two or more electrical leads for conduction of electricity to and from the semiconductor optical radiation emitter and defining a secondary thermal path for extraction of heat from the semiconductor optical radiation emitter, the secondary thermal path possessing thermal resistance greater than said first thermal path, said electrical leads are connected to one another by tie-bars.

66. The leadframe of claim 65, wherein at least one of said electrical leads is an integral extension of the heat extraction member.

67. The leadframe of claim 65, wherein said heat extraction member includes at least one recessed cup in which the at least one semiconductor optical radiation emitter is mounted.

68. A semiconductor optical radiation-emitting device comprising:

a semiconductor optical radiation emitter;

a leadframe, said leadframe consisting of:

a heat extraction member providing a primary thermal path out of the device from said semiconductor optical radiation emitter;

two or more electrical leads, said electrical leads providing a secondary thermal path out of the device from said semiconductor optical radiation emitter, said secondary thermal path possessing thermal resistance greater than said first thermal path; and

an encapsulant, at least a portion of which is substantially transparent to radiation from said at least one semiconductor optical radiation emitter, said encapsulant formed to cover each semiconductor optical radiation emitter, a portion of each of said electrical leads, and a portion of said heat extraction member, one of said electrical leads retained by said encapsulant.

69. A semiconductor optical radiation-emitting device as in claim 68, wherein at least one of said electrical leads is an integral extension of the heat extraction member.

70. A semiconductor optical radiation-emitting device comprising:

a semiconductor optical radiation emitter;

a leadframe, said leadframe consisting of:

a heat extraction member providing a primary thermal path out of the device from said semiconductor optical radiation emitter;

two or more electrical leads, said electrical leads providing a secondary thermal path out of the device from said semiconductor optical radiation emitter, said secondary thermal path possessing thermal resistance greater than said first thermal path; and

an encapsulant, said encapsulant formed to cover each semiconductor optical radiation emitter, a portion of each of said electrical leads, and a portion of said heat extraction member;

wherein an electrical connection between said semiconductor radiation emitter and an electrical lead is made by bonding a wire connected to said semiconductor radiation emitter onto a surface of an electrical lead, said surface intersecting at least one exterior surface of said encapsulant.

71. A semiconductor optical radiation-emitting device comprising:

a semiconductor radiation emitter;

a leadframe, said leadframe consisting of:

a heat extraction member providing a primary thermal path out of the device from said semiconductor radiation emitter; and

two or more electrical leads, said electrical leads providing a secondary thermal path out of the device from said semiconductor radiation emitter, said secondary thermal path possessing thermal resistance greater than said first thermal path;

wherein said leadframe is formed from an integral metal strip.

72. A method of making a semiconductor radiation emitter package comprising:

forming a leadframe assembly from a sheet of electrically and thermally conductive material, the leadframe assembly having a heat extraction element and a plurality of thermally resistive leads, at least one tie-bar connecting at least one lead to another lead;

bonding at least one semiconductor radiation emitter to the heat extraction element, each emitter having a plurality of electrical connection points;

forming an electrical connection between at least one electrical connection point and at least one lead connected to the other lead by the at least one tie-bar;

encapsulating the at least one semiconductor radiation emitter with a material substantially transparent to wavelengths emitted by the at least one semiconductor radiation emitter; and

breaking each of the at least one tie-bar.

73. A semiconductor radiation emitter package comprising:

a leadframe assembly formed from a sheet of electrically and thermally conductive material, the leadframe assembly including at least one heat extraction element and a plurality of thermally resistive leads, at least one of the leads initially connected to at least one heat extraction element by at least one tie-bar;

at least one semiconductor radiation emitter bonded to the at least one heat extraction element, each emitter having electrical connection points;

an electrical connection formed between at least one electrical connection point and at least one lead initially connected to the heat extraction element by the at least one tie-bar; and

an encapsulant formed to cover the at least one semiconductor radiation emitter, the encapsulant substantially transparent to wavelengths emitted by the at least one semiconductor radiation emitter;

wherein each of the at least one tie-bar is broken after the encapsulant is formed thereby electrically isolating the at least one heat extraction element from each lead initially connected by the at least one tie-bar.

74. A semiconductor radiation emitter package comprising:

at least one semiconductor radiation emitter producing illumination that forms effective white light;

a heat extraction member providing a primary thermal path out of said device from said semiconductor radiation emitter; and

at least two electrical leads electrically coupled to said at least one semiconductor radiation emitter, said leads providing a secondary thermal path out of the device from said at least one semiconductor radiation emitter, said secondary thermal path possessing greater thermal resistance than said primary thermal path.

75. The semiconductor radiation emitter package of claim 74, wherein said at least one semiconductor radiation emitters include two semiconductor radiation emitters that emit illumination having binary complementary hues.

76. The semiconductor radiation emitter package of claim 74, wherein said at least one semiconductor radiation emitters include three semiconductor radiation emitters that emit illumination having ternary complementary hues.

77. The semiconductor radiation emitter package of claim 76, wherein a first one of said three semiconductor radiation emitters emits illumination having a red hue, a second one of said three semiconductor radiation emitters emits illumination having a green hue, and a third one of said three semiconductor radiation emitters emits illumination having a blue hue.

78. The semiconductor radiation emitter package of claim 74, wherein said at least one semiconductor radiation emitter includes an LED and fluorescent material.

79. The semiconductor radiation emitter package of claim 78, wherein said fluorescent material is one or more of a fluorescent dye, pigment and phosphor.

80. The semiconductor radiation emitter package of claim 74, wherein said at least two electrical leads includes at least three electrical leads.

81. The semiconductor radiation emitter package of claim 74, wherein said at least one semiconductor radiation emitter includes first and second semiconductor radiation emitters each having a first and second electrical connection, said at least two electrical leads include a first lead electrically coupled to the first electrical connection of said first semiconductor radiation emitter, a second lead electrically coupled to the second electrical connections of both said first and second semiconductor radiation emitters, and a third lead electrically coupled to the first electrical connection of said second semiconductor radiation emitter.

82. The semiconductor radiation emitter package of claim 74, wherein said at least one semiconductor radiation emitter includes first and second semiconductor radiation emitters

each having a first and second electrical connection, said at least two electrical leads include a first lead electrically coupled to the first electrical connection of said first semiconductor radiation emitter, a second lead electrically coupled to the second electrical connection of said first semiconductor radiation emitter and to the first electrical connection of said second semiconductor radiation emitter, and a third lead electrically coupled to the second electrical connection of said second semiconductor radiation emitter.

83. The semiconductor radiation emitter package of claim 74, wherein said at least one semiconductor radiation emitter includes first, second, and third semiconductor radiation emitters each having a first and second electrical connection, said at least two electrical leads include a first lead electrically coupled to the first electrical connection of said first semiconductor radiation emitter, a second lead electrically coupled to the first electrical connection of said second semiconductor radiation emitter, a third lead electrically coupled to the first electrical connection of said third semiconductor radiation emitter, and a fourth lead electrically coupled to the second electrical connections of all of said first, second, and third semiconductor radiation emitters.

84. The semiconductor radiation emitter package of claim 74, wherein said at least one semiconductor radiation emitter package has a power capacity of at least about 150 mW.

85. The semiconductor radiation emitter package of claim 74 and further including an encapsulant covering said at least one semiconductor radiation emitter.

86. The semiconductor radiation emitter package as in claim 74 wherein the at least one semiconductor radiation emitter comprises a light emitting diode.

87. The semiconductor radiation emitter package as in claim 74 wherein the at least one semiconductor radiation emitter comprises a light emitting polymer.

88. A semiconductor radiation emitter package comprising:

a first semiconductor radiation emitter having a first and a second electrical connection;

a second semiconductor radiation emitter having a first and a second electrical connection;

a heat extraction member providing a primary thermal path out of said device from said semiconductor radiation emitters;

a first electrical lead electrically coupled to the first electrical connection of said first semiconductor radiation emitter;

a second electrical lead electrically coupled to the second electrical connections of both said first and second semiconductor radiation emitters; and

a third electrical lead electrically coupled to the first electrical connection of said second semiconductor radiation emitter,

said electrical leads providing a secondary thermal path out of the device from said at least one semiconductor radiation emitter, said secondary thermal path possessing greater thermal resistance than said primary thermal path.

89. The semiconductor radiation emitter package of claim 88, wherein the first electrical connections of said first and second semiconductor radiation emitters are anodes and the second electrical connections of said first and second semiconductor radiation emitters are cathodes.

90. The semiconductor radiation emitter package of claim 88 and further including an encapsulant covering said at least one semiconductor radiation emitter.

91. A semiconductor radiation emitter package comprising:

a semiconductor radiation emitter having a thickness of about 0.006 inch or less;

a heat extraction member providing a primary thermal path out of said device from said semiconductor radiation emitter; and

at least two electrical leads electrically coupled to said at least one semiconductor radiation emitter, said leads providing a secondary thermal path out of the device from said at least one semiconductor radiation emitter, said secondary thermal path possessing greater thermal resistance than said primary thermal path.

92. The semiconductor radiation emitter package of claim 81 and further including an encapsulant covering said at least one semiconductor radiation emitter.

93. The semiconductor radiation emitter package as in claim 81 wherein the semiconductor radiation emitter height above the heat extraction member is less than about half of the semiconductor radiation emitter length dimension and less than about half of the semiconductor radiation emitter width dimension.

94. The semiconductor radiation emitter package as in claim 91 wherein the semiconductor radiation emitter comprises a conductive base in electrical contact with the heat extraction member.

95. The semiconductor radiation emitter package as in claim 91 wherein the at least one semiconductor radiation emitter comprises a light emitting diode.

96. The semiconductor radiation emitter package as in claim 91 wherein the at least one semiconductor radiation emitter comprises a light emitting polymer.

97. A leadframe assembly for a plurality of semiconductor radiation emitter packages, each package including at least one semiconductor radiation emitter, said leadframe assembly comprising:

a plurality of leadframes each associated with one of the semiconductor radiation emitter packages, each leadframe comprising:

a heat extraction member providing a primary thermal path out of the associated package from the at least one semiconductor radiation emitter, and

a plurality of electrical leads for providing electrical paths to the at least one semiconductor radiation emitter; and

at least one tie-bar coupling said leadframes together.

98. The leadframe assembly of claim 97, wherein said at least one tie-bar couples together at least two of said electrical leads.

99. The leadframe assembly of claim 97, wherein said at least one tie-bar couples at least one of said electrical leads to one of said heat extraction members.

100. The leadframe assembly of claim 99, wherein another of said at least one tie-bars couples together at least two of said electrical leads.

101. The leadframe assembly of claim 97, wherein said at least one tie-bar couples together at least two of said heat extraction members.

102. The leadframe assembly of claim 97, wherein each heat extraction member includes at least one recessed cup in which the at least one semiconductor radiation emitter is mounted.

103. The leadframe assembly of claim 102, wherein the cup is coated with an optically reflective coating.

104. The leadframe assembly of claim 97, wherein said plurality of electrical leads for each leadframe includes first and second electrical leads, said second electrical lead is an integral extension of the heat extraction member.

105. The leadframe assembly of claim 97, wherein said plurality of electrical leads are thinner than the heat extraction members.

106. The leadframe assembly of claim 97, wherein the thickness of the heat extraction members are at least three times the thickness of each electrical lead.

107. The leadframe assembly of claim 97, wherein at least one of said plurality of electrical leads for each leadframe is electrically isolated from the heat extraction member.

108. The leadframe assembly of claim 97, wherein the heat extraction members each comprises a coating on a portion outside the encapsulant, the coating operative to improve thermal emissivity.

109. The leadframe assembly of claim 97, wherein each of the heat extraction members and each of the electrical leads are formed from an integral metal strip.

110. The leadframe assembly of claim 97, wherein each of the heat extraction members is constructed with a thick cross-sectional area normal to the path of heat flow away from

the at least one semiconductor radiation emitter relative to the thickness of the electrical leads.

111. The leadframe assembly of claim 97, wherein each of the heat extraction members comprises at least one of notches, fins, slots, and holes to increase surface area outside a portion of the heat extraction members to be covered with an encapsulant.

112. The leadframe assembly of claim 97, wherein each of the heat extraction members is formed in the shape of a plate.

113. A method of making a plurality of semiconductor radiation emitter packages comprising the steps of:

forming a leadframe assembly from a sheet of electrically and thermally conductive material, the leadframe assembly having a plurality of leadframes each including a heat extraction element and a plurality of thermally resistive leads, the leadframe assembly further including a plurality of tie-bars connecting said plurality of leadframes to one another;

bonding at least one semiconductor radiation emitter to each heat extraction element, each emitter having a plurality of electrical connection points;

forming an electrical connection between each at least one electrical connection point and at least one of said plurality of leads; and

encapsulating each at least one semiconductor radiation emitter with a material substantially transparent to wavelengths emitted by the at least one semiconductor radiation emitter so as to create a plurality of interconnected semiconductor radiation emitter packages.

114. The method of claim 113 and further comprising the step of breaking each of the tie-bars to separate the semiconductor radiation emitter packages from one another.

115. The method of claim 113, wherein the leadframe assembly includes an additional tie-bar for each leadframe that couples together at least two of said electrical leads.

116. The method of claim 113, wherein the leadframe assembly includes an additional tie-bar for each leadframe that couples at least one of said electrical leads to one of said heat extraction members.

117. The method of claim 113, wherein said tie-bars couple together at least two of said heat extraction members.

118. The method of claim 114 and further comprising the step of forming at least one recessed cup in each heat extraction member and attaching the at least one semiconductor radiation emitter in said recessed cup.

119. The method of claim 117 and further comprising the step of coating each recessed cup with an optically reflective coating.

120. The method of claim 117, wherein said plurality of electrical leads for each leadframe includes first and second electrical leads, said second electrical lead is formed as an integral extension of the heat extraction member.

121. The method of claim 117, wherein said plurality of electrical leads are formed thinner to be than the heat extraction members.

122. The method of claim 117, wherein the thickness of the heat extraction members are formed to be at least three times the thickness of each electrical lead.

123. The method of claim 117, wherein at least one of said plurality of electrical leads for each leadframe is electrically isolated from the heat extraction member.

124. The method of claim 123 and further including the step of providing a tie-bar for each leadframe to connect each isolated electrical lead to one of the heat extraction member and another of the plurality of leads.

125. The method of claim 124, wherein said step of encapsulating includes covering a portion of each isolated lead with material.

126. The method of claim 125 and further including the step of breaking the tie-bar connecting each isolated electrical lead to one of the heat extraction member and another of the plurality of leads after the encapsulating step.

127. The method of claim 117, wherein said step of forming a leadframe assembly includes stamping the assembly out of an integral metal strip.

128. The method of claim 117, wherein each of the heat extraction members is constructed with a thick cross-sectional area normal to the path of heat flow away from the at least one semiconductor radiation emitter relative to the thickness of the electrical leads.

129. The method of claim 117, wherein each of the heat extraction members is formed with at least one of notches, fins, slots, and holes to increase surface area outside a portion of the heat extraction members to be covered with an encapsulant.

130. The method of claim 117, wherein each of the heat extraction members is formed in the shape of a plate.

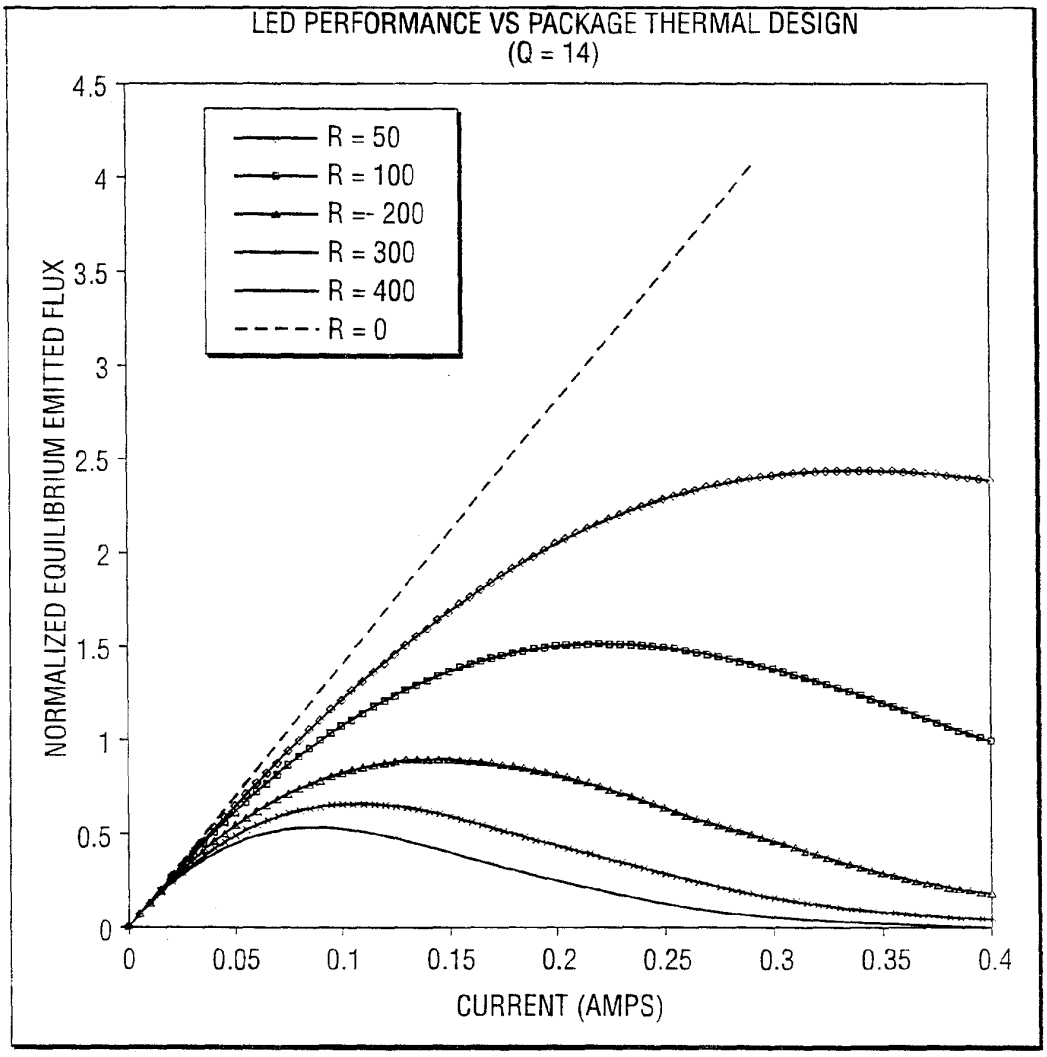

LED PERFORMANCE VS PACKAGE THERMAL DESIGN
(Q = 14)
R = 50
R = 100
R = 200
R = 300
R = 400
R = 0
NORMALIZED EQUILIBRIUM EMITTED FLUX
CURRENT (AMPS)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
0.05
0.1
0.15
0.2
0.25
0.3
0.35
0.4

Fig. 1

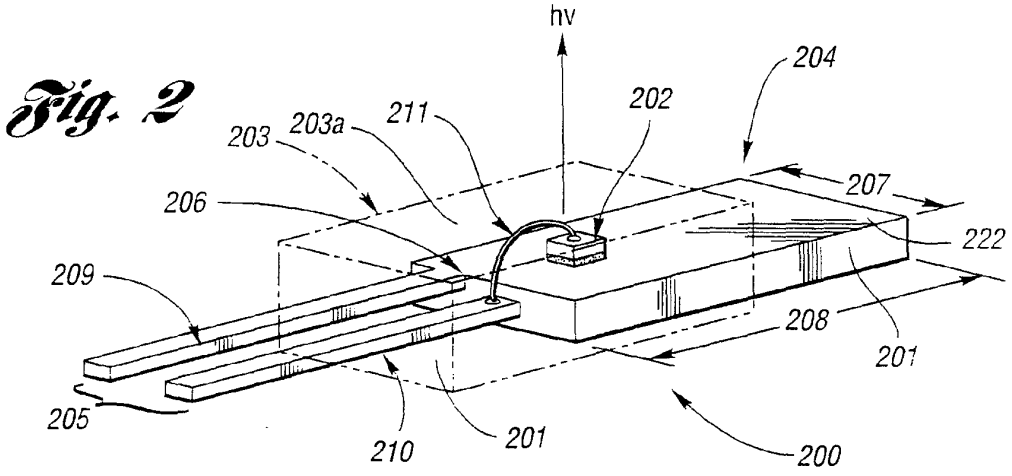

hv
204
202
211
203
203a
207
206
222
209
208
201
205
210
201
200

Fig. 2

Fig. 3

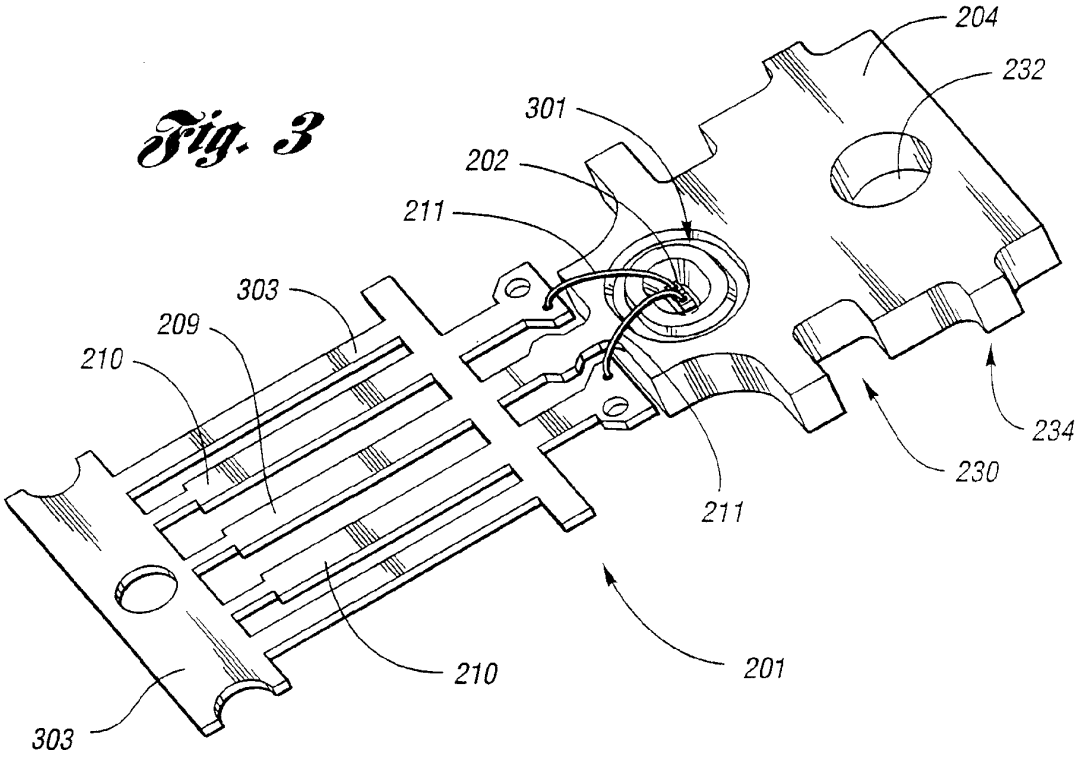
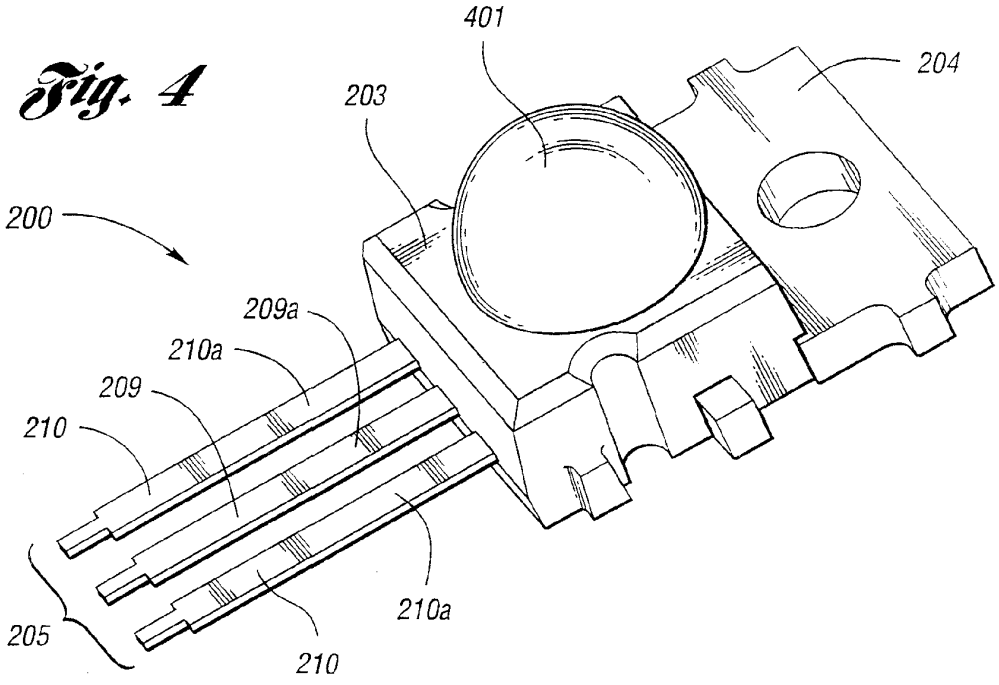

204
232
301
202
211
303
209
210
234
230
211
210
201
303

Fig. 4


401
204
203
200
209a
210a
209
210
205
210a
210

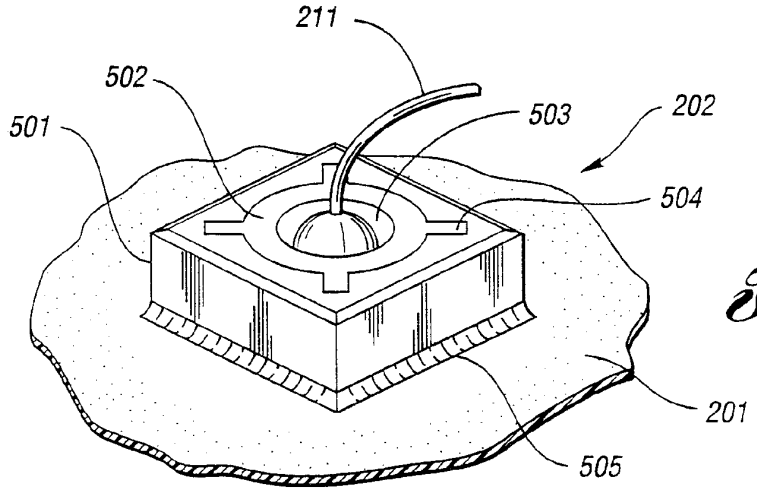


Fig. 5

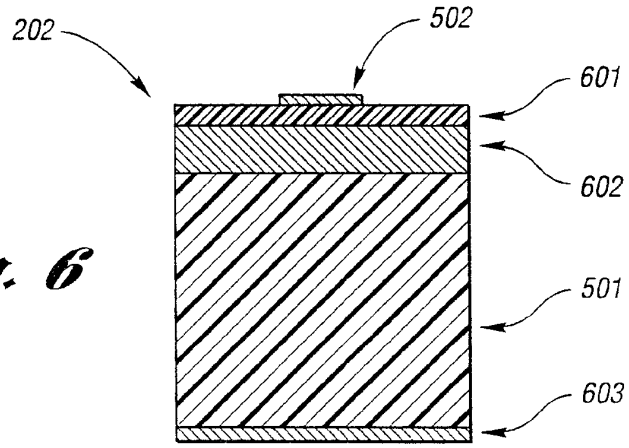


Fig. 6

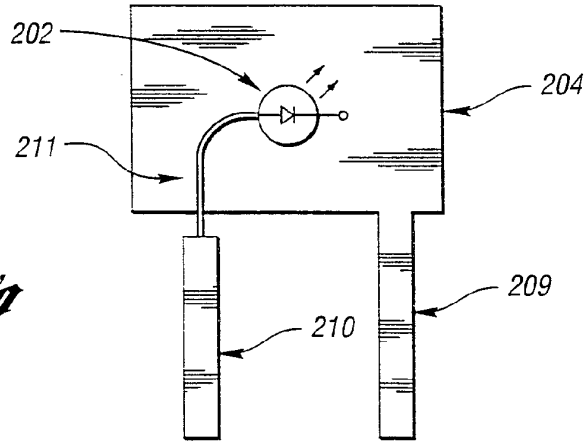


Fig. 7a

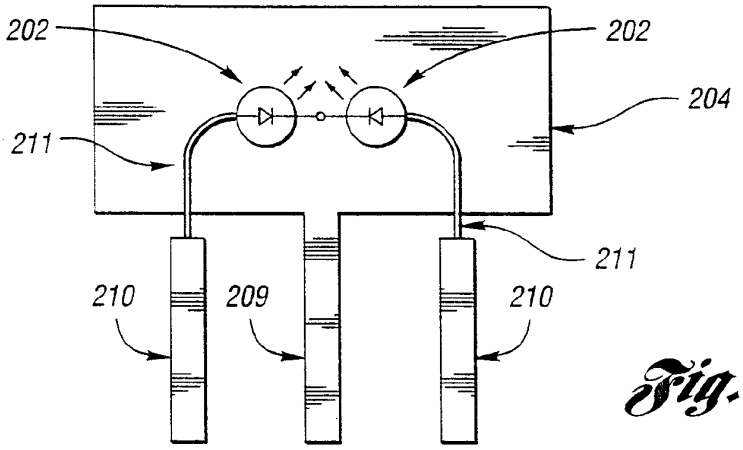


Fig. 7b

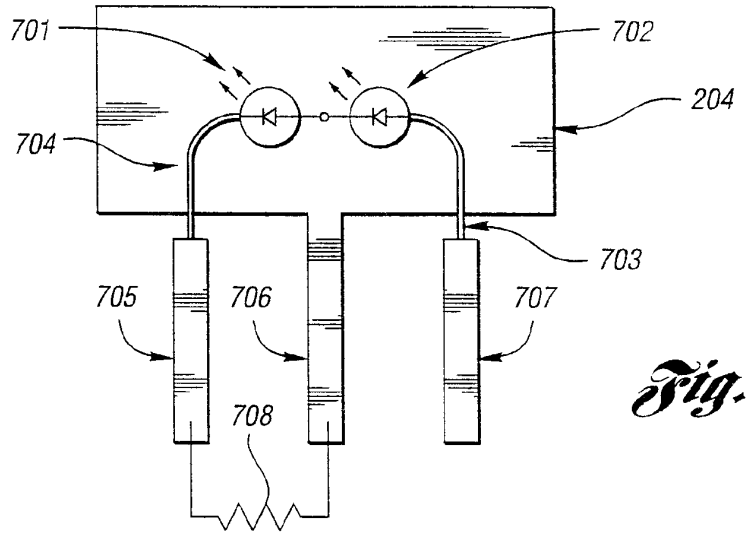


Fig. 7c

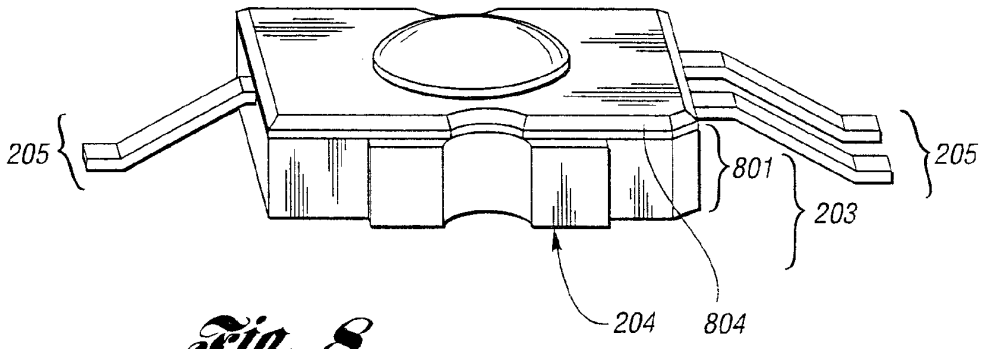


Fig. 8

Fig. 9a

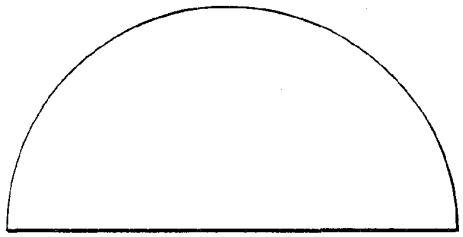


Fig. 9b



Fig. 9c

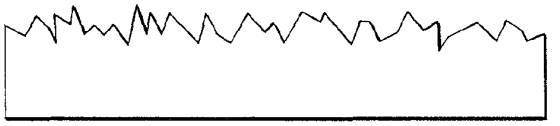


Fig. 9d

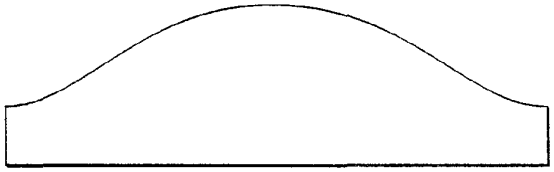


Fig. 10

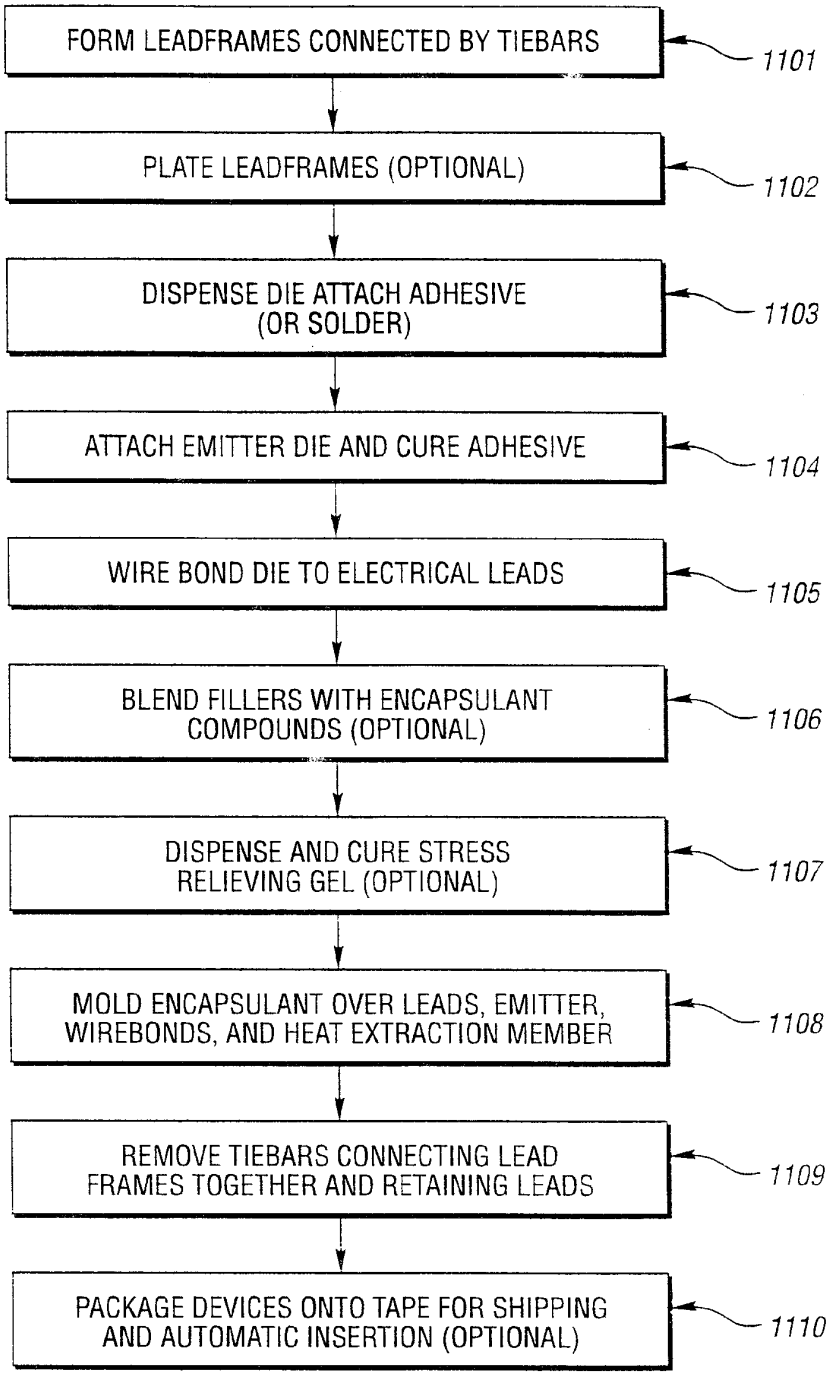

FORM LEADFRAMES CONNECTED BY TIEBARS
1101
PLATE LEADFRAMES (OPTIONAL)
1102
DISPENSE DIE ATTACH ADHESIVE (OR SOLDER)
1103
ATTACH EMITTER DIE AND CURE ADHESIVE
1104
WIRE BOND DIE TO ELECTRICAL LEADS
1105
BLEND FILLERS WITH ENCAPSULANT COMPOUNDS (OPTIONAL)
1106
DISPENSE AND CURE STRESS RELIEVING GEL (OPTIONAL)
1107
MOLD ENCAPSULANT OVER LEADS, EMITTER, WIREBONDS, AND HEAT EXTRACTION MEMBER
1108
REMOVE TIEBARS CONNECTING LEAD FRAMES TOGETHER AND RETAINING LEADS
1109
PACKAGE DEVICES ONTO TAPE FOR SHIPPING AND AUTOMATIC INSERTION (OPTIONAL)
1110

Fig. 11

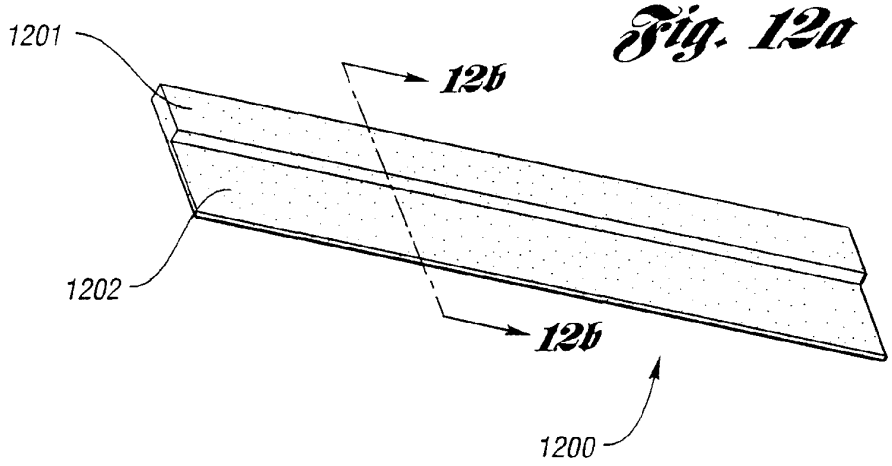


Fig. 12a



Fig. 12b

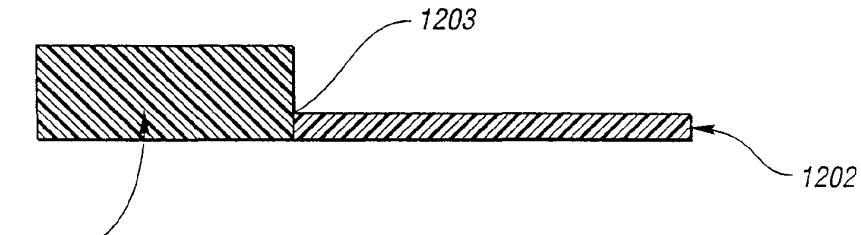


Fig. 12c

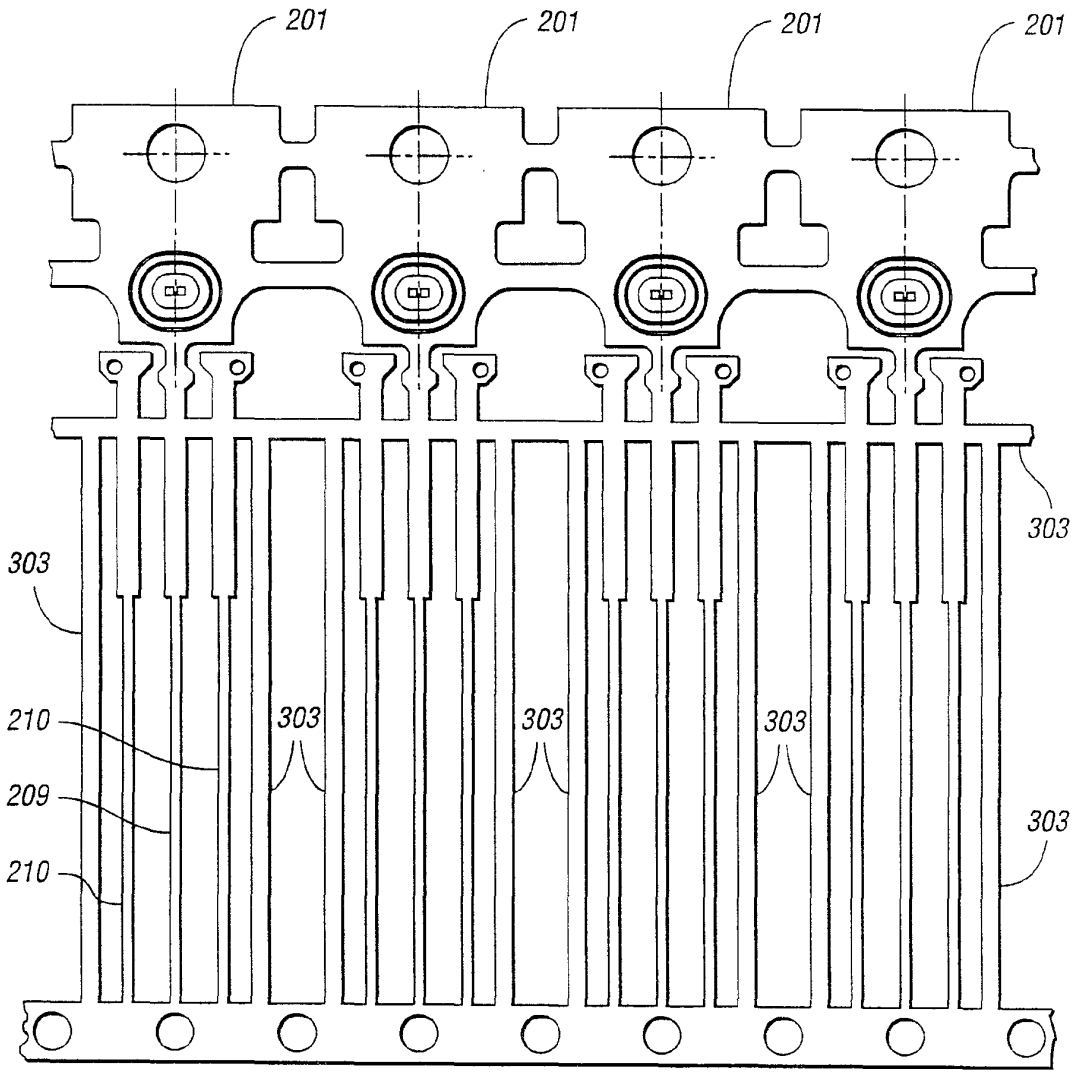


Fig. 13

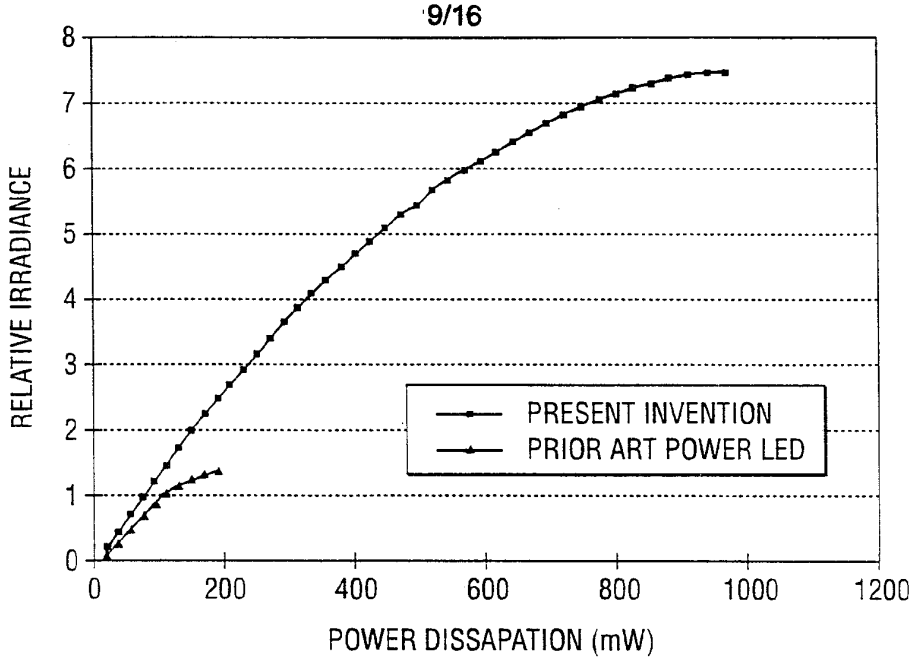

RELATIVE IRRADIANCE
0
1
2
3
4
5
6
7
8
0
200
400
600
800
1000
1200
POWER DISSAPATION (mW)
PRESENT INVENTION
PRIOR ART POWER LED

Fig. 14

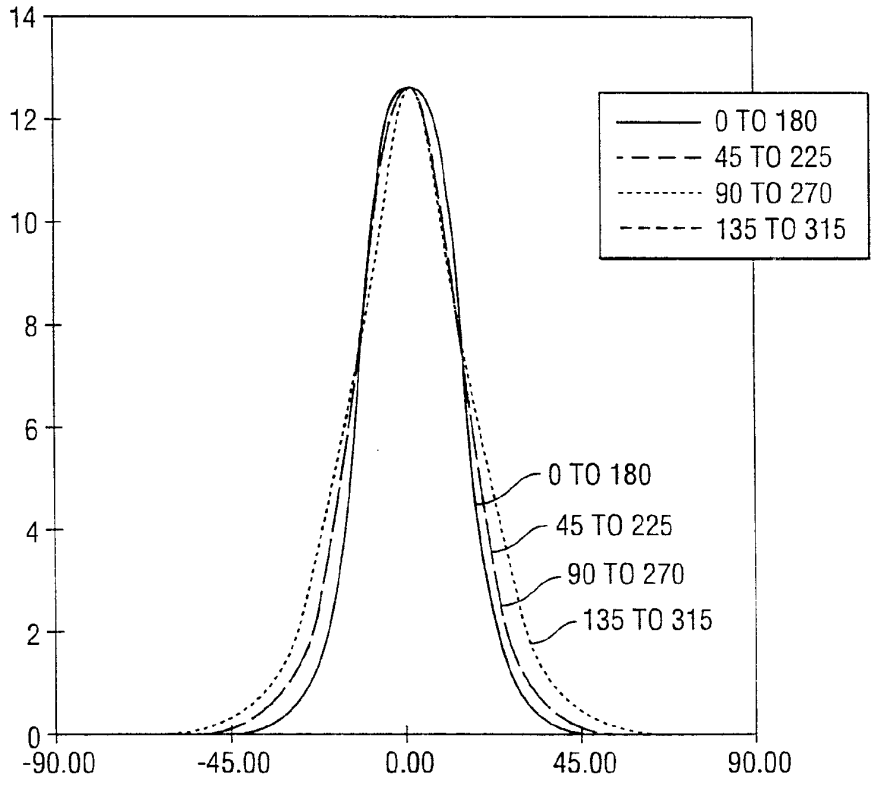

14
12
10
8
6
4
2
0
-90.00
-45.00
0.00
45.00
90.00
0 TO 180
45 TO 225
90 TO 270
135 TO 315
0 TO 180
45 TO 225
90 TO 270
135 TO 315

Fig. 15

Fig. 16a

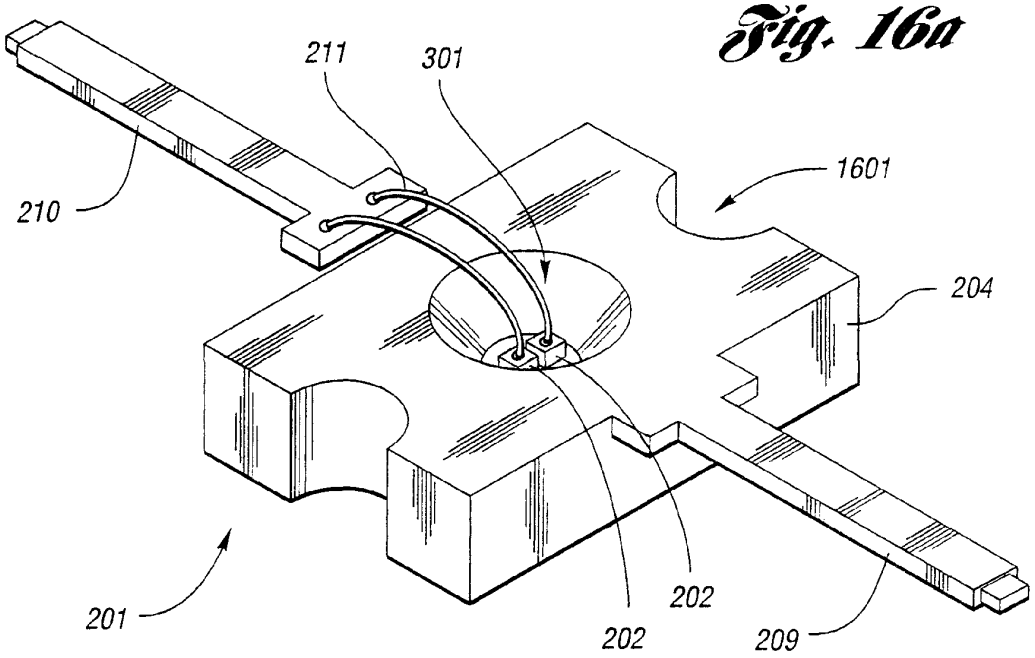
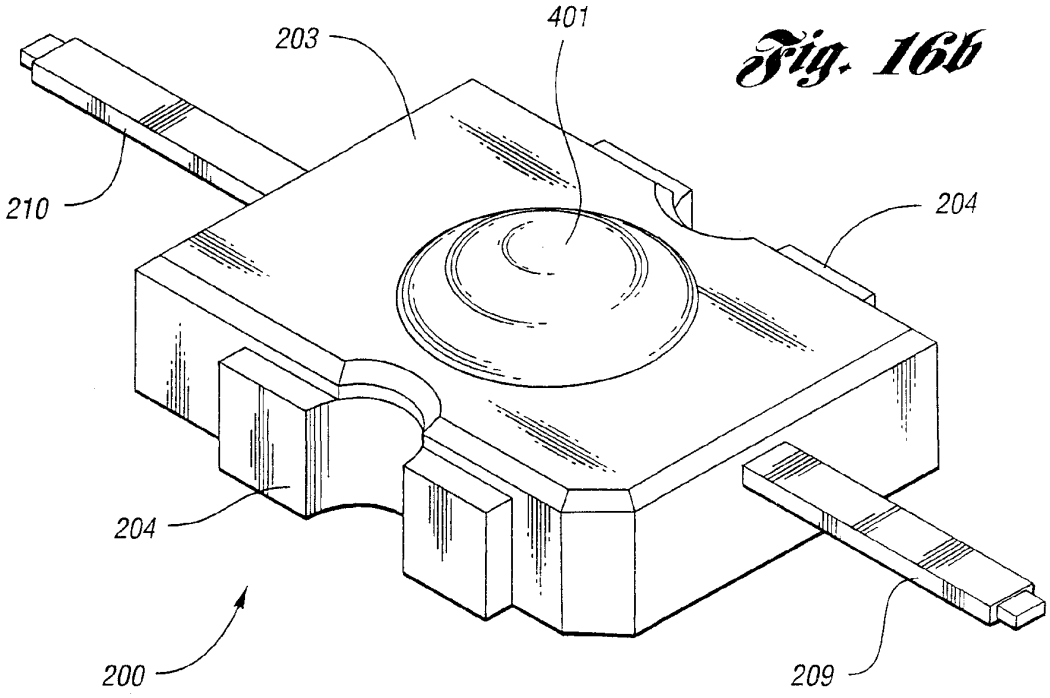


Fig. 16b



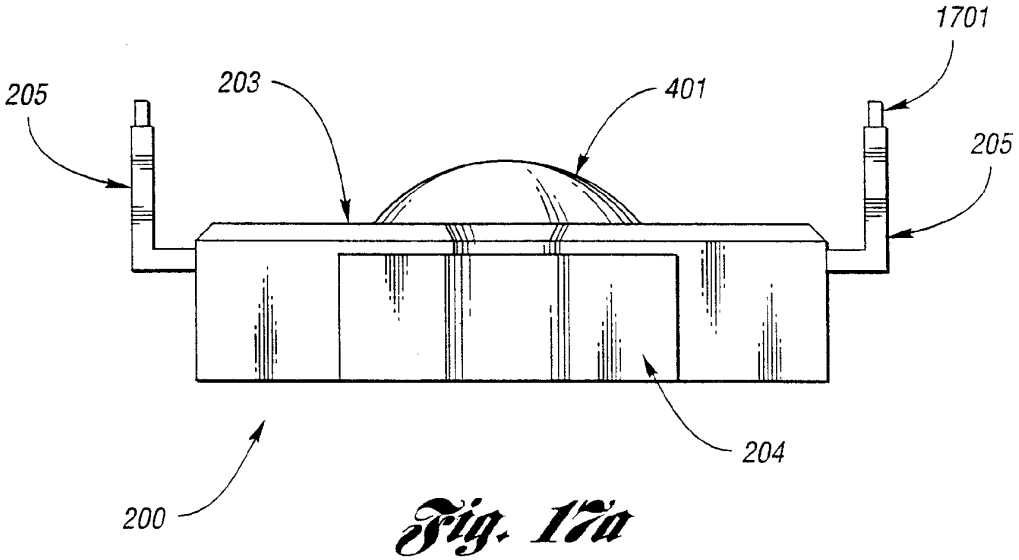


Fig. 17a

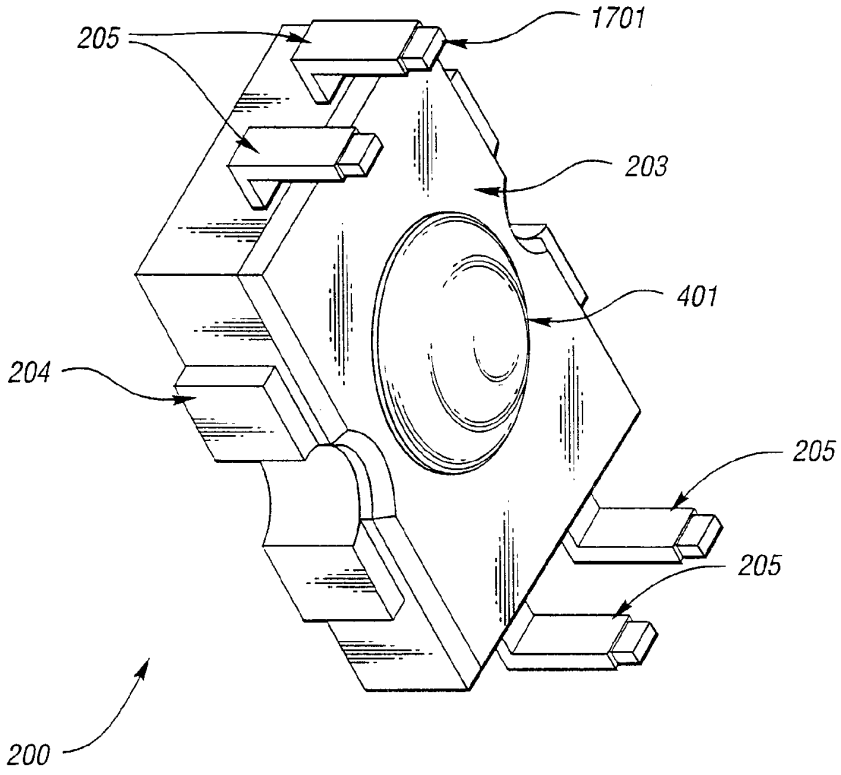


Fig. 17b

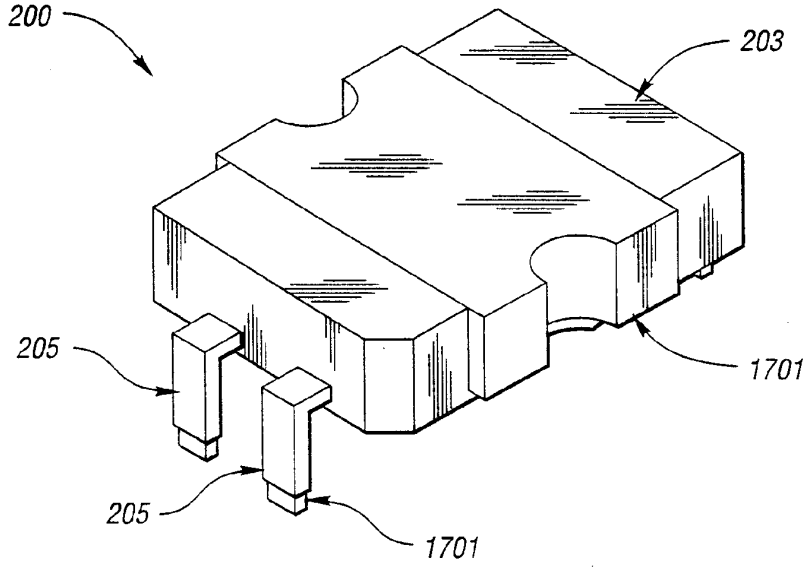


Fig. 17c

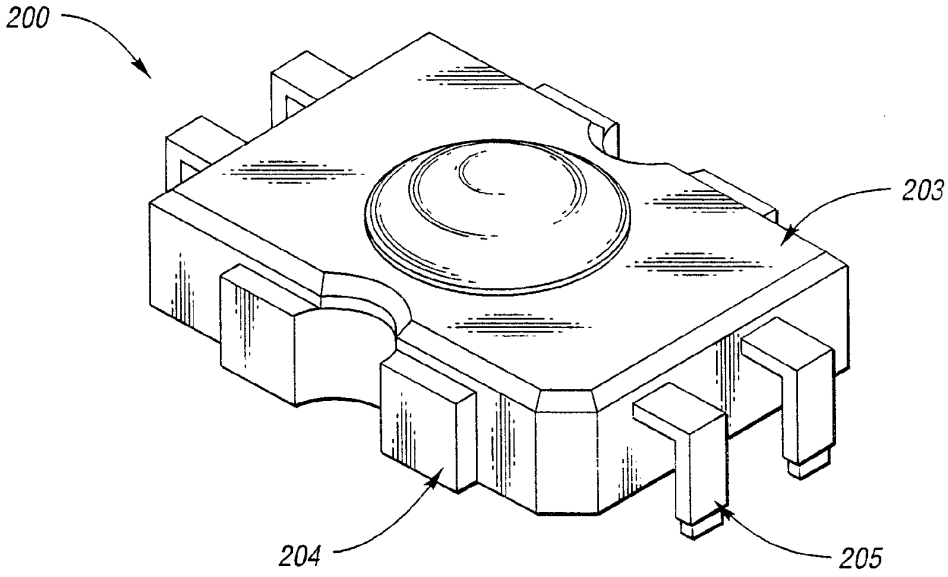


Fig. 18

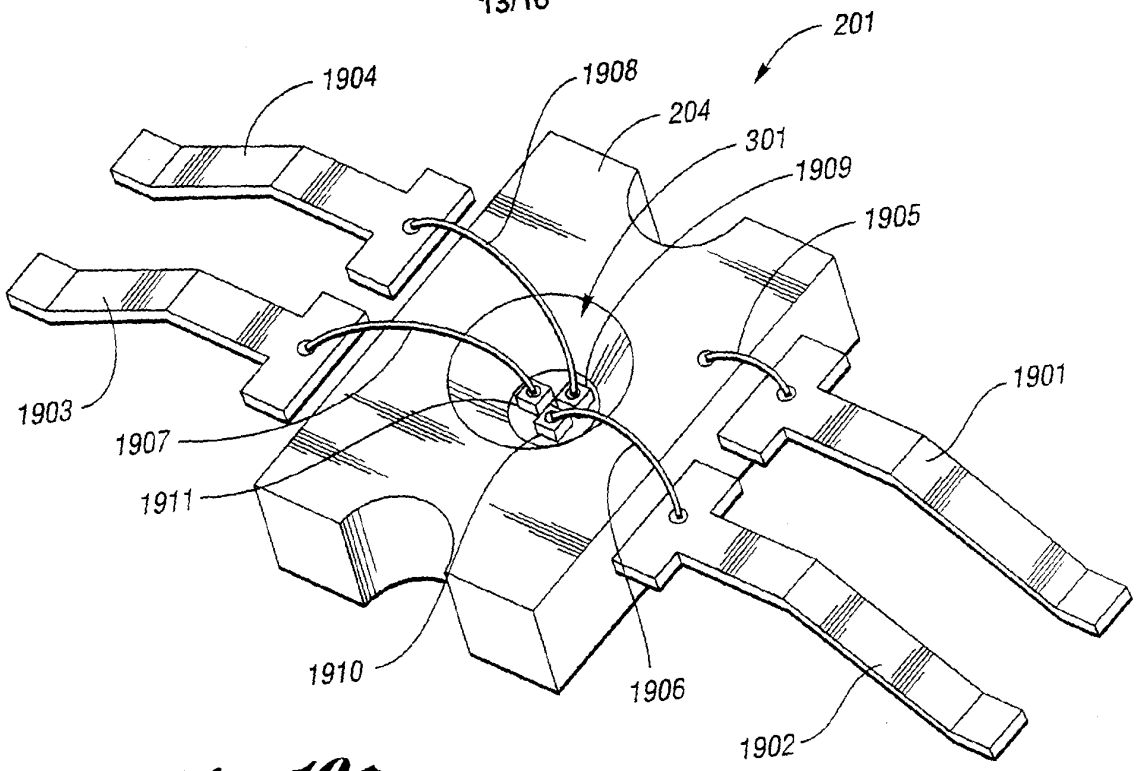


Fig. 19a

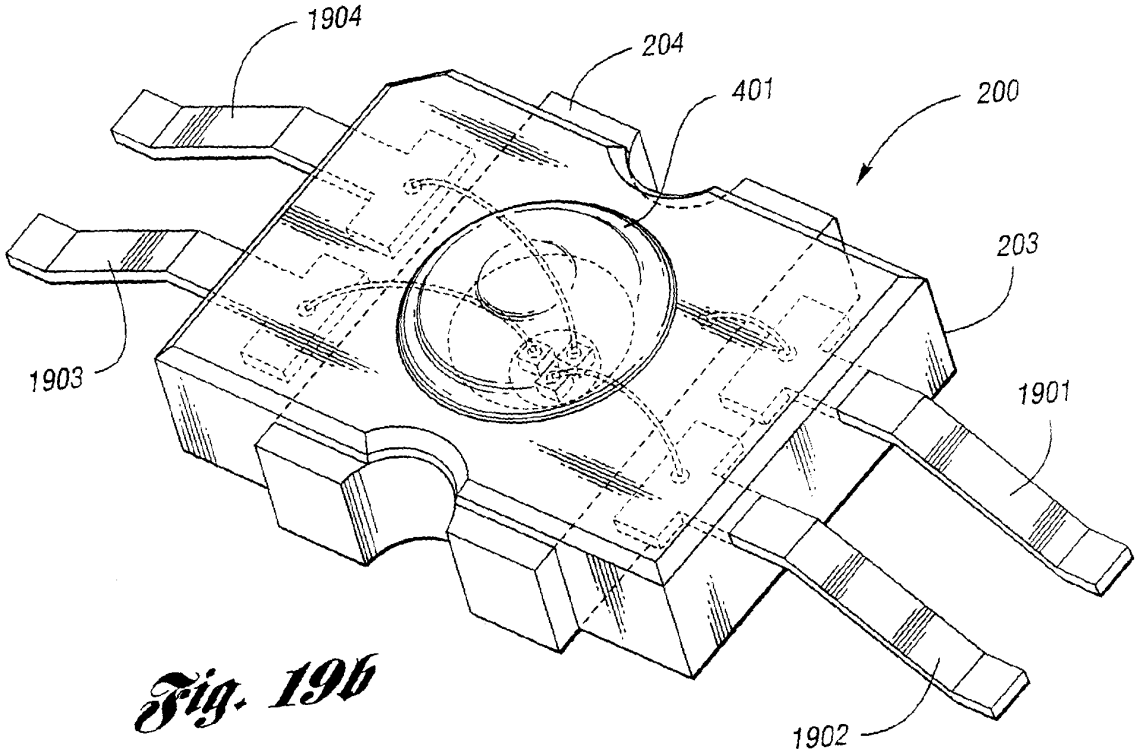


Fig. 19b

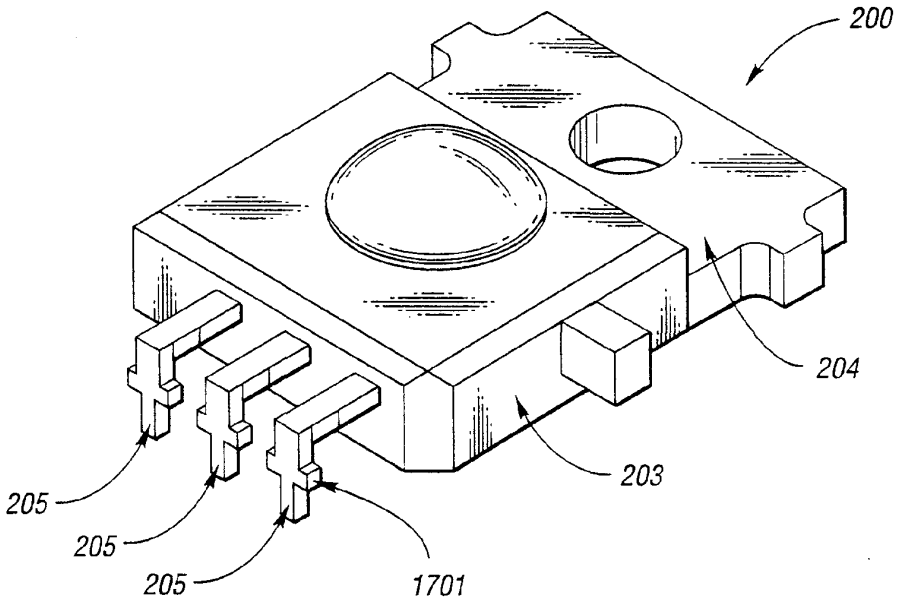


Fig. 20

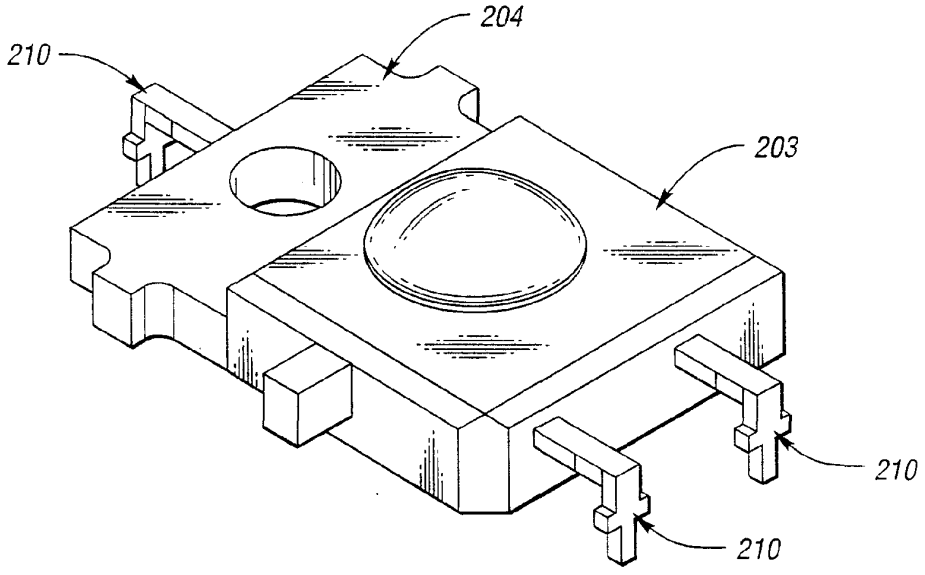


Fig. 21

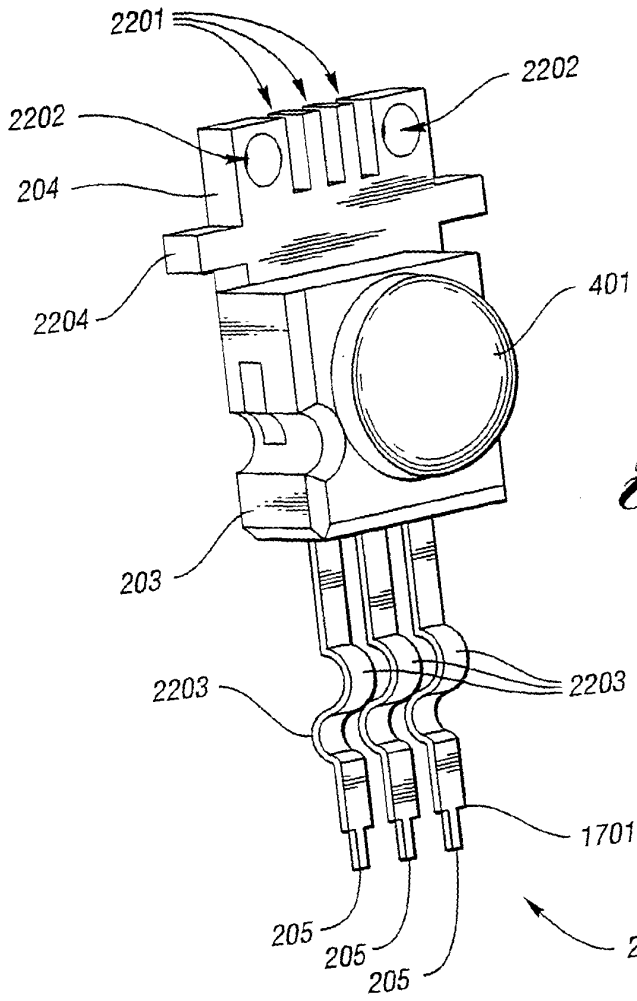

2201
2202
2202
204
2204
401
203
2203
2203
1701
205
205
205
200

Fig. 22

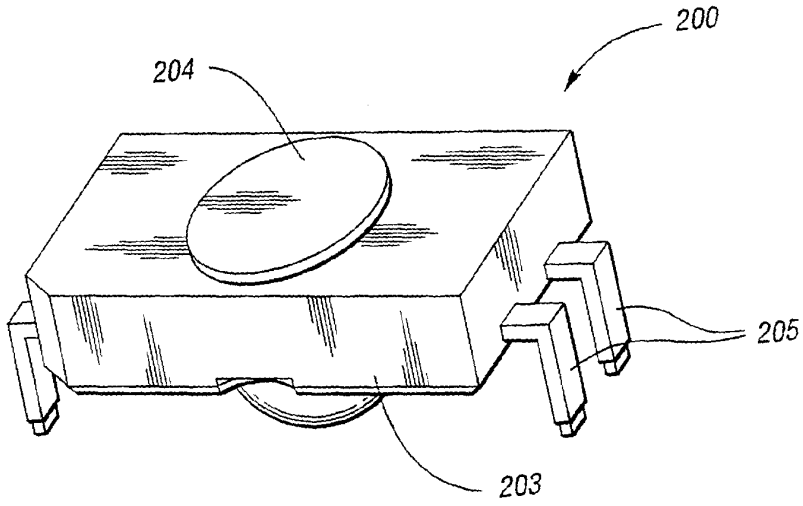

200
204
205
203

Fig. 23

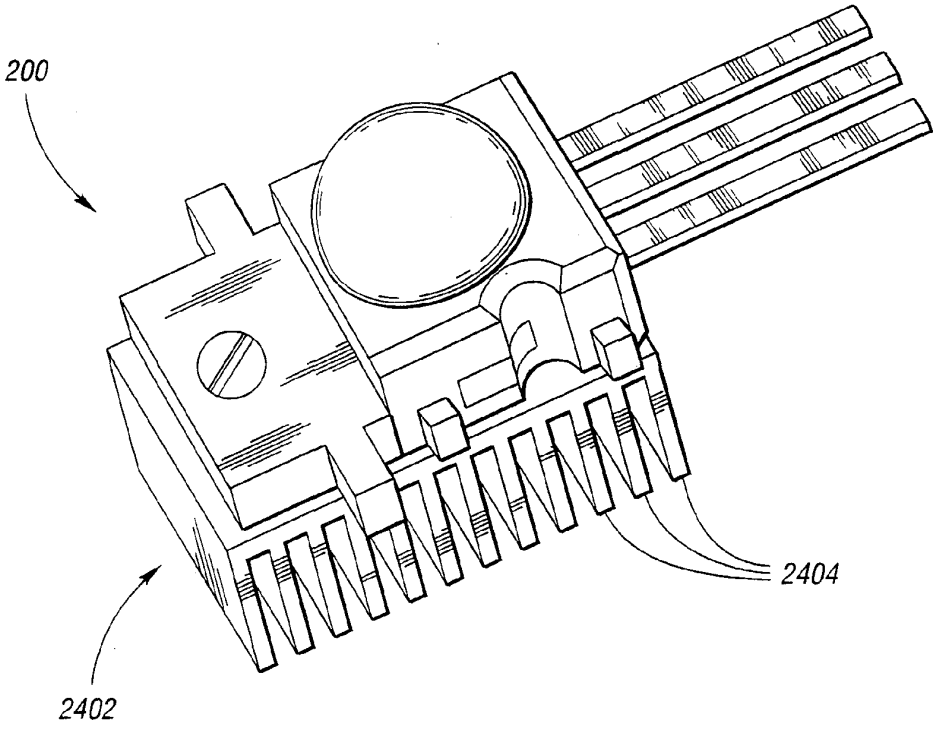


Fig. 24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US00/07269

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(7) :Please See Extra Sheet.
US CL :Please See Extra Sheet.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

U.S. : Please See Extra Sheet.

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

NONE

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

USPTO APS EAST

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P --- Y,P	US 5,966,393 A (HIDE et al) 12 October 1999 (12.10.1999), figs. 4-6.	1-21, 25-45, 47-130 ------ 22-24, 46
X --- Y	US 4,125,777 A (O'BRIEN et al) 14 November 1978 (14.11.1978), fig. 1.	1-21, 25-45, 47-130 ------ 22-24, 46
Y,P	US 5,952,680 A (STRITE) 14 September 1999 (14.09.1999), figs. 1-8.	22-24, 46

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

*	Special categories of cited documents:	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E"	earlier document published on or after the international filing date	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&"	document member of the same patent family
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		

Date of the actual completion of the international search 23 JUNE 2000	Date of mailing of the international search report 19 JUL 2000
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230	Authorized officer ALEXANDER WILLIAMS Telephone No. (703) 308-4863

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)★

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US00/07269

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Please See Extra Sheet.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US00/07269

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:
IPC (7):

H01L 23/495, 23/02, 25/04, 23/48, 33/00, 21/20 29/04, 27/14, 31/00; B32B 9/00

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:
US CL :

257/688, 98, 99, 100, 59, 72, 103, 413, 431, 88, 81, 89.95, 666, 678, 690, 692, 693, 696, 698; 362/800, 373, 294; 438/40; 313/512, 500, 312

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched
Classification System: U.S.

257/688, 98, 99, 100, 59, 72, 103, 413, 431, 88, 81, 89.95, 666, 678, 690, 692, 693, 696, 698; 362/800, 373, 294; 438/40; 313/512, 500, 312

BOX II. OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION WAS LACKING
This ISA found multiple inventions as follows:

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be searched, the appropriate additional search fees must be paid.

Group I, claim(s) 1-71 and 73-112, drawn to semiconductor package.
Group II, claim(s) 72 and 113-130, drawn to method of making a semiconductor device.

The inventions listed as Groups II do not relate to a single inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons: Instead of the step of breaking the tie-bar connecting each isolated electrical lead to one of the heat extraction member and another of the plurality of leads after the encapsulating step, it could be performed before the encapsulating step.

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau

(43) International Publication Date
1 February 2001 (01.02.2001)

PCT

(10) International Publication Number
WO 01/07828 A1

(51) International Patent Classification[7]: F21S 2/00, F21V 23/06, 21/088 // F21Y 101:02

(21) International Application Number: PCT/US00/18002

(22) International Filing Date: 29 June 2000 (29.06.2000)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
60/144,920 21 July 1999 (21.07.1999) US

(71) Applicant: **TELEDYNE LIGHTING AND DISPLAY PRODUCTS, INC.** [US/US]; 12525 Daphne Avenue, 2nd Floor, Hawthorne, CA 90250 (US).

(72) Inventors: **PELKA, David, G.**; 8315 Kenyon Avenue, Los Angeles, CA 90045 (US). **PARKYN, William, A.**; 25037 Neko Drive, Lomita, CA 90717 (US). **POPOVICH, Michael, J.**; 1237 Cuchara Drive, Del Mar, CA 92014 (US). **PELKA, Eric, D.**; 8315 Kenyon Avenue, Los Angeles, CA 90045 (US).

(74) Agent: **NATAUPSKY, Steven, J.**; Knobbe, Martens, Olson and Bear, LLP, 620 Newport Center Drive, 16th Floor, Newport Beach, CA 92660 (US).

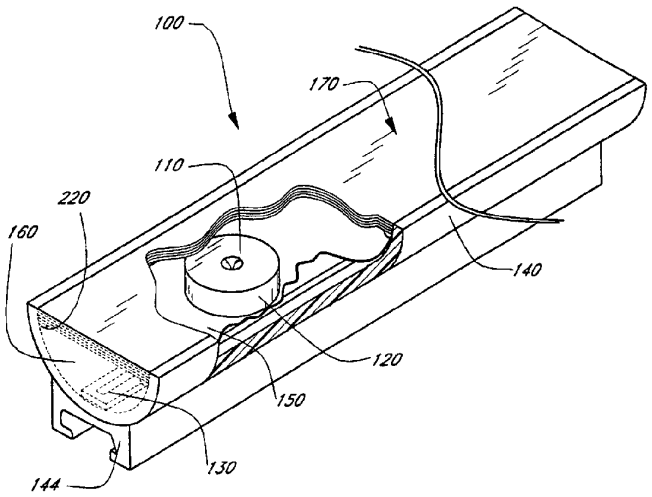
(81) Designated States *(national)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, CZ (utility model), DE, DE (utility model), DK, DK (utility model), DM, DZ, EE, EE (utility model), ES, FI, FI (utility model), GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SK (utility model), SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) Designated States *(regional)*: ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:
— *With international search report.*

[Continued on next page]

(54) Title: LIGHTING APPARATUS



(57) Abstract: An illumination apparatus (100) provides an output with high spatial uniformity of luminance. The illumination apparatus includes a cavity that has reflective surfaces (150, 160) and an output area. At least one light source is disposed in the cavity, with the light source including a point source (such as an LED (174)) and an optical diverter (110) having a flared (e.g., cuspated) reflecting surface. Light from the point source is distributed by the optical diverter towards the reflective surfaces within the cavity. Before exiting the device, light passes through an optical conditioning element that is positioned over the output area of the cavity. The optical conditioning element includes at least a diffuser (180), such as a translucent film or plastic sheet (190, 194), and preferably also includes one or more prism sheets such as a brightness-enhancing film.

WO 01/07828 A1

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

LIGHTING APPARATUS

Field of the Invention

The present invention relates generally to the field of lighting devices, and more specifically to devices capable of a low profile which utilize point sources, such as light emitting diodes, for illumination.

Description of the Related Art

Low profile lighting devices are useful in a variety of applications, such as decorative strip lighting or display panel illumination. One common form of strip lighting utilizes neon tubes. Neon tubes have the advantages of being lightweight and lending themselves to decorative lighting. Further, the light output from neon tubes is relatively diffuse and uniform in appearance. However, neon tubes are fragile, require high voltage, and generate significant radio-frequency (RF) interference, which must often be shielded at significant cost. Fluorescent lighting is likewise diffuse, but is generally limited to short lengths and typically includes unattractive electrical connections.

Display panel illumination is often accomplished by placing light sources behind the panel to illuminate it. A diffuser box containing a light source can generate output that is fairly uniform, so long as the light sources are sufficiently far away from the display panel. This makes such devices bulky, however. If the light sources are too close to the panel, the illumination will no longer be uniform, and the sources will be seen as "hot spots." Thus there is a need for a compact lighting device that provides uniform output intensity.

Summary of the Invention

According to one aspect of the invention, an illumination apparatus includes a cavity having reflective surfaces and an output area, as well as at least one light source disposed in the cavity, wherein the light source includes a point source and an optical diverter having a flared reflecting surface. The apparatus further includes an optical conditioning element over the output area, with the optical conditioning element including at least a diffuser, for example, a translucent film or plastic sheet. In a preferred embodiment, the flared surface is curved, and may be cuspated. In one preferred embodiment, the point source comprises an LED. In a preferred embodiment, the cavity reflecting surfaces are diffusively reflective.

According to another aspect of the invention, an illumination apparatus comprises a housing that includes a cavity having reflective surfaces and an output aperture. The apparatus also includes an optical conditioning element across the output aperture, in which the conditioning element comprises at least one sheet having a plurality of pixels. The apparatus further includes at least one light source disposed within the cavity directly beneath the conditioning element, in which the (at least one) light source includes a point source spaced less than 3-1/2 inches from the sheet that illuminates the reflective surfaces such that the ratio of the luminance of adjacent pixels is between 0.95 and 1.05 and such that the ratio of the luminance of non-adjacent pixels is between 0.5 and 2.0, whereby the appearance of illumination at the sheet is substantially uniform. In a preferred embodiment, the optical conditioning element

includes a diffuser sheet disposed below the prism sheet. In one preferred embodiment, the optical conditioning element includes a second prism sheet with orientation 90° from the first. In a preferred embodiment, the (at least one) light source includes a point source and a total internal reflection lens having a cuspated surface for reflecting light from the point source against the diffusive reflective surfaces.

According to another aspect of the invention, an illumination apparatus includes a cavity formed by reflective material, in which the cavity has an output area. An optical conditioning element is at the output area. The apparatus further includes a light source in the cavity, in which the light source includes a point source and an optical diverter having a reflecting surface which is partially reflective and partially transmissive. The reflective surface of the diverter allows a portion of light incident thereon to pass through the reflecting surface, while reflecting another portion of the incident light onto the reflective material of the cavity. The reflective material reflects light within the cavity, whereby the output area and the optical conditioning element are illuminated. In a preferred embodiment, the reflecting surface of the diverter is comprised of scattering centers which scatter light incident thereon.

According to yet another aspect of the invention, an illumination apparatus includes an optical diverter. The diverter includes transparent material having a reflecting surface formed by a refractive index interface configured to totally internally reflect light from a point source positioned to emit a first portion of light rays towards the reflecting surface and a second portion of light rays towards a side surface of the diverter. The diverter includes a refracting interface that refracts the second portion of light rays towards the reflecting surface, such that both the first and second portions of light rays are reflected from the reflecting surface.

According to yet another aspect of the invention, there is provided an optical diverter that includes transparent material having a flared reflecting surface formed by a refractive index interface. The interface is configured to totally internally reflect light from a point source which is positioned adjacent to an apex of the flared reflecting surface and which emits light rays for reflection by the reflecting surface.

According to a further aspect of the invention, an illumination apparatus includes a cavity having reflective surfaces and an output area. The apparatus further includes at least one light source disposed in the cavity, in which the light source includes a point source and an optical diverter having a surface that is partially reflective and partially transmissive. The apparatus also includes an optical conditioning element over the output area, in which the optical conditioning element includes a diffuser, wherein the diverter is positioned between the point source and optical conditioning element such that (a) a portion of light emitted by the point source is reflected from the diverter towards the reflective surfaces of the cavity, and (b) another portion of light emitted by the point source is transmitted through the surface of the diverter towards the optical conditioning element, with the diverter sized to allow at least a substantial portion of the reflected light to reach the optical conditioning element without passing through the diverter, and wherein the diverter and the reflective surfaces of the cavity are arranged to allow at least a substantial portion of the transmitted light to reach the optical conditioning element without undergoing reflection.

Brief Description of the Drawings

FIGURE 1 shows a first embodiment of a low profile lighting device with the housing partially cut away to reveal one of the point light sources and optical diverters therein.

FIGURE 2 is an exploded view of the embodiment illustrated in FIGURE 1.

FIGURE 3 shows another embodiment of a low profile lighting device.

FIGURE 4 is an exploded view of the embodiment illustrated in FIGURE 3.

FIGURES 5A and 5B are end and plan views, respectively, of a mounting channel having a slot for mounting the embodiment of FIGURES 1-2 or FIGURES 3-4 to the mounting bracket of FIGURES 6A and 6B.

FIGURES 6A and 6B are elevation and plan views, respectively, of a mounting bracket which is secured to a mechanical structure such as a building, and which receives the mounting channel of FIGURES 5A and 5B to mount the low profile lighting device on the building.

FIGURES 7A and 7B show a collar for mechanically and electrically coupling two lighting devices.

FIGURE 7C shows an electrical arrangement for coupling power to an end of a lighting device.

FIGURE 8 shows an optical diverter which utilizes total internal reflection for laterally diverting light from a light emitting diode or other point source.

FIGURES 9, 10, and 11 show the progression of light rays through the optical diverter of FIGURE 8.

FIGURE 12 shows an optical diverter which produces highly collimated "equatorial" output beam.

FIGURE 13 shows the progression of light rays through an optical diverter having scattering centers on its top surface for diffusely transmitting some light through the top surface.

FIGURE 14 shows an optical diverter having a roughened surface pattern in the form of a series concentric rings on its top surface for diffusely transmitting some light through the top surface.

FIGURE 15 shows an embodiment of a lighting device in the form of an alphanumeric character.

Detailed Description of the Preferred Embodiments

One preferred embodiment of a lighting device 100, illustrated in FIGURE 1, comprises plural light sources, each of which includes a point source such as a light emitting diode (LED) 174 shown in FIGURE 8, and an optical diverter 110. Light from the LED 174 is received by the optical diverter 110, which redirects the light laterally and downwardly. The plural LEDs are coupled to each other electrically by a printed circuit board 130 (a wire harness is an alternative configuration). The point sources 174 and optical diverters 110 are mounted within an elongate cavity formed by a sheet 150 of diffusively reflective material in the general form of a half or hemi cylinder. The sheet 150 is mounted in, and extends the length of, a housing 140, which may be an extrusion. The housing 140 is generally elongate and has a width that is not substantially greater than the width of the light output area. The printed circuit board 130 is disposed between the sheet 150 and the bottom of the housing 140. Wires (not shown) pass through the sheet 150 to electrically connect the point sources to the circuit board. A mounting channel 144 may be included on the bottom of the housing 140 for mounting the device 100 to a building. The mounting channel 144 may, for

example, be made of acrylic that is bonded or glued to the housing 140, or the channel 144 may be integrally formed with the housing 140 as part of an extrusion process. The light that exits the diverters 110 is reflected by the diffusely reflecting sheet 150, located between the optical diverters 110 and the circuit board 130, as well as by diffusely reflecting end caps 160 connected to the housing 100 at either end of the device 100. If a plurality of optical diverters 110 are linearly arranged along the longitudinal axis of the cavity, the maximum separation between adjacent optical diverters 110 is preferably about twice the width of the device 100. Further, the optical diverters 110 are preferably separated by at least 0.5 inches.

The surfaces of the diffusely reflecting sheet 150 and the diffusely reflecting end caps 160 are preferably matte white, with diffuse reflectivity over 90%, preferably 96% or more. For this purpose, the sheet 150 and the caps 160 may be coated with diffusely reflective tape, such as DRP™ Backlight Reflector (W.L. Gore & Associates), white paint, or more exotic materials such as Labsphere Corporation's Spectraflect paint. The reflectivity of Spectraflect paint is 98%, which is considerably higher than the reflectivity of house paint, which is approximately 92%. DRP™ Backlight Reflector has a reflectivity of approximately 97%-99.5%. Alternatively, the diffusely reflecting sheet 150 and the diffusely reflecting caps 160 may be constructed from a diffusely (or specularly) reflecting material, such as titanium dioxide, pigmented Lexan™ polycarbonate, or Spectralon™ plastic, thereby avoiding the need to apply a separate coating to the sheet 150 and the end caps 160. The reflectivity of Spectralon™ plastic is about 99%. Although it is preferred that the reflective surfaces 150, 160 be diffusively reflective, in an alternative embodiment these surfaces comprise specularly reflecting surfaces that are preferably faceted as in a product sold by 3M under the name Visible Mirror Film (specular or diffuse). Additionally, while the cavity of the preferred embodiment is gas-filled (with air), the cavity may also be formed by a liquid or solid.

Light exits the device 100 through a sheet member or film stack 170, which faces the diffusely reflecting sheet 150. As shown in FIGURE 2, the sheet member 170 acts as the output face of the device 100, and comprises an optical conditioning element 210, which may be covered with transmissive outer protective cover 200. The optical conditioning element 210 includes (in the direction of light propagating outward through the sheet member 170) one or more sheets of material, which are substantially parallel to each other, namely, a diffuser 180, an optional first prism sheet 190, and an optional second prism sheet 194. The diffuser 180 acts to randomize the direction of the light incident upon it and preferably has relatively low backscattering. By way of example, the diffuser 180 may be of any construction that will diffuse light, such as translucent sheets of plastic, or plastic with a rough surface. The prism sheets 190 and 194 may each be a brightness-enhancing film (BEF) for reducing the solid angle of the light, with an angular emission in the range of 50 to 80 degrees full width half maximum (FWHM). Brightness-enhancing films suitable for use in the preferred embodiments are commercially available from 3M Corporation. A thin film BEF, having linear pyramidal structures therein, is described in U.S. Patent 5,684,354 to Gleckman, which is hereby incorporated by reference herein. Preferably, the repeated structures of the sheets 190 and 194 are crossed at generally 90 degrees with respect to each other, and are each oriented at 45 degrees with respect to the longitudinal axis of the elongate housing 140.

The diffuser 180 and the prism sheets 190 and 194 of the optical conditioning element 210 spread the light uniformly over the output face of the device 100. The prism sheets also serve to concentrate the optical energy within a field of view, and this causes the light to be directed more intensely in the direction of an observer within that field. While it is preferred that the diffuser 180 be placed below the prism sheets 190 and 194 (as shown in FIGURE 2), it will be understood that the position of the diffuser and the prism sheets may be exchanged. The optical conditioning element 210 and the point source 174 are preferably separated by less than 3.5 inches, more preferably by less than 2.5 inches, and still more preferably by less than 1.5 inches. The protective outer cover 200 protects the device 100 from the environment, and may act as a color filter or contain darkened or lightened regions of a specific pattern, such as a logo, design, or alphanumeric characters.

As shown in FIGURE 2, the point sources 174, such as LEDs, are disposed just beneath the optical diverters 110. Electrical leads (not shown) from the point sources 174 are connected to the printed circuit board 130, with the sheet 150 having holes punched therein for accepting the leads of the LEDs 174, such that the sheet is positioned between the LEDs and the printed circuit board. The housing 140 includes lips or flanges 220 for holding the diffusely reflecting sheet 150 in place. The sheet 150 (and the LEDs 174 and the printed circuit board 130 to which the sheet 150 is attached) is advantageously flexible so that it may be slid underneath the lips 220, permitting the sheet 150 to naturally assume a shape which is typically parabolic in cross section. When the sheet 150 assumes a parabolic cross section, light reflected off the sheet is efficiently directed towards the optical conditioner 210.

An alternative preferred embodiment is illustrated in FIGURES 3 and 4. In this embodiment, a device 230 includes a cylindrically shaped housing 240 that functions both as a housing and a protective outer cover. The sheet member 170 is secured to a pair of lips or flanges 244 that run along the length of the device 230. (The flanges 244 may also function the same as the lips 220 of FIGURE 2, for holding the reflecting sheet 150 in place.) The device 230 is otherwise substantially similar to its counterpart 100 of FIGURES 1-2, and similar parts are designated with the same reference numerals. The housing 240 may be colored or include darkened portions for producing a desired visual effect. Alternatively, separate elements or layers of film (not shown) disposed between the conditioning element 170 and the housing 240 may be used for achieving a desired optical effect. Such elements may also be used in conjunction with the embodiment shown in FIGURES 1 and 2.

One aspect of the embodiments shown in FIGURES 1-2 and FIGURES 3-4 is that the intensity of light exiting the optical conditioning element 210 is spatially very uniform and thus appears to an observer to have constant luminance across the entire element 210. This uniformity can be quantified with reference to an imaginary grid of 1 mm^2 "pixels" on the output side of the optical conditioning element 210. As used herein, the term "pixel" means any square millimeter cell defined by an imaginary grid on the output side of the element 210 formed by two orthogonal sets of parallel lines separated by 1 mm. Thus, a pixel as used herein does not represent a discrete element, but rather corresponds to a square millimeter of the exterior surface of element 210. The ratio of the luminance of adjacent pixels is preferably between 0.95 and 1.05, more preferably between 0.98 and 1.02, and still more preferably between 0.99 and 1.01. The ratio of the luminance of non-adjacent pixels is preferably between 0.5 and 2.0, more preferably

between 0.57 and 1.75, still more preferably between 0.67 and 1.5, and most preferably between 0.77 and 1.3. It will be understood that a given ratio can be more or less than 1.0, depending upon whether the ratio is determined with the intensity of the more intense pixel placed in the numerator or the denominator, respectively.

As illustrated in FIGURES 5A and 5B, the mounting channel 144 is configured to mate with a mounting bracket 250, such as that illustrated in FIGURES 6A and 6B. The mounting bracket 250 is attached to a plate 260 that may be fastened to a building 270 or other structure using screws 280, bolts or the like. The mounting bracket 250 may be made of compliant plastic (or another suitable, outdoor-rated material) and comprises a latching member 290. To secure the mounting bracket 250 to the mounting channel 144, the profile of the latching member 290 is reduced by pressing the latching member 290 into the mounting channel 144, thereby squeezing both sides of the latching member about a slot 300, so that the latching member 290 is received by the mounting channel 144. Once the latching member 290 is within the channel 144, it springs back to reassume its uncompressed state (FIGURE 6A), thereby holding the lighting device 100 (230) in place.

The lighting devices 230 (100) may be advantageously constructed in segments of various lengths, such as 2, 4, or 8 feet. Two or more segments may be coupled together by a collar 310 as illustrated in FIGURES 7A and 7B. Within the collar 310 is a dual female connector 320 for receiving respective male connectors 330 from each of two lighting devices 230. The male connectors 330 are electrically connected to the printed circuit board 130, and the female connector 320 is tied electrically to a power source via an electrical line 340. The female connector 320 may be held in place within the collar 310 by, for example, rings or spokes (not shown) that extend within the collar. FIGURE 7C shows an alternative arrangement in which power is supplied via a single female connector 360 located at one end of one of the devices 230. In this case, adjacent devices 230 may be connected by a dual female connector (not shown) to which no electrical line 340 is attached.

A preferred embodiment of the optical diverter 110 is illustrated with respect to FIGURES 8-11. FIGURE 8 shows a cross section of an optical diverter 110a which includes a total internal reflection (TIR) region 400 with a surface 410 that is smoothly curved and defines a vortex shape forming an apex 421 that extends into the optical diverter 110a. The optical diverter 110a is surrounded by air, so that a refractive index interface is formed, which permits total internal reflection. The surface 410 of this embodiment substantially completely reflects light incident thereon, such that substantially no light is transmitted therethrough. The TIR region 400 may advantageously have the shape of an equiangular spiral that forms a cuspate portion 420. The surface 410 of FIGURE 8 is shown as being axially and circularly symmetrical and extending 360 degrees about a vertical axis 424 aligned with and passing through the point source 174. However, a TIR diverter (not shown) may be used in which the cuspate portion is symmetrical about a line rather than being symmetrically oriented about a point, as in FIGURE 8. Such a TIR diverter enjoys planar rather than radial symmetry.

In the embodiment of FIGURE 8, the point source 174, such as an LED, is mounted below the apex 421 of the TIR surface (i.e., just below the point on the cusp 420) in close proximity thereto, with the reflecting surface extending 360° about the LED and apex. The LED 174 is contained within an LED package 430, which resides within a recess

440 in the optical diverter 110a. In order to ensure good coupling into the optical diverters 110 disclosed herein, and to reduce reflections at the interface between the LED package 430 and the boundary of the recess 440, a transparent optical coupling agent (not shown), such as an adhesive or gel, may be used to preclude any optically interfering air gaps between the LED 174 and the optical diverter. The transparent optical coupling agent could be an epoxy, silicone, or any well-known organic or inorganic optical coupling material. Preferably, the refractive index of the coupling agent is between that of the LED package and the optical diverter 110.

The surface 410 may be curved, or it may include a plurality of flat surfaces approximating a curve to form a totally internally reflecting (TIR) lens having a focal point. When the point source 174 is positioned (as shown) at this focal point, light generated by the point source 174 is totally internally reflected from the surface 410. If the surface 410 is curved, any one of a number of shapes may be employed, such as a hyperboloid, paraboloid, cone, cusp or other surface of revolution. Mathematical modeling of these shapes can be performed with an optical analysis software package such as ASAP by Breault Research of Tucson, Arizona. The surface 410 is contoured such that substantially all light rays emitted from the LED 174 at the focal point of surface 410 are incident on the surface 410 at an angle at least equal to the critical angle. This may be accomplished by calculating the range of possible incidence angles of light rays from the LED 174 at the focal point at various local portions of the surface 410. The local portions are then oriented so that all rays are incident within the critical range. The local portions could be large in size so that the surface 410 consists of a collection of flat surfaces, for example. As the size of the local portion decreases, the surface 410 forms into a smoothly curved surface having, for example, the equiangular spiral shape shown in FIGURE 8.

While a circularly and axially symmetric cuspated surface is preferred for many applications, the surface 410 need not be symmetrical. In general, the surface 410 is flared so that light that reflects off of the surface 410 will be directed out of and away from the optical diverter 110a. In this sense, the optical diverter 110a of this embodiment acts as a lateral diverter of light. This flared surface 410 may be viewed as extending between an apex portion of the surface 410 (corresponding to the cusp 420 of FIGURE 8) and a base portion 450 above the apex. The base portion 450 flares outwardly (radially) from the vertical axis 424 that passes through the apex 421 and the point source 174. Thus, the flared reflecting surface 410 flares outwardly from the apex 421 to the base portion 450. A groove 480 in the embodiment of FIGURE 8 (and the embodiments of FIGURES 9, 10, 11 and 13 discussed below) has a depth such that substantially all rays which would otherwise propagate directly from the point source 174 to the side surface 120 of the diverter 110a are intercepted by at least one wall of the groove. Thus, the groove 480 prevents direct propagation of rays though the side surface 120 and onto the optical conditioning element 210, and thereby prevents such rays from causing non-uniformities in the output luminance.

FIGURES 9-11 depict the optical paths of various rays within the optical diverter 110a, in which FIGURE 9 is an overview of the various paths that light rays take. The optical diverter 110a is illustrated as having an annular groove 480, one face of which (surface 490) is frosted. The groove 480 redirects light from the LED 174 that is incident thereon. Light rays emanate from the LED 174 at the focal point of surface 410 within the LED package 430.

EX1003, Page 1249

Some light rays 460 are refracted through the inner side surface of the grove 480 for propagation to the top surface of the groove, where the rays 460 are again refracted for propagation to the TIR reflecting surface 410. Other rays 470 pass within the region bounded by the inner side surfaces of the groove 480, and thus by-pass the groove for direct propagation to the TIR reflecting surface. Rays 460 and 470 both undergo TIR at surface 410, are reflected downwards, and eventually exit the diverter through side surface 120. As discussed above in connection with FIGURE 1, light exiting the diverter 110a is diffusely reflected by the sheet 150 and by the end caps 160 at either end of the device 100 (230), and eventually exits the device through the sheet member 170, which faces the diffusely reflecting sheet 150.

The progress of light rays 460 and 470 though the diverter 110a is shown in more detail in FIGURES 10 and 11, respectively. FIGURE 10 shows light rays 460 being refracted by the walls of the groove 480. While some rays 460a pass directly out of the side surface 120 of the diverter 110a after undergoing TIR, other rays 460b are internally reflected towards the frosted surface 490, where they are scattered in many directions before exiting the device 100 (230). FIGURE 10 also shows rays 465, which pass through the inner side surface of the groove 480 for propagation to the frosted outer side surface 490, where the rays 465 are scattered in many directions. This scattering prevents them from becoming visible through the output area. FIGURE 11 shows light rays 470 undergoing TIR at surface 410 and being refracted at face 120, whereupon the rays 470 exit the diverter 110a. Surface 410 can have a shape tailored to cause uniform illumination of the sheet 150.

Another TIR embodiment is illustrated in FIGURE 12, in which an optical diverter 110b includes a flared reflecting surface formed by a cuspate portion 492 and a refracting portion formed by an elliptical drum lens or torus portion 494, below the cuspate portion 492. Both the cuspate portion 492 and the refracting portion 494 are surfaces of revolution about an axis 496 that passes through the point source 174, as well as through the apex of the cuspate portion 492. Light rays 498 that strike surface 410b in the cuspate portion 492 undergo total internal reflection and exit the diverter 110b propagating nominally perpendicular to the axis 496. Light rays 500 exiting a surface 502 of the toroidal portion 494 are refracted so that they also propagate nominally perpendicular to the axis 496. Further, the surface 502 is designed so that substantially no rays propagate from the point source 174 through the side surface 120N without first undergoing TIR at surface 410b. The resultant distribution of light outside of the diverter 110b is such that the embodiment of FIGURE 12 acts with an isotropic hemispheric source to produce an equatorial distribution with a latitudinal beam width depending on the relative size of the point source 174. The diverter 110b is suitable for use in the lighting devices disclosed herein, but alternatively, it may be used by itself outside of a housing 140 (240) to produce 360 degree, latitudinally narrow output in the far field. Typical applications are aircraft warning beacons for high structures and marine beacon on buoys.

Although the embodiment illustrated in FIGURES 8-11 includes a surface 410 that is totally internally reflecting with respect to light rays 460 and 470, and the embodiment of FIGURE 12 also includes a surface 410b that is totally internally reflecting, an alternate embodiment comprises a surface 510 which is only partially rather than totally internally reflecting. As illustrated in FIGURE 13, this embodiment includes a flared surface comprising a

cuspate portion 420c and a base portion 450c. Optical radiation 520 that would otherwise be reflected for propagation through the side face 120 of the optical diverter 110c passes through (i.e., is diffusely transmitted by) the surface 510 for propagation directly through the sheet member 170, without reflecting off the reflective sheet 150 or one of the caps 160. This may enhance uniformity of illumination of the sheet member 170 and eliminate optical losses associated with reflections off the sheet 150 and the caps 160. In FIGURE 13, however, a substantial portion of the light rays 460 and 470 are preferably still totally internally reflected at surface 510. The optical diverter 110c may be advantageously sized to allow at least a substantial portion of the light reflected off the cavity sheet 150 to reach the optical conditioning element 210 without passing through the diverter 110c, and the reflective surfaces 150 and 160 arranged to allow at least a substantial portion of the light transmitted through the surface 510 to reach the optical conditioning element without reflection. This feature acts to compensate for reduced illumination of the sheet 150 just beneath the diverter 110c.

A surface 510 that is partially reflecting and partially transmitting may, in general, be formed by appropriately selecting the angle of incidence between the light rays 460 (470) and the surface 190. For example, the surface 510 may be formed at an angle that insures that some light "leaks through" the surface 190 while other light is reflected off of surface 190. Additionally, the apex of the cuspated portion may be rounded to provide controlled leakage of light from the LED 174 through the surface 510 immediately above the LED. This eliminates dark spots above the LED 174. Moreover, as illustrated in FIGURE 13, a surface 410 that is initially totally internally reflecting may be lightly sandblasted or etched to form distributed scattering centers 530 thereon, such that some of the light incident on the scattering centers passes through the surface 410. These scattering centers 530 may be distributed non-uniformly on the surface 410. Also, the surface 410 may be heavily etched or sandblasted to form a pattern such as a series of concentric rings 540 (see the diverter 110d of FIGURE 14) about a center 544 at an apex of the surface, which likewise results in some of the light leaking through the surface.

The optical diverters shown in FIGURES 8-14 may be comprised of material that is transparent to the light produced by the LED 174, such as a transparent polymeric material, and may be manufactured by various well-known methods, such as machining or injection molding. Preferred materials for the optical diverters 110 are acrylic, polycarbonate, and silicone. Acrylic, which has an index of refraction of approximately 1.5, is scratch-resistant and has a lower cost relative to polycarbonate. On the other hand, polycarbonate, which has an index of refraction of approximately 1.59, has higher temperature capabilities than acrylic. Polycarbonate also has improved mechanical capabilities over acrylic. Silicone has a refractive index of approximately 1.43. The refractive index of air is nearly 1.0.

While the reflectors of the preferred embodiments are flared, another embodiment (not shown) utilizes a non-flared planar reflector which is partially reflective and partially transmissive. Also, instead of using optical diverters 110 which rely upon total or partial internal reflection, reflection may be provided by partially or totally reflective mirrors (not shown), in which the mirrors are preferably contoured to reflect light laterally. Such mirrors may advantageously include a curved surface, so that light is reflected over a range of angles and scattered within the

device 100 (230) to provide uniform illumination of the sheet member 170. This function may also be performed by a transparent optical element that has a non-uniform change in its index of refraction, for example, a gradient index optical element.

The point sources 174 may advantageously comprise an LED cluster that provides tricolor output, e.g., red, green, and blue, so that virtually any color may be produced by appropriately selecting the relative intensity of the respective component wavelengths. Further, both gradual and fast time-changes in color are possible, and travelling wave patterns may be generated when the respective outputs of the LEDs 174 are successively varied in a coordinated fashion. Although the point sources 174 have been principally described with respect to LEDs, other point sources may be used, such as miniature incandescent filaments or arc lamps (not shown). However, LEDs are preferred because of their ability to operate at relatively low voltage (e.g., 24 volts DC or less). Also, LEDs generate no RF interference. As a further alternative to using LEDs as the point sources 174, a fiber optic line (not shown) may be used to distribute light to a series of optical diverters 110, in which light is tapped off at various points along the fiber optic line (corresponding to the point sources 174) and is directed into the diverters. In this case, a laser diode or other light generator may be used to couple light into the fiber optic line, and the fibers form the point sources of light.

The cylindrical or semi-cylindrical devices illustrated in FIGURES 1-4 may be used in a number of different applications, such as for decorative illumination, light boxes, backlights, and for guidance along pathways. Further, the housing utilized with the optical diverters 110 and sheet member 170 may be constructed in various sizes and shapes, including wide area planar, linear elongate, and curved elongate. FIGURE 15 illustrates one embodiment in which the letter "G" has been formed. Other possible embodiments will be apparent to those skilled in the art. For example, instead of positioning the optical diverters 110 along a line or a curve, the optical diverters may be mounted, for example, in a grid (not shown) to cover a wide-area display, the surface of which may have numbers, letters, logos, or other indicia printed thereon.

It should be understood that the scope of the present invention is not limited by the illustrations or the foregoing description thereof, and that certain variations and modifications of the foregoing embodiments will suggest themselves to one of ordinary skill in the art.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. An illumination apparatus, comprising:

a cavity having reflective surfaces and an output area;

at least one light source disposed in said cavity, said light source comprising a point source and an optical diverter having a flared reflecting surface; and

an optical conditioning element over said output area, said optical conditioning element comprising at least a diffuser.

2. The apparatus of Claim 1, wherein said flared reflecting surface extends between an apex portion of said surface and a base portion of said surface, said diverter having an axis passing through the apex portion and the point source, said base portion being above the apex portion and extending radially outwardly from said axis such that the reflecting surface flares outwardly from the apex portion to the base portion.

3. The apparatus of Claim 2, wherein the flared surface is curved.

4. The apparatus of Claim 3, wherein the flared surface is cuspated.

5. The apparatus of Claim 2, wherein the flared surface is formed by a refractive index interface configured to totally internally reflect light from the point source laterally outwardly from said axis.

6. The apparatus of Claim 1, wherein the point source comprises an LED.

7. The apparatus of Claim 1 wherein the point source comprises a miniature incandescent filament or arc lamp.

8. The apparatus of Claim 1, wherein the optical conditioning element comprises a prism sheet.

9. The apparatus of Claim 8, additionally comprising a second prism sheet, each prism sheet having repeated structures oriented generally orthogonal to repeated structures of the other prism sheet.

10. The apparatus of Claim 8, wherein the prism sheet and diffuser are in substantially parallel relationship, with the diffuser closer to the light sources than the prism sheet.

11. The apparatus of Claim 1, wherein said cavity is within an elongate housing having a width which is not substantially greater than the width of the output area.

12. The apparatus of Claim 11, wherein the optical conditioning element comprises at least one prism sheet having repeated structures oriented at about 45° relative to a longitudinal axis of the elongate housing.

13. The apparatus of Claim 11, wherein the apparatus comprises at least two of said elongated housings coupled end to end.

14. The apparatus of Claim 1, wherein the point source and the optical conditioning element are separated by 3-1/2 inches or less.

15. The apparatus of Claim 1, wherein the point source and the optical conditioning element are separated by 2-1/2 inches or less.

16. The apparatus of Claim 1, wherein the point source and the optical conditioning element are separated by 1-1/2 inches or less.

17. The apparatus of Claim 1, wherein the cavity reflecting surfaces are diffusively reflective.

18. The apparatus of Claim 17, wherein the diffusively reflective surfaces have a reflectivity of at least 90%.

19. The apparatus of Claim 1, wherein the flared reflecting surface is partially reflective and partially transmissive.

20. An illumination apparatus, comprising:

a housing comprising a cavity having reflective surfaces and an output aperture;

an optical conditioning element across the output aperture, said conditioning element comprising at least one sheet having a plurality of pixels;

at least one light source disposed within said cavity directly beneath said conditioning element, said at least one light source comprising a point source spaced less than 3-1/2 inches from said sheet and illuminating said reflective surfaces such that the ratio of the luminance of adjacent pixels is between 0.95 and 1.05 and the ratio of the luminance of non-adjacent pixels is between 0.5 and 2.0, whereby the appearance of illumination at said sheet is substantially uniform.

21. The apparatus of Claim 20, wherein said reflective surfaces of said cavity are diffusively reflective with a reflectivity of at least 90%.

22. The apparatus of Claim 20, wherein said ratio of adjacent pixels is 0.98 to 1.02.

23. The apparatus of Claim 20, wherein said ratio of adjacent pixels is 0.99 to 1.01.

24. The apparatus of Claim 20, wherein said ratio of non-adjacent pixels is 0.57 to 1.75.

25. The apparatus of Claim 20, wherein said ratio of non-adjacent pixels is 0.67 to 1.5.

26. The apparatus of Claim 20, wherein said ratio of non-adjacent pixels is 0.77 to 1.3.

27. The apparatus of Claim 20, wherein said sheet comprises a prism sheet.

28. The apparatus of Claim 27, wherein the optical conditioning element comprises a diffuser sheet disposed below the prism sheet.

29. The apparatus of Claim 28, wherein the optical conditioning element comprises a second prism sheet.

30. The apparatus of Claim 20, wherein said at least one light source comprises a point source and a total internal reflection lens having a cuspated surface for reflecting light from the point source against said diffusive reflective surfaces.

31. The apparatus of Claim 20, wherein the apparatus has plural light sources spaced by 2-1/2 inches or less from the sheet.

32. The apparatus of Claim 20, wherein the apparatus has plural light sources spaced from each other by at least one-half inch.

33. An illumination apparatus, comprising:

a cavity formed by reflective material, said cavity having an output area;

an optical conditioning element at said output area;

a light source in said cavity, said light source comprising a point source and an optical diverter having a reflecting surface that is partially reflective and partially transmissive, said reflective surface allowing a portion of light incident thereon to pass through the reflecting surface, while reflecting another portion of the incident light onto the reflective material, said reflective material reflecting light within said cavity, whereby said output area and optical conditioning element are illuminated.

34. The apparatus of Claim 33, wherein said reflective material is diffusively reflective with a reflectivity of at least 90%.

35. The apparatus of Claim 33, wherein said reflecting surface of said optical diverter is comprised of a refractive index interface that totally internally reflects said substantial portion of the incident light while permitting another portion of light to pass through the interface.

36. The apparatus of Claim 35, wherein said reflecting surface of said optical diverter is comprised of scattering centers that scatter light incident thereon.

37. The apparatus of Claim 36, wherein the scattering centers are distributed over said reflecting surface.

38. The apparatus of Claim 37, wherein the distribution is non-uniform.

39. The apparatus of Claim 38, wherein the scattering centers are in the form of a pattern.

40. The apparatus of Claim 39, wherein the pattern comprises concentric rings having a center at a vertex of the reflective surface.

41. An illumination apparatus, comprising:

an optical diverter comprised of transparent material having a reflecting surface formed by a refractive index interface configured to totally internally reflect light from a point source positioned to emit a first portion of light rays towards the reflecting surface and a second portion of light rays towards a side surface of the diverter, said diverter comprising a refracting interface that refracts the second portion of light rays towards the reflecting surface, such that both the first and second portions of light rays are reflected from said reflecting surface.

42. The illumination device of Claim 41, wherein said point source emits a third portion of light rays towards said side surface, said diverter further comprising a scattering surface that scatters said third portion of rays.

43. The illumination device of Claim 41, wherein the point source is disposed at the bottom of the diverter, and the reflecting surface is oriented to reflect the first and second portions of light rays towards the bottom of the diverter.

44. An illumination apparatus, comprising:

an optical diverter comprised of transparent material having a flared reflecting surface formed by a refractive index interface, said interface configured to totally internally reflect light from a point source that is positioned adjacent to an apex of the flared reflecting surface and which emits light rays for reflection by the reflecting surface.

45. The apparatus of Claim 44, wherein at least a portion of the reflecting surface is partially transmissive such that some of the light is transmitted through the surface.

46. The apparatus of Claim 45, wherein said portion comprises the apex.

47. The apparatus of Claim 44, wherein the reflective surface substantially completely reflects light incident thereon, such that substantially no light is transmitted therethrough.

48. The apparatus of Claim 44, wherein the reflecting surface extends 360° about the apex.

49. The apparatus of Claim 44, comprising a drum lens that is integral and optically contingous with the diverter.

50. An illumination apparatus, comprising:

a cavity having reflective surfaces and an output area;

at least one light source disposed in said cavity, said light source comprising a point source and an optical diverter having a surface that is partially reflective and partially transmissive;

an optical conditioning element over said output area, said optical conditioning element comprising a diffuser, said diverter positioned between the point source and optical conditioning element such that (a) a portion of light emitted by the point source is reflected from the diverter towards the reflective surfaces of the cavity, and (b) another portion of light emitted by the point source is transmitted through the surface of the diverter towards the optical conditioning element, said diverter sized to allow at least a substantial portion of the reflected light to reach the optical conditioning element without passing through the diverter, said diverter and said reflective surfaces of said cavity arranged to allow at least a substantial portion of the transmitted light to reach the optical conditioning element without undergoing reflection.

51. The illumination apparatus of Claim 50, wherein the diverter comprises a lateral diverter.

52. The illumination apparatus of Claim 51, wherein the lateral diverter has a flared surface.

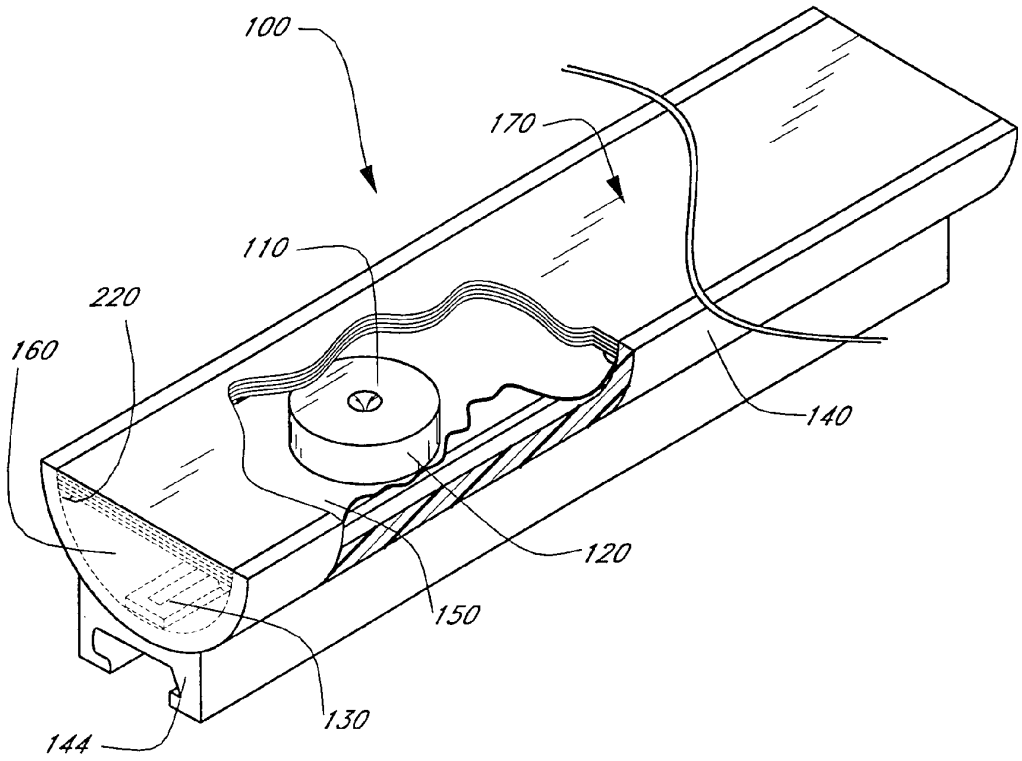


FIG. 1

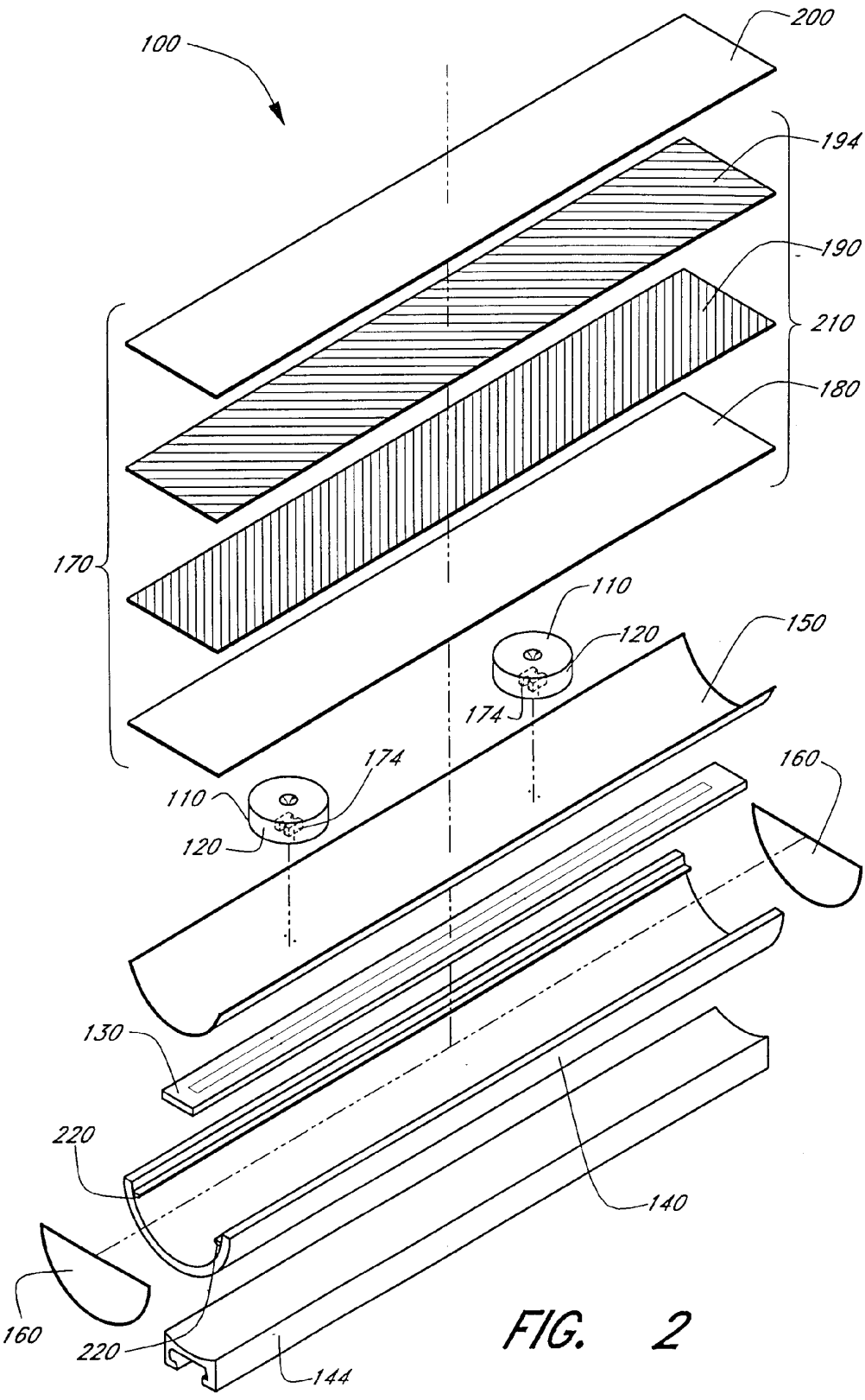

100
200
194
190
210
180
170
110
120
150
174
174
160
110
120
130
220
140
160
220
144

FIG. 2

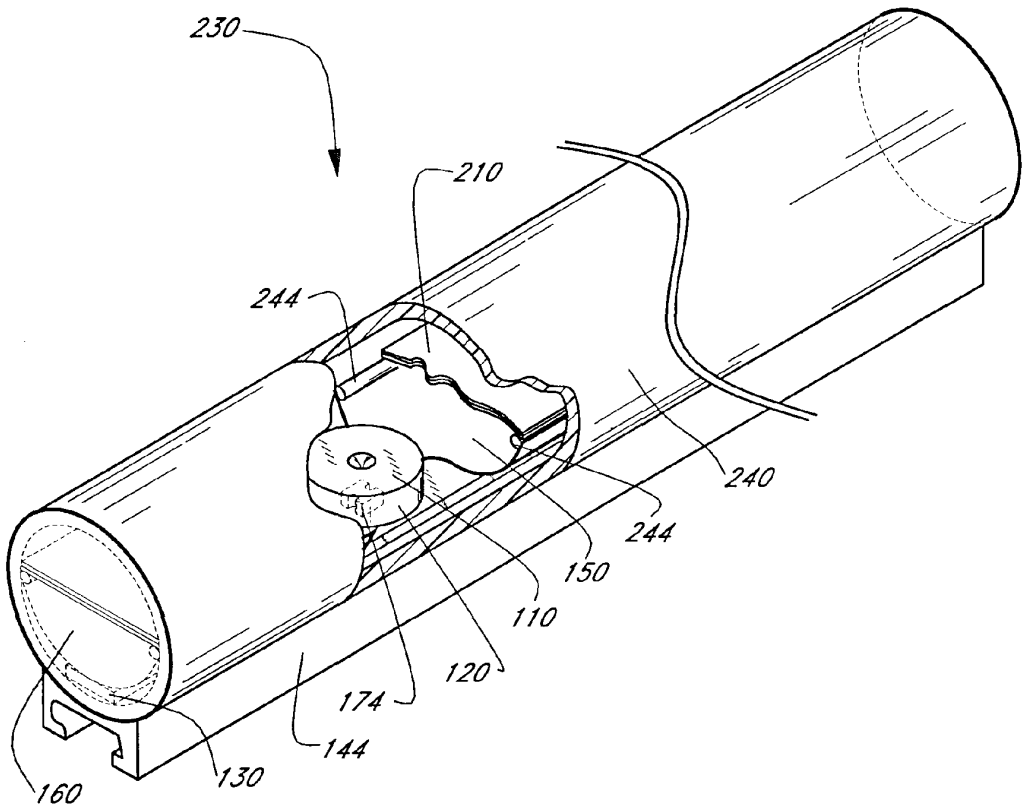


FIG. 3

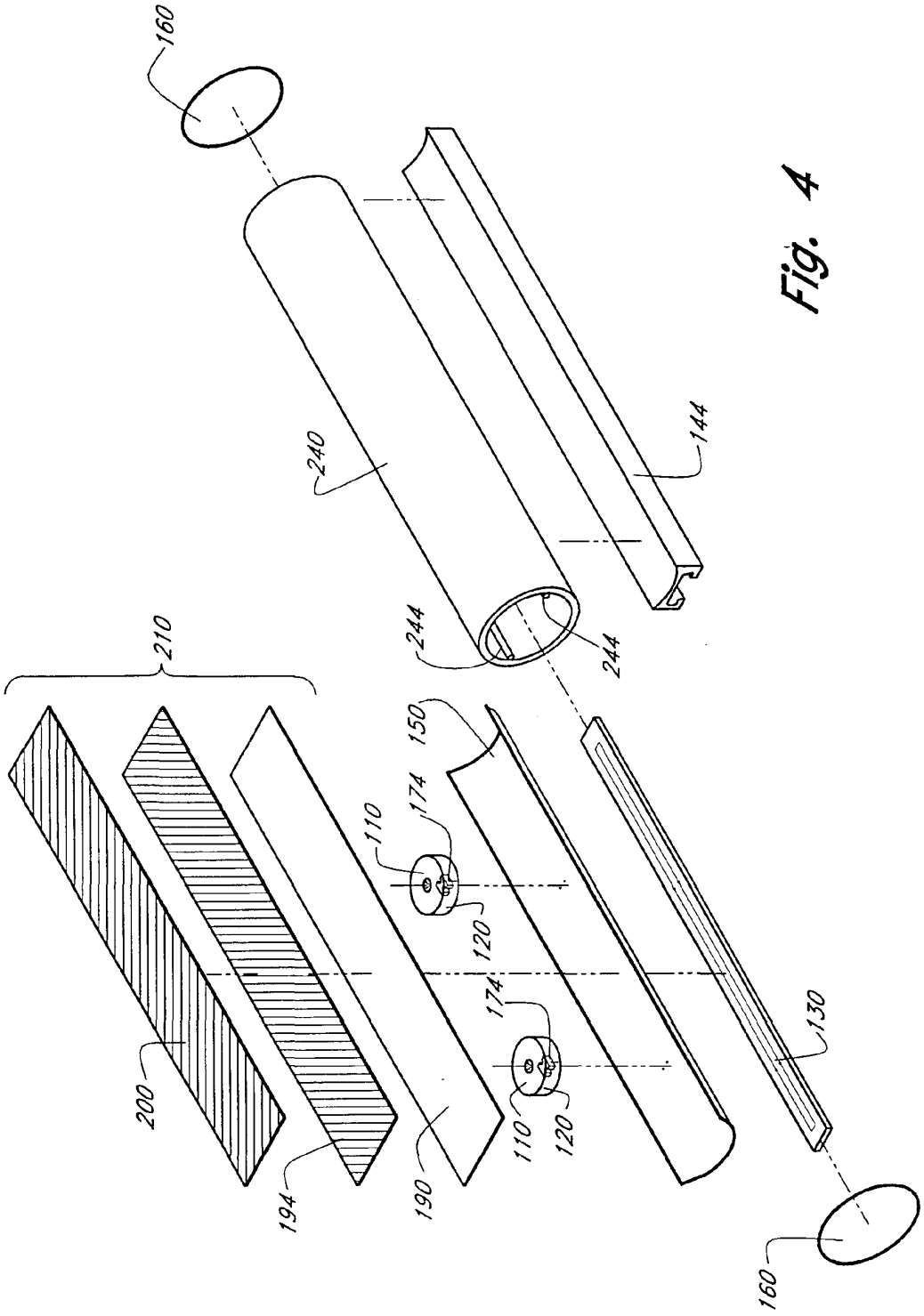

160
240
144
244
244
210
150
174
110
120
174
130
200
194
190
110
120
160

Fig. 4

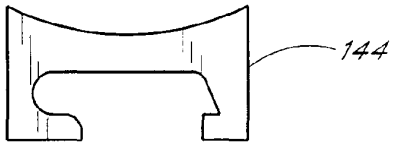


FIG. 5A

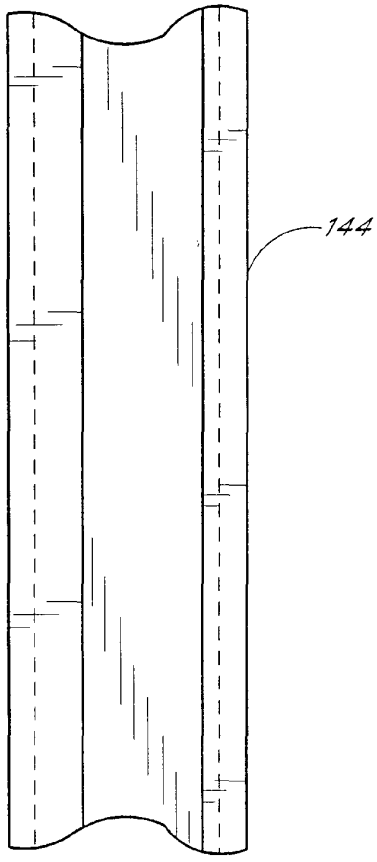


FIG. 5B

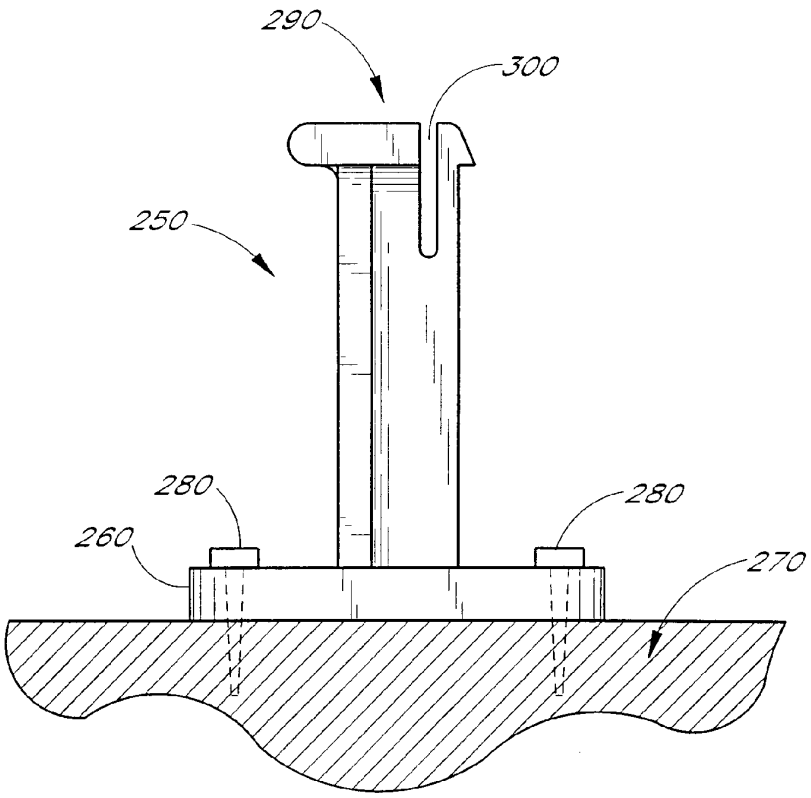


FIG. 6A

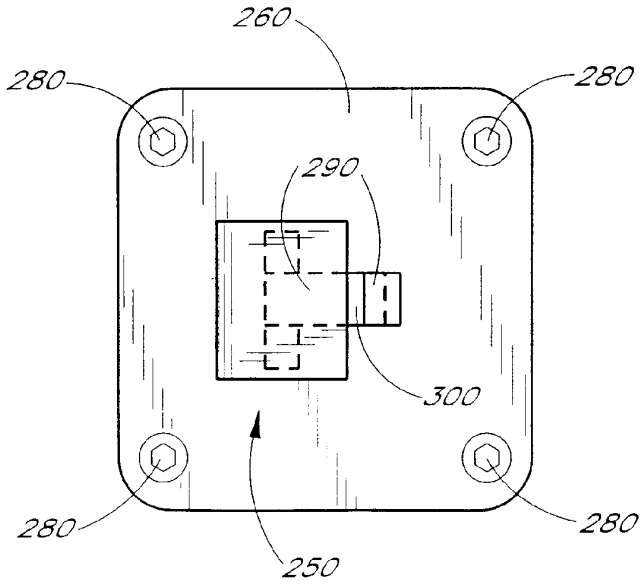


FIG. 6B

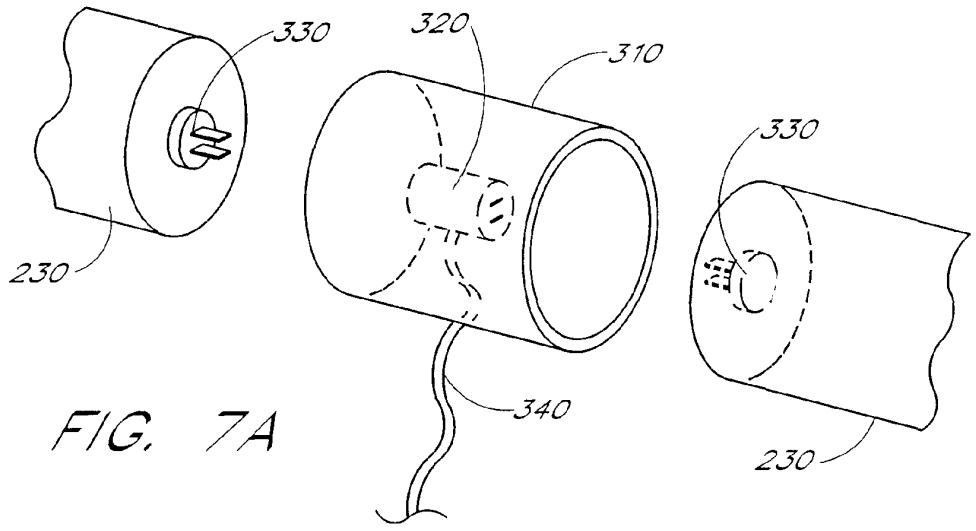


FIG. 7A

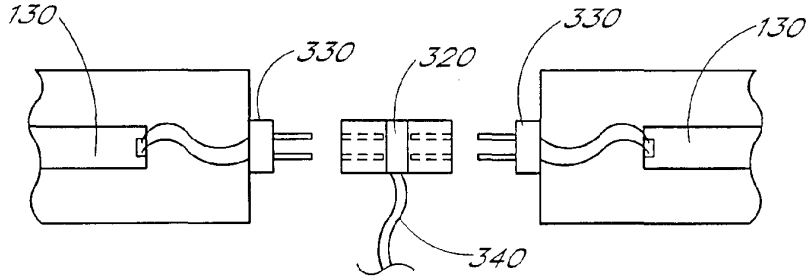


FIG. 7B

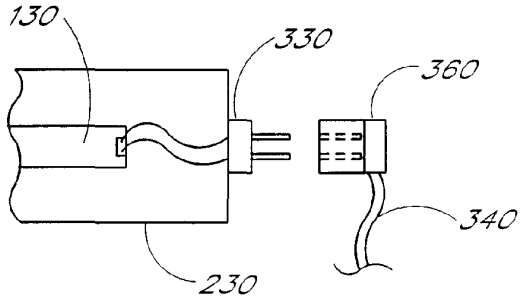


FIG. 7C

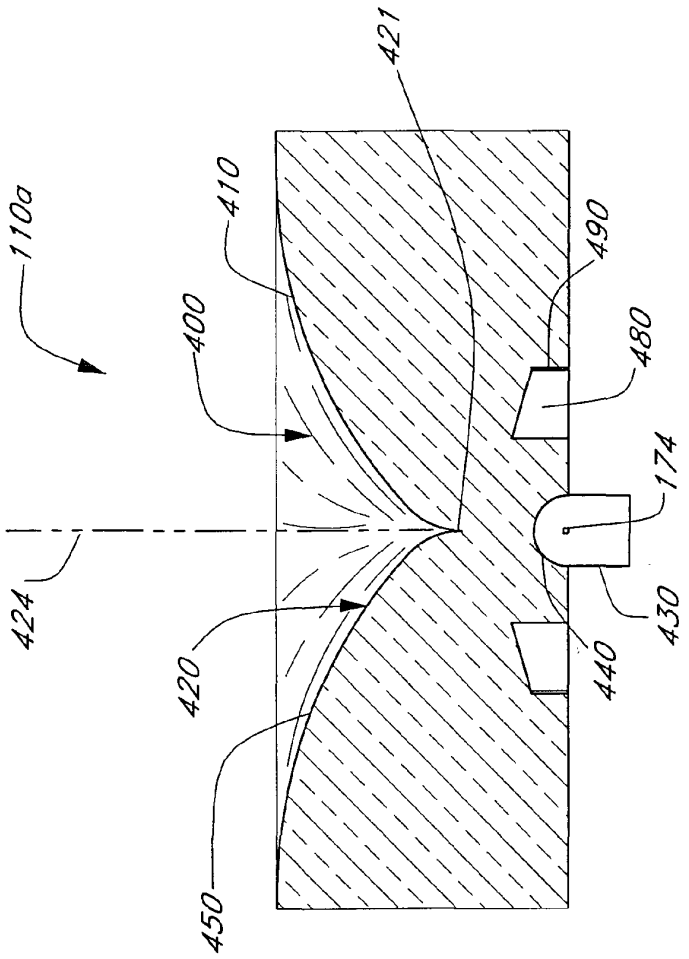


Fig. 8

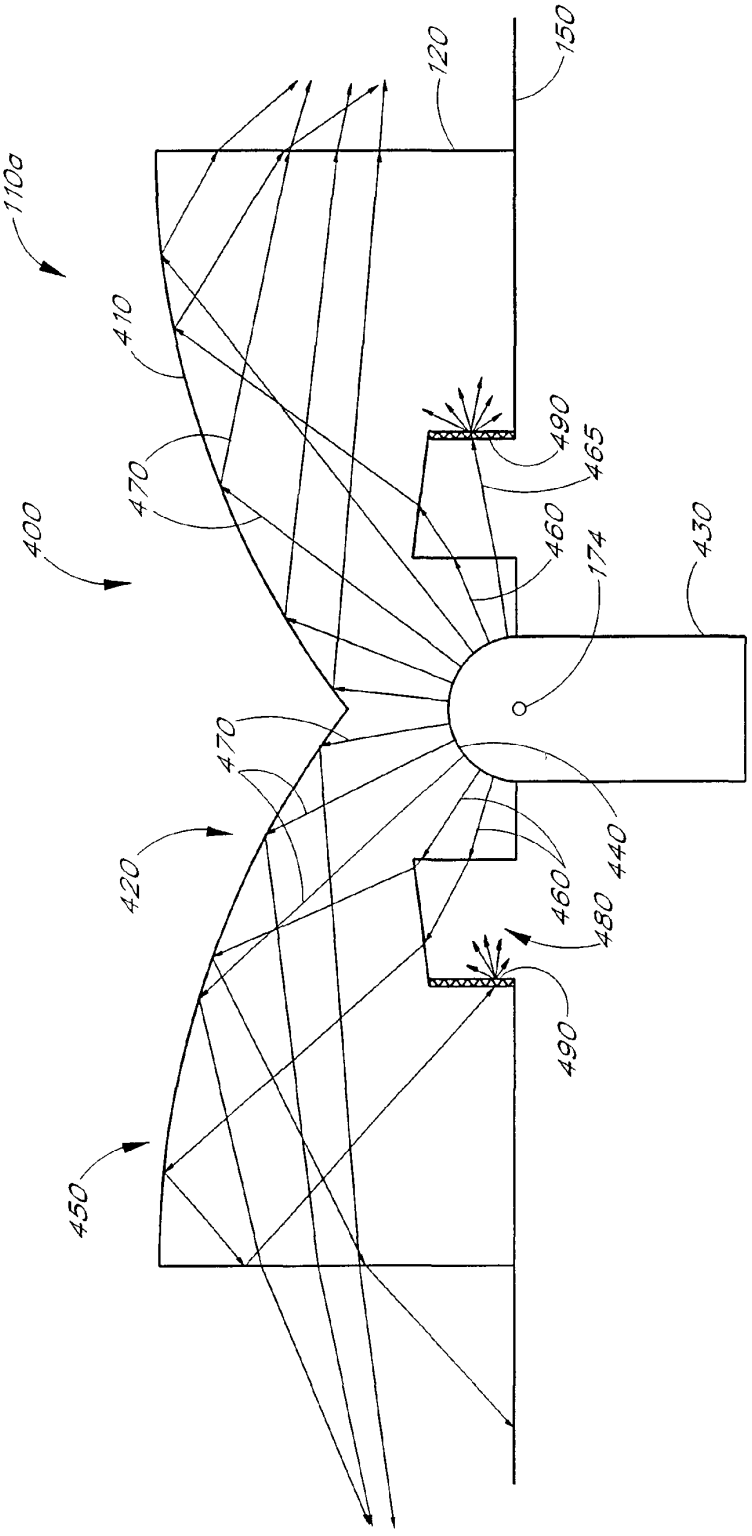

1100
410
400
470
120
150
490
465
460
174
430
470
420
440
460
480
490
450

FIG. 9

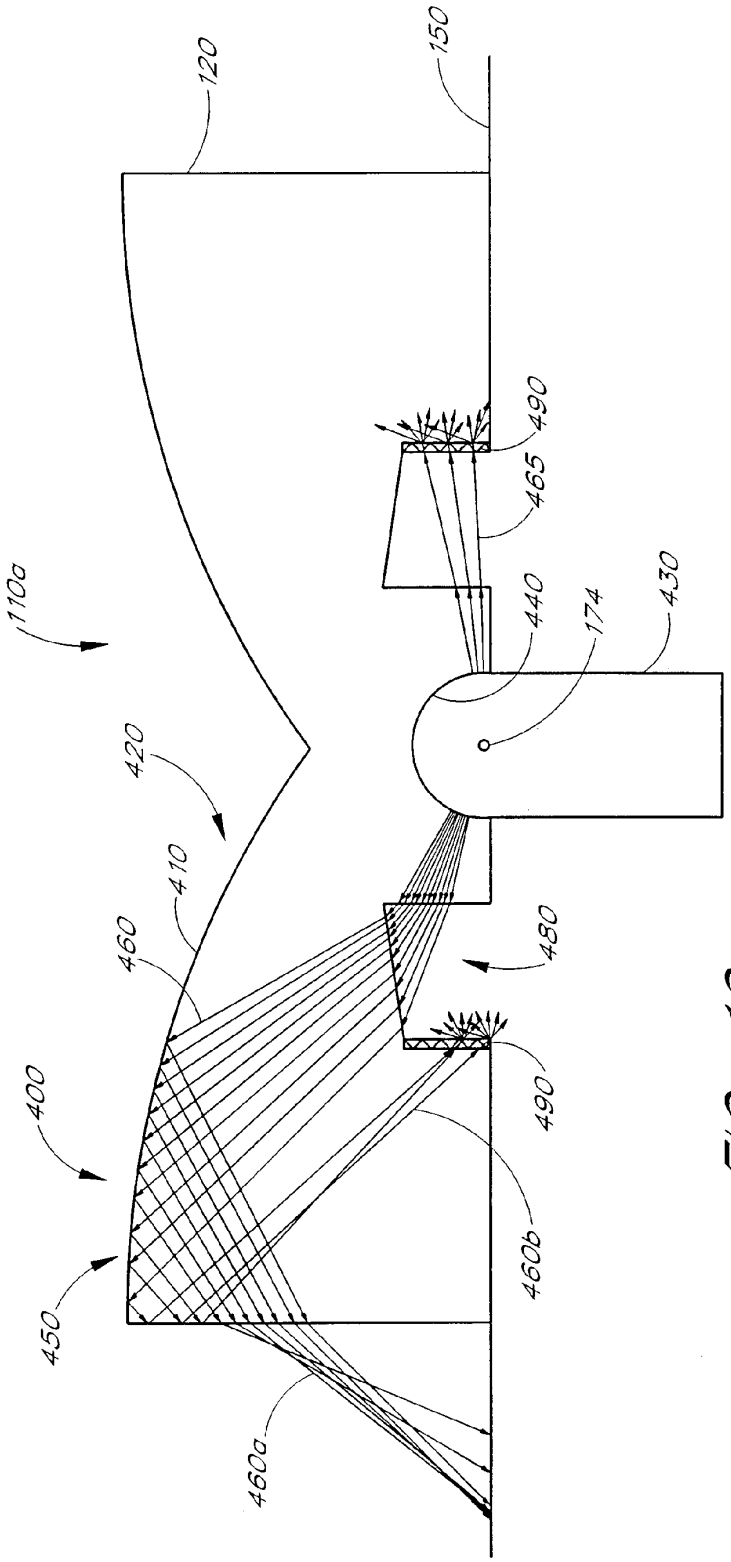

120
150
490
465
110a
440
174
430
420
410
460
480
400
490
460b
450
460a

FIG. 10

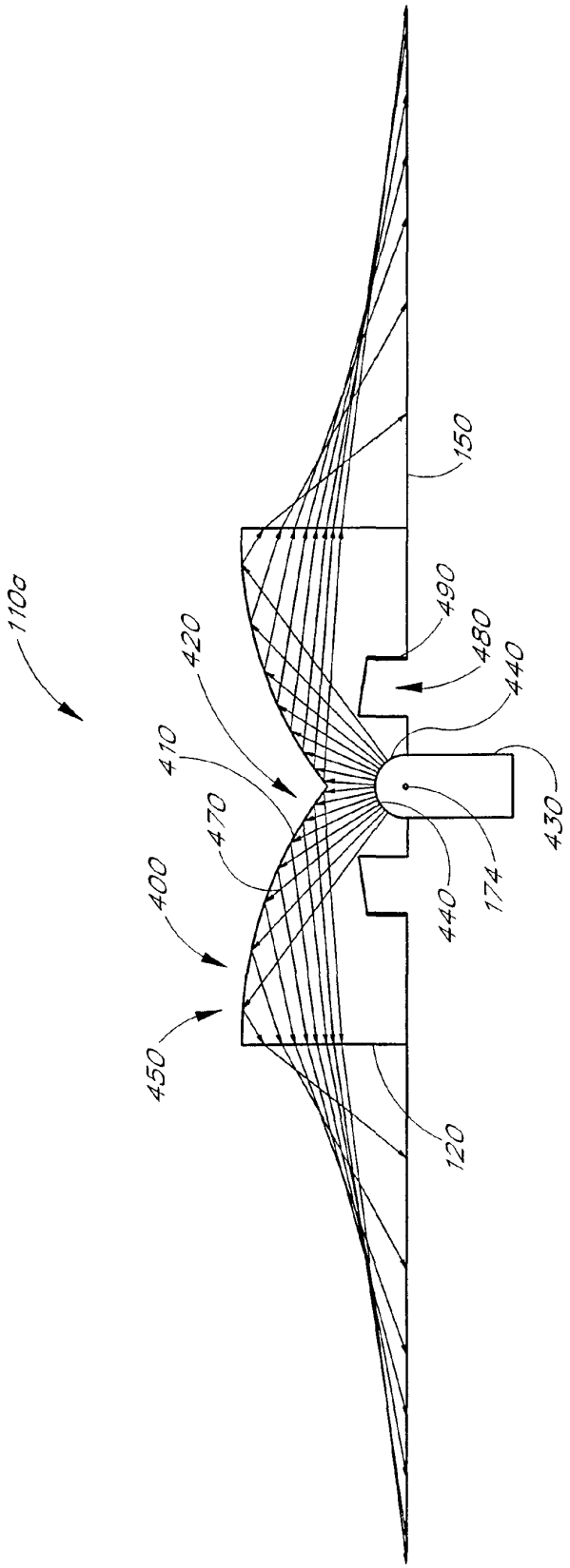


FIG. 11

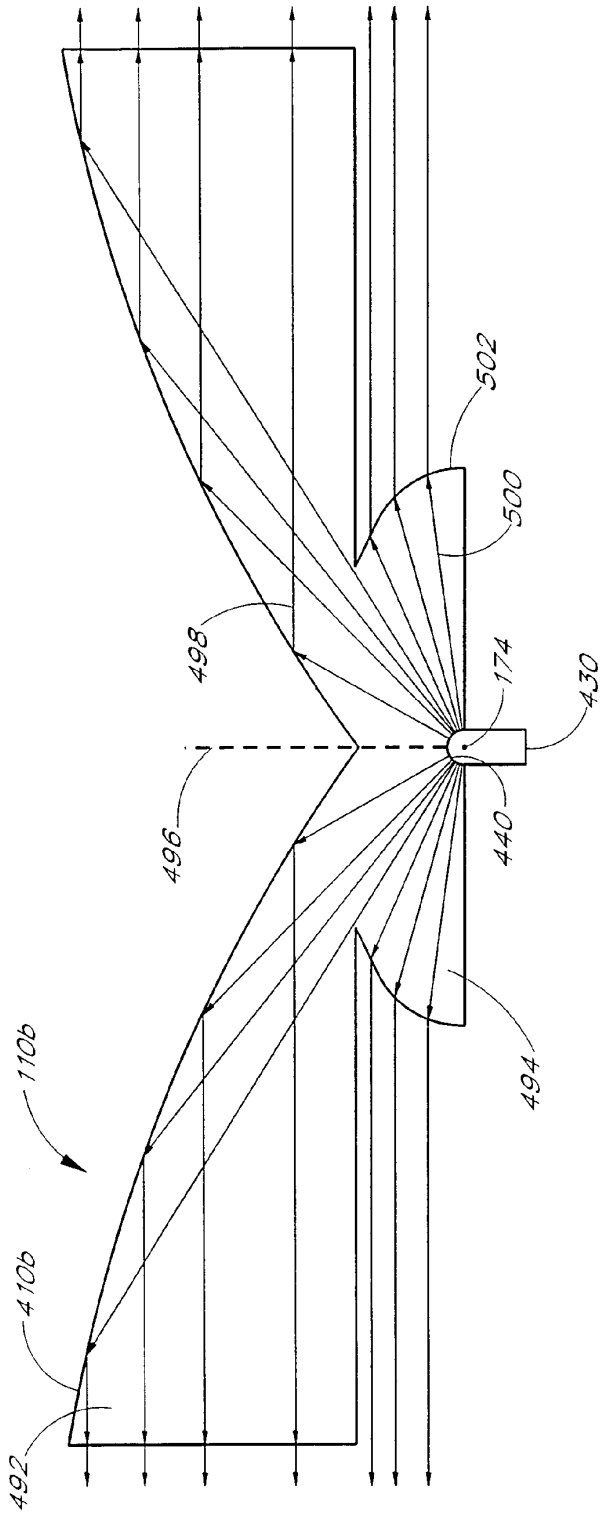


FIG. 12

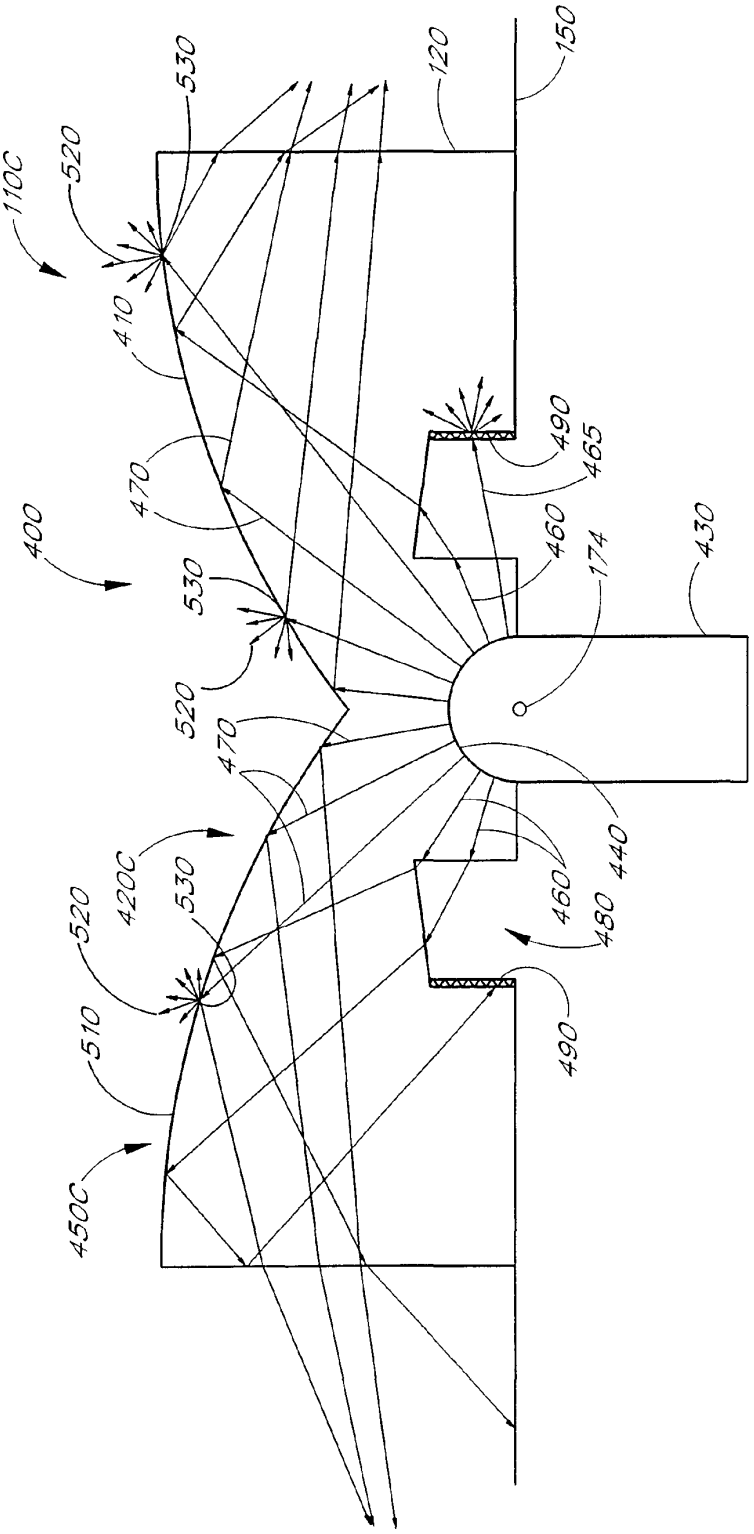

110C
520
530
120
150
410
490
465
470
460
400
174
430
530
520
470
440
420C
530
520
460
480
510
490
450C

FIG. 13

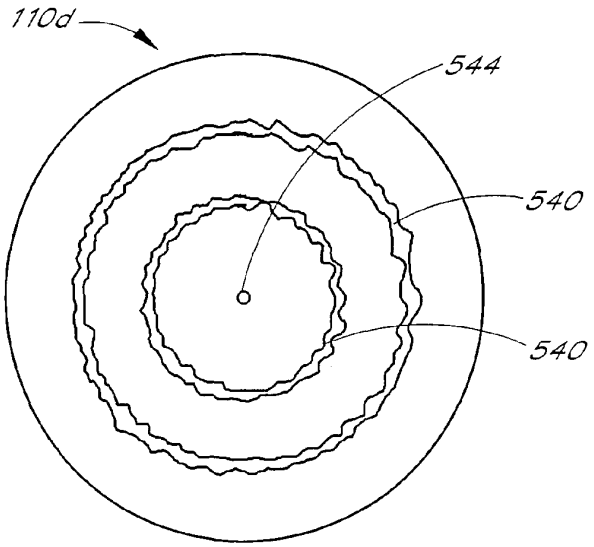


FIG. 14

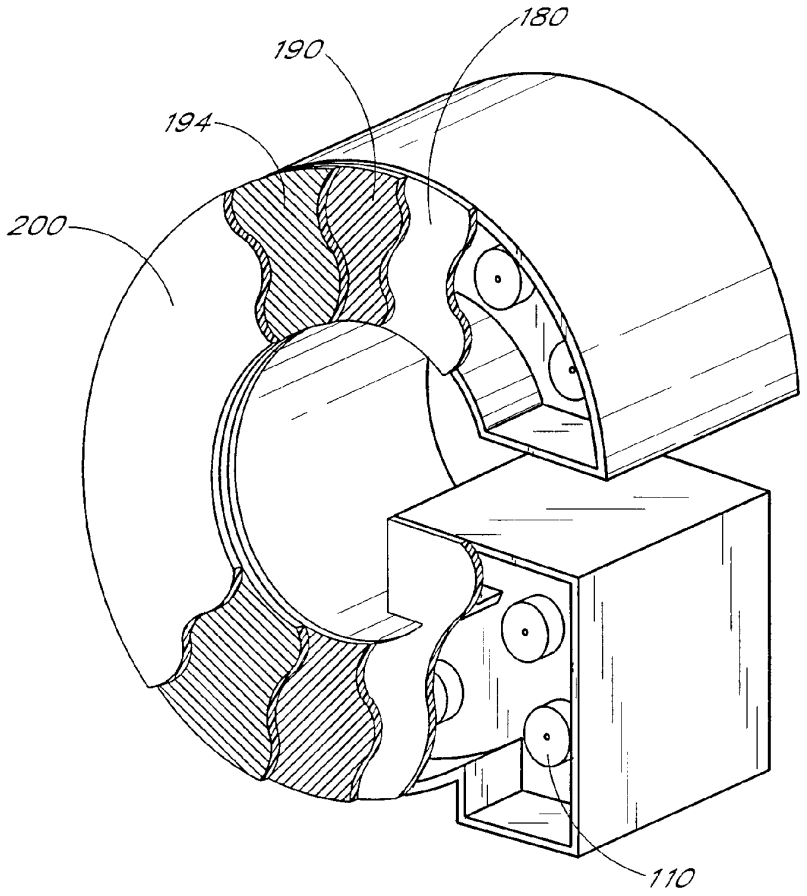


FIG. 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US 00/18002

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F21S2/00 F21V23/06 F21V21/088 //F21Y101:02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F21P F21K F21V

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 733 850 A (BARTENBACH CHRISTIAN) 25 September 1996 (1996-09-25) column 1, line 21 -column 2, line 30 column 3, line 34 - line 41 figures 1,2,4,5,7	1,11,19, 33,35, 44,45
A		5,7,8, 20,50

X	DE 42 37 107 A (WUSTLICH HOLDING GMBH) 5 May 1994 (1994-05-05) column 3, line 40 -column 4, line 65 figures 1-4	1,6,11, 13
A		17,18, 20,33, 41,44,50

	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30 October 2000	08/11/2000

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Cosnard, D

2

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internation. plication No
PCT/US 00/18002

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication,where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 23 09 586 A (NORTHERN ELECTRIC CO) 30 August 1973 (1973-08-30) page 8, line 19 -page 9, line 12 page 10, line 13 - line 21 figures 1,7,12	33,35, 44,45
A		1,20,41, 50
X	WO 99 20937 A (ADVANCED OPTICAL TECHNOLOGIES) 29 April 1999 (1999-04-29) page 5, line 11 -page 6, line 23 page 8, line 32 -page 10, line 2 page 11, line 28 - line 34 page 15, line 4 -page 16, line 2	1,7,17
A		20,33, 41,44,50
A	US 5 438 495 A (EK LEIF ET AL) 1 August 1995 (1995-08-01) the whole document	1,20,33, 41,44,50

2

Form PCT ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internation[illegible]pplication No
PCT/US 00/18002

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0733850 A	25-09-1996	NONE	
DE 4237107 A	05-05-1994	NONE	
DE 2309586 A	30-08-1973	US 3821590 A	28-06-1974
		GB 1423011 A	28-01-1976
		GB 1423012 A	28-01-1976
		JP 48100083 A	18-12-1973
		NL 7302483 A	24-08-1973
WO 9920937 A	29-04-1999	US 6007225 A	28-12-1999
		AU 9688898 A	10-05-1999
US 5438495 A	01-08-1995	SE 500233 C	09-05-1994
		AT 119648 T	15-03-1995
		AU 5853690 A	08-01-1991
		DE 69017682 D	13-04-1995
		DE 69017682 T	14-09-1995
		EP 0477264 A	01-04-1992
		ES 2071101 T	16-06-1995
		JP 2934501 B	16-08-1999
		JP 5505054 T	29-07-1993
		SE 8902177 A	17-12-1990
		WO 9015954 A	27-12-1990

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

PCT WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION
International Bureau

INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification 5 :		(11) International Publication Number:	WO 92/13232
F21V 5/00, G09F 13/04	A1	(43) International Publication Date:	6 August 1992 (06.08.92)

(21) International Application Number: PCT/US92/00659

(22) International Filing Date: 28 January 1992 (28.01.92)

(30) Priority data:
646,917 28 January 1991 (28.01.91) US

(71) Applicant: HOLOPHANE COMPANY, INC. [US/US]; 214 Oakwood Avenue, P.O. Box 3004, Newark, OH 43005-7195 (US).

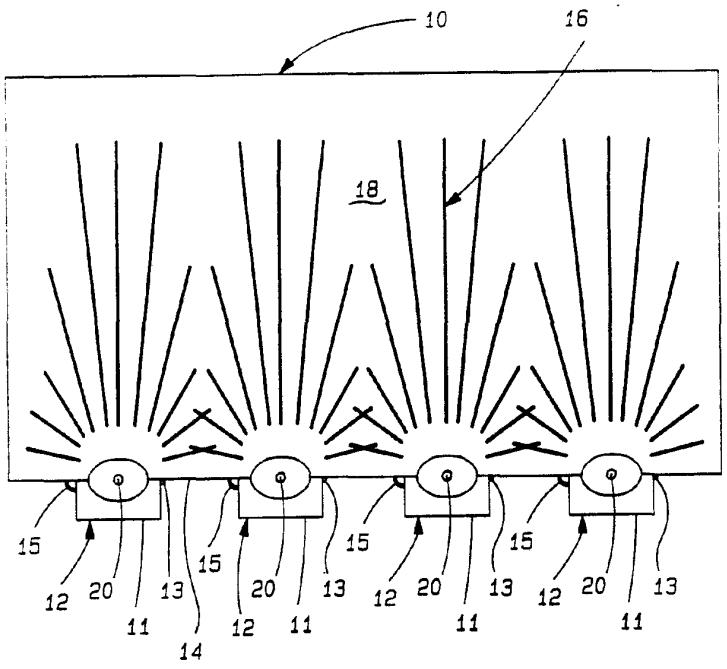
(72) Inventors: SUBISAK, Gregory, J. ; 829 Pimlico Drive, Gahanna, OH 43230 (US). HAMMOND, Douglas, S. ; 3 Rolling Hill Road, Vicksburg, MS 39180 (US).

(74) Agent: SCHWARTZ, Paul, M.; Brooks & Kushman, 1000 Town Center, 22nd Floor, Southfield, MI 48075 (US).

(81) Designated States: AT (European patent), AU, BE (European patent), CA, CH (European patent), DE (European patent), DK (European patent), ES (European patent), FR (European patent), GB (European patent), GR (European patent), IT (European patent), JP, KR, LU (European patent), MC (European patent), NL (European patent), SE (European patent).

Published
With international search report.
Before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of the receipt of amendments.

(54) Title: A NEW AND IMPROVED INTERNALLY ILLUMINATED SIGN



(57) Abstract

An internally illuminated sign (10) in which a luminaire (12) mounted on the border or periphery of the sign (10) uniformly illuminates the face and/or faces (18) of the sign (10) thereby eliminating any necessity for providing human access to the interior of the sign for maintenance and relamping.

FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AT	Austria	FI	Finland	ML	Mali
AU	Australia	FR	France	MN	Mongolia
BB	Barbados	GA	Gabon	MR	Mauritania
BE	Belgium	GB	United Kingdom	MW	Malawi
BF	Burkina Faso	GN	Guinea	NL	Netherlands
BG	Bulgaria	GR	Greece	NO	Norway
BJ	Benin	HU	Hungary	PL	Poland
BR	Brazil	IE	Ireland	RO	Romania
CA	Canada	IT	Italy	RU	Russian Federation
CF	Central African Republic	JP	Japan	SD	Sudan
CG	Congo	KP	Democratic People's Republic of Korea	SE	Sweden
CH	Switzerland			SN	Senegal
CI	Côte d'Ivoire	KR	Republic of Korea	SU	Soviet Union
CM	Cameroon	LI	Liechtenstein	TD	Chad
CS	Czechoslovakia	LK	Sri Lanka	TG	Togo
DE	Germany	LU	Luxembourg	US	United States of America
DK	Denmark	MC	Monaco		
ES	Spain	MG	Madagascar		

A NEW AND IMPROVED INTERNALLY ILLUMINATED SIGN

Field Of The Invention

This invention relates generally to illuminated signs and more specifically to an illuminated sign having internal illumination.

Background Of The Invention

Internally illuminated signs have one or more translucent faces or message areas which are illuminated by lamps mounted inside the sign. While internally illuminated signs are often preferred over externally lighted signs, internally lighted signs of the prior art have been much more expensive to construct than externally lighted signs, especially when the sign is large. Internally illuminated signs are usually lighted with fluorescent lamps, although in some instances the light in internally illuminated signs is provided by mercury vapor or metal halide lamps. The translucent faces of the sign can be either rigid or flexible. Small rigid translucent faced internally illuminated signs often have hinged faces in order to provide access to the lamps for maintenance and relamping, whereas, large internally illuminated signs normally utilize flex faces and are built up to thirty-six inches deep to allow a person to enter the sign through the side and thereby provide access to the lamps for maintenance and relamping. In order to provide a sign having sufficient depth to allow human access, it is necessary for sign manufacturers to build a framework structure for the sign which adds significantly to the cost of the sign. In externally lighted signs, aluminum extrusions which are

relatively inexpensive are often used as the outer framing. However, since aluminum extrusions have a practical cross-section limit of about fifteen inches, the depth of the large internally illuminated signs precludes sign manufacturers from using aluminum extrusions for the outside structure of the signs which require human access, thereby greatly increasing construction costs of internally illuminated signs of the prior art. In addition, in internally illuminated signs of the prior art, there has been difficulty in achieving the desired uniformity of luminance across the full area of the sign face, since there is a tendency for the portion of the face of the sign adjacent the lamp to be much brighter than the rest of the sign face.

Brief Summary Of The Invention

This invention relates to an internally illuminated sign in which the need for human access into the interior of the sign for maintenance and relamping is eliminated thereby eliminating the need for a deep sign and the higher costs associated with such sign construction. The present invention provides an internally illuminated sign in which a luminaire mounted on the border or periphery of the sign uniformly illuminates the faces of the sign. A significant feature of the present invention is uniformly illuminating the face or faces of the sign. As noted above, in internally illuminated signs of the prior art, there was a tendency for the portions of the sign face adjacent the lamps to be brighter than the rest of the sign face resulting in an uneven and undesirable distribution of light across the sign face.

The luminaire mounted on the border and internally illuminating the faces of the internally illuminated sign includes an aluminum reflector for

distributing light in a fan-shaped pattern laterally along the sign and parallel to the sign faces, and a refractor which intercepts the light and directs the light to provide a uniform luminance on the sign faces while at the same time blocking direct source light from penetrating the sides of the refractor and producing a bright spot on a portion of the sign face adjacent the luminaire.

These and other features and aspects of the invention, as well as its various benefits, will be made more clear in the detailed description of the invention which follows.

Brief Description Of The Drawings

FIGURE 1 is a sectional view showing the interior of an internally illuminated sign constructed in accordance with an embodiment of the present invention, in which a number of luminaires mounted on the border of the sign uniformly illuminate the faces of the sign;

FIGURE 2 is a frontal sectional view of the interior of one of the luminaires mounted on the border of the sign as pictured in Figure 1, illustrating a luminaire reflector and the fan-shaped lateral distribution of light reflecting therefrom;

FIGURE 3 is a side sectional view of the interior of one of the luminaires mounted on the border of the sign as pictured in Figure 1 and Figure 2, illustrating the parabolic contoured bottom of the luminaire reflector of Figure 2 directing light rays straight up;

FIGURE 4 is a frontal sectional view of the interior of one of the luminaires mounted on the border of the sign as pictured in Figure 1, illustrating a luminaire refractor which through the use of prisms

provides an even distribution of light onto the inside surfaces of the sign faces;

FIGURE 5 is a side sectional view of the interior of the luminaire as pictured in Figure 3, illustrating the action of horizontal reflecting prisms located on the outside surfaces of the sides of the luminaire refractor adjacent the faces of the sign blocking and reflecting most of the direct light that would normally produce excessive luminance on the sign face; and

FIGURE 6 is a top sectional view of the side sectional view of the interior of the luminaire pictured in Figure 5, illustrating the light pattern resulting from the action of vertical biasing prisms located on the inside surface of the sides of the refractor.

Description Of The Invention

Referring to Figure 1, there is shown in an embodiment of the present invention a sectional view of the interior of an internally illuminated sign generally identified by the reference numeral 10 in which a number of luminaires 12 mounted at a lower periphery or border 14 of the sign 10 are adapted to provide a light distribution pattern generally identified by the reference numeral 16 to uniformly illuminate the faces 18 of the sign 10. Each of the luminaires 12 is mounted in such a manner that its lamp or light source 20 is positioned below the faces 18 of the sign 10 and has an easily openable housing 11 which extends down below the sign 10. The housing 11 may be opened in any number of ways, for instance, it may be pivotally mounted about a hinge 13 and secured in a closed position by a latch 15, so that it may be opened to provide easy access to the interior of the luminaire for maintenance and relamping.

With the luminaires 12 mounted at the lower border 14 of the sign 10, the luminaires can be opened for maintenance and relamping without the need for a deep sign to provide human access. Since the present invention eliminates the necessity of having a deep sign, the faces 18 of the sign 10 can be spaced less than 15 inches apart from one another and the outer structure of the sign can be made out of aluminum extrusion or other relatively inexpensive construction. While Figure 1 illustrates the utilization of a number of luminaires, it should be apparent that the number of luminaires necessary is dependent on the size of the sign. Also, while in the embodiment of the invention illustrated in Figure 1, the sign has two faces the same principles of the present invention apply whether the sign has one or more faces. Furthermore, while in the embodiment of the invention illustrated in the drawings, the luminaire is positioned at the bottom of the sign it is equally satisfactory to position the luminaires anywhere along the border of the sign such as at the top or the sides for instance.

Referring to Figure 2, there is shown a frontal sectional view of the interior of one of the luminaires 12 mounted on the border of the sign 10, having therein the lamp or light source 20, a reflector 22, made of aluminum or the like, positioned below the light source 20 and a refractor 24. As illustrated in Figure 2, the reflector 22 is designed to reflect the light from the light source 20 in a fan-shaped pattern, generally identified by the reference numeral 26, laterally across a segment of the sign 10.

In Figure 3 there is shown a side sectional view of the interior of the luminaire 12 of Figure 2, illustrating the parabolic contoured bottom 28 of the reflector 22 reflecting light rays from the light source 20 up through the top 30 of the refractor 24 in a light

distribution pattern generally identified by the reference numeral 32, parallel to the face 18 of the sign 10.

Figure 4 is a frontal sectional view of the interior of the luminaire 12 in Figure 2, illustrating the manner in which the refractor 24, by means of prisms (not shown) directs light from the light source 20 into a uniform pattern of light, generally identified by the reference numeral 34, onto the inside surfaces of the sign faces 18.

Referring now to Figure 5, there is shown again the side sectional view of the interior of the luminaire 12 as pictured in Figure 3, now illustrating a light pattern, generally identified by the reference numeral 36, formed by the action of horizontal reflecting prisms (not shown) on the outside surfaces of the sides 38 of the luminaire refractor 24 adjacent the faces 18 of the sign 10 blocking and/or reflecting and redirecting most of the direct light from the light source 20 and minimizing light penetration through the sides 38 of the refractor 24 that would normally produce excessive luminance on the sign faces 18.

All or a portion of these reflecting prisms may be rear surfaced metalized to assist in blocking and redirecting the light rays.

In Figure 6, which is a top sectional view of the side sectional view of the interior of the luminaire 12 pictured in Figure 5, there is illustrated the action of vertical biasing prisms (not shown) located on the inside surface of the sides 38 of the refractor 24 to reduce penetration of light through the refractor sides 38 and redirect light from the light source 20 laterally along the faces 18 of the sign 10.

The action of the vertical biasing prisms located on the inside surface of the sides 38 of the refractor 24 cooperate with the horizontal reflecting prisms on the outside surfaces of luminaire refractor 24

to effectively avoid the appearance of a bright spot on the portion of the sign face 18 adjacent the light source 20.

The horizontal reflecting prisms on the outside of the sides 38 of the refractor 24 are positioned so their axes are coincident with the light rays inside the glass. Since there is normally some rounding on each peak and valley of the prisms, this rounding will allow light to go directly through and cause brightness on the face of the sign were it not for the action of the vertical biasing prisms. Since each peak and valley of the vertical biasing prisms will also be rounded and to illustrate the point, assuming for example, the rounding of each prism to be approximately 10%, the inside vertical prisms coupled with the outside horizontal prisms will reduce the amount of the light going directly through the refractor to 10% times 10% or 1%.

Another function of the internal biasing prisms is to allow as much greater acceptance angle for the outside reflecting prisms. With light going directly into a reflecting prism, there is only a range of +/- 3 degrees for total internal reflection. If the source is larger than this +/- 3 degrees, than the prism will start to "leak." Accordingly, with the action of the internal vertical biasing prisms biasing the light in a direction parallel to the reflecting prism path, the angle of the light with respect to the normal of the reflecting surface becomes much greater and therefore total reflection occurs from a much larger source.

From the foregoing, it can be seen that there has been provided by the subject invention a new and improved internally illuminated sign in which a luminaire mounted at the lower border or periphery of a sign utilizes a reflector to distribute light in a fan-shaped pattern laterally along the sign and parallel to the

face of the sign, and a refractor to intercept light and redirect it to provide a uniform luminance on the sign face while at the same time blocking direct source light from penetrating the sides of the refractor and producing hot spots on the sign face.

It should be obvious that although a preferred embodiment of the invention has been described, it is possible to make changes to certain specific details of the assembly without departing from the spirit and scope of the invention.

What Is Claimed Is:

1. In a sign having a number of translucent faces adapted to be illuminated from light within the sign, the improvement comprising:

a luminaire mounted on the periphery of the sign for providing light, eliminating bright spots on the faces of the sign, and uniformly illuminating the sign faces.

2. A sign as defined in claim 1 wherein said luminaire mounted on the periphery of the sign includes a lamp, a reflector, a refractor and a housing in which said lamp and said reflector are positioned, and said housing includes means through which access may be had for maintaining and relamping the luminaire.

3. A sign as defined in claim 2 wherein said reflector is positioned adjacent said lamp and reflects light from said lamp in a fan-shaped pattern extending laterally along the interior of said sign.

4. A sign as defined in claim 3 wherein said reflector has a parabolic contoured bottom for reflecting light rays straight into the interior of said sign.

5. A sign as defined in claim 4 wherein said refractor is positioned adjacent said lamp in the interior of said sign and includes prisms for providing an even distribution of light onto the inside surface of the sign face.

6. A sign as defined in claim 5 wherein said refractor includes a side portion positioned adjacent the sign face, said side portion of the refractor having horizontal reflecting prisms on its outside surface for

blocking and reflecting most of the direct light from the lamp and minimizing light penetration through said side portion of the refractor.

7. A sign as defined in claim 6 wherein at least some of said horizontal reflecting prisms on the outside surface of the side portion of the refractor for blocking and reflecting most of the direct light from the lamp and minimizing light penetration through said side portion of the refractor have rear surface metalization to assist in the blocking and redirecting of light rays.

8. A sign as defined in claim 7 wherein said side portion of the refractor positioned adjacent the sign face also includes vertical biasing prisms on its inside surface adapted to cooperate with said horizontal prisms by blocking a major portion of light which would normally leak directly through the round peaks and valleys of the horizontal prisms and cause an area of brightness on the face of the sign.

9. A sign as defined in claim 8 wherein said vertical biasing prisms also cooperate with said horizontal prisms by redirecting light laterally along the face of the sign in a direction parallel to the reflecting prism path allowing a much greater acceptance angle for the horizontal reflecting prisms with the result that there is total reflection from a much larger source than would otherwise occur.

10. A sign as defined in claim 1 wherein two of said translucent faces are provided and said translucent faces are spaced less than fifteen inches apart.

11. A sign as defined in claim 2 wherein said reflector is made of aluminum and reflects light in a fan-shaped pattern laterally and parallel to the interior of one of said sign faces, and said refractor includes means for intercepting and directing light to provide a uniform luminance on said same sign face while at the same time blocking direct source light from penetrating the sides of the refractor.

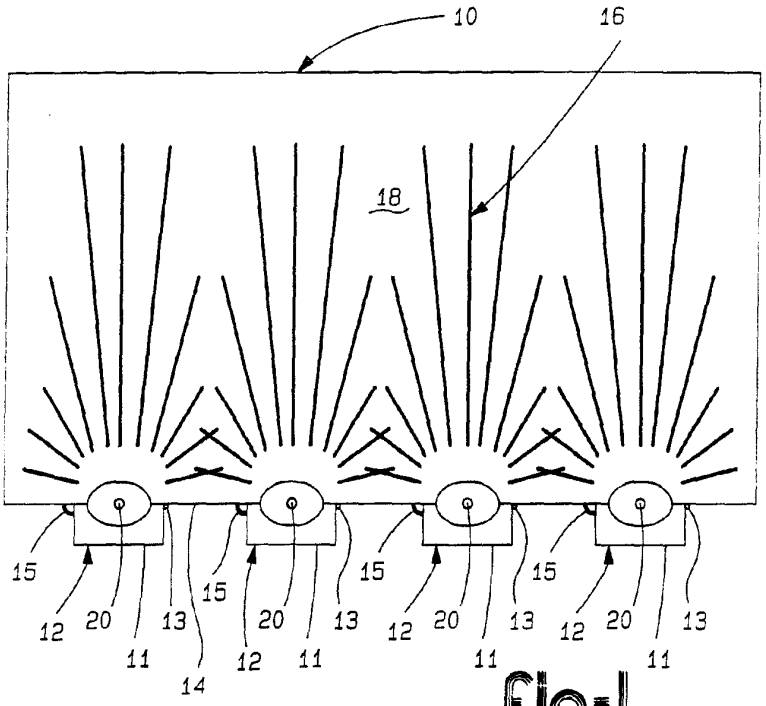


Fig-1

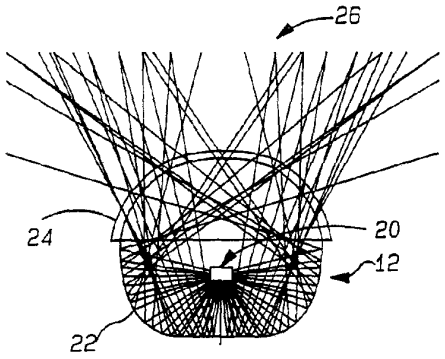


Fig-2

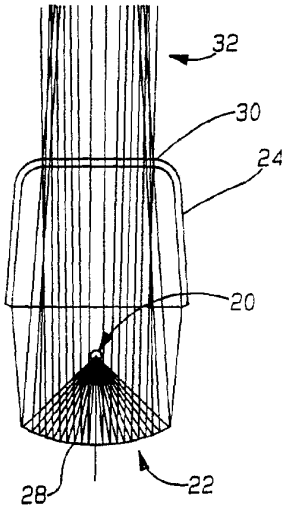
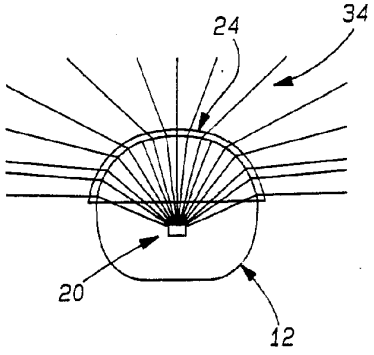


Fig-3

Fig-4



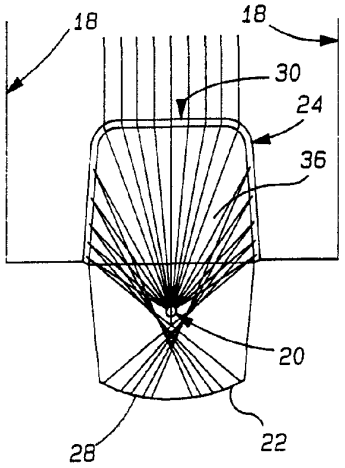
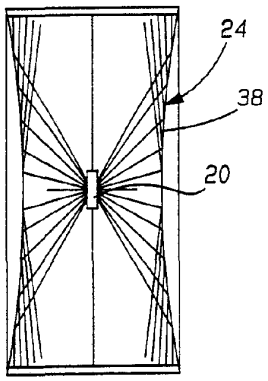


Fig-5

Fig-6



SUBSTITUTE SHEET

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. PCT/US92/00659

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all)[3]

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

IPC (5): F21V 5/00; G09F 13/04
US CL : 362/329, 340, 145, 812; 40/564, 572, 624

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched[4]

Classification System	Classification Symbols
U.S.	362/145, 234, 245, 249, 328, 329, 333, 339, 340, 375, 812; 40/559, 564, 572, 574, 624

Documentation Searched other than Minimum Documentation to the extent that such Documents are included in the Fields Searched[6]

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT[14]

Category*	Citation of Document,[16] with indication, where appropriate, of the relevant passages[17]	Relevant to Claim No.[18]
X	US, A, (BEVILLE) 26 September 1922	1
X	US, A, (MACDONALD, JR. ET AL) 31 December 1985.	1-5,10
A	US, A, (VOGEL) 05 November 1968	1-5,10

* Special categories of cited documents:[16]

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search[2]	Date of Mailing of this International Search Report[2]
01 JUNE 1992	26 JUN 1992
International Searching Authority[1]	Signature of Authorized Officer[20]
ISA/US	STEPHEN F. HUSAR

Form PCT/ISA/210 (second sheet)(May 1986) ß

PCT WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION
International Bureau

INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification 6 :		(11) International Publication Number:	WO 98/26212
F21V 8/00	A1	(43) International Publication Date:	18 June 1998 (18.06.98)

(21) International Application Number: PCT/US97/22742

(22) International Filing Date: 9 December 1997 (09.12.97)

(30) Priority Data:

08/764,298	12 December 1996 (12.12.96)	US
08/936,717	24 September 1997 (24.09.97)	US

(71) Applicant: TELEDYNE LIGHTING AND DISPLAY PRODUCTS, INC. [US/US]; 2nd floor, 12525 Daphne Avenue, Hawthorne, CA 90250 (US).

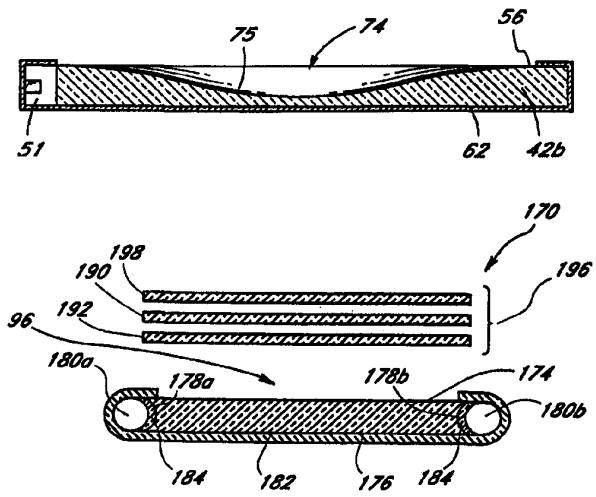
(72) Inventors: PELKA, David, G.; 8315 Kenyon Avenue, Los Angeles, CA 90045 (US). POPOVICH, John; 1237 Cuchara Drive, Del Mar, CA 92014 (US). QIAO, Yong; 808 Wigwam Avenue, Arcadia, CA 91006 (US).

(74) Agent: SIMPSON, Andrew, H.; Knobbe, Martens, Olson & Bear, 16th floor, 620 Newport Center Drive, Newport Beach, CA 92660-8016 (US).

(81) Designated States: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published
With international search report.

(54) Title: LIGHTING APPARATUS HAVING LOW PROFILE



(57) Abstract

Disclosed is a low profile lighting apparatus (170) that is particularly advantageous for use as a backlight for illuminating a display. The lighting apparatus (170) includes a waveguide (172) coupled to a light source (180) for injecting light into the waveguide (170). The waveguide (170) includes a plurality of elongate structures for ejecting light propagating within the waveguide (170) through a predetermined surface of the waveguide. Another embodiment of the waveguide (426) includes a central region (74) of reduced thickness that redirects light propagating within the waveguide (426). The lighting apparatus (170) has a low profile so it is particularly useful in areas of limited space.

FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AL	Albania	**ES**	Spain	**LS**	Lesotho	**SI**	Slovenia
AM	Armenia	**FI**	Finland	**LT**	Lithuania	**SK**	Slovakia
AT	Austria	**FR**	France	**LU**	Luxembourg	**SN**	Senegal
AU	Australia	**GA**	Gabon	**LV**	Latvia	**SZ**	Swaziland
AZ	Azerbaijan	**GB**	United Kingdom	**MC**	Monaco	**TD**	Chad
BA	Bosnia and Herzegovina	**GE**	Georgia	**MD**	Republic of Moldova	**TG**	Togo
BB	Barbados	**GH**	Ghana	**MG**	Madagascar	**TJ**	Tajikistan
BE	Belgium	**GN**	Guinea	**MK**	The former Yugoslav Republic of Macedonia	**TM**	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	**GR**	Greece			**TR**	Turkey
BG	Bulgaria	**HU**	Hungary	**ML**	Mali	**TT**	Trinidad and Tobago
BJ	Benin	**IE**	Ireland	**MN**	Mongolia	**UA**	Ukraine
BR	Brazil	**IL**	Israel	**MR**	Mauritania	**UG**	Uganda
BY	Belarus	**IS**	Iceland	**MW**	Malawi	**US**	United States of America
CA	Canada	**IT**	Italy	**MX**	Mexico	**UZ**	Uzbekistan
CF	Central African Republic	**JP**	Japan	**NE**	Niger	**VN**	Viet Nam
CG	Congo	**KE**	Kenya	**NL**	Netherlands	**YU**	Yugoslavia
CH	Switzerland	**KG**	Kyrgyzstan	**NO**	Norway	**ZW**	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	**KP**	Democratic People's Republic of Korea	**NZ**	New Zealand		
CM	Cameroon			**PL**	Poland		
CN	China	**KR**	Republic of Korea	**PT**	Portugal		
CU	Cuba	**KZ**	Kazakstan	**RO**	Romania		
CZ	Czech Republic	**LC**	Saint Lucia	**RU**	Russian Federation		
DE	Germany	**LI**	Liechtenstein	**SD**	Sudan		
DK	Denmark	**LK**	Sri Lanka	**SE**	Sweden		
EE	Estonia	**LR**	Liberia	**SG**	Singapore		

LIGHTING APPARATUS HAVING LOW PROFILE

Background of the Invention

This application is a continuation in part of U.S. Patent Application Serial No. 08/764,298, filed December 12, 1996, entitled "Waveguide with Light Emitting Diodes for Illumination and Display." The present invention relates to a lighting apparatus. More particularly, the present invention relates to a low profile lighting apparatus utilizing a waveguide for illumination. The invention is particularly advantageous for use as a backlight for illuminating a display.

Backlights may be used to illuminate both mechanical displays, such as on analog watches or automobile gauges, as well as electronic displays, such as liquid crystal displays used with cellular phones, and pagers, and personal digital assistants. Because many backlight applications involve smaller displays where space is at a premium, it is desirable to reduce the thickness of such backlights while still maintaining the area of illumination. Backlights thus require reduced aspect ratios, defined as the ratio of the thickness of the backlight to the length of the illumination area.

One type of a backlight utilizes of a light source, such as a light-emitting diode (LED), that is coupled to a waveguide into which light is injected. The light source is typically mounted at an outer peripheral edge of the waveguide and is energized to emit light into the waveguide. The light undergoes several reflections between the surfaces of the waveguide until being transmitted through a top surface to illuminate the display.

One difficulty associated with such backlights is they do not produce a uniform intensity across the surface of the waveguide. The light loses intensity as it propagates outward from the light source. Consequently, as the distance from the light source increases, the intensity of the light transmitted out of the waveguide decreases. This results in the portions of the waveguide distal of the light source having reduced intensity.

There is therefore a need for an efficient backlight having a low aspect ratio that provides a substantially uniform illumination profile across the entire area of illumination.

Summary of the Invention

One aspect of the present invention relates to a lighting apparatus for illuminating an illumination area of a display. The lighting apparatus comprises a waveguide adapted for mounting adjacent the display so as to illuminate the illumination area of the display. The waveguide comprises a top surface having an optical output area corresponding in size to the illumination area, a bottom surface spaced apart from the top surface, and a side surface extending between the top and bottom surfaces. Reflective material is positioned adjacent the bottom and side surfaces of the waveguide. At least one light source is mounted to input light proximate to a periphery of the waveguide between the top and bottom surfaces. The waveguide further comprises a light ejector on one of the top and bottom surfaces configured to redirect light propagating between the surfaces towards the top surface for transmission therethrough. The light ejector is arranged to provide a preselected illumination profile across the optical output area of the top surface.

Another aspect of the invention relates to a lighting apparatus comprising a waveguide having pair of opposed surfaces. Each of the surfaces is at least partially reflective and at least one of the surfaces is partially transmissive. Each of the surfaces have a reflectivity greater than the transmissivity of the at least one surface.

Another aspect of the invention relates to a lighting apparatus comprising a planar waveguide having a peripheral edge and a light source mounted proximate to the peripheral edge so as to direct light into the waveguide along a path extending from the light source towards an optical diverter in the waveguide. The optical diverter in the path redirects light rays away from the path towards the periphery of the waveguide.

Yet another aspect of the invention relates to a lighting apparatus comprising a top surface, a bottom surface in spaced relationship to the top surface and cooperating with the top surface to form a waveguide having a thickness defined by the distance between the top and bottom surfaces, and at least one solid state point light source mounted to input light into the waveguide between the surfaces. One of the surfaces has a curvature relative to the other surface which yields a substantial variation in the thickness of the waveguide in a selected region of the waveguide. The variation follows a geometric contour selected to redirect light propagating between the surfaces of the waveguide so that the redirected light exits the top surface of the waveguide.

Another aspect of the invention relates to a lighting apparatus comprising a waveguide having top and bottom surfaces and a peripheral edge. The waveguide has a thickness defined by the distance between the top and bottom surfaces. The thickness at the peripheral edge is substantially different than the thickness in a region intermediate opposing sides of the peripheral edge. The thickness has a geometry selected to enhance ejection of light from the top surface intermediate the opposing sides. At least one light source is disposed proximate to the peripheral edge to introduce light into the waveguide between the top and bottom surfaces.

Yet another aspect of the invention relates to a lighting apparatus comprising a waveguide of solid material, the waveguide having a top surface, a bottom surface and a side surface. A light source is mounted to input light into the waveguide and reflective material is juxtaposed with one of the top and bottom surfaces wherein at least a portion of one of the top and bottom surfaces has a pattern of elongate structures that generally increase in density with distance from the light source.

In yet another aspect of the invention, there is disclosed an illumination and display device comprising an optical waveguiding layer and an illumination coupler embedded in an interior region of the waveguiding layer. In one embodiment, the illumination coupler includes one or more semiconductor light emitting devices. A portion of the optical waveguiding layer has a pair of symmetric (a) nonplanar, curved surfaces, or (b) a plurality of flat, planar surfaces approximating the nonplanar, curved surface. The pair of symmetric surfaces form a cusp lying on the axis of the one or more semiconductor light emitting devices to produce total internal reflection of light from the one or more semiconductor light emitting devices into the waveguiding layer. Display elements are formed on surfaces of the waveguiding layer to cause light to be emitted from the waveguiding layer.

Another aspect of the invention relates to an illumination and display device, comprising an optical waveguiding layer, with an illumination coupler embedded in an interior region of the waveguiding layer, wherein the

illumination coupler includes one or more semiconductor light emitting devices. Display elements formed on the surface of the waveguiding layer cause light to be emitted from the waveguiding layer.

Yet another aspect relates to an illumination and display device, comprising an optical waveguiding layer with an illumination coupler embedded in an interior region of the waveguiding layer. In one embodiment, the illumination coupler includes one or more semiconductor light emitting devices, each of the one or more semiconductor light emitting devices having a longitudinal axis that is parallel to the surface of the optical waveguiding layer. A hole or recess may be formed in the interior region of the waveguiding layer where the one or more semiconductor light emitting devices is placed. The device also may comprise display elements formed on the surface of the waveguiding layer to cause light to be emitted from the waveguiding layer.

A further aspect of the invention is directed to an illumination device comprising a waveguide having an illumination coupler embedded in an interior region thereof. The waveguide has generally parallel top and bottom surfaces outside of the interior region such that light is guided therebetween. The illumination coupler comprises a refractive index interface configured to capture light rays propagating along a line that forms less than the critical angle of total internal reflection with respect to at least one of the top and bottom surfaces, such that the captured light rays are injected therebetween for propagation outside of the interior region. In one embodiment, the illumination coupler comprises a surface configured for total internal reflection of light incident thereon. The illumination coupler of this embodiment is integrally formed with the waveguide from a single piece of transparent material, and the reflecting surface is uncoated. A point source of light is disposed at least partially, preferably fully, within a cavity formed in the waveguide adjacent the total internal reflecting surface. Display elements may be included on at least one of the surfaces for ejecting light from the waveguide. Additionally, diffusive reflective material may be included on at least one of the top and bottom surfaces.

In yet another aspect of the invention, there is disclosed a lighting apparatus, comprising a device that emits light and an optical cavity that is formed by diffusive reflective surfaces, the cavity having an output region through which light from the cavity passes. The light emitting device is mounted to supply light to the cavity while being hidden from direct view through the output region. The cavity has a diffusely reflective surface area and the output region also has an area. The ratio of the area of the output region to the sum of (i) the area of the output region and (ii) the surface area of the cavity is at least 0.05. Additionally, the cavity has a depth and the output region has an edge to edge bisector dimension, the ratio of the depth to the bisector dimension being significantly less than 0.1. The lighting apparatus additionally comprises an angular spectrum restrictor positioned to restrict output illumination through the output region to a predetermined range of angles.

Another aspect of the invention involves a method of lighting. The method comprises producing illumination from an optical cavity formed by diffusely reflecting surfaces and outputting illumination from the cavity through an output illumination region. Producing of the illumination comprises directing light rays from a source of illumination into the cavity such that the source of the illumination is not visible through the output illumination region. The method further comprises restricting the angular spectrum of illumination from the output illumination region to a predetermined range of angles, and mounting the optical cavity to illuminate at least a portion of a room.

In another aspect of the invention, there is disclosed a method of manufacturing a lighting apparatus. One embodiment of the method comprises wrapping a flexible sheet of reflective material around one side of a tubular light source, juxtaposing a member forming an optical cavity with another side of the tubular light source so that light from the source is introduced into the optical cavity, and attaching the flexible sheet to the member such that the sheet retains the tubular source in juxtaposition with the member.

Brief Description of the Drawings

These and other features of the invention will now be described with reference to the drawings of a preferred embodiment, which are intended to illustrate and not to limit the invention, and in which:

Figure 1 is a perspective view of wristwatch incorporating one embodiment of a lighting apparatus;

Figure 1A is a cross-sectional view of the watch of Figure 1 taken along line 1A-1A;

Figure 2 is a top plan view of the lighting apparatus used to illuminate the watch of Figure 1;

Figure 3 is a cross-sectional side view of the lighting apparatus of Figure 2 taken along the line 3-3;

Figure 4 is a cross-sectional view of the lighting apparatus of Figure 2 taken along the line 4-4;

Figure 4A is an enlarged view of a portion of Figure 4;

Figure 4B is a cross-sectional view similar to that of Figure 4, but with elongate structures on the top surface;

Figure 4C is a cross-sectional view similar to that of Figure 4, but with reflective material surrounding the entire waveguide;

Figure 5 is a top plan view of an alternative embodiment of a waveguide for use in the lighting apparatus of Figure 2;

Figure 6 is a top plan view of yet another embodiment of a waveguide for use in the lighting apparatus of Figure 2;

Figure 7 is a top plan view of yet another embodiment of a waveguide for use in a lighting apparatus;

Figure 8 is a top plan view of a waveguide showing another embodiment of an optical diverter;

Figure 9 is a cross-sectional view of a lighting apparatus used with a light enhancing structure;

Figure 10 is a top plan view of a waveguide having a dimple for redirecting light rays;

Figure 11 is a cross-sectional side view of the lighting apparatus of Figure 10 taken along the line 11-11;

Figure 12 is a perspective view of an alternate embodiment of a lighting apparatus;

Figure 13 is a cross-sectional view of the lighting apparatus of Figure 12;

Figure 14 is a perspective view of a housing used with the lighting apparatus of Figure 12;

Figure 15 is a perspective view of a lighting apparatus including a total internal reflection region;

Figure 16 is cross-section view of the lighting apparatus of Figure 15 taken along the line 16-16;

Figure 16A is an enlarged view of a portion of Figure 16;

Figure 17 is a perspective view of an alternative embodiment of a lighting apparatus including a total internal reflection region;

Figure 18 is a cross-sectional view of the lighting apparatus of Figure 17 taken along the line 18-18;

Figure 19 is a schematic side view of a prior art "bullet lens" LED;

Figure 20 is a schematic side view of a prior art "bare" LED;

Figure 21 is a perspective view of an exit sign incorporating an alternative embodiment of a lighting apparatus;

Figure 22 is a rear perspective view of an automobile having taillights that incorporate a lighting apparatus;

Figure 23 is a top view of a wrist watch incorporating an alternative embodiment of a lighting apparatus;

Figure 24 is a cross-sectional side view of the exit sign of Figure 21 taken along the line 24-24;

Figure 25 is a perspective view of an exit sign incorporating yet another embodiment of a lighting apparatus;

Figure 26 is a side view of an exit sign incorporating extractive display elements;

Figure 27 is a side view of an extractive display element;

Figure 28 is a side view of an alternative embodiment of an extractive display element;

Figure 29 is a perspective view of an exit sign incorporating circular grooves for extracting light; and

Figure 30 is a cross-sectional side view of the exit sign of Figure 29.

Detailed Description of the Preferred Embodiment

Referring to Figures 1 and 1A, one embodiment of the present invention is utilized as a back lighting apparatus 26 for a wristwatch 20. Although the wristwatch 20 is shown having a generally circular shape, it will be appreciated that the wristwatch may have any of a variety of shapes.

An outer housing 22 of the wristwatch 20 encloses a thin disk 30 of substantially transparent material that is spaced below a watch crystal 24. The disk 30 has an upper display surface 32 and an opposed bottom surface 34. The display surface 32 includes indicia 35 (Figure 1), such as numerals for indicating time, although other indicia could also be displayed. Two hands 36 of the watch 20 are mounted for rotation about a stem 38 that extends through the disk 30. The stem is driven by a watch mechanism 40 in a well known manner. Alternatively, the disk 30 may comprise a liquid crystal display in which indicia, such as the hands and numerals, are electrically generated.

Referring to Figure 1A, the lighting apparatus 26 is interposed between the disk 30 and watch mechanism 40 for illuminating the disk 30. The lighting apparatus 26, which is preferably in contact with the disk 30, includes a waveguide 42 and a light source 44 positioned along a peripheral edge of the waveguide 42.

In the illustrated embodiment, the housing 22 supports the disk 30 and the lighting apparatus 26 in juxtaposed relationship to each other. The disk 30 is mounted so that its periphery is supported by a first annular lip 46 which partially covers the display surface 32 to define a viewing area or illumination region of the display surface 32. The waveguide 42, which has a diameter slightly larger than that of the disk 30, is mounted so that its periphery is supported by a second annular lip 48 in the housing 22. The second annular lip 48 is sized to shield the light source 44 from being directly visible through the illumination region of the display surface 32. By way of example, the diameter of the illumination region may be 27 mm.

As shown in Figure 2, the waveguide 42 has a circular shape optimal for illuminating a circular watch, although other shapes may be utilized for various applications. The light source 44 is mounted within a triangular or V-shaped notch 50 in the peripheral edge of the waveguide 42. The notch 50 serves as an optical diverter which redirects light transmitted by the light source 44, utilizing refractive index differences at the interface 52 formed by the sides of the notch 50. In a preferred embodiment, the V-shaped optical diverter 50 is symmetrical such that a line passing through its apex and the center of the waveguide 42 bisects the V-shaped notch.

In a preferred embodiment, the light source is a single, solid state, point source of light, such as a light emitting diode (LED) 44 mounted on a carrier or circuit board (not shown). The carrier on which the LED 44 is mounted is attached to the waveguide at the back of the notch 50 (i.e., the open end opposite the apex) utilizing an adhesive (not shown). The LED 44, which is typically in the form of a cube of solid state material that emits light from each of multiple faces (i.e., its top surface and four sides), is spaced from the sides of the notch 50 with air therebetween. The difference in index of refraction between the waveguide and the air creates the refractive index interface 52 that causes light to refract as the light passes into the waveguide 42. In accordance with this advantageous feature, a substantial fraction of the light passing through the interface 52 is refracted toward opposite sides of the waveguide 42 (i.e., the sides generally adjacent to and on opposite sides of the light source 44). In this manner, regions of the waveguide 42 that are located to the sides of the light source 44 are efficiently illuminated, and the diverter 50 thereby contributes to uniform illumination.

The waveguide 42 is preferably comprised of a material that is transparent to light produced by the LED 44, such as a transparent polymeric material, and may be manufactured by various well-known methods, such as machining or injection molding. Preferred materials for the waveguide 42 are acrylic, polycarbonate, and silicone. Acrylic, which has an index of refraction of approximately 1.5, is scratch resistant and has a lower cost relative to polycarbonate. Polycarbonate, which has an index of refraction of approximately 1.59, has higher temperature capabilities than acrylic. Polycarbonate also has improved mechanical capabilities over acrylic. Silicone has a refractive index of approximately 1.43. The refractive index of air is 1.0. The dimensions of the waveguide 42 may vary, although the waveguide 42 is desirably very thin relative to its length so as to provide a low profile. The distance between the top surface 56 and the bottom surface 58 is preferably on the order of 1-3 mm, while the diameter of the waveguide 42 is typically at least 2.0 mm.

As shown in Figure 2, a plurality of display elements comprising elongate structures 54 extend across the waveguide 42 for redirecting light propagating within the waveguide 42. Although illustrated as lines, the elongate structures 54 have a three-dimensional shape, as described in detail below. In the illustrated embodiment, the elongated elongate structures 54 are arranged in a pattern consisting of intersecting lines that extend radially outward from a common point at the center of the waveguide 42 through which the stem 38 passes. The elongate structures 54 are preferably spaced apart by an equal angular distance, such as 0.3 degrees. It has been found that the pattern of radial grooves utilized in the watch 20 are highly effective in eliminating "shadows" that would otherwise be cast by the watch stem 38.

As illustrated in Figure 3 the waveguide 42 includes a top surface 56 and an opposed bottom surface 58, which are substantially parallel to each other. A side or edge surface 60 extends between the top and bottom surfaces 56, 58 along the periphery of the waveguide 42. While the surfaces 56, 58 are typically flat for backlight applications, the surfaces 56, 58 may also be formed as curved surfaces, such as when the waveguide is utilized as a taillight for an automobile.

A diffusive reflective material 62 is positioned adjacent the bottom surface 58 and side surface 60 of the waveguide 42, with the material 62 also preferably covering a peripheral strip 61 on the top surface 56. In the embodiment illustrated, the peripheral strip 61 is sufficiently wide to cover the notch 50 so that the top, the bottom, and the outside edge of the notch 50 are covered by the reflective material 62. The peripheral strip is also preferably sufficiently wide that the LED 44 cannot be viewed directly from viewing angles of 75 degrees or less (it being understood that the viewing angle is measured from a line normal to the top surface 56). By way of example, the peripheral strip may be equal in width to the width of the second annular lip 48 of the watch 20 (Figure 1).

The diffusive reflective material 62, which has a reflectivity of at least 88% may comprise a single layer or multiple layers of diffusely reflective tape, such as DRP™ Backlight Reflector, manufactured by W.L. Gore & Associates. DRP™ Backlight Reflector has a reflectivity of approximately 97%-99.5%, depending on its thickness and the wavelength of the light. Alternatively, the reflective material 62 could comprise a paint or coating that is applied to the surfaces 58 and 60, such as white house paint or a more exotic material, such as the Labsphere Corporation's Spectraflect paint. Spectraflect paint's reflectivity is considerably higher than house paint, roughly 98%, while the reflectivity of a good white house paint is approximately 90%.

Because the reflective material 62 covers the bottom and side surfaces 58, 60, as well as the peripheral strip on the top surface 56, light will be emitted from the waveguide in an output illumination region or aperture 65 comprising the central uncovered portion of the top surface 56 (i.e., the portion of the surface 56 interior to the peripheral strip 61). It will be appreciated that light rays incident on the top surface 56 at an angle of incidence (i.e., the angle of the ray relative to a line normal to the surface) at least equal to a critical angle will be totally internally reflected toward the bottom surface 58. That is, the top surface 56 will reflect all of such light back into the waveguide 42. Light rays having an angle of incidence less than the critical angle are transmitted through the top surface 56. The value of the critical angle is dependent on the difference in the indices of refraction between the waveguide 42 and the disk 22, as is known by those skilled in the art. For a waveguide 42 having a refractive index of 1.5, the critical angle is approximately 42° when surrounded by air.

As shown in Figures 4 and 4A, the elongate structures 54 may comprise grooves defined by surfaces 64 (Figure 4A) that form a substantially triangular or V-shaped cross-section. The elongate structures 54 advantageously alter the angle of incidence of light reflected toward the top surface 56 to enhance passage therethrough. That is, the angled surfaces 64 reflect light toward the top surface 56 at an angle of incidence less than the critical angle so that such light passes through the top surface 56 rather than being totally internally reflected. The elongate structures 54 are thus used to "eject" light rays that might otherwise be totally internally reflected by the top

surface 56. This advantageously increases the optical efficiency of the waveguide 42 by ejecting light that would otherwise experience energy loss through repeated reflections. The elongate structures are defined by a depth D and an apex angle θ that bisects the V-shaped structure 54. In the preferred embodiment, depth D is in the range of 1-2 micrometers and the angle θ is approximately equal to 45 degrees. Preferably, an air gap is maintained within the V-shaped structure 54 (i.e., the grooves are not filled with reflective material).

The elongate structures 54 are preferably arranged to achieve generally uniform illumination profiles across the illumination output region of the waveguide. In preferred embodiments, the uniformity ratio of the output illumination region, which is defined as the ratio of the highest intensity to lowest illumination within such region is no more than 2 to 1.

Referring to Figures 4B, in another preferred embodiment, the elongate structures 54 are placed on the top surface 56 instead of the bottom surface 58. The remaining aspects of this embodiment are identical to those of the embodiment shown in Figure 4.

In an additional embodiment, shown in Figure 4C, the entire waveguide, including the top surface 56, bottom surface 58, and side surfaces 60 are covered by reflective material 63, which is preferably the same diffusely reflecting type as the material 62, but is partially transmissive and partially reflective. Additionally, the material 63 has a reflectivity that is greater than its transmissivity, that is, the reflectivity is greater than 50% and the transmissivity is less than 50%. In one preferred embodiment, which may be utilized in the watch 20, the reflectivity is about 96% and the transmissivity is about 4%. This embodiment provides an output illumination which is substantially uniform, even without the elongate structures 54, although such structures may still be desirable to reduce shadows from the watch stem 38 (Figure 1A). This embodiment is also advantageous in that the indica (numerals, etc.) may be applied directly to the reflective material 63, thereby eliminating the need for the display disk 30.

Various types of groove patterns may be utilized as to improve the uniformity of the illumination within the region to be illuminated, depending on the situation. Referring to Figure 5, the elongate structures 54 may be arranged in a pattern of nonintersecting arcuate lines that are arranged about the light source 44. In a preferred embodiment, the radius of curvature of the arcuate lines increases with distance from the point source 44. Additionally, the centers of the radius of curvature lie along a line passing through the point source and the center of the illumination region of the waveguide, with all such centers lying along such line (on the side of the waveguide that is further from the waveguide center than from the source 44). The arcuate lines are nonuniformly spaced apart to compensate for loss of intensity as the light propagates outwardly from the light source 44. Specifically, the spacing between the elongate structures 54 decreases as the distance from the light source 44 increases so that the density of the elongate structures 54 increases moving away from the light source 44. The increased density of elongate structures 54 desirably increases the ejection of light rays in these areas to compensate for the distance from the source 44.

As shown in Figure 6, the elongate structures 54 could also be arranged in a more complex pattern comprised of a combination of simpler patterns. For example, the patterns could take the form of arcuate lines that

emanate outward from the light source 44 and straight lines that extend radially outward from the center of the waveguide 42.

Figure 7 shows a rectangular-shaped waveguide 42. Such a waveguide is preferably used to illuminate a rectangular-shaped display, such as on cellular phones or personal digital assistants. Although reflective material is not shown, it will be understood that this embodiment may be constructed in the manner previously described. In the illustrated embodiment, multiple point light sources 44 are coupled to introduce light at spaced peripheral locations along the edge of the waveguide 42. Because multiple sources are employed, optical diverters such as the notch 50 are optional, and may or may not be included. The elongate structures 54 of this embodiment are arranged in concentric arcs around each of the light sources 44, although various other patterns are contemplated, including those discussed above.

Figure 8 illustrates an alternative embodiment in which elongate structures 54 are formed in a waveguide 42a by scratching a top or bottom surface of the waveguide with an abrasive, such as sandpaper. The abrading is preferably non uniform such that the density of the scratches or grooves increase with distance from the light source 44. By way of specific example, in the rectangular waveguide shown in Figure 8, the grooves are directed along the length of the rectangle, rather than the width. The groove pattern is generally amorphous on a local basis, but is substantially directional and nonrandom on a global basis.

Figure 8 also illustrates an alternative embodiment of an optical diverter that is formed by a triangular opening 50a that extends through a waveguide 42a at its periphery. The opening is between the light source 44 and the output illumination region of the waveguide 42, and a line drawn between the source and the center of such region bisects the triangle while passing through its apex. As shown, the triangular opening 50a has two sides which intersect at a location proximate to the light source to form such apex.

The triangular opening 50a is filled with a material, such as air, which has a refractive index significantly different from that of the material of the waveguide 42. The shape of the optical diverter 50a and the refractive index difference cause light emanating from the light source 44 to intersect the optical diverter 50a at an angle of incidence which results in total internal reflection of the light towards opposite sides of the waveguide 42. Thus, the optical diverter 50a, like the notch 50, redirects the path of light rays to regions of the waveguide that are on opposite sides of the light source 44.

Referring to Figure 9, the top surface 56 of the wave guide 42 (or alternative embodiments thereof) may be covered with an angular spectrum restrictor 72 that restricts the output radiation pattern from the output illumination region 65 of the waveguide to a predetermined range of angles (in this context, the term "spectrum" is used in the sense of an angular spectrum rather than a wavelength spectrum). The angular spectrum restrictor 72 comprises a planar micro-replicated optical structure, such as a holographic diffuser, binary diffractive diffuser, or array of microlenses. In the preferred embodiment, the angular spectrum restrictor 72 comprises a brightness enhancing film (BEF) which, in addition to restricting the output spectrum, enhances the intensity of the illumination in the output illumination region 65. The BEF 72 is preferably placed in physical contact with a diffuser 70 to collectively form a light quality enhancing apparatus 73. Preferably, the diffuser 70 is disposed between the BEF

72 and the waveguide 42 and in contact with the waveguide 42. The purpose of the diffuser is to remove the effect of residual nonuniformities, such as cosmetic imperfections, in the surfaces of the waveguide 42. The diffuser 70 is comprised of translucent material, typically a thin plastic surface or volume diffuser, both of which are characterized by very low absorption and minimum energy losses.

As mentioned above, the BEF 72 restricts output illumination within defined boundary lines and also increases the brightness within the output illumination region 65. In the preferred embodiment, the BEF 72 is a commercially available thin film having linear pyramidal structures, such as 3M model 90/50 film. The BEF transmits only those light rays from the waveguide that satisfy certain incidence angle criteria with respect to the top surface 56. All other light rays are reflected back into the waveguide 42 toward the bottom or side surfaces 58 and 60, respectively, where they are reflected by the reflective material 62. In effect, the reflected rays are "recycled" until they are incident on the BEF 72 at an angle which permits them to pass through the BEF 72.

As is well known, a BEF, such as the BEF 72, concentrates illumination within boundaries defined by a pair of mutually inclined planes (which in cross-section form a "V") and does not provide concentration in the orthogonal direction. In some applications of the invention, it is preferable to concentrate the illumination two orthogonal directions, and for such applications, a second BEF oriented orthogonally to the first BEF, may be included. With two crossed BEFs, the emission from the waveguide will be within boundaries resembling a truncated inverted cone. As is conventional in the art, the boundaries are defined by the full-width, half-maximum (FWHM) of the optical intensity. By way of example, the boundaries of the cone may be inclined relative to a line normal to the top surface 56 by an angle of no more than about 35 degrees, in which case the illumination will be visible only within viewing angles of 35 degrees or less.

Figures 10 and 11 illustrate a top and a cross-sectional side view, respectively, of yet another embodiment of the lighting apparatus 26 that utilizes a waveguide 42b. As shown in Figure 10, a light source 44 is mounted adjacent an optical diverter 50 and the waveguide 42b is covered with reflective material 62 or 63 in the manner described above with respect to the waveguide 42 shown in Figures 2-4C. The top surface 56 of the waveguide 42b includes a depressed region or dimple 74 that redirects light rays propagating in the waveguide 42b, as described below. As best shown in Figure 22, the dimple 74 comprises a surface 75 of smooth and continuous curvature relative to the bottom surface 58 so as to define an area of reduced thickness of the waveguide 42b. As used herein, the "thickness" of the waveguide 42 refers to the distance between the top surface 56 and the bottom surface 58. In the preferred embodiment, the variation of thickness (e.g., depth of the dimple 74) is at least equal to 5% of the thickness of the waveguide 42 outside the dimple 74.

The dimple 74 is preferably centrally located with respect to the periphery of the waveguide 42, covers an area at least 70% that of the top surface 56, and defines an elliptical shape in a cross-section parallel to the top surface 56. For the rectangular waveguide, shown in Figure 10, the geometric contour of the dimple 74 defines a super ellipse in accordance with the following equation:

$$(x/a)^n + (y/b)^p = 1$$

where n and p are both greater than 2, a is the length of the major axis of the ellipse, and b is the length of the minor axis of the ellipse. As is well known, increasing the exponents n and p above two causes the shape of the ellipse to become less oval and more rectangular. These exponents are preferably selected so that the curved edges of the dimple 74 extend substantially to the edges of the output illumination region of the waveguide.

According to an advantageous feature of the waveguide 42b, the surface 75 of the dimple 74 follows a geometric contour that redirects light propagating between the top surface 56 and the bottom surface 58, so that the redirected light more readily and uniformly exits the top surface 56 of the waveguide 42b. Specifically, some light will be incident on the curved dimple surface 75 at an angle of incidence which causes it to refract through the top surface 56. Light having an incident angle within the critical range will be totally internally reflected. Reflected light will be directed toward the bottom surface 58 or side surface 28. The reflective material 62 adjacent these surfaces reflects the light toward the top surface 56 for transmission therethrough. Light reflected from the bottom surface 58 in the region of the dimple 74 will typically be incident on the dimple surface 7517-20 at a reduced angle of incidence which permits the light to be transmitted therethrough. Other embodiments may utilize multiple light sources 44 with a single and multiple dimples 74.

As shown in Figures 12 and 13, another embodiment of the lighting apparatus, referred to as lighting apparatus 170, comprises a rectangular waveguide 172 having a top surface 174 (Figure 13) and an opposed bottom surface 176 (Figure 13). Four side surfaces 178a (Figure 13), 178b (Figure 13), 178c, and 178d extend between the top surface 174 and bottom surface 176. A pair of lamps 180a, 180b are mounted adjacent the opposing side surfaces 178a and 178b. The lamps 180a, 180b are preferably held in place by diffusive reflective material 182 that surrounds the lamps 180a, 180b and covers a significant portion of the waveguide 172, as described more fully below.

The lamps 180 preferably comprise fluorescent tubes of circular cross-section which extend along substantially the entire length of the sides 178a, 178b. As best shown in Figure 13, the sides 178a and 178b of the waveguide 172 are preferably each concave to form respective elongate channels that extend along the entire length of the sides 178a, 178b. Such channels are configured to flushly receive respective surfaces on sides of the lamps 180a, 180b. An optical coupling gel 184 is interposed between the lamps 180a, 180b and the sides 178a, 178b of the waveguide 172 in order to reduce repetitive index differences by eliminating air gaps therebetween and thereby efficiently couple light from the lamps 180a, 180b to the waveguide 172. Alternatively, the lamps 180a, 180b may each comprise a linear array of point sources, such as LEDs (not shown).

In the preferred embodiment, the reflective material 182 entirely covers the bottom surface 176 and wraps around the lamps 180a, 180b to secure and retain them in juxtaposition with the side surfaces 178a, 178b of the waveguide 172. The reflective material 182 also wraps around the sides 178c, 178d and extends onto a portion of the top surface 174 so as to form a peripheral strip 186 (Figure 12) that extends around the perimeter of the top surface 174.

Accordingly, the interior surface of the reflective material creates an optical cavity that is filled by the solid waveguide 172 and lamps 180. The portion of the top surface 174 of the waveguide 172 that is not covered by reflective material 182 forms an illumination output region or aperture 188 through which light is output from the waveguide 172. The peripheral strip 186 is sufficiently wide to shield the lamps 180 from being viewed directly through the aperture 188. In the illustrated embodiment, the aperture 188 has a rectangular shape. It will be appreciated that the aperture 188 could also be circular or take on any other of a wide variety of shapes suited for various applications.

An angular spectrum restrictor 190, such as described above in connection with Figure 9, may be juxtaposed with the aperture 188. In a preferred embodiment, the angular spectrum restrictor comprises a brightness enhancing film (BEF) 190, as described above, utilized with a diffuser 192 to collectively form a light quality enhancing (LQE) apparatus 196. A color filter 198 may be added to the LQE apparatus 196, if desired. In one embodiment, the edges of the LQE apparatus 196 are interposed between the waveguide upper surface 174 and the peripheral strip 186 of the reflective material 182 so that the reflective material 182 secures the LQE apparatus 196 to the waveguide 172. Alternately, the LQE apparatus 196 may be positioned over the reflective material 182 and secured using an adhesive.

The waveguide 172, lamps 180, reflective material 182, and LQE form a lighting assembly that may be used as a downlight or a backlight. The reflective material 182 reflects light from the lamps 180a, 180b towards the waveguide 172 so that substantially all of the light is coupled into the waveguide 172 through sides 178a, 178b and the optical gel 184. The light undergoes diffuse reflections within the waveguide 172 before exiting from the waveguide 172 through the aperture 188. In particular, the light reflects against the diffusive reflective material 182 that covers the bottom surface 176, surrounds the side surfaces 178a-178d, and covers the peripheral strip 186.

In the lighting apparatus 170, pertinent design factors include the area of the illumination aperture 188, and the combined cavity area, that is the sum of (i) the surface area of the optical cavity and (ii) the area of the aperture 188. For reasonably efficient use of the energy emitted from the lamps 180a, 180b the ratio of the area of the aperture 188 to the combined cavity area is preferably at least 0.20, and in one preferred embodiment the ratio is at least 0.40.

Another parameter of interest is the edge-to-edge dimension of the aperture 188, particularly the dimension referred to herein as the bisector dimension. This bisector dimension is an edge to edge dimension that extends between opposing sides of the aperture 188, along a line passing through the geometric center of the aperture 188, and substantially perpendicular to the aperture edges at such opposing sides (or a tangent thereto in the case of a circular aperture). In one embodiment, all of the edge-to-edge bisector dimensions of the output region are at least 4 inches in length. The ratio of the depth of the cavity to the edge to edge bisector dimensions affects both the intensity and uniformity of the light

emanating from the opening formed by the aperture 188. In one preferred embodiment of the present invention, the ratio of the depth of the cavity to any of the edge to edge bisector dimensions is significantly less than 0.1, and preferably no more than 0.08. In another embodiment, only the longest bisector dimension satisfies these ratios. In yet another embodiment, the ratio is no more than 0.03.

The waveguide 172 is comprised of material that is transparent to light produced by the lamps 180a, 180b, such as a transparent polymeric material, and may be manufactured by various well-known methods, such as machining or injection molding. Preferred materials for the waveguide 172 are acrylic, polycarbonate, and silicone.

As mentioned above in connection with the previous embodiments, the reflective material 182 has a reflectivity of at least 90% and may comprise a single layer or multiple layers of diffusely reflective tape, such as DRP™ Backlight Reflector, manufactured by W.L. Gore & Associates. Alternately, the surfaces of the waveguide 172 may be coated with a reflective paint of the type described above.

The light emerging through the aperture 188 of the lighting apparatus 170 may be used to illuminate a display or to provide illumination for a room. In a preferred embodiment, the lighting apparatus 170 is used as a ceiling light fixture. By way of example, when used as a light fixture for a room, the waveguide 172 may be approximately 16"x 4" and approximately 6 mm thick. The diameter of the lamps 180 preferably match the thickness of the waveguide 172.

Referring to Figure 14, the lighting apparatus 170 may include a hollow housing 200 comprising a planar upper portion 202, side portions 204a-204d, and bottom portions 206a and 206b that together define a hollow space sized to receive the lighting assembly. The side portion 204a is pivotably mounted to one edge of the upper portion 202, thereby allowing it to be opened so that the lighting assembly may be slid into the hollow space within the housing 200. Rails may be positioned on the side portions 204b and 204c to facilitate insertion of the lighting assembly into the housing 200.

As shown in Figure 14, the bottom portions 206a and 206d define an opening 208 therebetween that is at least as large as the aperture 188. The lighting assembly is positioned within the housing 200 so that the illumination aperture 188 of the waveguide 172 is juxtaposed with the opening 208 in the housing 200. Power may be supplied to the lamps 180 in any known manner, such as through an electrical ballast 210 positioned in the housing 200 and connected to the lamps via electrical wires. When the lighting apparatus is illuminated, light emerges from the waveguide 172 through the aperture 188 and into the room.

Figures 15 and 16 illustrate yet another embodiment of a lighting apparatus utilizing a waveguide 42c. As best shown in Figure 15, the top surface of the waveguide 42 includes a total internal reflection (TIR) region 76 having a smoothly curved surface 80 (Figures 16 and 16A) defining a vortex shape that extends into the waveguide 42. Preferably, the region 76 has the shape of an equiangular spiral that forms

into a cusp 82. Referring to Figures 16 and 16A, the surface 80 has a curved shape that is symmetrical about a vertical axis 83 that extends through the cusp 82 and perpendicular to the top surface 56. A light source 44, preferably an LED, is mounted immediately below the cusp 82. The LED 44 is embedded in a correspondingly-shaped hole, channel, or recess 84 that extends into the bottom surface 58 of the waveguide 42c. In order to ensure good coupling into the waveguide 42c and reduce reflections at the interface between facets of the LED and corresponding sides of the recess 84, a transparent optical coupling agent, such as an adhesive or gel (not shown), may be used to fill any air gaps between the LED 44 and the waveguide 42a. The transparent optical coupling agent could be an epoxy, silicone, or any well-known organic or inorganic optical coupling materials. Preferably, the refractive index of the coupling agent is between that of the LED 44 and waveguide 42.

The surface 80 may be either a nonplanar, curved surface, or a nonplanar surface comprising of a plurality of flat surfaces approximating a curve that produces total internal reflection (TIR). As mentioned, the shape of the surface 80 is preferably a symmetric section of an equiangular spiral. However, other geometric shapes can be used to produce total internal reflection including symmetric sections of hyperbolae, parabolas, sine curves and circles, provided that such shapes are analytically shown to produce total internal reflection, as described below. Mathematical modelling of these shapes can be performed with an optical analysis software package such as ASAP by Breault Research of Tucson, Arizona. However, various parameters such as the waveguide thickness and the shape of the surface 80 must be optimized to optimize the coupling of light into the waveguide 42c.

The geometric contour of the surface 80 is selected so that the TIR cusp region 76 formed thereby totally internally reflects substantially all light rays directly emitted by the light source 44. Toward this end, the surface 80 is contoured such that substantially all light rays emitted from the light source 44 are incident on the surface 80 at an angle at least equal to the critical angle. This may be accomplished by calculating the range of possible incidence angles of light rays from the light source 44 at various local areas of the surface 86. The local areas are then oriented so that all rays are incident within the critical range. The local areas could be large in size so that the surface 80 consists of a collection of flat surfaces. As the size of the local areas decreases, the surface 80 forms into a smoothly curved surface having an equiangular spiral shape as shown in Figures 16 and 16A.

In the embodiment illustrated, the bottom surface 58, side surfaces 60, and the back of the LED are covered by the diffusive reflective material 62. When the light source 44 is energized, the light totally internally reflected from the surface 30 propagates within the waveguide 42 outside of the TIR cusp region 76. The reflective material 62 functions in the manner described with reference to the waveguide 42. This embodiment is particularly advantageous when the waveguide is utilized as a tail light lens for an

automobile. It is contemplated that multiple TIR cusp regions 76 could be positioned on a waveguide 42C, and thus the total combined area of illumination may be quite large.

Figures 17 and 18 illustrate an alternative embodiment of the TIR cusp region 76 used in a waveguide 42d. Referring to Figure 17, the TIR region 76 is elongated so as to define an elongated cusp 82a that extends along an axis 83. The TIR region 76 comprises top and bottom equiangular spiral curved surfaces 86, 88 (Figure 18) that symmetrically extend from either side of the elongated cusp 82a. In the illustrated embodiment, a TIR region 76 is located on both the top surface 56 and the bottom surface 58, although the TIR region could also be located on a single surface.

A light source 86 is mounted immediately below the elongated cusp 82. The light source 86 may consist of a single elongated light source that extends along the entire length of the cusp 82, such as a fluorescent tube. Alternatively, the light source 86 may consist of a plurality of point light sources, such as LEDs, that form a line aligned immediately below the length of the cusp 82. The tip of the elongated cusp 82 may be rounded to provide controlled leakage of light from the light source 86 in the area of the waveguide 42d immediately above the light source 86. This will eliminate dark spots above the light source 86.

The waveguide 42d shown in Figures 17 and 18 functions in essentially the same manner as the waveguide shown in Figures 12-13. That is, the TIR region 76 totally internally reflects substantially all light emitted by the light source 86. The symmetric pair of curved surfaces 86, 88 joined at the elongated cusp 82a provide total internal reflection (TIR) of the light from the light source 44 along either side of the axis 83. The cusp 82a divides the light from the light source 44 into two equal portions.

Because the TIR cusp regions 76 of Figures 15-18 reflect substantially all light incident thereon, these regions 76 will appear dark relative to portions of the waveguide outside the TIR regions 76. In situations where such dark spots are objectionable, the surface 80 should be contoured to be a less than perfect internal reflector so that a significant portion of the incident light leaks through the surface 80. The amount of leakage should preferably be no more than is necessary to substantially eliminate the dark spots, and provide an intensity in the TIR regions substantially equal to that of the surrounding region. Such leaky TIR regions thus provide substantially uniform output illumination across the entire output region of the waveguide.

LEDs have many desirable properties for optical display systems, including low cost and low driving voltage. LEDs are capable of producing various colors, such as red, green and blue. The driving voltage of an LED may vary from 1.8 volts to 4.0 volts, and the differential energy levels of the quantum mechanical bandgap produces these spectral colors. However, those skilled in the art will appreciate that other point sources may be used. Laser diodes (Lds) or superluminescent light emitting diodes could be used, as well as any semiconductor light emitting device.

Figure 19 shows a conventional prior art LED 110 in a "bullet lens" package. The LED 110 includes a housing 111 that encloses two electrical leads 112 connected to an anode 113 and a cathode 114. A layer 115 of Group HI-V semiconductor compound, such as A1GaAs, GaAsP, or A1InGaP, is interposed between the anode 113 and cathode 114. A cup-shaped reflector 116 is positioned behind the semiconductor layer 115. The top portion of the housing 111 forms a hemispherical immersion lens 117 made of an acrylic or an epoxy.

When a voltage in the range of 1.8-4.0 V is applied between the anode 113 and cathode 114, the LED produces visible light energy according to the photoelectric effect. The reflector 116 reflects the light in an upward direction so that the light does not pass through the sides of the housing 111. The lens 117 focuses the light emitted by the semiconductor layer 115. The semiconductor material has a refractive index of approximately 3.4 and the index of refraction of the plastic package of the housing 6 is 1.5.

Figure 20 shows a conventional prior art "bare" light emitting diode 110a. The LED 110a includes a semiconductor layer 115a positioned on a flat base 117. A dielectric dome 118 covers the semiconductor layer 115. A reflector 116a is positioned between the base 117 and the semiconductor layer 115.

Figure 21 shows an exit sign 130 illuminated in accordance with another embodiment of the invention. The exit sign 130 consists of a planar waveguiding layer or waveguide 132 having a surface 134 on which an illumination coupling element 136 is centrally located. The illumination coupling element 136 produces and couples illumination from LEDs 140 into the waveguide 132. A plurality of display elements 142 are also located on the surface 134 for coupling the light from the waveguide 132 to an external viewer 144.

Referring to Figure 21, the display elements 142 have shapes that form the letters "E", "X", "I", and "T", although the display elements may form any of a wide variety of symbols and shapes for illumination. For instance, for illuminating a tail light (Figure 22), the display elements 142 might be in the form of elongate structures, such as horizontal or vertical lines or channels in the tail light surface. In an alternative embodiment for illuminating a watch or clock face (Figure 23), the display elements 142 might be in the form of numbers or dots on the dial. For a watch using display elements 142, a single LED could be located in the interior region of a circular waveguide on the watch face. Alternatively, four LEDs could be located in the interior of the watch face, with each LED illuminating one quadrant of the watch face, such as shown in Figure 23. Additionally, the LEDs could be arranged in a circular array with equiangular spacing.

Figure 24 illustrates a cross-sectional view of the waveguide 132. As shown, the display elements 142 are concave structures that extend into the surface 134. The display elements 142 could

also be convex structures. The surfaces of the display elements 142 may either be smooth surfaces or rough surfaces to increase optical diffusion.

As shown in Figure 24, the illumination coupling element 136 includes one or more LEDs 140 that are embedded in a bottom surface 146 of the waveguide 132. The LEDs 20 are preferably oriented with their longitudinal axes normal to the bottom surface 146 of the waveguide 132. The LEDs 140 may be embedded in either surface 142 or 146 of the waveguide 132, but are preferably embedded in surface opposite location of the display elements 142. The LEDs 140 could consist of either "bullet lens" LEDs or "bare" LEDs.

As shown in Figure 24, the illumination coupling element 136 comprises a TIR region 150 having curvilinear surfaces 152, 154 similar to surfaces 86 and 88 described above with respect to Figures 14 and 15. The surfaces 86 and 88 curve toward the LED 140 to receive impingement of light from the LED 140. The surfaces 86 and 88 are TIR surfaces with respect to such impingement of light. As shown, the surfaces 86, 88 form a cusp directed toward the LED 140 with the LED 140 having an end terminating in alignment with the cusp to direct substantially all light from the LED directly toward and adjacent the cusp. The TIR region operates in substantially the same manner described above and therefore no further description is provided.

The illumination coupling element 136 desirably includes a lens element 90 that is integrally formed with the surface of the waveguide that is adjacent to the LED 140. The optical power of the lens element 90 is caused by a refractive index differential between an air gap surrounding the LED 140, the LED 140, the transparent optical coupling agent, and the waveguide 132. In this embodiment of the waveguide 132, the transparent optical coupling agent and the material of the LED 140 preferably all have an index of refraction of about 1.5. An air gap around the LED 140 defines a volume with a refractive index of about 1.0 to cause refraction of light.

The lens element 90 may optionally be either convex or concave. A convex lens element 90 converges light from the LED 140 to reduce the angular extent of the light radiation from the LED 140. In one embodiment, the focal power of convex lens element 90 is sufficient to collimate the light rays. A concave lens element 90 diverges light rays emanating from the LED 140 to increase the angle of the light rays on the surfaces 152 and 154. This increases the likelihood of light rays intersecting the surfaces 152 and 154 at an angle of incidence greater than the critical angle.

Figure 25 illustrates another embodiment of an exit sign 130 generally comprising a waveguide 132a. In this embodiment, LEDs 140 are positioned facing outwardly within a circular coupling element 148 located in an interior light injection region of the waveguide 132a. The longitudinal axes of the LEDs 140 are desirably oriented parallel to the plane of the surface 134. Although Figure 25 shows four LEDs 140 separated by 90° angles in the coupling element 148, it will be appreciated that any number of LEDs

140 can be arranged around the perimeter of the coupling element 148. The LEDs 140 may also be arranged in shapes other than circles, with the longitudinal axes preferably aligned parallel to the waveguide 132a , such as, for example, ovoid, rectangular, square, and linear shapes.

The coupling element 148 may either be integrally formed with the waveguide 132a or it may be modularly inserted into a corresponding hole or recess in the waveguide 132a so that light is injected through the sides of the hole and perpendicular thereto. For a modular configuration, LEDs 140 are desirably first mounted onto the coupling element 148 and then the coupling element 148 is inserted into the hole or recess in the waveguide. A modular insertion technique provides advantages in manufacturing by making it easier to manipulate a plurality of light emitting diodes (LEDs) simultaneously. If the coupling element 148 is integrally formed in the waveguide 132a, the LEDs 140 are inserted directly into the hole or recess in the waveguide. In one possible application 'bare' LEDs may be grown directly on the surface of the waveguide.

In another embodiment shown in Figure 26, extractive display elements 300 are used in combination with a sign 130 comprising a waveguide 132c. An illumination coupling element 136 is used to inject light into the waveguide 132 in the manner described above. A plurality of extractive display element 300 and waveguiding cylinders 302 are patterned into the surface of the waveguide 132c, as described below. The extractive display elements 300 appear as a series of pointed bumps that are arranged in the shape of symbolic or nonsymbolic figures. Upon illumination through the waveguide 132c and the waveguiding cylinders 302, and in combination with illumination couplers, such as a TIR region described above, the extractive display elements 300 produce a particularly bright, point-like (or line-like) light pattern at the apexes (or vertexes) of the solid polygons.

Figure 27 shows a side view of an extractive display element 300 formed on the end of a waveguiding cylinder 302. The base of the extractive display element 300 is integral with the end of the waveguiding cylinder 302. Preferably, each of the waveguiding cylinders 302 has a diameter on the order of one-tenth of one inch (0.1"), although the diameter of a cylinder may be as small as on the order of one-thousandth of an inch (0.001").

In the embodiment shown in Figure 27, the extractive display element 300 is in the shape of a polygonal solid having three equilateral faces 304, 306, 308, and an apex 310 with 120 degree vertices. The number of faces on the extractive display element 300 is not limited to three, and could be any number from two or more. A two-sided extractive display element 300 would be a wedge shape at the end of the cylinder, appearing much like the tip of a screwdriver. A greater number of faces on the extractive display element 300 could include rectangular, hexagonal, octagonal, and circular shapes. In the case of a circular extractive display element 300, the cylinder preferably tapers to a conical tip. Any other wide variety of shapes, such as cross or star shapes, are also contemplated.

The shape of the extractive display element 300 produces a particularly bright, point-like (or line-like) light output at the apex (or vertex) 310. Light is transmitted by total internal reflection within the waveguiding cylinder 302 until it enters the waveguide cylinder 302 and extractive display element 300 through lateral portion 312. Light within the extractive display element 300 is confined within the equilateral faces 304, 306, 308 by total internal reflection until it comes within the vicinity of apex 310. Light is then efficiently coupled out of the display element 300 as a bright, point-like (or line-like) output by apex (or vertex) 310.

As shown in Figure 29, the length of the waveguiding cylinder 302 may be reduced so that the display element 142 consists of only the extractive display element 300 formed directly on the surface 134. These extractive display elements 300 are further disclosed in co-pending Patent Application Serial Number 08/683,757, entitled "Light Extractor Apparatus," assigned to the same assignee. It has been found that these extraction elements efficiently extracting excess of 90% of incident radiation with less than 10% backscatter.

The base of each waveguiding cylinder 302 is preferably formed integral with the surface of the waveguide 301 to facilitate ease of manufacturing. The extractive display elements 300 and waveguiding cylinders 302 may be formed by conventional methods of molding plastic articles, such as injection or compression molding.

The contrast of the sign 130 utilizing extracting display elements 300 may be equalized by varying the characteristics of the display elements 300 across the surface of sign 130. For example, the diameters of the cylinders 302 that are closer to the illumination coupling means may be made less than the diameters of the cylinders 302 that are farther away from illumination coupling means to compensate for the greater light intensity that is typically present in the central regions of the sign. Decreasing the diameter of the cylinder 302 reduces the quantity of light that is delivered to the apex (or vertex) of the extractive display element 300.

Figure 29 shows an exit sign 130 comprising a waveguide 132d. An illumination coupling means 318 is positioned in the interior of the waveguide 132d for injecting light into the waveguide 132d. The illumination coupling means include a plurality of LEDs 140. The waveguide 132d includes a series of concentric grooves 320 located on a back surface of the waveguide 132. The concentric circular grooves 320 preferably radiate outward from the central region of the waveguide 132d. The circular grooves 320 are positioned only in the areas where the symbolic or nonsymbolic characters of the sign are to be displayed and illuminated so that the circular grooves 320 form the shape of the characters. Preferably, utilizing concentric circular grooves 320 further optimizes the display by matching the symmetry of the light source or obtaining other desirable display properties.

As shown in Figure 30, the concentric circular grooves 320 are V-shaped structures that act to reflect light through the opposite side of the waveguide 132d. The grooves 320 define an angle between the surfaces of the "V," although the grooves may take other shapes than "V's". The circular grooves 320 differ from the display elements 142 both in the size and location. The depth of the circular grooves 320 may be only on the order of one-tenth of one percent (0.1%) to one percent (1%) of the waveguide 132d thickness.

The grooves 320 may be formed by any of a variety of methods including machining (mechanical, laser, or EDM), ablation, etching, stamping or embossing. They can also be formed initially over the entire surface of the waveguide and then subsequently filled in with an index matching material in all of the areas except those corresponding to the characters of the display. A decal film or screen may be applied to form the characters or to subsequently remove all but the selected areas. It is also possible to optimize the display characteristics by changing the properties of the grooves 320 at different points on the display. The spatial frequency, width or depth of the grooves 320 may increase at regions further removed from the illumination coupling means 318 in order to obtain desirable display characteristics.

Although the foregoing description of the preferred embodiments have shown, described, and pointed out certain novel features of the invention, it will be understood that various omissions, substitutions, and changes in the form of the detail of the apparatus as illustrated as well as the uses thereof, may be made by those skilled in the art without departing from the spirit of the present invention. Consequently, the scope of the present invention should not be limited by the foregoing discussion, which is intended to illustrate rather than limit the scope of the invention.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A lighting apparatus for illuminating an illumination area of a display, comprising:

a waveguide adapted for mounting adjacent said display so as to illuminate said illumination area of said display, said waveguide comprising a top surface having an optical output area corresponding in size to said illumination area and a bottom surface spaced apart from the top surface, and a side surface extending between the top and bottom surfaces;

reflective material positioned adjacent said bottom and side surfaces of said waveguide; and

at least one solid state point source of light mounted to input light proximate to a periphery of said waveguide between the top and bottom surfaces, said waveguide comprising a light ejector on one of said top and bottom surfaces configured to redirect light propagating between said surfaces towards said top surface for transmission therethrough, said light ejector arranged to provide a preselected illumination profile across said optical output area of said top surface.

2. The lighting apparatus of Claim 1, wherein said light ejector comprises a first set of elongate structures arranged in a pattern selected from the group consisting of intersecting straight lines and nonintersecting arcuate lines.

3. The lighting apparatus of Claim 1, wherein the pattern comprises intersecting straight lines which extend radially from a common center point.

4. The lighting apparatus of Claim 2, wherein the straight lines are angularly spaced apart by an equal angular distance.

5. The lighting apparatus of Claim 1, wherein said pattern comprises nonintersecting arcuate lines which are nonuniformly spaced apart in such a manner as to compensate for loss of intensity as the light propagates outwardly from the source.

6. The lighting apparatus of Claim 5, additionally comprising a second solid state point source of light, wherein said light ejector further comprises a second set of elongate structures on said bottom surface configured to redirect light propagating between said surfaces towards said top surface for transmission therethrough, said second set of elongate structures being in a pattern of nonintersecting arcuate lines.

7. The lighting apparatus of Claim 1, wherein the light ejector comprises a region of reduced thickness of said waveguide.

8. The lighting apparatus of Claim 7, wherein said region of reduced thickness is thinnest at a central portion of the waveguide and gradually increases in thickness towards the periphery of the waveguide.

9. The lighting apparatus of Claim 1, wherein said light source comprises a light emitting diode which provides multifaceted emission substantially radially outward from said diode.

10. The lighting apparatus of Claim 1, wherein said top and bottom surfaces are formed by parallel, opposing surfaces of a solid material transparent to said light.

11. The lighting apparatus of Claim 1, additionally comprising an angular spectrum restrictor proximate said top surface to restrict illumination within a viewing angle.

12. The lighting apparatus of Claim 1, wherein said top and bottom surfaces are spaced by about 3 mm or less.

13. The lighting apparatus of Claim 1, wherein said waveguide is not substantially larger than said illumination region of said display.

14. The lighting apparatus of Claim 1, wherein said preselected illumination profile is a substantially uniform illumination profile.

15. The lighting apparatus of Claim 1, wherein said top surface has an area larger than said optical output area, and wherein said reflective material is also positioned adjacent a portion of said top surface outside of said optical output area.

16. The lighting apparatus of Claim 1, wherein said reflective material is in contact with said waveguide.

17. The lighting apparatus of Claim 1, wherein said reflective material comprises a diffusely reflective material.

18. A lighting apparatus, comprising a waveguide having pair of opposed surfaces, each of said surfaces being at least partially reflective and at least one of said surfaces being partially transmissive, each of the surfaces having a reflectivity greater than the transmissivity of said at least one surface.

19. The lighting apparatus of Claim 18, additionally comprising a light source mounted to input light between said pair of opposed surfaces.

20. The lighting apparatus of Claim 19, wherein said light source is a light emitting diode, and said opposed surfaces are parallel to each other.

21. The lighting apparatus of Claim 18, additionally comprising a brightness enhancing material adjacent the partially transmissive surface, said material concentrating illumination within a viewing angle.

22. A lighting apparatus, comprising:

a planar waveguide having a peripheral edge;

a light source mounted proximate to said peripheral edge so as to direct light into the waveguide along a path extending from the light source towards an optical diverter in the

waveguide, said optical diverter in said path redirecting light rays away from said path towards the periphery of the waveguide.

23. The lighting apparatus of Claim 22, wherein said diverter comprises an optical interface formed by a refractive index difference.

24. The lighting apparatus of Claim 23, wherein said optical interface is formed by an opening in the planar waveguide.

25. The lighting apparatus of Claim 23, wherein said opening is spaced from the periphery of the planar waveguide.

26. The lighting apparatus of Claim 24, wherein said opening comprises a notch in the peripheral edge of the planar waveguide.

27. The lighting apparatus of Claim 26, wherein said light source is mounted within the notch in the peripheral edge.

28. The lighting apparatus of Claim 23, wherein the optical interface redirects said light rays through refraction of said light rays.

29. The lighting apparatus of Claim 23, wherein the optical interface redirects said light rays through reflection of said light rays.

30. The lighting apparatus of Claim 22, wherein the light source comprises a light emitting diode which provides multifaceted emission substantially radially outward from said diode into said planar waveguide.

31. A lighting apparatus comprising:

a top surface;

a bottom surface in spaced relationship to said top surface and cooperating with said top surface to form a waveguide having a thickness defined by the distance between the top and bottom surfaces;

at least one light source mounted to input light into said waveguide between said surfaces, wherein one of said surfaces has a curvature relative to the other surface which yields a substantial variation in the thickness of the waveguide in a central region of said waveguide, said variation following a geometric contour selected to alter the angle of incidence of a plurality of light rays propagating between said surfaces of said waveguide.

32. The lighting apparatus of Claim 31, wherein said variation in the thickness is equal to at least five percent of the thickness of said waveguide outside said central region.

33. The lighting apparatus of Claim 31, wherein said surfaces are formed by a generally planar slab of material that is transparent to light at the wavelength produced by said light source.

34. The lighting apparatus of Claim 33, wherein said geometric contour provides a smooth and continuous surface that forms a depression in said slab of material.

35. The lighting apparatus of Claim 34, additionally comprising a reflective material proximate to said bottom surface, said depression being in said top surface, said top surface forming a refractive index interface such that light in the waveguide is reflected from the top surface by the depression towards said bottom surface, said reflective coating reflecting said reflected light from the bottom surface through the top surface and out of said waveguide.

36. The lighting apparatus of Claim 34, wherein said waveguide has a periphery and wherein said depression has an area of at least 70% of the area of said top surface.

37. The lighting apparatus of Claim 35, wherein said geometric contour is generally elliptical in a plane parallel to said one of said surfaces.

38. The lighting apparatus of Claim 35, wherein said light source comprises a solid state point source of light, and wherein said apparatus additionally comprises a second solid state point source of light mounted proximate to the periphery of the waveguide, and peripherally spaced from said point source of light.

39. The lighting apparatus of Claim 31, wherein said geometric contour causes said light to be redirected by reflection.

40. The lighting apparatus of Claim 31, wherein said one of said surfaces forms a refractive index interface that causes the light propagating between the surfaces to be redirected by total internal reflection.

41. The apparatus of Claim 31, additionally comprising a brightness enhancing film proximate to said top surface.

42. The lighting apparatus of Claim 41, additionally comprising a second brightness enhancing film proximate to said top surface and positioned orthogonally with respect to the brightness enhancing film.

43. The lighting apparatus of Claim 41, additionally comprising a diffuser between the brightness enhancing film and the top surface.

44. A lighting apparatus, comprising

a waveguide having top and bottom surfaces and a peripheral edge, said waveguide having a thickness defined by the distance between the top and bottom surfaces, said thickness at said peripheral edge being substantially different than said thickness in a region intermediate opposing sides of said peripheral edge, said thickness having a geometry selected to enhance ejection of light from said top surface intermediate said opposing sides; and

at least one light source disposed proximate to said peripheral edge to introduce light into said waveguide between said top and bottom surfaces.

45. The lighting apparatus of Claim 44, wherein said light source comprises a point source.

46. The lighting apparatus of Claim 44, wherein said substantially different thickness results in a central depression in said waveguide.

47. The lighting apparatus of Claim 46, wherein the lighting apparatus comprises a plurality of said light sources, and wherein said central depression is generally equidistant from said plurality of light sources.

48. The lighting apparatus of Claim 44, wherein said intermediate region having said geometry comprises an area which is at least 70% of the area of the waveguide.

49. A lighting apparatus, comprising

a waveguide of solid material, said waveguide having a top surface, a bottom surface and a side surface;

a light source mounted to input light into said waveguide;

reflective material juxtaposed with one of said top and bottom surfaces;

wherein at least a portion of one of said top and bottom surfaces has a pattern of elongate structures that generally increase in density with distance from said light source.

50. The lighting apparatus of Claim 49, wherein said elongate structures are formed by scratching one of said top and bottom surfaces with abrasive, said pattern being generally amorphous locally, while being substantially directional and nonrandom globally.

51. The lighting apparatus of Claim 49, wherein the light source is embedded in said waveguide at a location interim to the periphery of the waveguide.

52. The lighting apparatus of Claim 49, wherein said waveguide has a length and a width, said elongate structures being directed along the length of the waveguide.

53. An illumination and display device, comprising:

an optical waveguiding layer;

illumination coupling means embedded in an interior region of said waveguiding layer, wherein said illumination coupling means includes:

one or more semiconductor light emitting devices, and

a portion of said optical waveguiding layer having a pair of symmetric (a) nonplanar, curved surfaces, or (b) a plurality of flat, planar surfaces approximating said nonplanar, curved surface,

said pair of symmetric surfaces forming a cusp lying on the axis of said one or more semiconductor light emitting devices to produce total internal reflection of light from said one or more semiconductor light emitting devices into said waveguiding layer;

display elements formed on surfaces of said waveguiding layer to cause light to be emitted from said waveguiding layer.

54. The illumination and display device of Claim 53, wherein:

said display elements are formed as concave channels within the surface of the waveguiding layer, and external surfaces of said channels are either smooth or rough to promote diffuse output radiation.

55. The illumination and display device of Claim 54, wherein:

the illumination from said display elements is controlled by varying the depths of said concave channels of said display elements across said waveguiding layer in order to compensate for differences in said illumination.

56. The illumination and display device of Claim 55, wherein:

said concave channels of said display elements are deeper towards the outer portions on said waveguiding layer of said display device than are said concave channels towards the central portions of said waveguiding layer of said display device.

57. The illumination and display device of Claim 53, wherein:

each of said display elements is formed as an extractive display element on a waveguiding cylinder;

each of said extractive display elements being formed as a polygon solid having an apex or a vertex on a line normal to said waveguiding layer, and light from said waveguiding layer is transmitted by total internal reflection within both said waveguiding cylinder and by side faces of said extractive display element to be emitted at said apex or said vertex of said extractive display element.

58. The illumination and display device of Claim 57, wherein:

each of said extractive display elements has the form of a polygon solid having two or more equilateral side faces.

59. The illumination and display device of Claim 57, wherein:

the illumination from said display elements is controlled by varying the diameters of said waveguiding cylinders of said display elements across said waveguiding layer in order to compensate for differences in said illumination.

60. The illumination and display device of Claim 59, wherein:

said waveguiding cylinders of said display elements have diameters that are larger towards the outer portions on said waveguiding layer of said display device than are said waveguiding cylinders towards the central portions of said waveguiding layer of said display device.

61. The illumination and display device of Claim 53, wherein:

each of said display elements is formed as an extractive display element on said waveguiding layer;

each of said extractive display elements being formed as a polygon solid having an apex or a vertex, and light from said waveguiding layer is transmitted by total internal reflection by side faces of said extractive display element to be emitted at said apex or said vertex of said extractive display element.

62. The illumination and display device of Claim 61, wherein:

the illumination from said display elements is controlled by varying the sizes of said polygon solids on said waveguiding cylinders of said display elements across said waveguiding layer in order to compensate for differences in said illumination.

63. The illumination and display device of Claim 53, wherein:

a convex or concave lens element is incorporated integrally to the surface of said waveguiding layer adjacent to said interior region at a location where said illumination coupling means is embedded in said waveguiding layer with an air gap between said semiconductor light emitting devices and said lens element.

64. The illumination and display device of Claim 53, wherein:

said symmetric, nonplanar, curved surface has a shape that is a section of an equiangular spiral.

65. The illumination and display device of Claim 53, wherein:

said symmetric, nonplanar, curved surface has a shape that is a section of a parabola, a hyperbola, a circle, or a sine curve.

66. The illumination and display device of Claim 53, wherein:

said device is used as a display for an exit sign, an automobile tail light, or the face of a watch or clock.

67. The illumination and display device of Claim 53, wherein:

said one or more semiconductor light emitting devices of said illumination coupling means are embedded in said waveguiding layer by optically coupling said one or more semiconductor light emitting devices to said waveguiding layer with an optical coupling agent.

68. The illumination and display device of Claim 67, wherein:

said optical coupling agent is one of a silicone adhesive, gel, grease or an epoxy polymer.

69. The illumination and display device of Claim 53, wherein:

said waveguiding layer has an overall shape that is thin relative to its length, and is flat or curved.

70. The illumination and display device of Claim 53, wherein:

said display elements are arranged in either symbolic alphanumeric patterns or nonsymbolic patterns.

71. The illumination and display device of Claim 53, wherein:

the illumination from said display elements is controlled by changing a characteristic of said display elements across said display device.

72. The illumination and display device of Claim 53, wherein:

said one or more semiconductor light emitting devices are bullet lens package light emitting diodes or bare light emitting diodes.

73. An illumination and display device, comprising:

an optical waveguiding layer;

illumination coupling means embedded in an interior region of said waveguiding layer, wherein said illumination coupling means includes one or more semiconductor light emitting devices; and

display elements formed on the surface of said waveguiding layer to cause light to be emitted from said waveguiding layer.

74. An illumination and display device, comprising:

an optical waveguiding layer;

illumination coupling means embedded in an interior region of said waveguiding layer, wherein said illumination coupling means includes one or more semiconductor light emitting devices, each of said one or more semiconductor light emitting devices having a longitudinal axis that is parallel to the surface of said optical waveguiding layer, said illumination coupling means including a hole or recess in said interior region of said waveguiding layer where said one or more semiconductor light emitting devices is placed; and

display elements formed on the surface of said waveguiding layer to cause light to be emitted from said waveguiding layer.

75. The illumination and display device of Claim 74, wherein:

plurality of said semiconductor light emitting devices are arranged around the perimeter of a circle in said interior region of said waveguiding layer.

76. The illumination and display device of Claim 74, wherein:

said display elements are formed as concave channels within the surface of the waveguiding layer, and external surfaces of said channels are either smooth or rough to promote diffuse output radiation.

77. The illumination and display device of Claim 76, wherein:

the illumination from said display elements is controlled by varying the depths of the concave channels of said display elements across said waveguiding layer in order to compensate for differences in said illumination.

78. The illumination and display device of Claim 77, wherein:

said concave channels of said display elements are deeper towards the outer portions on said waveguiding layer of said display device than are said concave channels towards the central portions of said waveguiding layer of said display device.

79. The illumination and display device of Claim 74, wherein:

each of said display elements is formed as an extractive display element on a waveguiding cylinder;

each of said extractive display elements being formed as a solid polygon having an apex or a vertex on a line normal to said waveguiding layer, and light from said waveguiding layer is transmitted by total internal reflection within both said waveguiding cylinder and by side faces of said extractive display element to be emitted at said apex or said vertex of said extractive display element.

80. The illumination and display device of Claim 79, wherein:

each of said extractive display elements has the form of a solid polygon having two or more equilateral side faces.

81. The illumination and display device of Claim 80, wherein:

said solid polygons take the shape of a wedge, cone, or tetrahedron.

82. The illumination and display device of Claim 79, wherein:

the illumination from said display elements is controlled by varying the diameters of said waveguiding cylinders of said display elements across said waveguiding layer in order to compensate for differences in said illumination.

83. The illumination and display device of Claim 82, wherein:

said waveguiding cylinders of said display elements have diameters that are larger towards the outer portions on said waveguiding layer of said display device than are said waveguiding cylinders towards the central portions of said waveguiding layer of said display device.

84. The illumination and display device of Claim 74, wherein:

each of said display elements is formed as an extractive display element on said waveguiding layer;

each of said extractive display elements being formed as a polygon solid having an apex or a vertex, and light from said waveguiding layer is transmitted by total internal reflection by side faces of said extractive display element to be emitted at said apex or said vertex of said extractive display element.

85. The illumination and display device of Claim 84, wherein:

the illumination from said display elements is controlled by varying the sizes of said polygon solids on said waveguiding cylinders of said display elements across said waveguiding layer in order to compensate for differences in said illumination.

86. The illumination and display device of Claim 74, wherein:

there is an air gap formed in said illumination coupling means between said semiconductor light emitting devices and said waveguiding layer.

87. The illumination and display device of Claim 74, wherein:

said one or more semiconductor light emitting devices of said illumination coupling means are embedded in said waveguiding layer by optically coupling said one or more semiconductor light emitting devices to said waveguiding layer with an optical coupling agent.

88. The illumination and display device of Claim 87, wherein:

said optical coupling agent is one of a silicone adhesive, gel, grease, an epoxy polymer.

89. The illumination and display device of Claim 74, wherein:

said waveguiding layer has an overall shape that is thin relative to its length, and is flat or curved.

90. The illumination and display device of Claim 74, wherein:

said display elements are arranged in either symbolic alphanumeric patterns or non-symbolic patterns.

91. The illumination and display device of Claim 74, wherein:

the illumination from said display elements is controlled by changing a characteristic of said display elements across said display device.

92. The illumination and display device of Claim 74, wherein:

said one or more semiconductor light emitting devices are bullet lens package light emitting diodes or bare light emitting diodes.

93. The illumination and display device of Claim 74, wherein:

said display elements are concentric circular grooves in a surface of the waveguiding layer, said concentric circular grooves being present only in areas corresponding to symbolic or nonsymbolic characters.

94. The illumination and display device of Claim 93, wherein:

said concentric circular grooves are either formed over only specified areas on said waveguiding layer corresponding to said symbolic and nonsymbolic characters, or said concentric circular grooves are formed over the entire waveguiding layer and then are removed in all but said specified areas corresponding to said symbolic and nonsymbolic characters.

95. The illumination and display device of Claim 93, wherein:

said concentric circular grooves have varying characteristics at different radial locations in order to control illumination from said display elements.

96. The illumination and display device of Claim 95, wherein:

said varying characteristics of said concentric grooves include increasing the width of the grooves further from the center, or increasing the spatial frequency of the grooves further from the center.

97. The illumination and display device of Claim 93, wherein:

said concentric grooves are formed by processes including machining, ablation, etching and embossing.

98. The illumination and display device of Claim 74, wherein:

said illumination coupling means includes a modular design so that said one or more semiconductor light emitting devices are mounted in a module that fits into said hole or recess in said interior region of said waveguiding layer.

99. An illumination device, comprising:

a waveguide having an illumination coupler embedded in an interior region of said waveguide, and having generally parallel top and bottom surfaces outside said interior region such that light is guided therebetween, said illumination coupler comprising a refractive index interface configured to capture light rays propagating along a line that forms less than the critical angle of total internal reflection with respect to at least one of said top and bottom surfaces, such that said captured light rays are injected between said top and bottom surfaces for propagation outside said interior region.

100. The illumination device of Claim 99, wherein said illumination coupler comprises a surface configured for total internal reflection of light incident thereon.

101. The illumination device of Claim 100, comprising a point source of light disposed at least partially within a cavity in said waveguide, said cavity being adjacent to said total internal reflecting surface.

102. The illumination device of Claim 101, comprising display elements on one of said top and bottom surfaces for ejecting light from said waveguide.

103. The illumination device of Claim 101, comprising diffusive reflective material on one of said top and bottom surfaces.

104. The illumination device of Claim 99, wherein the waveguide and illumination coupler are integrally formed from a single piece of material.

105. A lighting apparatus, comprising:

a device that emits light;

an optical cavity formed by diffusive reflective surfaces, said cavity having an output region through which light from said cavity passes;

said light emitting device being mounted to supply light to said cavity while being hidden from direct view through said output region, said cavity having a diffusely reflective surface area and said output region having an area, the ratio of said area of said output region to the sum of (i) said area of said output region and (ii) said surface area of said cavity being at least 0.05, said cavity having a depth and said output region having an edge to edge bisector dimension, the ratio of said depth to said bisector dimension being significantly less than 0.1; and

an angular spectrum restrictor positioned to restrict output illumination through said output region to a predetermined range of angles.

106. The apparatus of Claim 105, wherein the angular spectrum restrictor comprises:

a diffuser at said output region, said diffuser positioned to diffuse illumination which passes from said cavity through said output region; and

a brightness enhancing material disposed adjacent said diffuser, said material concentrating illumination within a viewing angle so as to enhance the brightness of the display panel.

107. The apparatus of Claim 105, wherein said light emitting device comprises a fluorescent tube, and said cavity comprises a waveguide.

108. The apparatus of Claim 105, wherein said ratio of said depth to said edge-to-edge dimension is no more than 0.03.

109. The apparatus of Claim 105, wherein said ratio of said depth to said edge-to-edge dimension is less than 0.08.

110. The apparatus of Claim 105, wherein said fluorescent tube is disposed between an edge of said waveguide and diffusive reflective material.

111. The apparatus of Claim 105, wherein the reflective surfaces of said cavity have a reflectance higher than 90 percent.

112. The apparatus of Claim 105, wherein said spectrum restrictor is planer and comprises micro-replicated optical structures.

113. The apparatus of Claim 105, wherein said predetermined angle provides a viewing angle of no more than about 35 degrees.

114. The apparatus of Claim 105, wherein said diffuser is between said brightness enhancing film and said optical cavity.

115. The apparatus of Claim 105, wherein all of the edge-to-edge bisector dimensions of said output region exceed 4 inches in length.

116. The apparatus of Claim 105, wherein the apparatus is sized and configured to illuminate a room.

117. A method of lighting, comprising:

producing illumination from an optical cavity formed by diffusely reflecting surfaces and outputting illumination from the cavity through an output illumination region, said producing of said illumination comprising directing light rays from a source of illumination into the cavity such that the source of the illumination is not visible through the output illumination region;

restricting the angular spectrum of illumination from the output illumination region to a predetermined range of angles; and

mounting the optical cavity to illuminate at least a portion of a room.

118. The method of Claim 117, wherein said restricting comprises:

using a diffuser to diffuse illumination passing from the cavity through the output illumination region;

using a brightness enhancing film to concentrate the diffused light into a predetermined angular range; and

directing the concentrated, diffused light through said output region.

119. The method of Claim 117, wherein the source comprises one or more florescent tubes mounted adjacent a periphery of the cavity.

120. The method of Claim 117, wherein said mounting comprises directing the light from a ceiling of a room towards a floor of the room.

121. A method of manufacturing a lighting apparatus comprising:

wrapping a flexible sheet of reflective material around one side of a tubular light source;

juxtaposing a member forming an optical cavity with another side of said tubular light source so that light from said source is introduced into the optical cavity;

attaching said flexible sheet to said member such that said sheet retains said tubular source in juxtaposition with said member.

122. A method of Claim 121, wherein said reflective material is highly diffusely reflective.

123. The method of Claim 121, wherein said tubular source comprises a fluorescent tube.

124. The method of Claim 121, wherein the optical cavity comprises a waveguide.

125. The method of Claim 124, additionally comprising positioning the tubular source in a channel formed in a side of the waveguide.

126. The method of Claim 125, additionally comprising placing an optical coupling material between the waveguide and the tubular light source to enhance coupling of light from said source into said waveguide.

Fig. 1

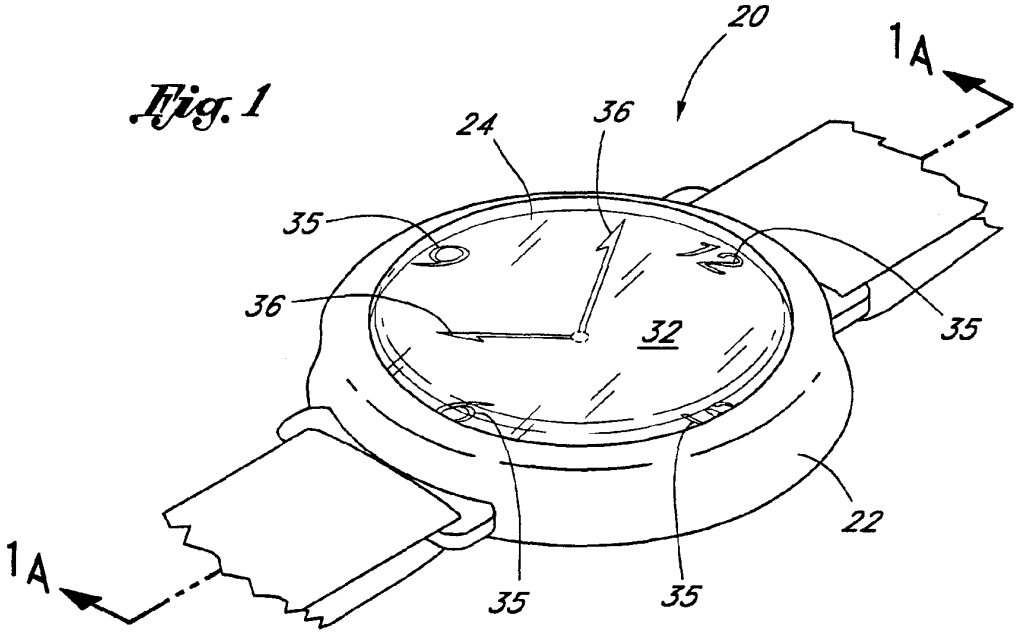

20
1A
24
36
35
36
32
35
22
1A
35
35

Fig. 1A

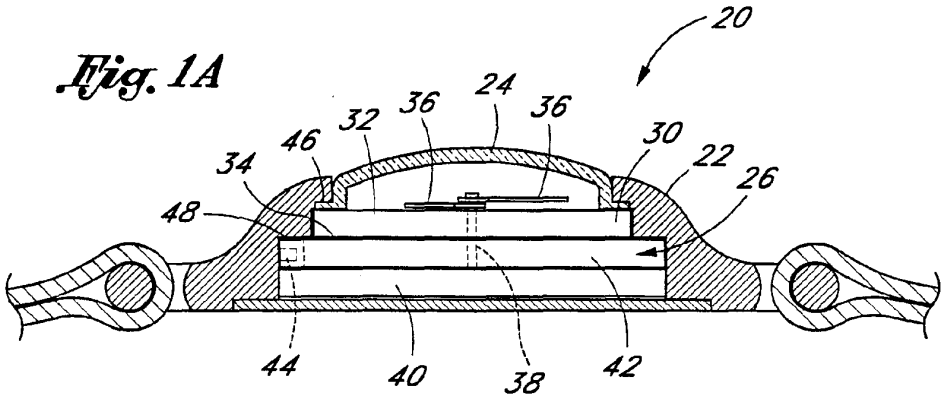
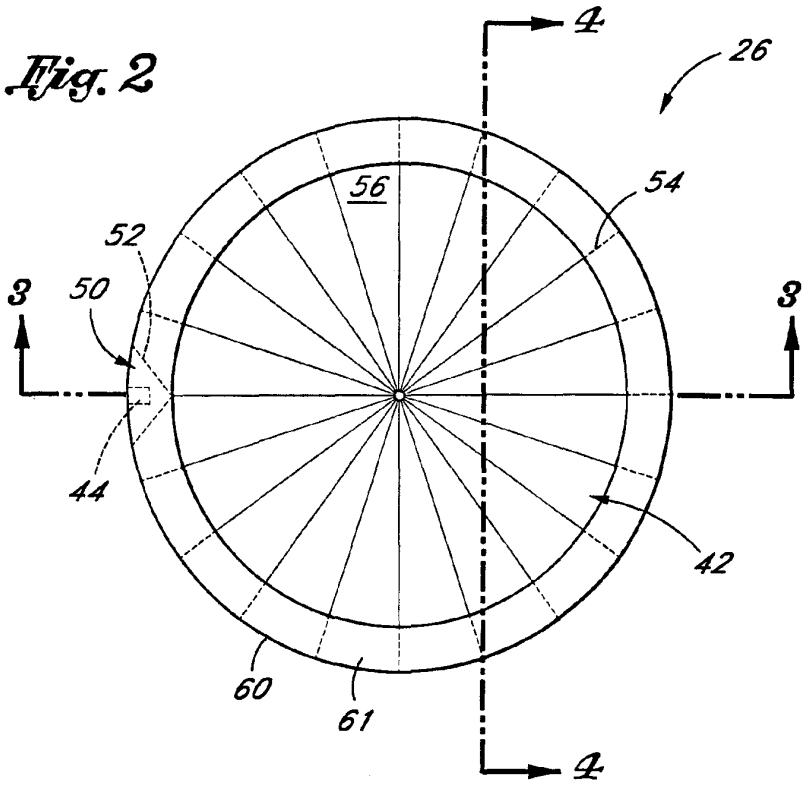

20
24
36
36
32
46
34
48
30
22
26
44
40
38
42

Fig. 2



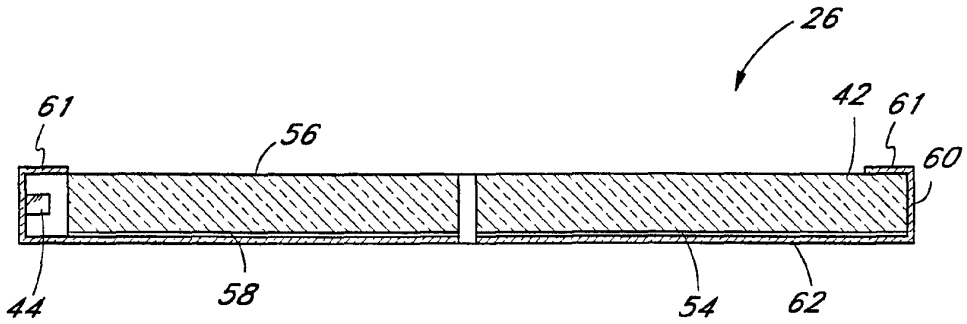


Fig. 3

Fig. 4

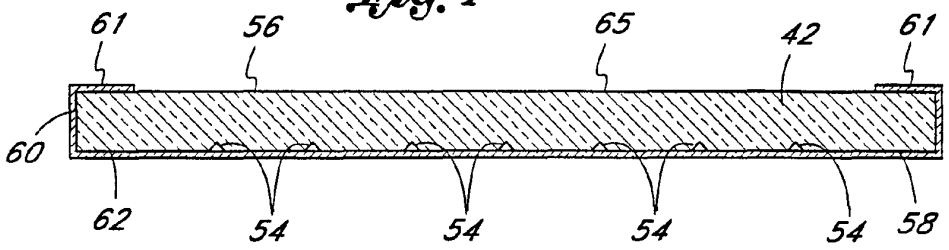


Fig. 4A

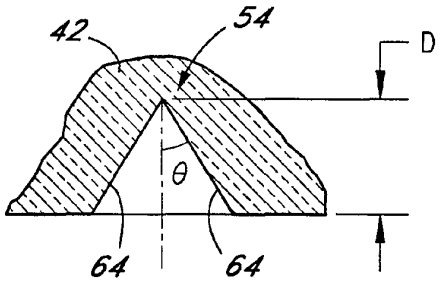


Fig. 4B

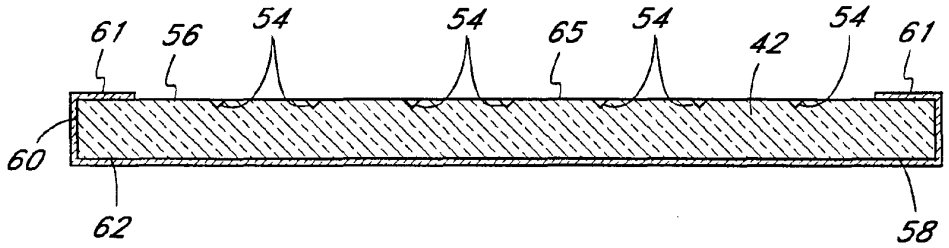


Fig. 4C

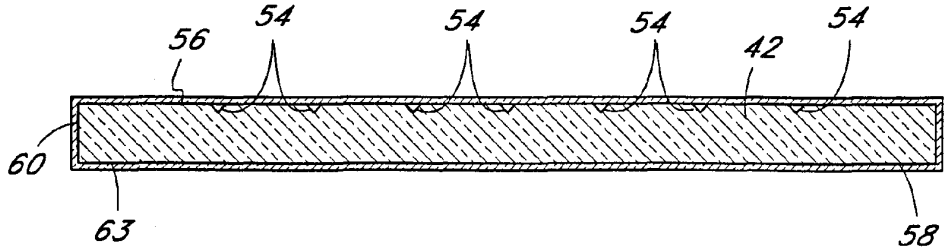


Fig. 5

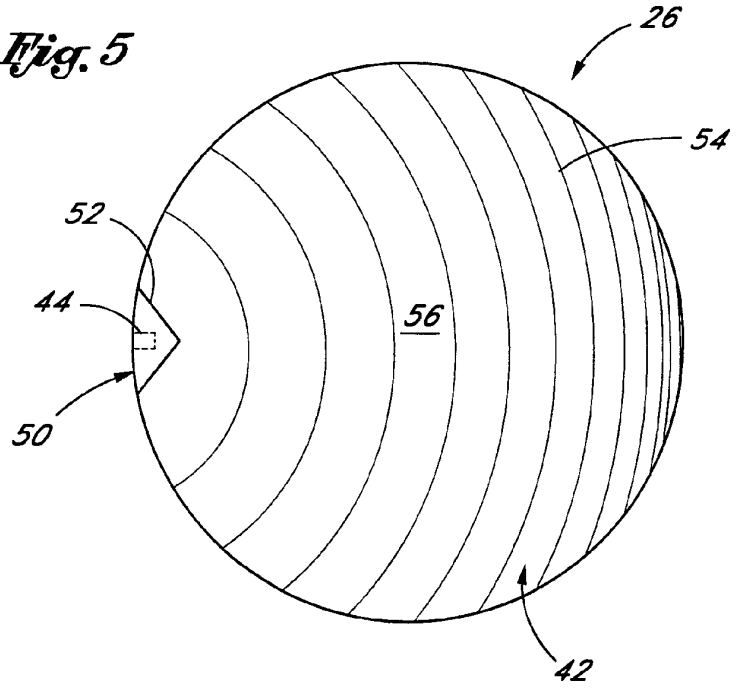


Fig. 6

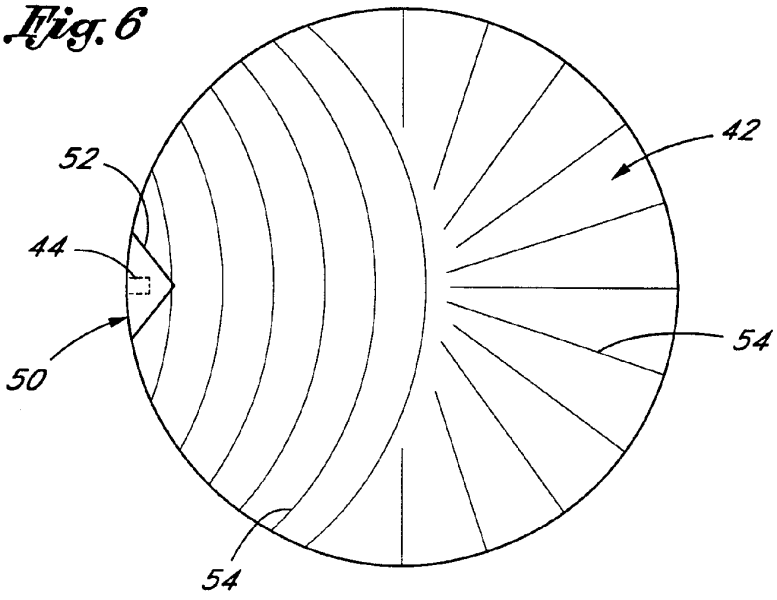


Fig. 7

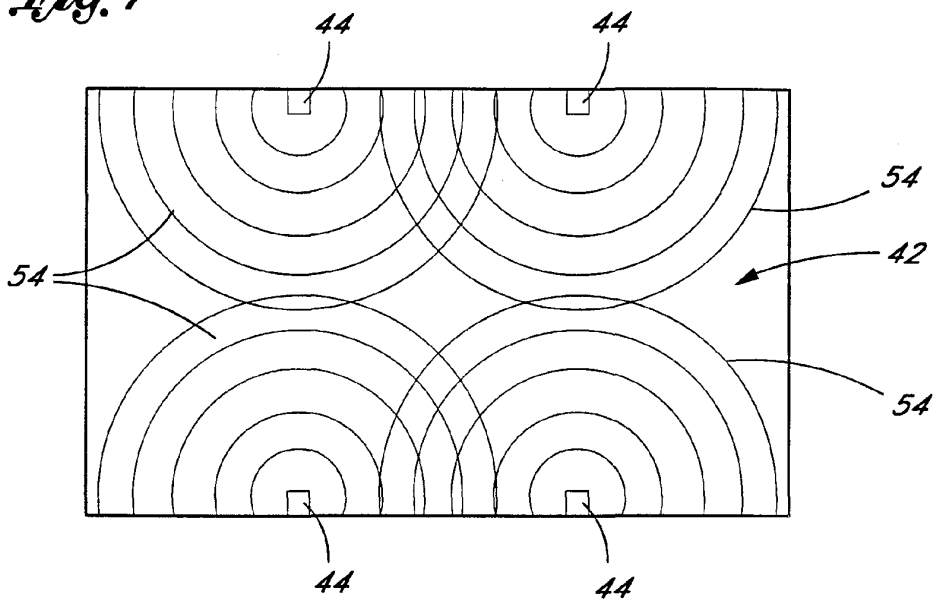


Fig. 8

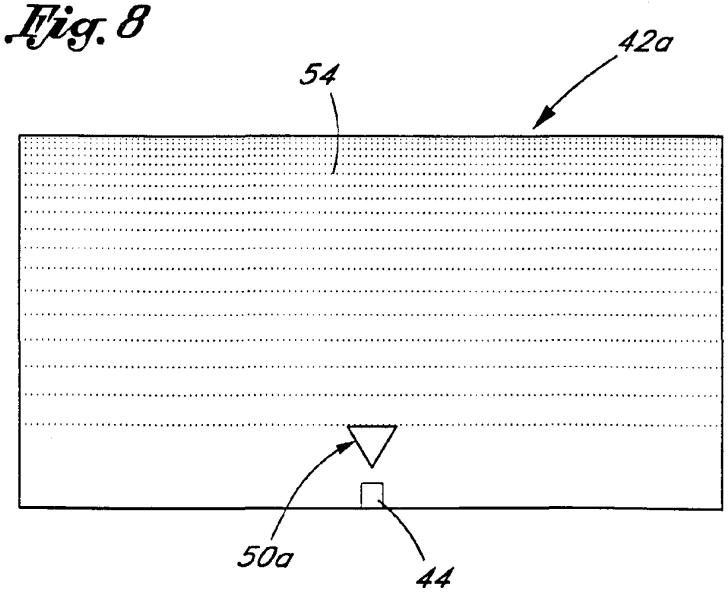


Fig. 9

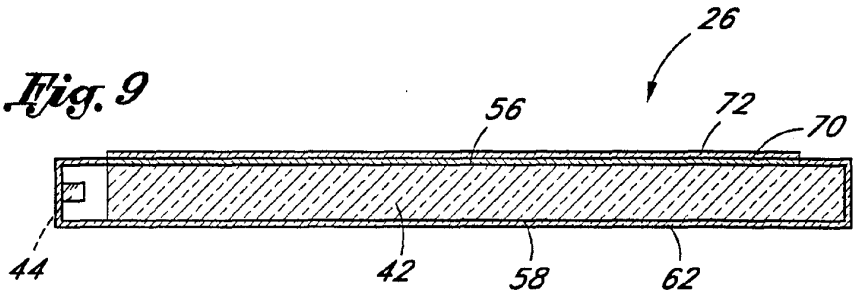


Fig. 10

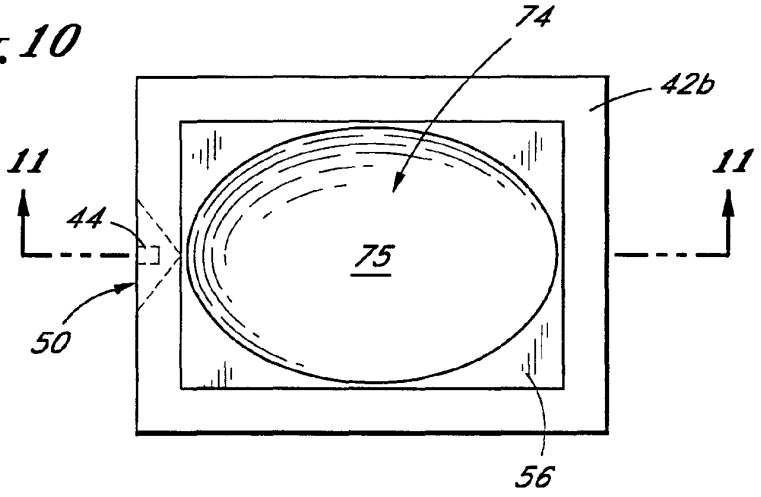
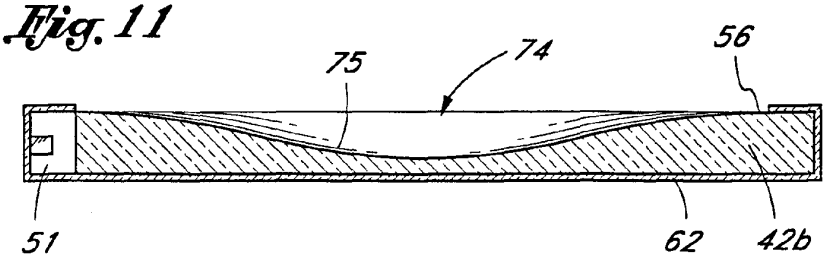


Fig. 11



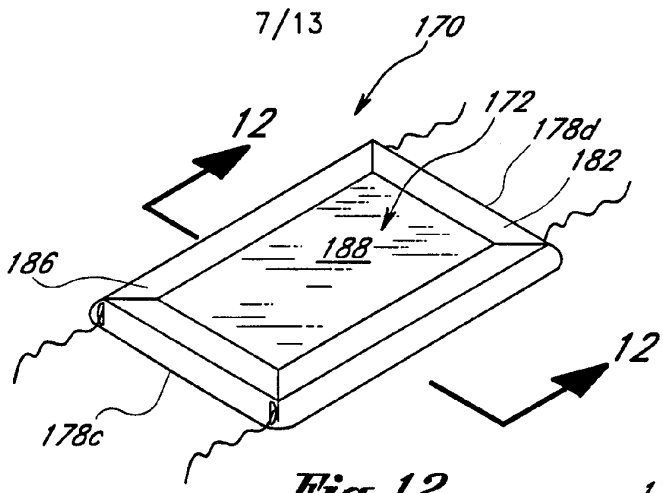


Fig. 12

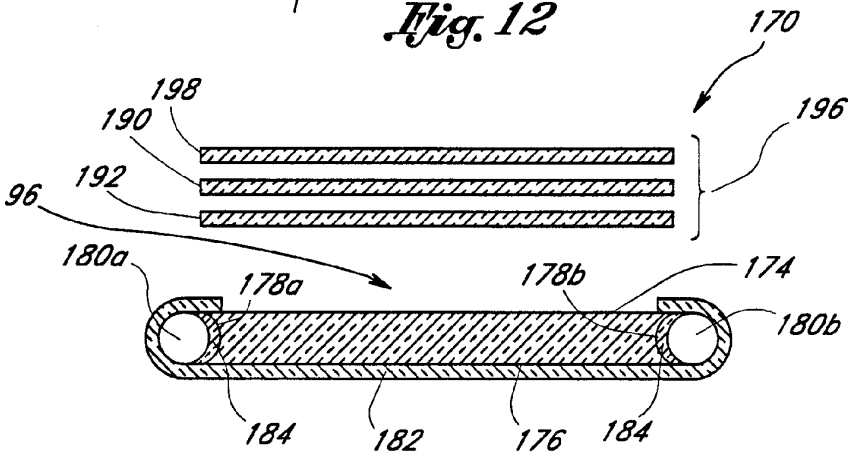


Fig. 13

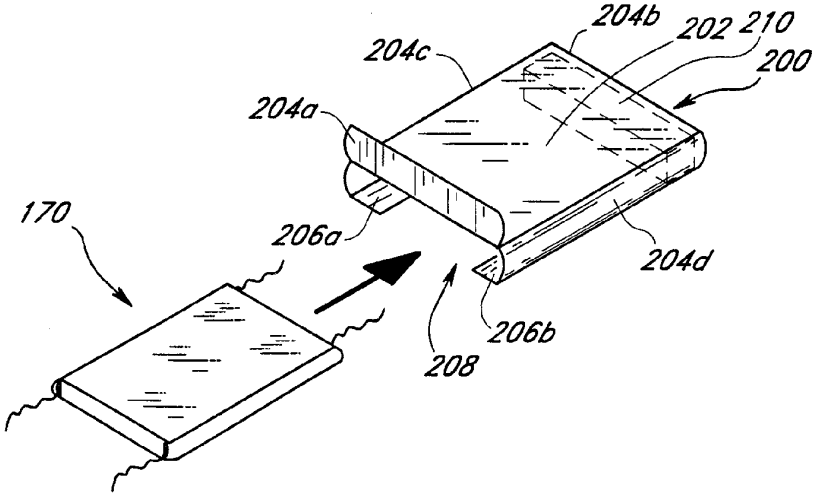


Fig. 14

Fig. 15

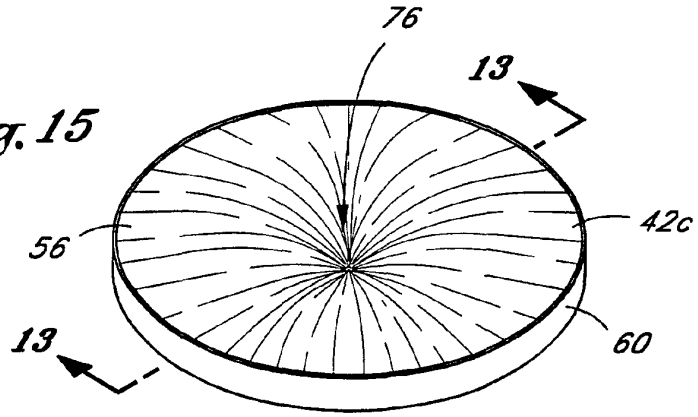


Fig. 16

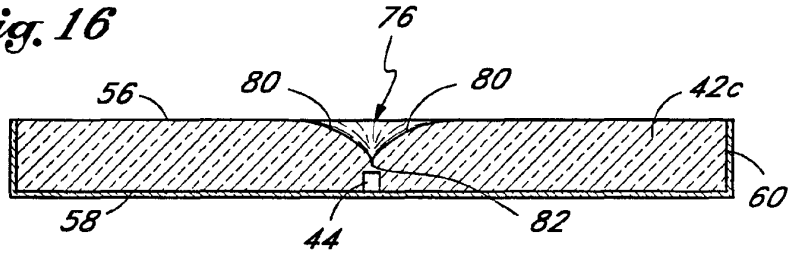


Fig. 16A

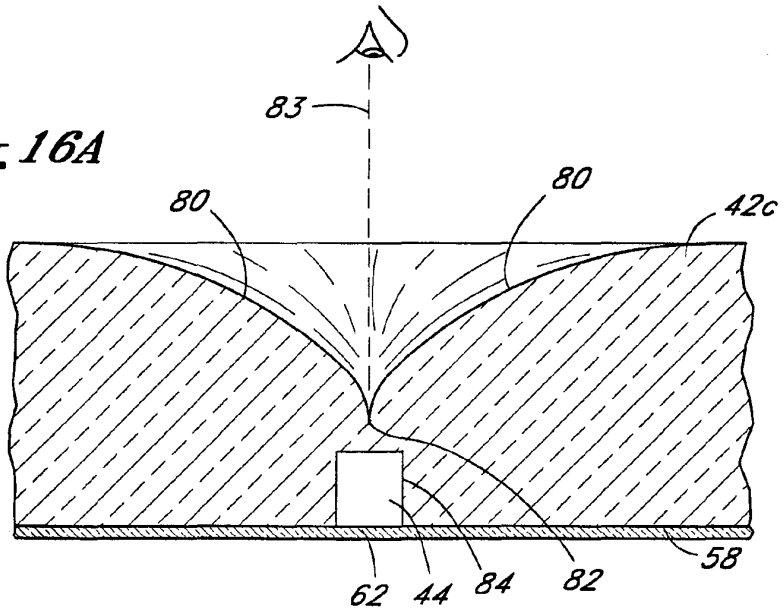


Fig. 17

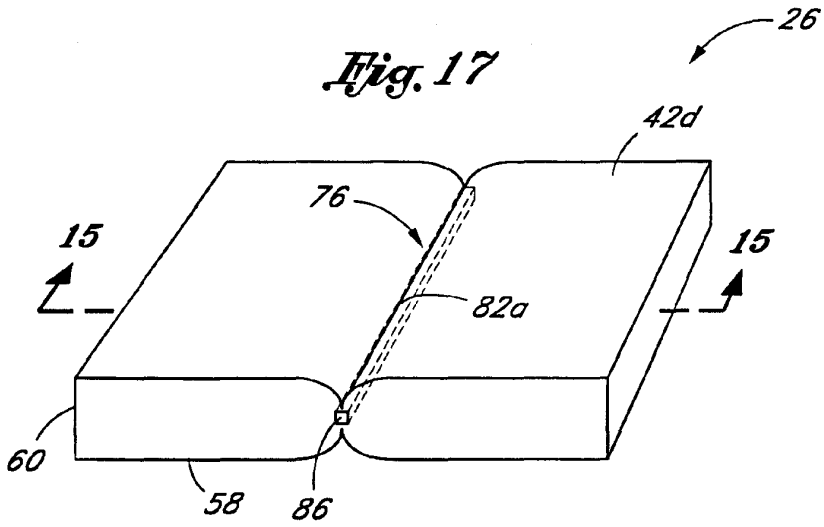


Fig. 18

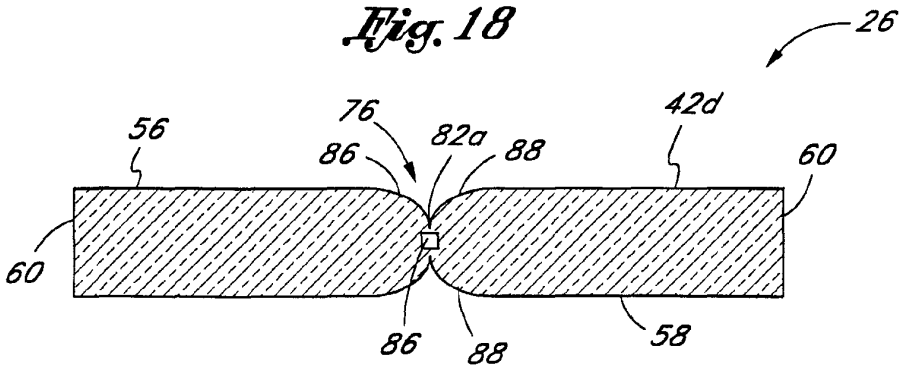


Fig. 19
(PRIOR ART)

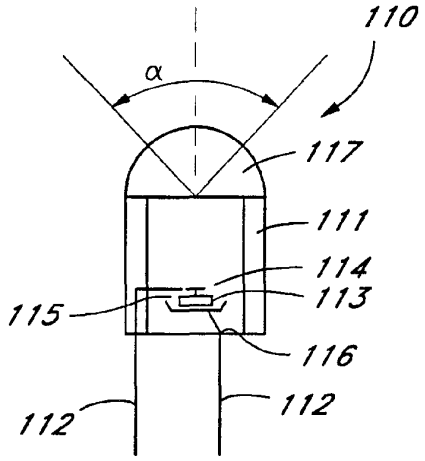


Fig. 20
(PRIOR ART)

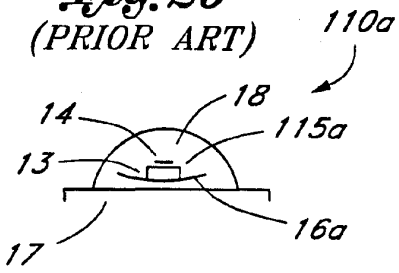
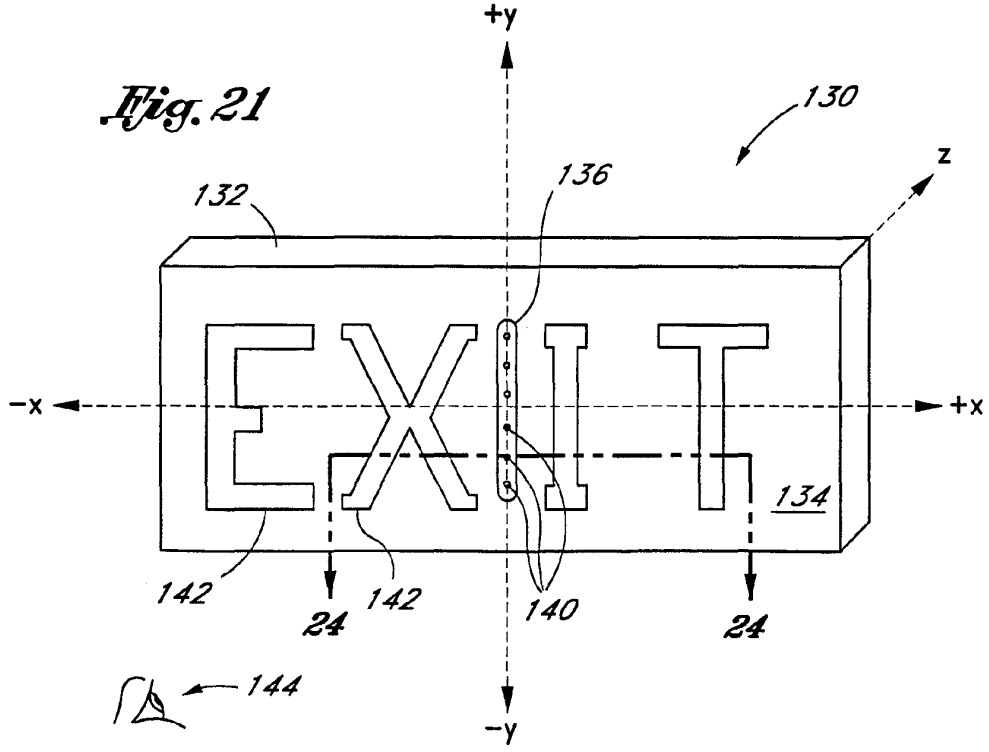


Fig. 21



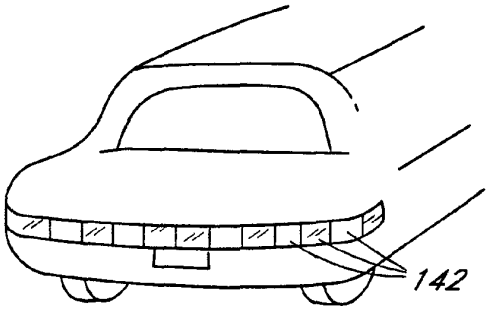


Fig. 22

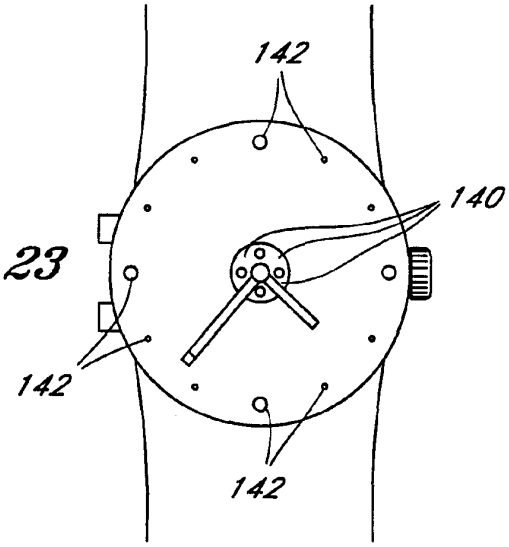


Fig. 23

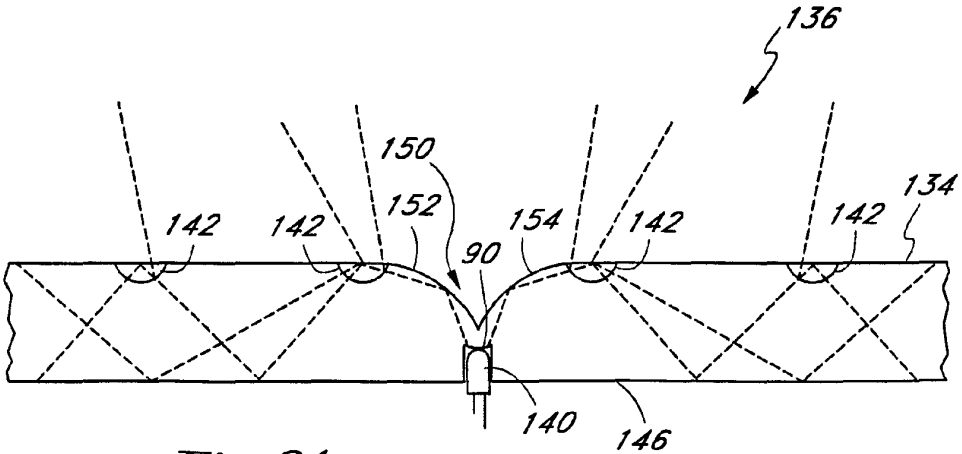


Fig. 24

Fig. 25

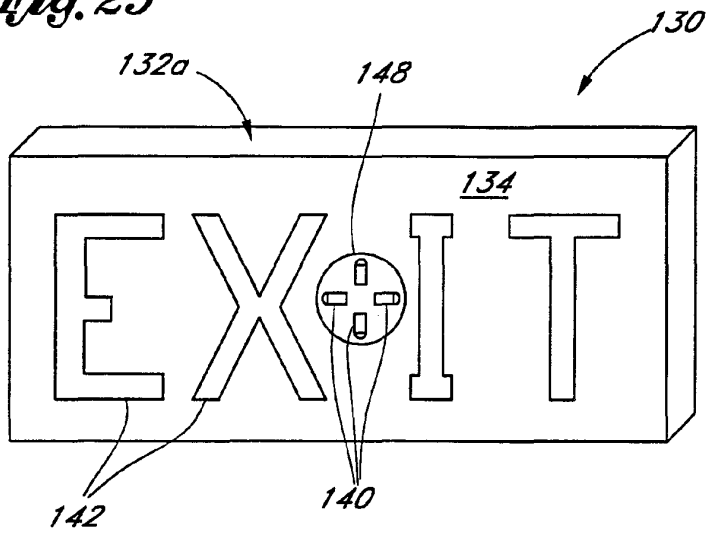


Fig. 27

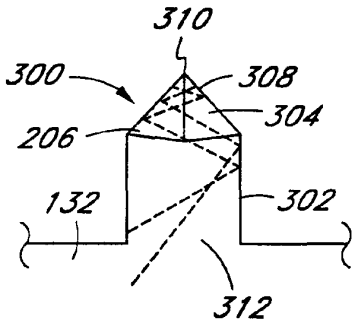


Fig. 28

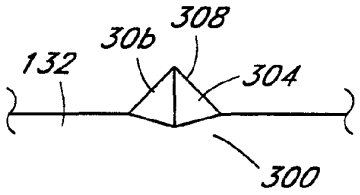


Fig. 26

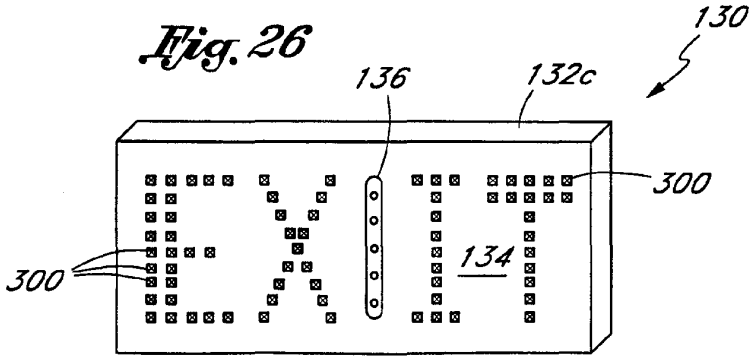


Fig. 29

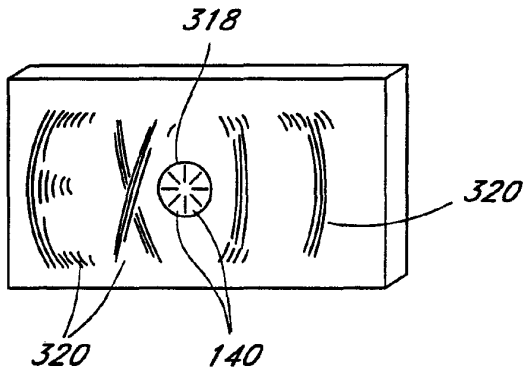
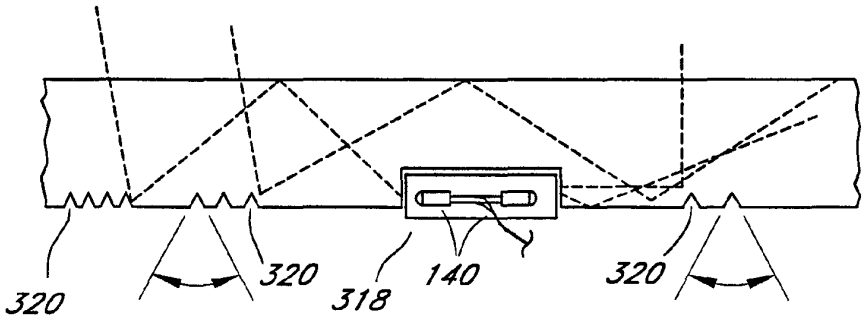


Fig. 30



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int tional Application No
PCT/US 97/22742

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 F21V8/00

According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 F21V G04C G04G G04B

Documentation searched other than minimumdocumentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 442 529 A (TOSOH) 21 August 1991	1,3-5,7, 8,10-17, 119,125
X	see the whole document	121-124
Y	WO 92 13232 A (HOLOPHANE) 6 August 1992	1,3,4, 10,12-17
	see page 4 - page 5; figure 1	
Y	GB 2 283 849 A (PROTEC FIRE DETECTION) 17 May 1995	5,44-48
A	see abstract; figures 1-6	49
Y	EP 0 531 939 A (ENPLAS) 17 March 1993	7,8, 44-48
A	see abstract; figure 8	31
	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publicationdate of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

1

Date of the actual completion of theinternational search	Date of mailing of the international search report
6 March 1998	17/03/1998

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Malic, K

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int tional Application No
PCT/US 97/22742

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication,where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 733 928 A (HUGHES AIRCRAFT) 25 September 1996	11,117, 118
X	see abstract; figures 1-11	121-124
Y	EP 0 403 764 A (INOTEC) 27 December 1990	1,20, 44-48, 54,55, 73,74, 76-78, 86,89, 92, 117-119, 125
X	see column 5 - column 7; figures 1-7	22, 24-27, 53,69,72
A		99,105
X	US 5 485 291 A (Y.QUIAO ET AL) 16 January 1996	18,19,21
Y	see the whole document	20
Y	US 5 575 549 A (T.ISHIKAWA ET AL) 19 November 1996	54,55, 73,74, 76-78, 86,89,92
	see the whole document	

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

In tional Application No
PCT/US 97/22742

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0442529 A	21-08-91	JP 3238490 A	24-10-91
		JP 4062519 A	27-02-92
		DE 69122635 D	21-11-96
		DE 69122635 T	06-03-97
		US 5093765 A	03-03-92
WO 9213232 A	06-08-92	US 5188453 A	23-02-93
		AU 1424292 A	27-08-92
		CA 2100862 A	29-07-92
		JP 6511591 T	22-12-94
		US 5588742 A	31-12-96
		US 5664878 A	09-09-97
		US 5355291 A	11-10-94
GB 2283849 A	17-05-95	NONE	
EP 0531939 A	17-03-93	US 5655827 A	12-08-97
		US 5414599 A	09-05-95
EP 0733928 A	25-09-96	US 5650865 A	22-07-97
		CA 2171655 A	22-09-96
		JP 9005743 A	10-01-97
EP 0403764 A	27-12-90	DE 3919925 A	20-12-90
		DE 59003584 D	05-01-94
		US 5027258 A	25-06-91
US 5485291 A	16-01-96	NONE	
US 5575549 A	19-11-96	NONE	

PCT WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION
International Bureau

INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification 6 :		(11) International Publication Number: WO 99/06759
F21P 1/02, F21S 3/14, F21V 17/00, 21/00, F16B 7/00, H01R 33/90, 33/92	A1	(43) International Publication Date: 11 February 1999 (11.02.99)

(21) International Application Number: PCT/AU98/00602

(22) International Filing Date: 28 July 1998 (28.07.98)

(30) Priority Data:

PO 8240	28 July 1997 (28.07.97)	AU
PP 2590	26 March 1998 (26.03.98)	AU
PP 3229	29 April 1998 (29.04.98)	AU

(71) Applicant *(for all designated States except US)*: SHOWERS INTERNATIONAL PTY. LTD. [AU/AU]; 43 Wilson Street, South Yarra, VIC 3141 (AU).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants *(for US only)*: SHOWERS, David, Field [AU/AU]; 11 Moorakyne Avenue, Malvern, VIC 3144 (AU). QUANTRELL, James, Berry [AU/AU]; 8 Parkleigh Court, Vermont South, VIC 3133 (AU). GODDARD, Kenneth, Robert [AU/AU]; 15 Frank Street, Eltham, VIC 3095 (AU). OLDIS, Malcolm, Wesley [AU/AU]; 7 Withers Way, Eltham, VIC 3095 (AU).

(74) Agents: NOONAN, Greg et al.; Freehills Patent Attorneys, Level 47, 101 Collins Street, Melbourne, VIC 3000 (AU).

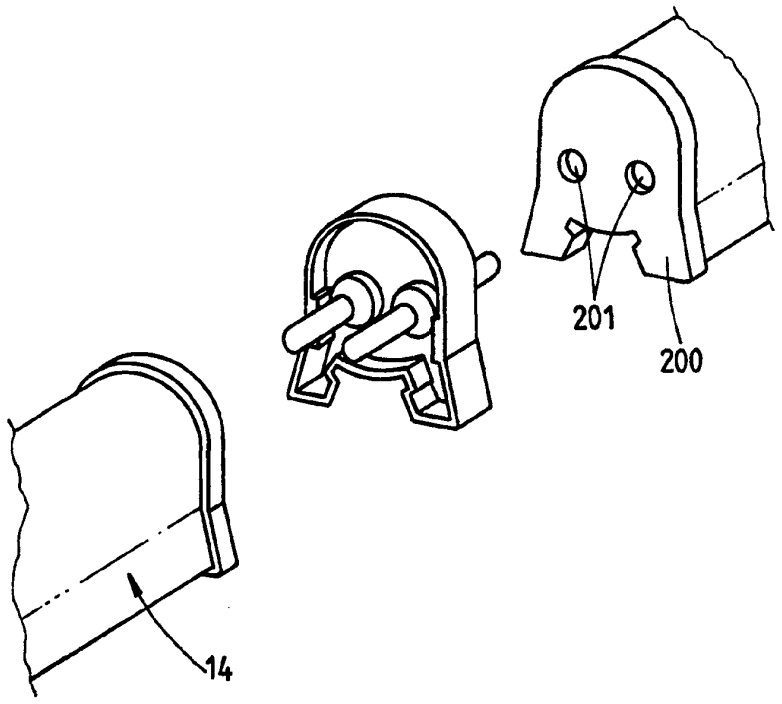
(81) Designated States: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published
With international search report.

(54) Title: STRIP LIGHTING

(57) Abstract

A strip lighting device includes an elongate housing (14) that is at least partially translucent, and a multiplicity of light sources (8) arranged at intervals within the housing. Means is provided to diffuse, disperse or scatter light from the light sources whereby on activation of the light sources, a visible optical effect is produced when the housing is viewed from the outside.



FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AL	Albania	**ES**	Spain	**LS**	Lesotho	**SI**	Slovenia
AM	Armenia	**FI**	Finland	**LT**	Lithuania	**SK**	Slovakia
AT	Austria	**FR**	France	**LU**	Luxembourg	**SN**	Senegal
AU	Australia	**GA**	Gabon	**LV**	Latvia	**SZ**	Swaziland
AZ	Azerbaijan	**GB**	United Kingdom	**MC**	Monaco	**TD**	Chad
BA	Bosnia and Herzegovina	**GE**	Georgia	**MD**	Republic of Moldova	**TG**	Togo
BB	Barbados	**GH**	Ghana	**MG**	Madagascar	**TJ**	Tajikistan
BE	Belgium	**GN**	Guinea	**MK**	The former Yugoslav Republic of Macedonia	**TM**	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	**GR**	Greece			**TR**	Turkey
BG	Bulgaria	**HU**	Hungary	**ML**	Mali	**TT**	Trinidad and Tobago
BJ	Benin	**IE**	Ireland	**MN**	Mongolia	**UA**	Ukraine
BR	Brazil	**IL**	Israel	**MR**	Mauritania	**UG**	Uganda
BY	Belarus	**IS**	Iceland	**MW**	Malawi	**US**	United States of America
CA	Canada	**IT**	Italy	**MX**	Mexico	**UZ**	Uzbekistan
CF	Central African Republic	**JP**	Japan	**NE**	Niger	**VN**	Viet Nam
CG	Congo	**KE**	Kenya	**NL**	Netherlands	**YU**	Yugoslavia
CH	Switzerland	**KG**	Kyrgyzstan	**NO**	Norway	**ZW**	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	**KP**	Democratic People's Republic of Korea	**NZ**	New Zealand		
CM	Cameroon			**PL**	Poland		
CN	China	**KR**	Republic of Korea	**PT**	Portugal		
CU	Cuba	**KZ**	Kazakstan	**RO**	Romania		
CZ	Czech Republic	**LC**	Saint Lucia	**RU**	Russian Federation		
DE	Germany	**LI**	Liechtenstein	**SD**	Sudan		
DK	Denmark	**LK**	Sri Lanka	**SE**	Sweden		
EE	Estonia	**LR**	Liberia	**SG**	Singapore		

STRIP LIGHTING

Field of Invention

This invention relates to light sources and to lighting systems, and has a particularly advantageous application to the decorative illumination of structures and structural elements. The invention is especially effective when employed with LEDs as light sources, although it is emphasised that broader applications are encompassed.

Background Art

British patent publication 2102933 discloses a lighting display configuration made up of multiple transparent polycarbonate or plastics tubes linked by socket units with several differently oriented recesses to seat the tubes. Each of the tubes contains an array of light bulbs, filament lamps or light emitting diodes (LED). The application illustrates a free standing framework of the tubes and linking socket units.

A known lighting product in strip form has a linear array of well-spaced LED chips in a close-fitting coloured plastics tube of rectangular cross-section. The tube is a little less than 1cm in width and each LED chip is visible from the exterior both when not activated and as an individual point of light. The product is used to provide low light level safety lighting, eg., as a front edge "night light" marker for steps and stairways, and thus the rectangular tube is a protective carrier housing for the low light level LED marker lamps.

Another known product has small incandescent light bulbs embedded at intervals in an axial plane in a solid cylinder of plastics material. The bulbs are arranged as series

sets in parallel, electrically connected across a pair of longitudinally extending wires also embedded in the cylinder. Each bulb stands out individually when the device is activated, so that the cylinder of plastics material effectively serves as a carrier forming a chain of spaced incandescent bulbs.

Summary of the Invention

The present applicant has appreciated that a light tube structure in which multiple light emitting diodes are arranged within an elongated translucent tube, provides a wide variety of opportunities for novel strip lighting of structures such as playgrounds and the walls and roofs of commercial premises including restaurants. This opportunity is further enhanced by the recent availability of light emitting diodes of substantially enhanced luminance relative to conventional devices, and of multi-colour LED devices.

In one respect, the invention is concerned with the decoration or highlighting of features of structures. In another respect, the invention provides for the fixing of translucent housings containing spaced LEDs on wall or frame surfaces of a wide variety of structures.

The invention provides a strip lighting device which includes:

an elongate housing that is at least partially translucent;

a multiplicity of light sources arranged at intervals within said housing; and

means to diffuse, disperse or scatter light from said light sources whereby on activation of the light sources, a visible optical effect is produced when the housing is viewed from the outside.

In a particular application, the invention is directed to a structure having one or more features highlighted or decorated by one or more of the above-described strip lighting devices.

Preferably, the highlighted or decorated feature of the structure is a corner or edge, for example an edge of a roof, a window or a door, or a corner between respective wall or roof sections. A particularly effective application is to a gable or ridge line of a

building roof. The strip lighting device(s) may be mounted along the edge or corner, or adjacent to but offset from the edge or corner.

The housing of the strip lighting device may be substantially white, but is preferably a colour other than white. In one application of the invention, the structure is a commercial building and the color of the or each housing is chosen to match or complement the colour(s) of identification or trade mark signage displayed on the building.

The highlighted or decorated feature may alternatively be, e.g., a post, a rail or a border.

There may be mounting means that includes a mounting rail adapted to be fastened to said surface, and cooperable means on the strip and the housing for effecting a snap or sliding engagement of the housing to the strip so that the housing is generally parallel to, and preferably overlies, the strip.

The light sources are preferably light emitting diodes or other low voltage or semi-conductor devices.

The invention further provides, in a third aspect, a housing assembly for strip lighting, including:

an elongate housing at least partly but preferably substantially wholly of a translucent material;

a mounting rail; and

co-operable longitudinally extending formations on the rail and the housing for effecting a snap or sliding engagement of the housing to the rail so that the housing is generally parallel to, and preferably overlies, the strip.

The snap or sliding engagement may be achieved between longitudinally extending rib means on one of the components, preferably the strip, and complementary

groove means on the other. There may be opposed longitudinal undercut formations in the groove means.

The strip conveniently includes a substantially planar rear engagement with the respective surface to which it is fastened.

Preferably, in all of the aforementioned aspects of the invention, the outer or front face of the elongate hollow housing is defined by a transversely domed or convex segment.

Preferably, in all the aforementioned aspects of the invention, the interior of the housing is provided with support means for one or more webs or strips extending longitudinally of the housing. One such web or strip may be a support web for the light sources and for the electrical connections to these light sources, and may thereby incorporate ribbon cable. A suitable support web is printed circuit board (PCB) laminate. The web or strip may be transversely oriented at any angle, eg. parallel to or normal to the backing surface, or otherwise. The light sources may be on either face or side of the support web or strip, or on both faces or sides.

Connector means is preferably provided to physically couple a pair of the elongate housings whereby the housings may be relatively longitudinally displaced in situ, eg. by thermal expansion or building subsidence, without being uncoupled. Where the light sources are provided on a plurality of support webs or strips having electrically conductive surface elements and extending longitudinally of the housings, connectors are preferably also provided for pairwise electrically and physically coupling the support webs or strips whereby the webs or strips may also be relatively longitudinally displaced in situ without being uncoupled, either physically or electrically. It is particularly advantageous to provide for such displacement both between housings and between support webs or strips carried by an array of the housings.

A further said strip or web may be an optical refractor or diffuser, arranged in front of or behind the light sources as appropriate.

In all aspects of the invention the housing may be hollow and/or may define a passageway in which the light sources are disposed. Alternatively, the housing may be substantially a solid, eg. moulding about the pre-positioned light sources, or with cavities to receive the light sources.

Where the elongate housing is hollow, it is preferably a plastics (e.g. polycarbonate) extrusion of substantially uniform cross-section, and is preferably translucent but not transparent. A translucent and also transparent housing may be preferred in some embodiments. The housing can be substantially rigid. A suitable form of the flexible tubular segment is a collapsible pleated web or concertina structure.

Presently, the base strip, flexible tube segments and coupling means are also at least partly provided in translucent material.

The means to diffuse, disperse or scatter may include e.g., a body portion of the housing, and/or light diffuser means in the passageway.

The invention, in a further aspect, provides a connector for physically coupling a pair of generally tubular components, including:

an integral moulded body which defines a pair of generally tubular portions slidably engageable with the respective said tubular components so that their interiors are in communication within the connector;

wherein said integral moulded body further defines a relatively thin wall portion between said generally tubular portions, said thin wall portion being resiliently deformable to compensate for relative variations in the relative positions of the generally tubular portions.

The material of the body is preferably silicone rubber or similar.

In a still further aspect of the invention, there is provided a connector for electrically and physically coupling a pair or more of support strips having electrically conductive surface elements including:

an integral moulded body with features which define spaced generally parallel channels or passages open at their outer ends to receive respective end fingers of the respective said strips, whereby the strips are aligned and generally co-planar;

electrically conductive contact means in said channels or passages for engaging complementary contacts on said strips when said fingers are received in the channels or fingers;

means carried by said body electrically connecting each of the contact means for one strip carried by said body with one or more of the contact means for the other strip; and

resiliently deformable means on said body for latching said body to each of said strips.

Preferably, each of the electrically connecting means is provided contacts as an integral electrically conductive strip - more preferably, the strip is of appropriately conductive material, eg. phosphor-bronze or other alloy, mounted to be resiliently deflected by said fingers.

Preferably, the spaced channels are arranged along opposite sides of the integral moulded body, and open laterally from the body. In an embodiment, these channels are provided in elongate side portions linked by a central cross-piece in an I or H configuration.

The resiliently deformable latch means is preferably provided as a pair of deflectable tongue portions with lugs, which tongue portions is defined by slits in a web portion of the integral moulded body, e.g. bridging said elongate side portions of the body.

In still further aspects, the invention respectively provides (i) a strip lighting system including multiple strip lighting devices as described above, and (ii) a set of components for such a system including multiple such strip lighting devices, flexible tube segments, and suitable coupling means such as, eg., connectors according to the sixth and/or seventh aspects of the invention.

Brief Description of the Drawings

The invention will now be further described, by way of example only, with reference to the accompanying drawings, in which:

Figure 1 is a perspective view of a simple arrangement of a strip lighting system incorporating multiple light source enclosures according to an embodiment of the invention, depicted on the wall of a restaurant or other premises;

Figure 2 is an end element depicting a light tube segment and mounting rail ready for engagement;

Figure 3 illustrates an advantageous application of the strip lighting system to the illumination of the roof lines of a building, according to an embodiment of the first aspect of the invention;

Figure 4 illustrates an application of the invention to the framing of a display signage unit;

Figure 5 is a fragmentary cross-section of part of the unit of Figure 4;

Figure 6 is a perspective view of a form of connector for coupling two light tube segments;

Figure 7 is a fragmentary cross-sectional view of the connector of Figure 6 in situ;

Figure 8 is an isometric view of a connector for coupling the cable ribbon support strips, being an embodiment of the sixth aspect of the invention;

Figure 9 is a side elevational sketch of the connector shown in Figure 8, with support strips inserted into position;

Figure 10 shows an end portion of a support strip slit to co-operate with the connector of Figure 8;

Figure 11 is an axial cross-section of an end-insert;

Figure 12 is a cross-section on the line 12-12 in Figure 11;

Figure 13 is an outer end-elevation of the end-insert;

Figure 14 is an axial cross-section of a flexible tube segment for linking light tube segments where they are not aligned;

Figures 15 and 16 are an end-elevation and an axial cross-section of a locking ring;

Figure 17 is a cross-section on the line 17-17 in Figure 16;

Figure 18 is a fragmentary cross-section illustrating the assembly of a pair of substantially rigid light tube segments to an intervening flexible light tube segment of the form shown in Figure 14;

Figure 19 and 20 depict two views of an end plug;

Figure 21 is a cross-sectional view showing termination of a light tube segment by an end plug;

Figure 22 depicts, in section, an elbow;

Figure 23 shows an alternative form of end-cap;

Figures 24 and 25 illustrate, in isometric and cross-sectional views, a further alternative arrangement for interconnecting two of the tube segments end to end; and

Figure 26 is a sectioned isometric view of a modified tube and rail assembly.

Preferred Embodiments

Referring firstly to Figures 1 and 2, the illustrated strip lighting system 10 includes several light source enclosures 12 each having an elongate hollow housing 14 of a translucent material. Housings 14 are hereinafter referred to as light tube segments. These segments 14 are straight and substantially rigid, and are linked by flexible segments 16. Light tube segments 14 define respective internal passageways 13 in which multiple light sources in the form of light emitting diodes (LED) 8 are arranged at intervals on ribbon cable support strips 9, eg printed circuit board (PCB) laminates. These laminates may be of either substantially rigid or flexible type. The LEDs are preferably of the surface mounted type. The electrical conductor cables printed on these strips are electrically connected to an external power source/controller via junction boxes 20 and upright cable enclosures 22. The PCB laminate or other support strip may include local or extended layering or coating to provide an optical effect, eg. reflection, in cooperation with the LEDs.

Light tube segments 14 are fixed to respective surfaces 5 of a structure 6 so that they each extend along and adjacent the surface, by base strips in the form of mounting rails 30 onto which the tube segments 14 can be releasably snap fitted. The mounting rails 30 are in turn fixed onto the surfaces 5 by screws or the like hidden by the attached tube segments.

Other components of the illustrated strip lighting system include end inserts 40 for providing tube segments 14 with end coupling formations, end plugs 50 (Figure 4) for terminating the light tube segments other than at junction boxes, and locking means 60 for disengagably coupling inserts 40 to the flexible tube segments 16 or to the end plugs 50.

Each substantially rigid light tube segment 14 comprises an extrusion of uniform cross-section in a plastics material selected so that it is translucent in a manner whereby to diffuse, disperse or scatter the light emitted by the interior LEDs, so that the tube appears to glow when viewed from the outside. In this way, an extended strip or line of light is provided, ie. the tube appears to glow over a substantially continuous zone extending over its length and encompassing the contained light sources. The translucent material is preferably such that the LEDs are not visible to the eye when not activated and viewed from outside the housing, and are substantially not distinguishable when activated and viewed from outside the housing.

A suitable material is a polycarbonate polymer composition with appropriate colour pigment and a titanium dioxide whitening agent to determine the optical dispersion and degree of translucence or opaqueness. The colour may be chosen to match a colour of the LEDs, or may be any other colour, or white or colourless. The colour is preferably UV stabilised. In an alternative embodiment, the material of the extrusion may contain dispersed light scattering elements such as metal shavings or chips, or dust, that are effective to diffuse, disperse or scatter the emitted light and so cause a sparkling effect. In a still further variation of the tube segment, diffusion, dispersal or scattering of the LED light may be facilitated by the presence of fine grooves, ribs or other surface variations in the extruded segment. The extrusion material may include a component

which is optically activated by electromagnetic radiation such as the sun's light or other radiation so that the emitted colour, pattern or other optical characteristic may be altered.

A cross-section of the extrusion is illustrated in Figure 2. It includes a semi-circular or semi-annular outside portion 23, generally straight side wall portions 24a,24b, and a slightly flared thin-wall base structure 25 in which a pair of hollow longitudinally extending ribs 27a define a central groove or channel 27. Channel 27 has shallow undercuts 28a,28b along each side defined behind rounded ridge portions 29a,29b.

The interiors of side wall portions 24a,24b of light tube segment 14 are provided with a number, typically four as illustrated, of longitudinally extending ribs 19a that are evenly spaced to define intervening grooves 19b. These grooves are provided for mounting ribbon cable strips 9, or optical diffuser or reflector strips or other accessories. This will be discussed further below.

Each mounting rail 30 is also an elongate extrusion of uniform cross-section formed in a material similar to light tube segments 14. It has a main base web 31 with two integral outstanding ribs 32a,32b of shallow V configuration in cross-section. The lateral outside profile of this strip is thereby a close match with the side profiles of channel 27, including a V-groove 34a, 34b matching ridge portions 29a,29b and a rib formation 35a,35b matching undercuts 28a,28b.

The mounting rail 30 is dimensioned to be an interference fit in channel 27. The hollow thin-wall form of tube segment base structure 25 and the arrangement of ribs 32a,32b on mounting rail 30 allow both components to flex and deform so that the tube segments 14 can be demountably attached to the mounting rails by pressing the tube segments onto the mounting rails in the direction of the arrow 80 in Figure 3. The ribs 32a,32b flex inwardly towards each other and the hollow flanges 26a,26b of the tube flex apart to allow the rib formations 35a,35b to snap past ridges 29a,29b into undercuts 28a,28b. In this way, the light tube segment can be mounted to a surface such as a wall surface by first fixing the mounting rails in place against the wall with fasteners 100 driven through the main web 31 of the rail, and then snapping the tube segment into

place. Mounting rails 30 have a smooth flat rear face 33 for engaging the wall or outer surface on which the rail is mounted, and the fasteners are hidden from view in the assembled configuration. The mounting rails may include provision to support electrical conductors in particular applications. If it is desired at any time to rearrange or dismantle the strip lighting, tube segment 14 can be grasped and pulled off the mounting rails by inverting the snap action. To facilitate the snap-fit, there may be a longitudinal slit in the centre of channel 27, at the position indicated in Figure 2 at 127.

It will be appreciated that the illustrated system is adaptable to provide configurations of strip lighting which match or complement a structure or provide a particular shape, eg. a recognisable shape. An advantageous application is illustrated in Figure 3. A building 150, eg. a commercial premises such as a restaurant, includes a roof 152 with peripheral edges 153 and corners such as ridge line 154 or gables 156. Certain of these edges and corners are fitted with light tube segments 14 to form a strip lighting system for the roof. The strip lighting system thus highlights and decorates the respective features of the roof. The colour of the tube segments may be chosen to complement the colour scheme of the building and/or to match the colour(s) of identification or trade mark signage displayed on the building. It will of course be understood that the strip lighting system may be applied with similar effect to other building lines, both internal and external.

With good choice of LED characteristics, colour and spacing, the effect of the strip lighting system on the building as illustrated in Figure 3 is to enhance the profile of the roof line without creating glare, and without being unduly ostentatious. The light has a richness without excessive brightness. Undesirable dark spots are eliminated or reduced. Major electrical switchboard adjustments are avoided, and the inventive system does not include the inconvenience, high maintenance and fragility of neon tubes. Fixings are concealed and easy to install, and protruding structure, which might attract birds, is avoided. Very long continuous lines of light can be achieved, whereas neon tubes require regular interruption by discharge boxes.

In a variation, mounting rails 30 may have an integral leg or rib, eg. T, L, or X section, for elevating the rail from an edge or surface. Twin rail extrusions may be provided. These variations may assist in eg. positioning tube segments 14 as framing for surface mounted features. Figure 4 illustrates the application of the strip lighting to a promotional display sign, and Figure 5 is a sectional view showing the T-section leg 129 of mounting rail 30. This highlights the application of the invention to shopfitting generally. Other applications include playgrounds eg. to highlight posts or rails, and children's locations in general. In alternative applications, the mounting rail may be free-standing.

Figures 6 and 7 depict an embodiment 100 of connector for coupling a pair of tube segments 14 to form a longer strip of light for applications such as that depicted in Figure 3. This connector is simple in form yet effective in adjusting for relative movement between the tube segments, eg. due to thermal expansion or contractions. Connector 100 is an integral generally tubular moulding in liquid silicone rubber which consists of a pair of substantially identical socket portions 102, 103 linked by a relatively thin walled centre portion 104. Each socket portion 102, 103 has an internal profile to closely match the external profile of tube segments 14 so that each is slidably engageable with and about an end of a respective tube segment 14 so that the interiors of the tube segments are in communication within connector 100.

At their inner ends, each socket portion 102, 103 has an internal flange 106 that defines a peripheral groove 107 to receive and sealingly grip the end 14a of the tube segment. Centre portion 104, bridging the two flanges 106, is sufficiently thin to be able to accommodate or compensate for relative movement of the tube segments without uncoupling of the tube segments, by resiliently buckling, stretching or otherwise deforming. Further compensation is provided by sliding movement of the tube segments longitudinally of groove 107. The material of the connector should be chosen to facilitate and optimise this role. Liquid silicone rubber (LSR) is especially suitable, because of its excellent elastic memory in deformation, its ability to sealingly grasp the tube segments, and its overall durability. The moulding thus achieves a substantially waterproof coupling

with structural integrity, able to compensate for thermal expansion and other displacement between the tube segments 14.

Figures 8 and 9 illustrate an embodiment 110 of connector for electrically and physically interlinking ribbon cable support strips (typically PCB laminates) 9 within tube segments 14, or within a coupling between them.

Again connector 110 is an integral moulding in a suitable material. The moulding defines a solid body comprising spaced parallel elongate side portions 112, 113 linked by a central cross-piece 114 in an I or H configuration. The bights within this body are closed by generally rectangular web portions 116, 117. Along the outside of side portions 112, 113 are respective channels 118, open laterally of the connector. Each channel is divided by a centre block lug 120. Mounted against top and bottom of each channel is a respective spring metal strip 122 (eg. of phosphor bronze, not shown in Fig 8) shaped to pass over lug 120 and under intermediate lugs 124, and retained by slots 126 in end ribs 128. The ends of channels 118 are open, between ribs 128, to receive respective end fingers 140, 142 of PCB laminates 9 (Figure 10). These fingers force contact strips 122 resiliently apart, so ensuring electrical contact with contacts 144 on the top and bottom faces of the strip fingers.

The PCB laminates 9 are latched to the connector by engagement of lugs 132 in matching apertures 145 (Figure 10) in the laminates. Lugs 132 are provided on resiliently deflectable tongues 130 defined in the open edges of web portions 116, 117 by slots 134. Lugs 132 have an inclined outer strike face 135 by which the strip forces the tongue/lug pair aside, and a steep inner face 136 which provides the latching function. Tongues 130 can be deflected manually to uncouple the components.

Connector 110 would typically include a formation (not shown) to prevent coupling except in a correct relative strip orientation. Connector 110 is also preferably such as to allow relative longitudinal displacement of the respective laminates, eg. between limits determined by co-operating abutments without their being uncoupled either physically or electrically. Connector 110 is preferably designed and coloured to

minimise disruption to the uniformity of the light pattern emitted by the connected tube segments.

A set of the various components described and illustrated herein may be delivered to a site and mounted to a structure or set of walls in the manner described. Connectors 110 would be used to bridge the diode mounting strips via the interiors of the flexible tube segments 16, and electrical power would be delivered to the diodes via upright cable enclosures 22 and junction boxes 20 (Figure 1) to which at least some of the tube segments 14 would be attached. Advantageously, the light levels of multiple tube segments could be controlled at a central point to achieve balance, or to obtain particular effects. In another alternative arrangement, each tube segment or respective subgroups of tube segments may have a separate brightness control, eg. a current level adjustment device mounted in the tube segment or adjacent mounting rail.

It will be appreciated that the light emitting diodes may be of any suitable type, e.g. the three-colour diode sets now available, but it is desirable to avoid excessive variations in outputs between diodes for a given current, and to seek long life LED products. The LEDs could be simply activated to provide constant and uniform illumination, or could be managed in a variable sequence by programmed logic circuits either internal or external to the illustrated configuration. By similar means, random and variable patterns, colour and hue variations and colour changes can be achieved.

Because the connectors 100 allow a degree of relative longitudinal movement between adjacent coupled tube segments 14, and the connectors 110 perform a similar function between adjacent coupled PCB laminates 9, the system is able to simultaneously compensate for or accommodate such dual movement, eg. due to thermal expansion or building subsidence, both externally in the array of tube segments 14 and internally in the contained array of PCB laminates. Provision for such compensation is advantageous in most "real-world" applications of the inventive concepts.

As already noted, light tube segments 14 may be fitted with end inserts 40 to allow them to be connected to other fittings. A typical such insert is illustrated in Figure

11 to 13. It is an integral moulding in a suitable plastics material, preferably that used for segments 14 and 42 and mounting rails 30. The insert essentially includes three axially successive portions, i.e. a plug portion 42, an end flange 44 and a connector portion 46. Plug portion 42 is precisely matched to make an interference fit into either of the open ends of a light tube segment 14 and thus has an external profile complementary to the internal profile of tube segments 14. The interior of the insert is provided with a peripheral shallow shoulder 29a at the transition between plug portion 42 and flange portion 44, and with a longitudinally extending convex rib 29b at the top interior of plug portion 42. These features are for locating and keying electrical cable ribbon connectors as and if required.

End flange 44 is a lateral enlargement about the whole of plug portion 42 and has an external profile which closely matches that of each tube segment 14. It may thus also be snapped onto a base strip 30 if needed at an intermediate position on the base strip.

Connector portion 46 is a generally tubular coaxial extension from flange 44 having two additional features at its outer axial end : an external flange 47 and a peripherally extending frustoconical enlargement 48 of the internal bore 45. This enlargement is to provide an O-ring seat, as will be further explained. The flange 47 locates a locking ring 60.

An assembled tube segment 14 for installation would be fitted with at least an array of light emitting diodes 8 mounted on a suitable cable ribbon support strip 9. Typically, this strip would be mounted in a lower pair of grooves 19b. If desired for particular effects, a suitable diffuser strip may be mounted in another of the groove pairs, or a refractor strip may be mounted in a still further pair, typically between the light emitting diodes and the diffuser strip relative to the curved front of the tube. Once these are in place, they can be retained by fitting inserts 40 to either or both ends of the tube and fixing them in place with a suitable adhesive or contact cement at the interface between plug portion 42 at the internal surface of the tube. Other fixing and closure arrangements are of course possible.

The orientation of the plane of strip 9 may be varied in other embodiments. For example, this plane may be normal to surface 5 in Figure 2. Moreover, LEDs 8 may be on either or both surfaces of strip 9.

A flexible tube segment 16 is shown in situ in Figure 1 and detailed in Figures 14 and 18. Flexible tube segment 16 is a thin walled moulding of a translucent material similar to that of tube segments 14. The general structure is of a corrugated or pleated configuration by virtue of which the segment is highly flexible and able to be compressed concertina - fashion, bent along its axis through 90° or more. The segment is provided with end portions 84 which include a tapered spigot 85 and a pair of diametrically opposite arcuate lugs 86 which are set back from tapered end portion 85 so that a very shallow reversely-facing annular shoulder 88 at the inner end of spigot portion 85 defines an O-ring seat 89 between it and lugs 86.

A further component for effecting coupling of the flexible tubular segments 16 to the rigid tube segments 14 is integrally moulded locking ring 60 (Figures 15 to 17). This essentially consists of a bayonet socket ring 62 and a snap fit half ring 64 with an undercut 65. The outer surface of the ring has integral grip-enhancement ribs 63. Bayonet socket ring 62 has diametrically opposite arcuate recesses 66 that are matched to receive lugs 86 of flexible tube segments 16. The snap fit half ring 64 is slightly larger than semi-circular, subtending at its outer rim about 250° and extending between deformable wings 67a,67b.

With reference now to Figure 18, which depicts in cross-section an assembly of a flexible tube segment 16 with tube segments 14, the locking ring 60 is applied to the body of insert 40 behind flange 47 : the wings 67a,67b deform apart so that the locking ring snaps about the body of the insert and is then retained by engagement of flange 47 behind undercut 65. The end formation 84 of a flexible tube segment 16, with the O-ring 90 in seat 89, is then introduced into the locking ring by passing lugs 86 through recesses 66. On twisting of either component, the O-ring 90 held in seat 89 is clamped against frustoconical end surface 48, thereby clamping all of the components together to form the

assembly shown in Figure 18. The joint is preferably liquid tight and/or gas tight, especially if the system is intended for outdoor installation.

Instead of coupling a tube segment 14 to another tube segment 16, the former may be terminated by means of end plug 50 (Figure 19 to 21). End plug 50 has an end formation 51 similar to end portion 84 of flexible tube segment 16, including a spigot portion 55, shoulder 58 and O-ring seat 59. However, in this case, the interior is closed by a transverse membrane 52 flush with the spigot end of the plug, and the component is completed by an external flange 54. Assembly to an end insert 40 using a locking ring 60, and clamping an O-ring 90, is similar to that described above for the flexible tube segment and is depicted in Figure 19.

End inserts 40 can also be employed to couple a pair of tube segments to the respective ends of a tubular elbow component 220 (Figures 4, 22) defining a selected angle bend between the two segments. This component may be rigid or flexible, and may conveniently also be formed in the aforementioned liquid silicone rubber (LSR).

An alternative to end plug 50 is depicted in Figure 23, and consists of a LSR end cap 250 that fits onto end insert 40 and may include a port 252 for a cable 254 or other accessory. This allows an effective watertight seal around the cable.

An alternative coupling arrangement is shown in Figures 24 and 25. Here, the tube segments 14 are closed by polycarbonate end caps 200 with ports 201 for conductor pins 202. These pins 202 are held in a liquid silicone rubber coupler 204 shaped, like connector 100, to the profile of the tube segments. Coupler 204 has central bosses 206 that retain the conductor pins 202 and project into and seal ports 201. Coupler 204 embraces and grasps the respective end caps 200.

The illustrated embodiments - with the enclosed tubes 14, 16, separate mounting rails 30 and various forms of coupling - provide a strip lighting system in which the LED's are protected in an environment which is able to be sealed against moisture incursion, but is easily installed and dismantled. The installation may thus be

substantially permanent or only temporary. Tubes may be readily detached individually for service of the electrical componentary, eg replacement of failed diodes.

The component bodies - tube segments 14,16, mounting rails 30, external connectors 110, end inserts 40, locking ring 60, and end plugs 50 - may be provided in a single uniform colour, or in any other colour configuration. By forming all of the components in translucent optically diffusive material, advantageous continuity of the strip lighting can be achieved. Variations of intensity are easily obtained with choice of material and internal LED configuration or control. In an alternative arrangement, the tube segments 14 and the mounting rails 30 may be extruded in quite different coloured materials. In a still further variation, illustrated in Figure 26, the tube segments 14 may be separable into base 14a and cap 14b portions of different colours and/or materials.

Claims

1 A strip lighting device which includes:

an elongate housing that is at least partially translucent;

a multiplicity of light sources arranged at intervals within said housing; and

means to diffuse, disperse or scatter light from said light sources whereby on activation of the light sources, a visible optical effect is produced when the housing is viewed from the outside.

2 A strip lighting device according to claim 1 wherein said housing glows so as to form a strip or line of light.

3 A strip lighting device to claim 1 or 2 wherein the housing includes multiple scattering elements so that said optical effect includes a sparkling effect.

4 A strip lighting device according to claim 1, 2 or 3 wherein said light sources are substantially not visible to the eye when not activated and viewed from outside said housing, and substantially not distinguishable when activated and viewed from outside said housing.

5 A strip lighting device according to any one of claims 1 to 4 wherein said means to diffuse, disperse or scatter light includes a body portion of said housing.

6 A strip lighting device according to any preceding claim wherein said means to diffuse light, disperse or scatter includes or further includes light diffuser means in said passageway.

7 A strip lighting device according to any preceding claim wherein said light sources are semi-conductor devices such as light emitting diode (LED) devices.

8 A strip lighting device according to any preceding claim wherein an outer or front

face of the elongate housing is defined by a transversely domed or convex segment.

9 A strip lighting device according to any one or claims 1 to 8 wherein said housing is solid, being moulded about said light sources or having one or more cavities to receive said light sources.

10 A strip lighting device according to any one of claims 1 to 8 wherein said housing is hollow and defines a passageway extending longitudinally of the housing, and said light sources are disposed in said passageway.

11 A strip lighting device according to any preceding claim wherein said elongate housing is a plastics extrusion of substantially uniform cross-section.

12 A strip lighting device according to claim 10 or 11 when appended directly or indirectly to claim 7 wherein said semiconductor or LED devices are arranged on a printed circuit board strip extending along and mounted within said passageway.

13 A strip lighting device according to any one of claims 1 to 12 further including means to mount the housing to a surface so that it extends along and adjacent the surface.

14 A strip lighting device according to claim 13 wherein said mounting means includes a mounting rail adapted to be fastened to said surface, and cooperable means on the rail and on said housing for effecting a snap or sliding engagement of the housing to the rail so that the housing is generally parallel to the rail.

15 A strip lighting device according to claim 14 wherein, on said engagement, the housing overlies said rail.

16 A strip lighting device according to claim 14 or 15, wherein said snap or sliding engagement is between longitudinally extending rib means on one of the components, and complementary groove means on the other.

17 A strip lighting device according to claim 16 further including opposed longitudinal

undercut formations in said groove means.

18 A strip lighting device according to any one of claims 13 to 17, further including a face that provides a substantially planar rear engagement when the device is fastened to a surface.

19 A strip lighting device according to any one of claims 13 to 18, further including means to couple the housing to other similar housings or to other components.

20 A strip lighting device according to any one of claims 1 to 19, further including connector means to physically couple said elongate housing to a similar housing of a further device whereby the housings may be relatively longitudinally displaced in situ by thermal expansion or building subsidence, without being uncoupled.

21 A strip lighting device according to claim 20 wherein said connector means includes an integral moulded body which defines a pair of generally tubular portions slidably engageable with the respective said housings so that their interiors are in communication within the connector, wherein said integral moulded body further defines a relatively thin wall portion between said generally tubular portions, said thin wall portion being resiliently deformable to compensate for relative variations in the relative positions of the generally tubular portions.

22 A strip lighting device according to claim 21 wherein said integral moulded body is in a material adopted to engage and sealingly grasp the respective said housings.

23 A strip lighting device according to claim 12 further including means to electrically and physically interconnect said circuit board strip to a similar circuit board strip of a similar device to which said device is coupled.

24 A strip lighting device according to claim 23 wherein said means to electrically and physically interconnect includes:-

an integral moulded body with features which define spaced generally parallel channels or passages open at their outer ends to receive respective end fingers of the

respective said strips, whereby the strips are aligned and generally co-planar;

electrically conductive contact means in said channels or passages for engaging complementary contacts on said strips when said fingers are received in the channels or fingers;

means carried by said body electrically connecting each of the contact means for one strip carried by said body with one or more of the contact means for the other strip; and

resiliently deformable means on said body for latching said body to each of said strips.

25 A strip lighting device according to claim 24 wherein said spaced channels are arranged along opposite sides of the integral moulded body, and open laterally from the body.

26 A strip lighting device according to claim 24 or 25 wherein said resiliently deformable latch means is provided as a pair of deflectable tongue portions with lugs, which tongue portions are defined by slits in a web portion of the integral moulded body.

27 A structure having one or more features highlighted or decorated by one or more strip lighting devices according to any one or claims 1 to 26.

28 A structure according to claim 27 wherein said highlighted or decorated feature of the structure is a corner or edge.

29 A structure according to claim 28 wherein said edge is an edge of a roof, a window or a door, or a corner between respective wall or roof sections.

30 A structure according to claim 28 wherein said edge is a gable or ridge line of a building roof.

31 A structure according to any one or claims 28 to 30 wherein said structure is a commercial building and the color of the or each housing is chosen to match or complement the colour(s) of identification or trade mark signage displayed on the building.

32 A housing assembly for strip lighting, including:

an elongate housing at least partly of a translucent material;

a mounting rail; and

co-operable longitudinally extending formations on said rail and on said housing for effecting a snap or sliding engagement of the housing to the rail so that the housing is generally parallel to the rail.

33 A housing assembly according to claim 32 wherein, on said engagement, the housing overlies said rail.

34 A strip lighting device according to claim 32 or 33, wherein said snap or sliding engagement is between longitudinally extending rib means on one of the components, and complementary groove means on the other.

35 A housing assembly according to claim 34 further including opposed longitudinal undercut formations in said groove means.

36 A housing assembly according to any one of claims 31 to 33 further including a face that provides a substantially planar rear engagement when the device is fastened to a surface.

37 A housing assembly according to any one of claims 31 to 36 further including a means to couple the housing to other similar housings or to other components.

38 A strip lighting system, including:-

a plurality of elongate housings at least partly of a translucent material;

means in each of said housings to locate support means for a multiplicity of light sources at intervals in said housing and activatable so that the housing, when viewed from the outside through the translucent material, appears to glow and so to form a strip or line of light.

39 A connector for physically coupling a pair of tubular components, including an integral moulded body which defines a pair of generally tubular portions slidably engageable with the respective said tubular components so that their interiors are in communication within the connector;

wherein said integral moulded body further defines a relatively thin wall portion between said generally tubular portions, said thin wall portion being resiliently deformable to compensate for relative variations in the relative positions of the generally tubular portions.

40 A connector according to claim 39, wherein said integral moulded body is in a material adapted to engage and sealingly grasp the respective said components.

41 A connector for electrically and physically coupling a pair or more of support strips having electrically conductive surface elements including:

an integral moulded body with features which define spaced generally parallel channels on passages open at their outer ends to receive respective end fingers of the respective said strips, whereby the strips are aligned and generally co-planar;

electrically conductive contact means in said channels or passages for engaging complementary contacts on said strips when said fingers are received in the channels or fingers;

means carried by said body electrically connecting each of the contact means for one strip carried by said body with one or more of the contact means for the other strip; and

resiliently deformable means on said body for latching said body to each of said strips.

42 A connector according to claim 41 wherein said spaced channels are arranged along opposite sides of the integral moulded body, and open laterally from the body.

43 A connector according to claim 41 or 42 wherein said resiliently deformable latch means is provided as a pair of deflectable tongue portions with lugs, which tongue portions are defined by slits in a web portion of the integral moulded body.

1/16

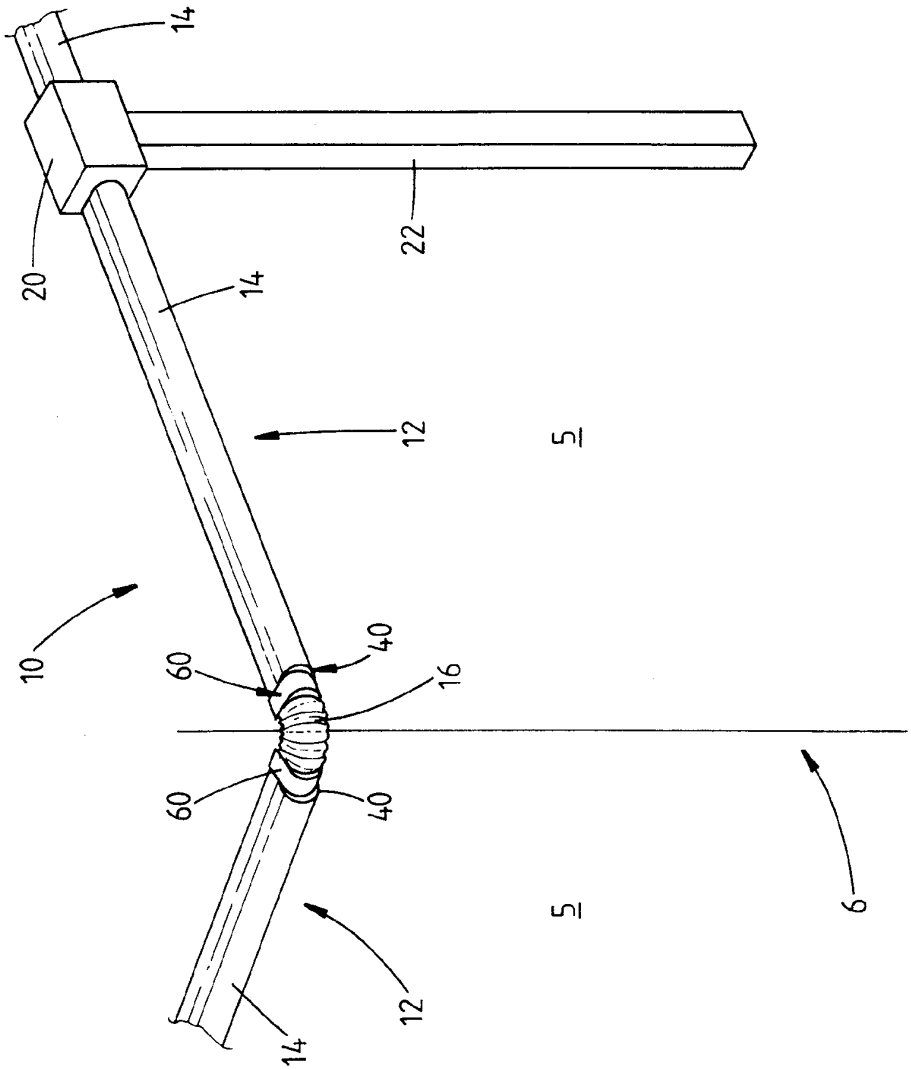


FIG 1

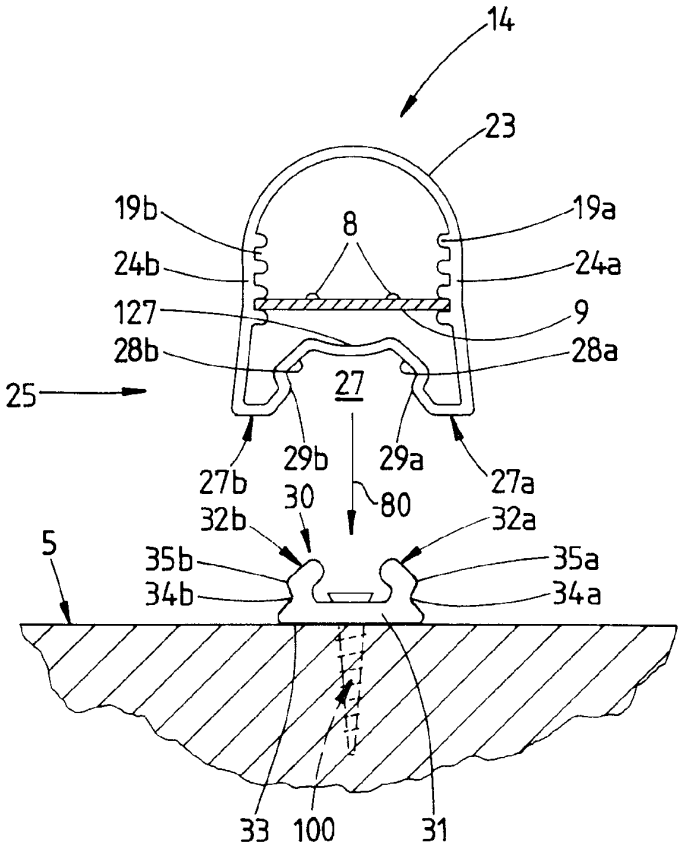

14
23
19b
19a
8
24b
24a
127
9
28b
28a
25
27
29b
29a
27b
27a
30
80
32b
32a
5
35b
35a
34b
34a
33
100
31

FIG 2

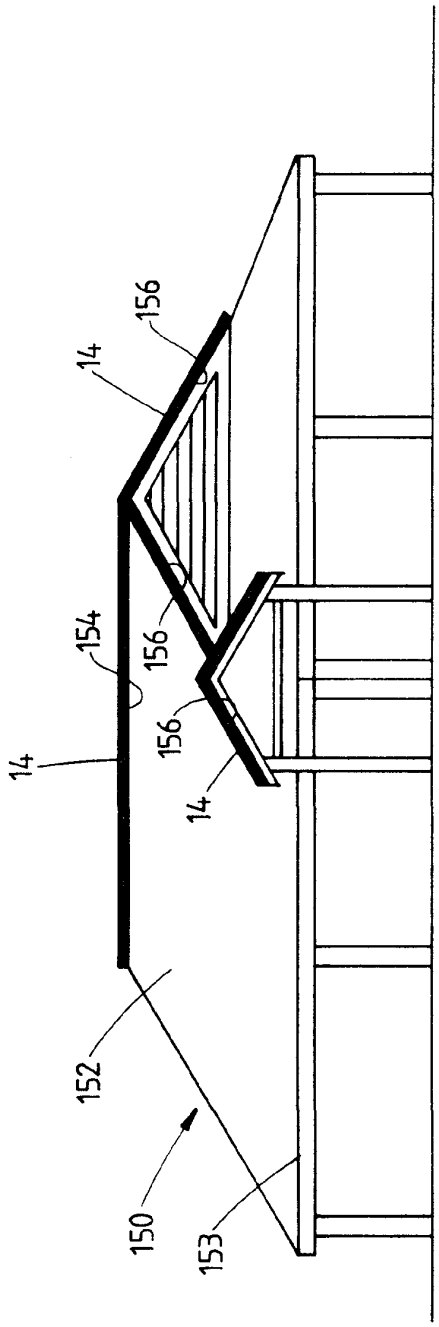


FIG 3

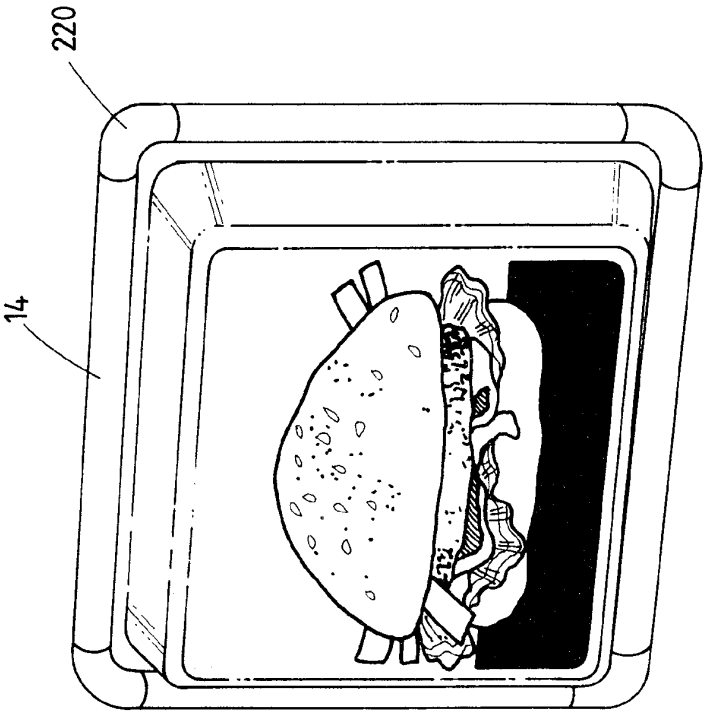


FIG 4

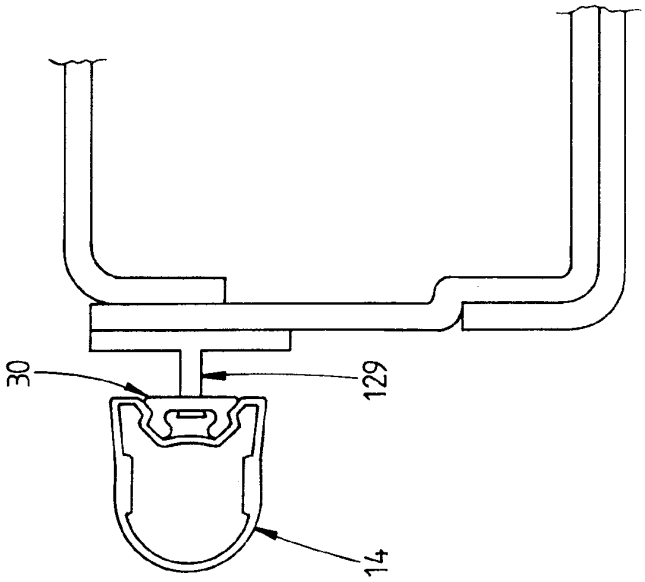


FIG 5

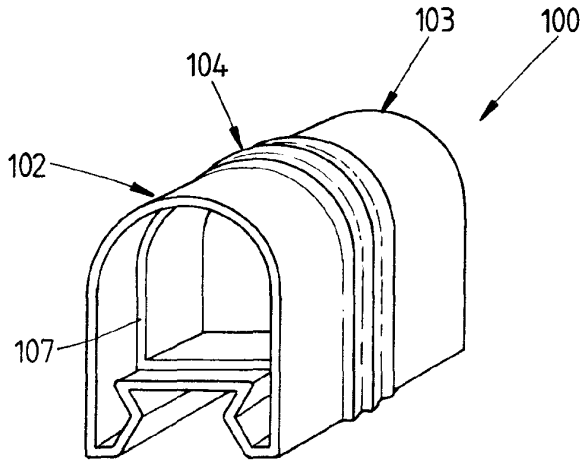


FIG 6

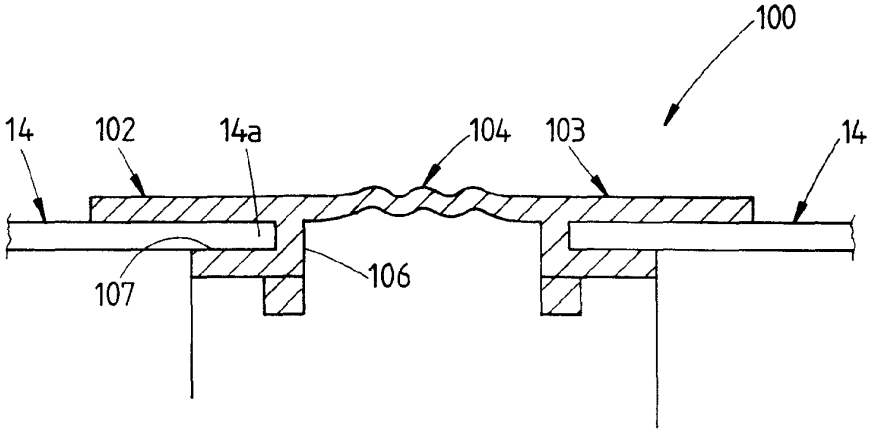


FIG 7

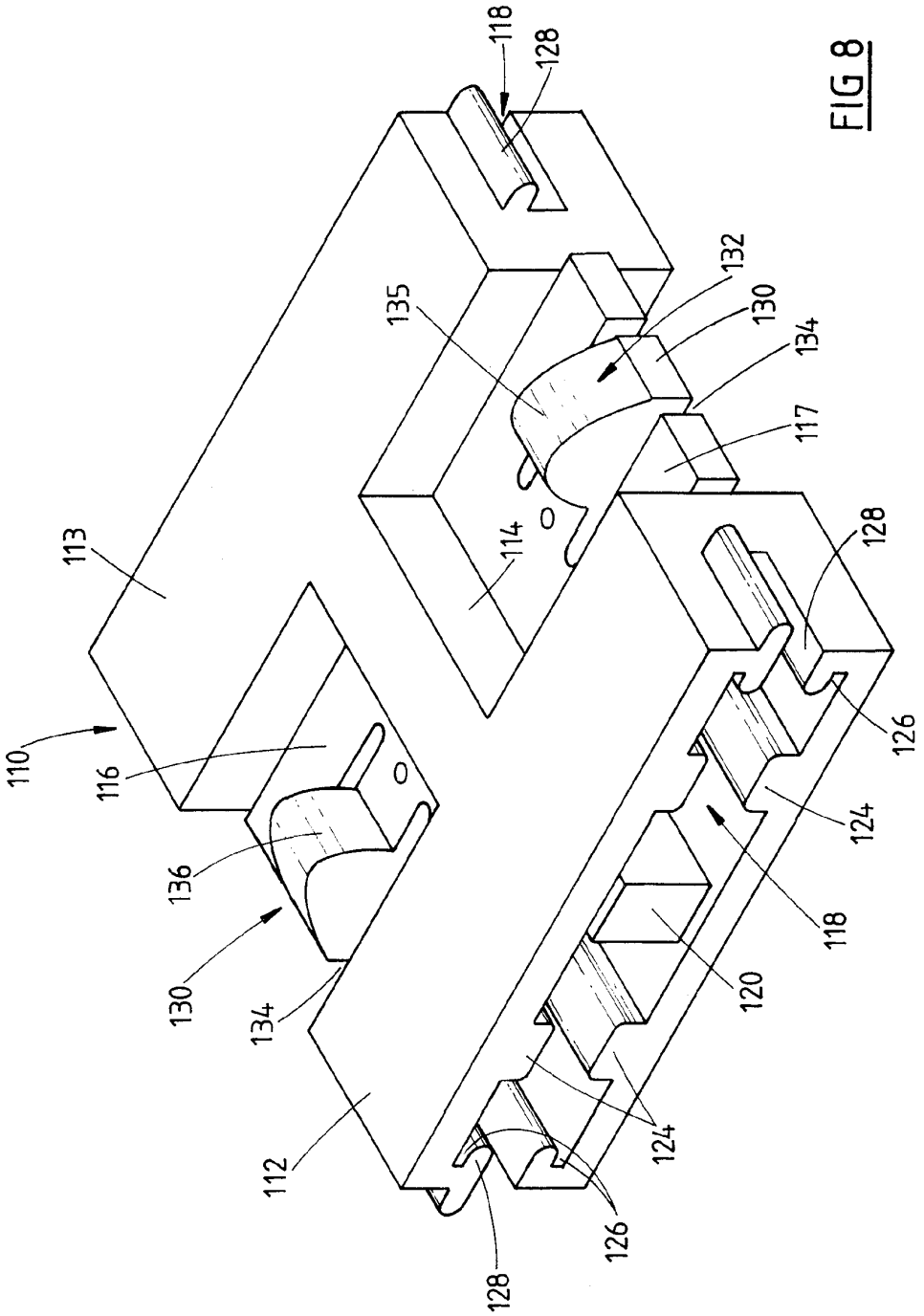

118
128
132
135
130
134
117
113
114
128
110
116
126
136
124
130
118
134
120
112
124
126
128

FIG 8

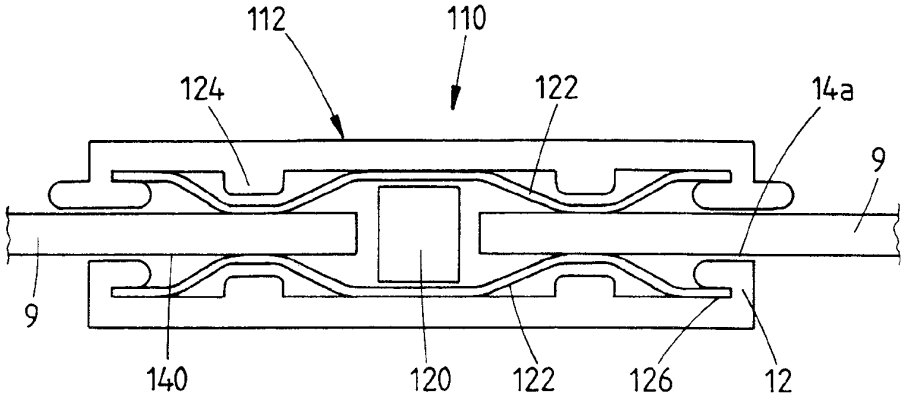


FIG 9

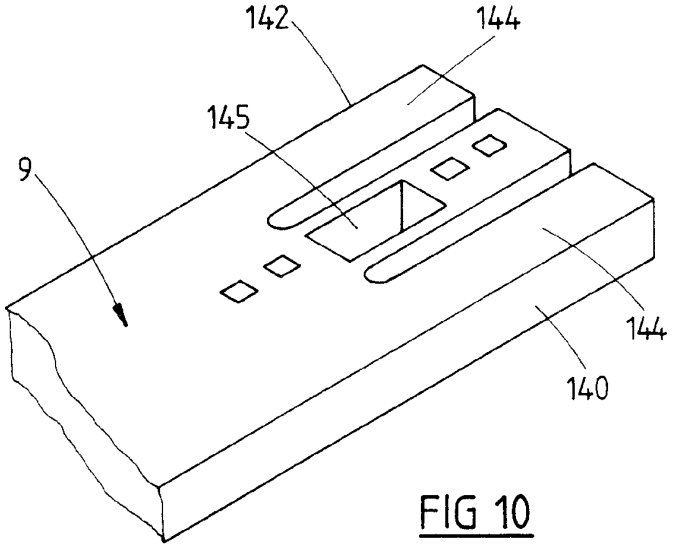


FIG 10

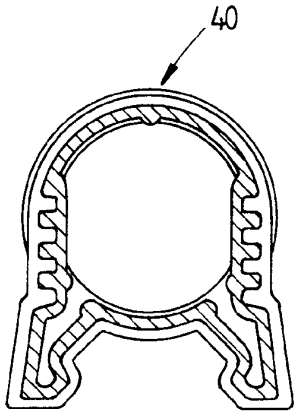


FIG 12

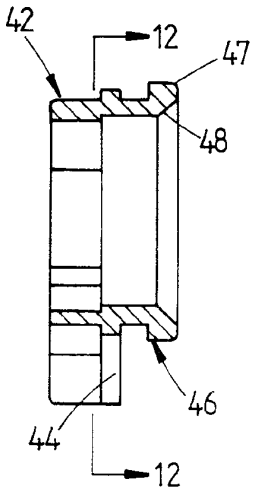


FIG 11

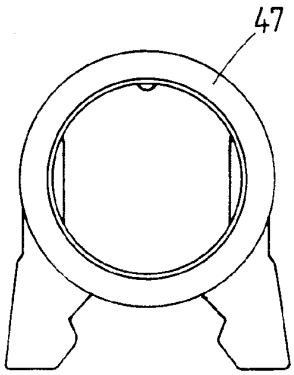


FIG 13

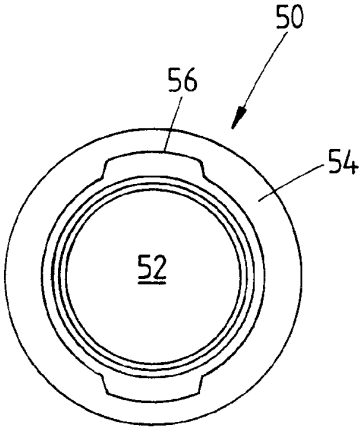


FIG 19

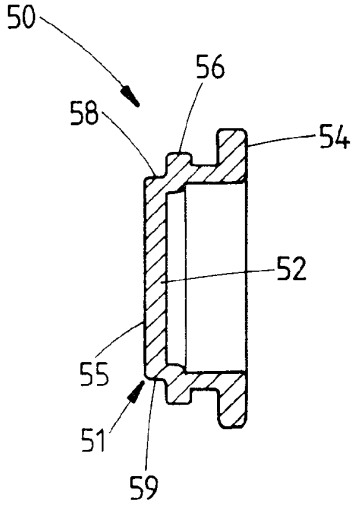


FIG 20

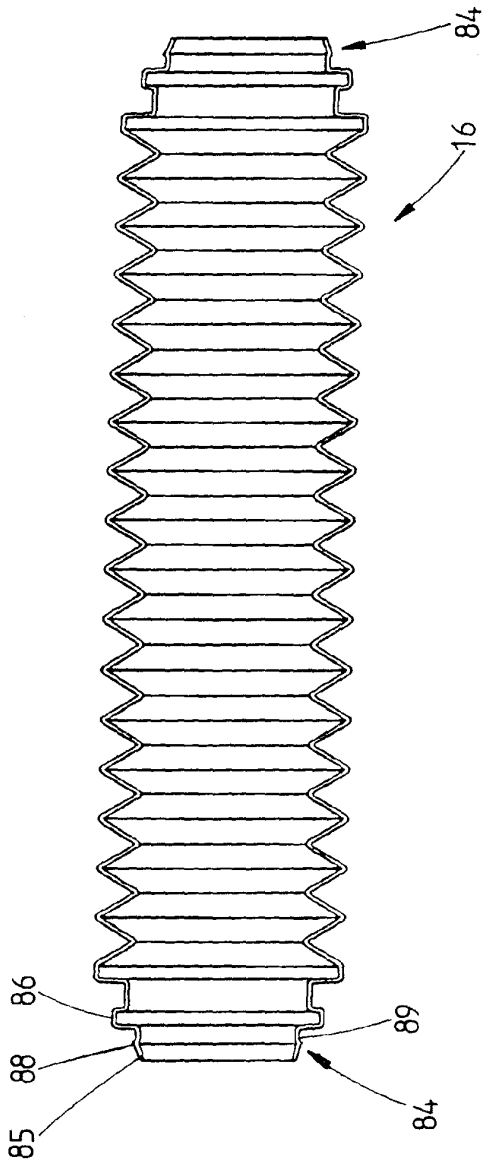


FIG 14

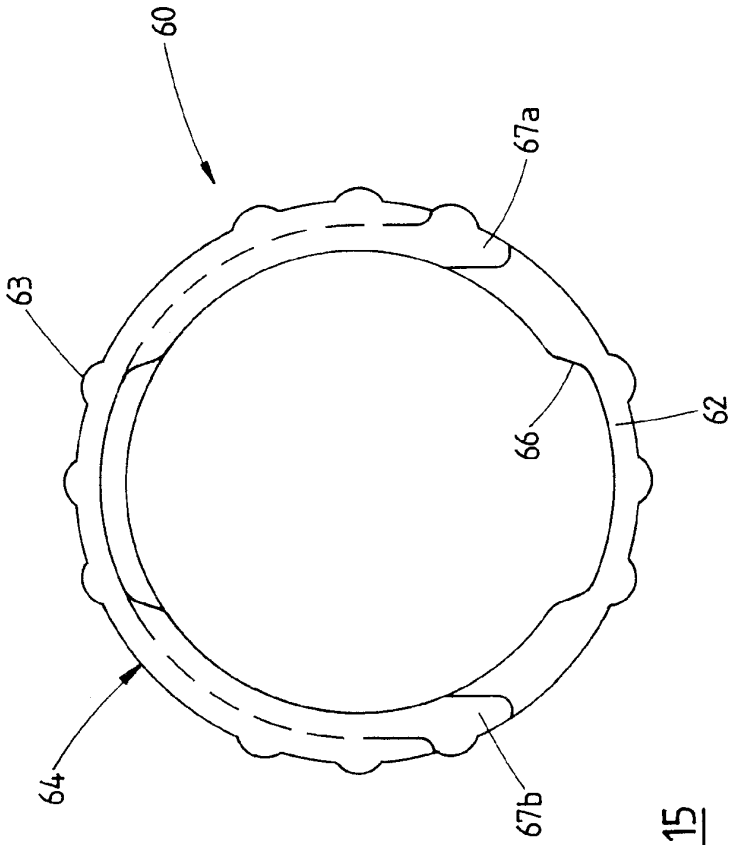


FIG 15

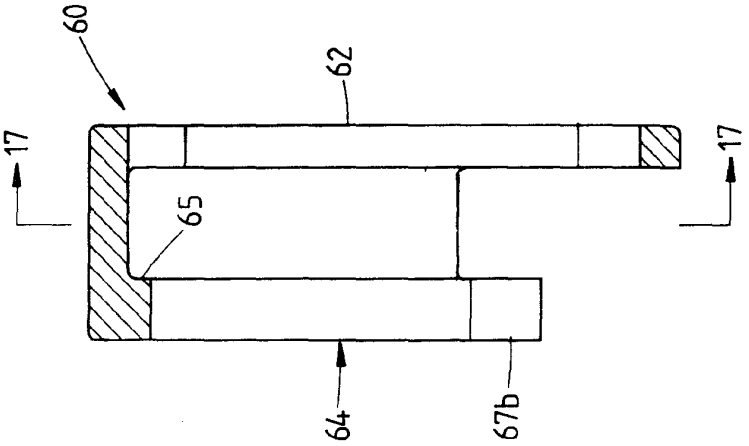


FIG 16

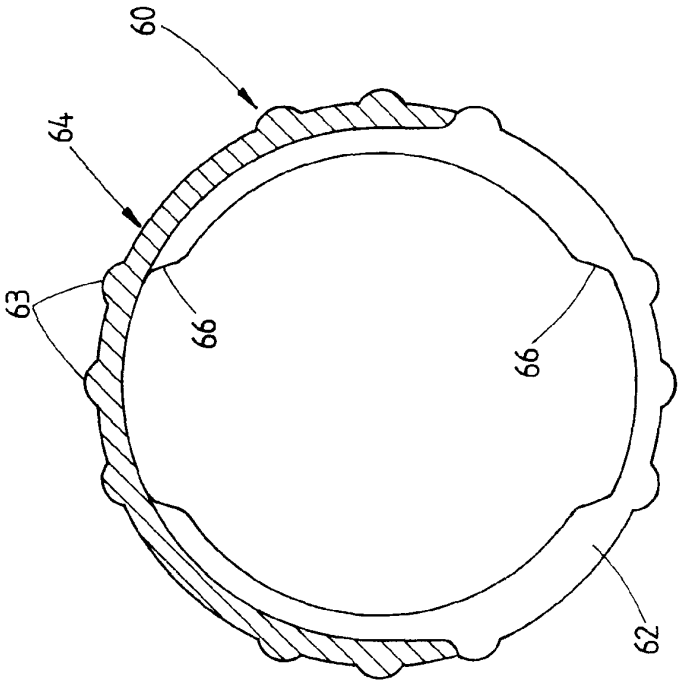


FIG 17

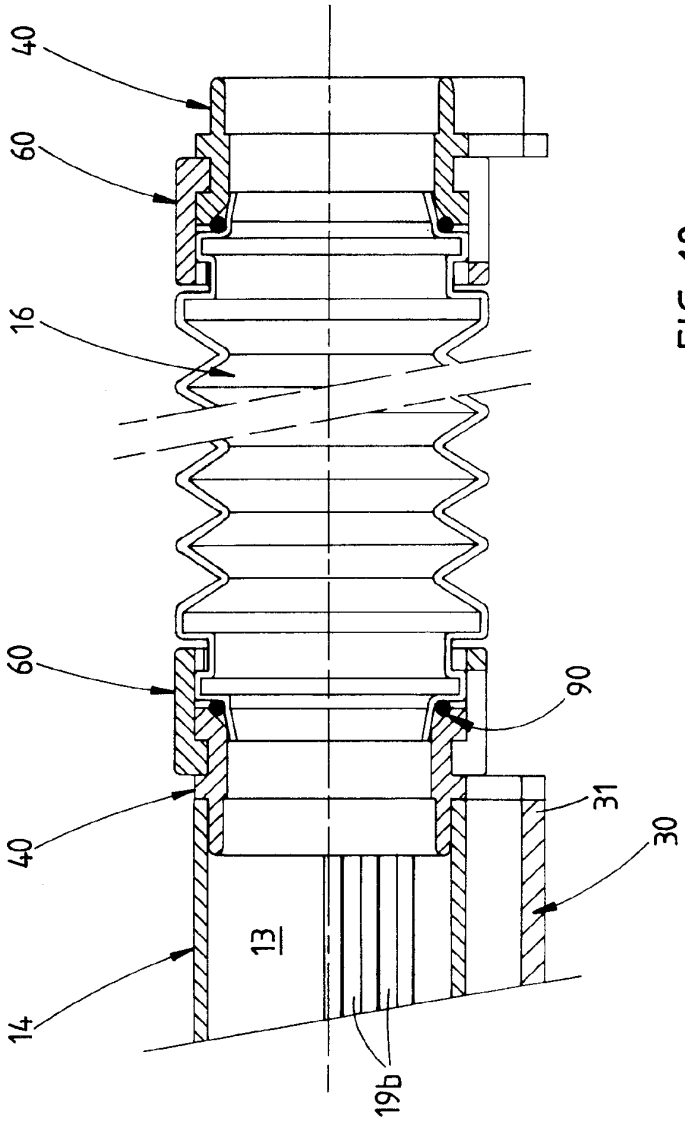


FIG 18

13/16

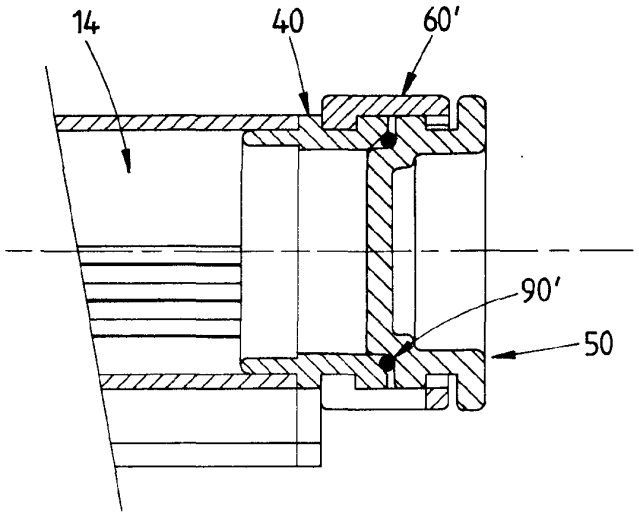


FIG 21

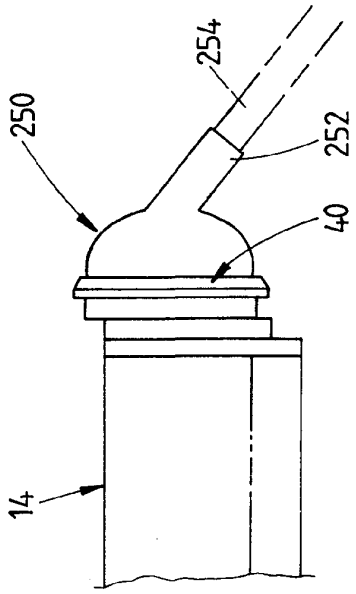


FIG 23

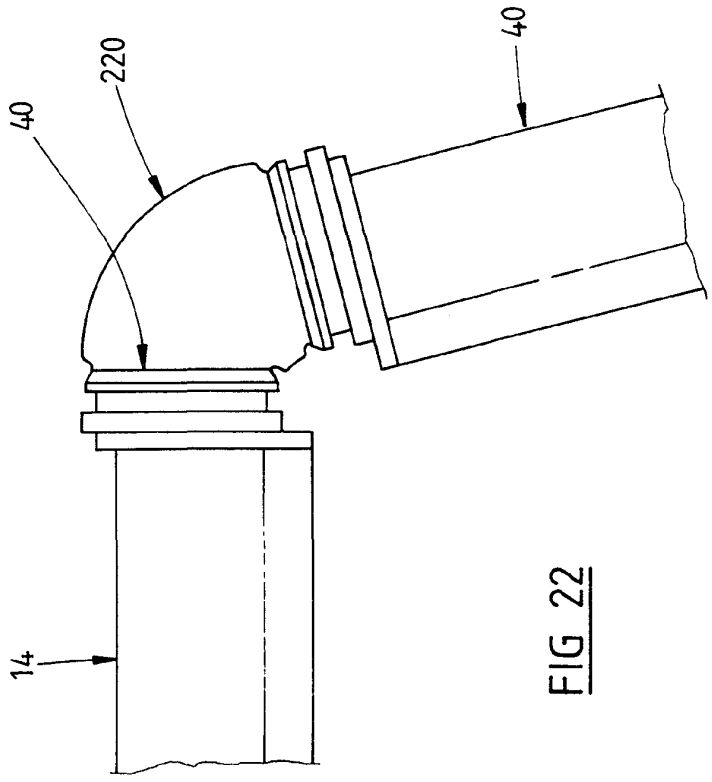


FIG 22

FIG 25

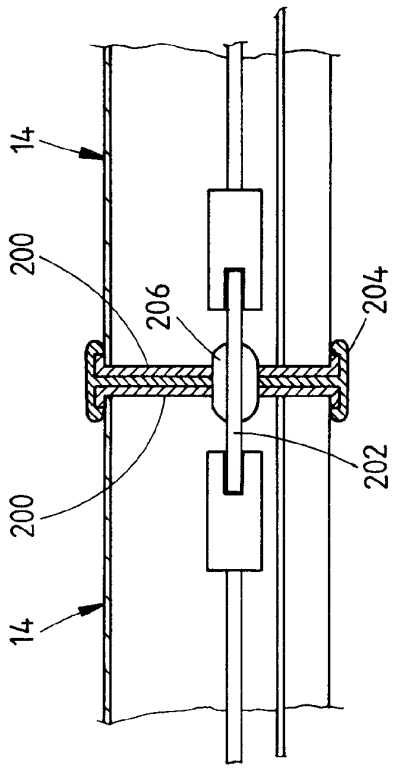
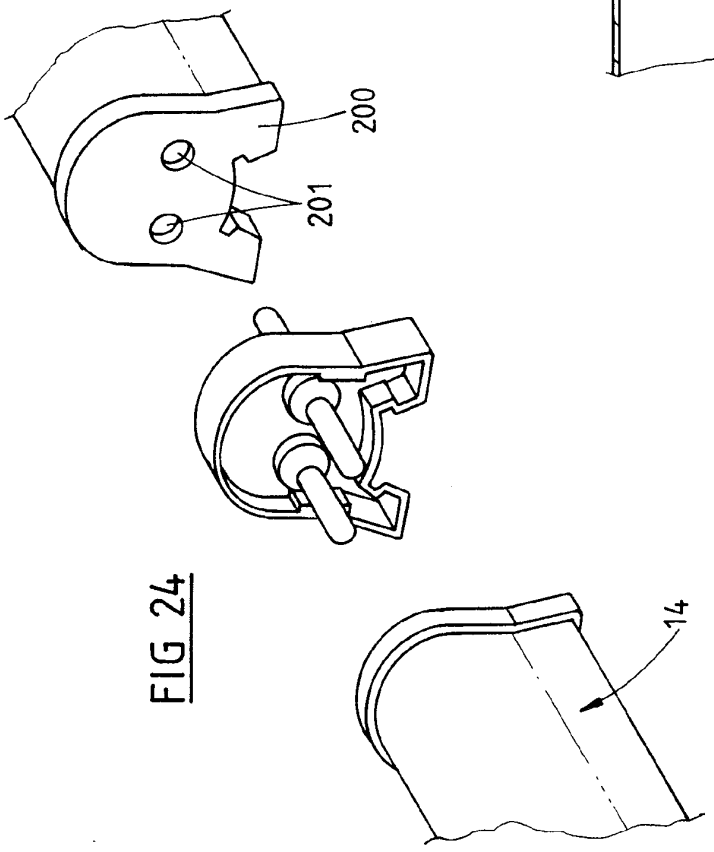


FIG 24



16/16

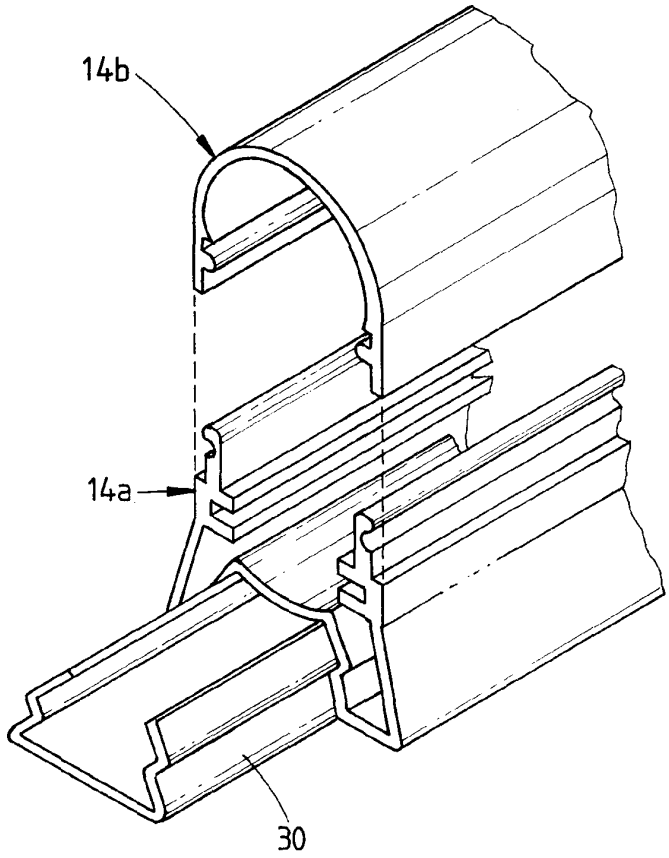


FIG 26

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/AU 98/00602

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int Cl[6]: F21P 1/02, F21S 3/14, F21V 17/00 21/00, F16B 7/00, H01R 33/90 33/92

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC: A47F 11/10 F21P 1/02 F21S 1/14 3/02 3/14 F21V 17/00 21/00 21/02 G09F 13/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
WPAT & JAPIO: IPC as above & [translucent OR diffus: OR dispers: OR scatter: OR hous: OR mount: OR linear OR long: OR LED OR diode]

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5161882 A (GARRETT) 10 November 1992 See the whole document	1, 6, 10, 11, 13, 19, 27
X	US 4376966 A (TIESZEN) 15 March 1983 See the whole document	1, 2, 5, 6, 10, 11, 13-15, 18, 27
P, X	Patent Abstracts of Japan JP 09258676 A (YUUBUNSHIYA K. K.) 3 October 1997	1, 2, 5-8, 27

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C

[X] See patent family annex

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 August 1998	18 SEP 1998
Name and mailing address of the ISA/AU AUSTRALIAN PATENT OFFICE PO BOX 200 WODEN ACT 2606 AUSTRALIA Facsimile No.: (02) 6285 3929	Authorized officer VINCE BAGUSAUSKAS Telephone No.: (02) 6283 2110

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992) copalw

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/AU 98/00602

C (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4761720 A (SOLOW) 2 August 1988	1
A	US 3894225 A (CHAO) 8 July 1975 See Figure 4	1, 27, 29
A	WO 88/01360 A1 (JANKO et. Al.) 25 February 1988 See page 6, lines 8, 9	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/AU 98/00602

Box 1 Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a)

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:1 to 38

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/AU 98/00602

Continuation of Box II

The international application does not comply with the requirements of unity of invention because it does not relate to one invention or to a group of inventions so linked as to form a single general inventive concept. In coming to this conclusion the International Searching Authority has found that there are different inventions as follows:

1. Claims 1 to 38 are directed to a strip lighting system having a multiplicity of light sources in an elongate housing that is a least partially translucent. It is considered that the at least partially translucent housing comprises a first "special technical feature".

2. Claims 39 to 40 are directed to a connector for physically coupling a pair of tubular components. It is considered that the relatively thin wall portion between said generally tubular portions comprises a second "special technical feature".

3. Claims 41 to 43 are directed to connector for electrically and physically coupling a pair or more of support strips having electrically conduction surface elements. It is considered that the electrically conductive contact means on one body connecting with contact means of another body comprises a third "special technical feature".

Since the abovementioned groups of claims do not share any of the technical features identified, a "technical relationship" between the inventions, as defined in PCT rule 13.2 does not exist. Accordingly the international application does not relate to one invention or to a single inventive concept, a priori.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International Application No.
PCT/AU 98/00602

This Annex lists the known "A" publication level patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The Australian Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent Document Cited in Search Report		Patent Family Member					
US	3894225	DE	2530775	FR	2278039	JP	51117486
		AU	84582/75	BR	7507166	IT	1059254
		US	3995152				
WO	88/01360	CA	1279050	US	4774642	US	4839777
		US	4924362				

END OF ANNEX

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau

(43) International Publication Date
25 November 2004 (25.11.2004)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2004/102685 A1

(51) International Patent Classification[7]: H01L 33/00

(21) International Application Number:
PCT/KR2004/001132

(22) International Filing Date: 13 May 2004 (13.05.2004)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
10-2003-0030478 14 May 2003 (14.05.2003) KR
10-2004-0012008 23 February 2004 (23.02.2004) KR

(71) Applicant *(for all designated States except US)*: **NANO PACKAGING TECHNOLOGY, INC.** [KR/KR]; 971-9, Wolchul-Dong, Buk-Gu, Gwangju 500-460 (KR).

(72) Inventor; and

(75) Inventor/Applicant *(for US only)*: **PARK, Byoung Jae** [KR/KR]; 105-706, Chomdandongbu Appartment, 757-3, Wolgye-Dong, Gwangsan-Gu, Gwangju 500-460 (KR).

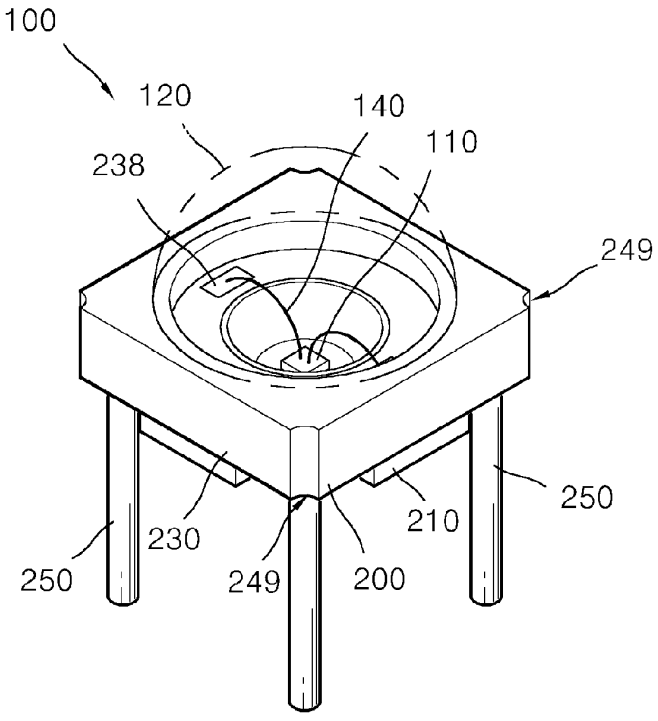
(74) Agent: **LEE, Jea Ryang**; 5F, Gwangju Small & Medium Business Support Center 621-15, Dochen-Dong, Gwangsan-Gu, Gwangju 506-301 (KR).

(81) Designated States *(unless otherwise indicated, for every kind of national protection available)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States *(unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Continued on next page]

(54) Title: LIGHT EMITTING DEVICE, PACKAGE STRUCTURE THEREOF AND MANUFACTURING METHOD THEREOF



(57) Abstract: Provided are an light emitting device, a package structure thereof and a method of manufacturing the same, in which a light emitting efficiency and a heat dissipating capability can be increased, by mounting an LED chip to a main substrate for heat dissipation, made of a metal and having a large area are provided. The light emitting device package structure includes a main substrate for heat dissipation, including a reflecting mirror having an inner space whose an upper part is open and which is formed by a side wall protruding a predetermined height upward between an edge and a middle portion of the main substrate, the middle portion being where a light emitting device chip is to be mounted, an auxiliary circuit board which is interposed between the edge and the side wall of the main substrate, the auxiliary circuit board having a bottom surface partially being exposed to the main substrate, and which has at least one conductive pad formed on the exposed bottom surface and a chip bonding pad electrically connected to the conductive pad formed on a surface exposed upward, and a lead frame which is adhered to the conductive pad.

WO 2004/102685 A1

Published:
— *with international search report*

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

Description

LIGHT EMITTING DEVICE, PACKAGE STRUCTURE THEREOF AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

Technical Field

[1] The present invention relates to a light emitting device, a package structure thereof and a method of manufacturing the same, and more particularly, to a light emitting device having a heat dissipating structure suitable for high power output, a package structure thereof and a method of manufacturing the same.

Background Art

[2] As light emitting diodes (LEDs) capable of emitting white light using phosphors have recently become known, applicability of the LEDs has been expended to the field of illuminating devices as being substitutes for traditional illuminators as well as s imply serving as light emitting displays. Continuous research into high-output LEDs suitable for illuminating purposes is under way. Lifetime and performance characteristics of an LED as a semiconductor device deteriorate at a temperature higher than a rated operation temperature. Thus, in order to increase power output of the LED, it is necessary for the LED to have a dissipation structure capable of operating at as low a temperature as possible by effectively dissipating heat produced therefrom.

[3] In conventional LEDs, a plastic molding package is used to encapsulate a LED chip mounted on a lead frame. In such an LED, heat is generally dissipated through the lead frame, so that heat dissipating efficiency of the LED is too low to attain high power device. Further, in a case where an ultraviolet LED chip is used, plastic used as the molding package material easily degrades by an ultraviolet ray emitted from the ultraviolet LED chip, resulting in deterioration in durability of the LED. More recently, in order to increase light emitting efficiency and heat dissipating capability, flip type LED chips have been developed. Accordingly, there exists a need for LED structures compatible with flip type LED chips while having a large-area heat dissipating plate.

Disclosure of Invention

Technical Problem

[4] To solve the above problems, it is an object of the present invention to provide a light emitting device suitable for high power output by increasing heat dissipating capability and light emitting efficiency, a package structure thereof and a method of manufacturing the same. It is another object of the present invention to provide a high-power light emitting device in which a flip type light emitting device chip is easily

mounted while increasing heat dissipating capability, a package structure thereof and a method of manufacturing the same.

Technical Solution

[5] To accomplish the above object of the present invention, there is provided a light emitting device package structure comprising a main substrate for heat dissipation, including a reflecting mirror having an inner space whose an upper part is open and which is formed by a side wall protruding upward a predetermined height between an edge and a middle portion of the main substrate and is made of a metal material, the middle portion being where a light emitting device chip is to be mounted, an auxiliary circuit board which is interposed between the edge and the side wall of the main substrate, the auxiliary circuit board having a bottom surface partially being exposed to the main substrate, and which has at least one conductive pad formed on the exposed bottom surface and a chip bonding pad electrically connected to the conductive pad formed on a surface exposed upward, and a lead frame which is adhered to the conductive pad.

[6] Preferably, the auxiliary circuit board comprises a base layer which is formed on the main substrate and has a first insertion hole capable of being coupled to the outside of the side wall, and an upper layer which has a second insertion hole larger than the first insertion hole to expose a part of an upper surface of the base layer and is formed on the base layer, wherein the chip bonding pad is formed on the exposed upper surface of the base layer.

[7] In another aspect of the present invention, there is provided a light emitting device package structure comprising a main substrate for heat dissipation, which has a chip mounting part protruding a predetermined height upward in a middle portion thereof and is made of a metal material, an auxiliary circuit board which has an insertion hole capable of passing through the chip mounting part to be mounted around the chip mounting part of the main substrate, a bottom surface partially exposed to the main substrate, the exposed bottom surface having at least one conductive pad formed thereon, and a chip bonding pad electrically connected to the conductive pad formed on an upper surface thereof, a reflecting mirror which is formed on the auxiliary circuit board to focus a beam diffused from a light emitting device chip to be mounted on the chip mounting part to the periphery, and a lead frame which is adhered to the conductive pad.

[8] Preferably, the upper surface of the auxiliary circuit board is formed parallel with an upper surface of the chip mounting part in a horizontal direction.

[9] In still another aspect of the present invention, there is provided a light emitting device comprising a main substrate for heat dissipation, including a reflecting mirror having an inner space whose an upper part is open and which is formed by a side wall protruding upward a predetermined height between an edge and a middle portion of the main substrate and is made of a metal material, at least one light emitting device chip which is mounted on the middle portion of the main substrate, an auxiliary circuit board which has an insertion hole capable of passing through the chip mounting part to be mounted around the chip mounting part of the main substrate, a bottom surface partially exposed to the main substrate, the exposed bottom surface having at least one conductive pad formed thereon, and a chip bonding pad electrically connected to the conductive pad formed on an upper surface thereof, a lead frame which is adhered to the conductive pad, and a lens which is adhered to the auxiliary circuit board.

[10] Here, three LED chips which emit red, green and blue emissions, respectively, are mounted in an inner space of the main substrate, and at least four chip bonding pads and at least four lead frames are formed for a common electrode and driving electrodes, respectively.

[11] Alternatively, the light emitting device chip may be an ultraviolet LED chip emitting ultraviolet ray, and the lens may have a non-reflecting coating layer formed on a surface thereof.

[12] In a further aspect of the present invention, there is provided a light emitting device comprising a main substrate for heat dissipation, including a chip mounting part protruding a predetermined height upward in a middle portion thereof and made of a metal material, at least one light emitting device chip which is mounted on the chip mounting part, an auxiliary circuit board which has an insertion hole capable of passing through the chip mounting part to be mounted around the chip mounting part of the main substrate, a bottom surface partially exposed to the main substrate, the exposed bottom surface having at least one conductive pad formed thereon, and a chip bonding pad electrically connected to the conductive pad formed on an upper surface thereof, a reflecting mirror which is formed on the auxiliary circuit board to focus a beam diffused from the light emitting device chip mounted on the chip mounting part to the periphery, a lead frame which is adhered to the conductive pad, and a cap which is coupled with the reflecting mirror to encapsulate an inner space between the reflecting mirror and the light emitting device chip.

[13] Preferably, the cap is a lens for focusing light emitted from the light emitting device chip.

[14] Also, the light emitting device chip is a flip type light emitting device chip having an electrode formed on a bottom surface opposite to the light emitting surface, and the electrode of the flip type light emitting device chip is electrically connected to the chip bonding pad by soldering.

[15] In a still further aspect of the present invention, there is provided a method of manufacturing an LED package comprising (a) forming a main substrate for heat dissipation, including a reflecting mirror having an inner space whose an upper part is open and which is formed by a side wall protruding a predetermined height upward between an edge and a middle portion, in which a light emitting device chip is mounted, of the main substrate, (b) forming an auxiliary circuit board in which a part of a bottom surface thereof is exposed to the main substrate , at least one conductive pad is formed on the exposed bottom surface, and a chip bonding pad electrically connected to the conductive pad is formed on an upward exposed surface so that the auxiliary circuit board is mounted between the edge and the side wall of the main substrate, (c) adhering the auxiliary circuit board to the main substrate, (d) adhering a lead frame to the conductive pad formed on the bottom surface of the auxiliary circuit board, and (e) plating a region of an object to be plated of an assembly formed after adhering the lead frame.

[16] Preferably, step (e) comprises (e-1) plating the chip bonding pad and the lead frame and an exposed portion of the main substrate with Ni, (e-2) plating the chip bonding pad and the lead frame with Au, and (e-3) plating an inside of a reflecting mirror of the main substrate with at least one reflective material selected from the group consisting of Ag, Al and glossy Ni.

[17] In another aspect of the present invention, there is provided a method of manufacturing a light emitting device package comprising (1) forming a main substrate for heat dissipation, which has a chip mounting part protruding a predetermined height in a middle portion thereof so as to be higher than at an edge thereof and is made of a metal material, (2) forming an auxiliary circuit board which has an insertion hole capable of passing through the chip mounting part, a conductive pad which is formed to expose a part of a bottom surface of the auxiliary circuit board to the main substrate , and a chip bonding pad which is electrically connected to the conductive pad on an upper surface of the auxiliary circuit board, (3) adhering the auxiliary circuit board to the periphery of the chip mounting part of the main substrate through the insertion hole, (4) adhering a lead frame to the conductive pad formed on the bottom surface of the auxiliary circuit board, and (5) adhering a reflecting mirror, which is formed to

focus a beam diffused from a light emitting device chip to be mounted on the chip mounting part to the periphery, on the auxiliary circuit board.

Description of Drawings

[18] FIG. 1 is a perspective view showing an LED having a package structure according to a first embodiment of the present invention;

[19] FIG. 2 is a cross-sectional view of FIG. 1;

[20] FIG. 3 shows light exit paths of the LED shown in FIG. 2;

[21] FIG. 4 is a partially extracted perspective view of some parts for explaining a process of manufacturing a package structure shown in FIG. 1;

[22] FIG. 5 is a rear view of an auxiliary circuit board shown in FIG. 4;

[23] FIG. 6 is a cross-sectional view showing adherence between the auxiliary circuit board and a main substrate for heat dissipation, shown in FIG. 4;

[24] FIG. 7 is a perspective view showing an LED having a package structure according to a second embodiment of the present invention;

[25] FIG. 8 is a rear view of an auxiliary circuit board shown in FIG. 7;

[26] FIG. 9 is a rear view of the LED shown in FIG. 7;

[27] FIG. 10 is a cross-sectional view showing an LED having a package structure according to a third embodiment of the present invention;

[28] FIG. 11 is a perspective view showing an LED having a package structure according to a fourth embodiment of the present invention;

[29] FIG. 12 is a cross-sectional view shown in FIG. 11;

[30] FIG. 13 is a cross-sectional view showing a state in which a flip type LED chip is mounted to the package structure shown in FIG. 11;

[31] FIG. 14 is a partially extracted perspective view of some parts for explaining a process of manufacturing a package structure shown in FIG. 11;

[32] FIG. 15 is a rear view of an auxiliary circuit board shown in FIG. 14;

[33] FIG. 16 is a cross-sectional view explaining adherence between each of the auxiliary circuit board, a main substrate for heat dissipation and a reflecting mirror shown in FIG. 14;

[34] FIG. 17 is a perspective view showing an LED having a package structure according to a fifth embodiment of the present invention; and

[35] FIG. 18 is a cross-sectional view showing an LED having a package structure according to a sixth embodiment of the present invention

Best Mode

[36] Preferred embodiments of the present invention will now be described in more

detail with reference to the accompanying drawings.

[37] FIG. 1 is a perspective view showing an LED having a package structure according to a first embodiment of the present invention.

[38] Referring to FIG. 1, an LED 100 includes an LED chip 110, a lens 120 and a package structure 200. The package structure 200 includes a main substrate 210 for heat dissipation, an auxiliary circuit board 230 and a lead frame 250. As shown in FIG. 2, the main substrate 210 has a side wall 211 having a predetermined height concentrically formed between its edge and middle portion. Further, the inside of the side wall 211 tapers downward, that is, a radius of curvature of the inside of the side wall 211 is smaller at a lower part than at an upper part, producing a reflecting mirror structure capable of focusing light emitted from the LED chip 110.

[39] As shown in FIG. 4, the main substrate 210 is shaped crosswise so as to expose edge portions of the auxiliary circuit board 230 mounted thereon.

[40] The main substrate 210 is made of a metal material having good thermal conductivity.

[41] Examples of the material useful as the main substrate 210 include copper and a copper alloy exemplified by brass, W-Cu alloy and Mo-Cu alloy.

[42] Preferably, the main substrate 210 is formed by forming a metal plate having a structure shown in FIG. 4 using the above-described material, primarily plating nickel on the entire surface of the metal plate, and secondly plating a highly reflective material on a surface of an inner space 213 defined by the side wall 211.

[43] It is preferable that at least one reflective material selected from the group consisting of silver, aluminum and glossy nickel is used as a material plated on the surface of the inner space 213.

[44] Here, the glossy nickel is prepared by adding a glossy material to nickel. Examples of the glossy material include saccharin, formalin and materials prepared by adding nickel sulfate, nickel chloride and boron thereto.

[45] At least one LED chip 110 is mounted on a chip mounting part 214 which is flattened in the inner space 213 of the main substrate 210. Here, the LED chip 110 can be mounted on the chip mounting part 214 through a sub-mount (not shown), unlike in the illustrative example.

[46] The auxiliary circuit board 230 is coupled to an upper surface of the main substrate 210 between the side wall 211 and the edge of the main substrate 210. A mounting surface 234 is formed stepwise in the auxiliary circuit board 230 to have an L-shaped section so that a lens 120 can be fittingly coupled to the auxiliary circuit board 230.

[47] The auxiliary circuit board 230 is formed to electrically connect the LED chip 110 with the lead frame 250 which is to be electrically connected to external circuitry.

[48] A chip bonding pad 238 is installed on the mounting surface 234 of the auxiliary circuit board 230. The chip bonding pad 238 is connected to the LED chip 110 via wires made of Au.

[49] The chip bonding pad 238 is electrically connected to a conductive pad which is exposed to a bottom surface of the auxiliary circuit board 230 to which the lead frame 250 is coupled, by a conductive pattern. Preferably, the auxiliary circuit board 230 is formed such that the chip bonding pad 238 is electrically connected to the conductive pad using at least one ceramic sheet containing Al2O3 as a main constituent.

[50] A preferable embodiment of the auxiliary circuit board 230 is described in reference to FIGS. 4 to 6.

[51] The auxiliary circuit board 230 has a structure in which a first ceramic layer 231, a second ceramic layer 233 and a third ceramic layer 235 are laminated sequentially.

[52] A conductive pad 237 for coupling with the lead frame 250 is formed in an edge of a bottom surface of the first ceramic layer 231. It is preferable that the conductive pad 237 is formed by primarily forming W or Mo-Mn alloy on the bottom surface of the first ceramic layer 231, and secondly plating Ni on the resultant surface.

[53] The chip bonding pad 238 is formed on an upper surface of the second ceramic layer 233. It is preferable that the chip bonding pad 238 is formed by primarily plating W or Mo-Mn alloy on the upper surface of the second ceramic layer 233, secondly plating Ni thereon, and finally plating Au or Ag thereon

[54] A conductive pattern is formed to electrically connect the conductive pad 237 with the chip bonding pad 238 in the first ceramic layer 231 and the second ceramic layer 233. Here, the first ceramic layer 231 and the second ceramic layer 233 correspond to a base layer and the third ceramic layer 235 corresponds to an upper layer, respectively.

[55] The conductive pattern includes a first conductive pattern 241a, a second conductive pattern 241b and a third conductive pattern 241c. The first conductive pattern 241a passes through the second ceramic layer 233 at a position at which it is connected with the chip bonding pad 238. The second conductive pattern 241b is formed on an upper surface of the first ceramic layer 231 and connected with the first conductive pattern 241a. The third conductive pattern 241c passes through the first ceramic layer 231 to connect the second conductive pattern 241b with the conductive pad 237.

[56] The first and third conductive patterns 241a and 241c are formed by forming holes on the second and first ceramic layers 233 and 231, respectively and then filling the holes with a conductive material.

[57] It is preferable that the conductive pattern 241a, 241b, 241c is formed of W or Mo-Mn alloy.

[58] A second insertion hole 239a which is formed in the middle of the third ceramic layer 235 is larger than a first insertion holes 239b which are formed in the middle of the second ceramic layer 233 and the first ceramic layer 231. Thus, when the third ceramic layer 235 to the first ceramic layer 231 are adhered to each other, a region ranging from an edge of the second insertion hole 239a of the third ceramic layer 235 to an edge of the first insertion hole 239b of the second ceramic layer 233 becomes a mounting surface 234.

[59] A portion defined by reference numeral 244 among hatched portions in FIG. 5 showing the bottom surface of the first ceramic layer 231 corresponds to an adhering auxiliary pad which is spaced apart from the conductive pad 237 to be easily adhered to the main substrate 210.

[60] It is preferable that the auxiliary pad 244 is formed by primarily forming W or Mo-Mn alloy and then secondly plating Ni thereon.

[61] According to another aspect of the present invention, it is a matter of course that the chip bonding pad 238 is electrically connected to the conductive pad 237 by extending the second conductive pattern 241b to an edge of a side surface of the first ceramic layer 231 and forming a lateral conductive pattern (not shown) in the edge of the side surface for connecting the second conductive pattern 241b to the conductive pad 237.

[62] Further, in a case where red, green and blue LED chips are mounted within the inner space 213 together, the four chip bonding pads are formed to be connected to independently the corresponding conductive pads for driving each of the red, green and blue LED chips, respectively.

[63] In a case where the plurality of auxiliary circuit boards 230 or the plurality of package structures 200 are arrayed and manufactured in a batch manner, edge portions 249 which are rounded to be inward recessed at the respective corners of the auxiliary circuit board 230 facilitate a cutting work of the auxiliary circuit boards 230 and can be used to form the lateral conductive pattern as described above.

[64] The lens 120 is constructed to be fittingly coupled between the mounting surface 234 and the upper surface of the auxiliary circuit board 230. A portion where the lens

120 is adhered to the auxiliary circuit board 230 is sealed by a sealing material for encapsulation of the inner space 130.

[65] In the LED 100 having the above-described structure, as shown in FIG. 3, light emitted from the LED chip 110 mounted on the main substrate 210 is focused on the side wall 211 and the lens 120 to then be emitted at a desirable divergent angle.

[66] The curvature and shape of the lens 120 can be appropriately designed according to a divergent angle of light to be employed, other than those shown above. Transparent synthetic resins or glass, and so on, can be used as a material of the lens 120.

[67] The inner space 130 formed between the lens 120 and the package structure 200 can be filled with a material having a refractive index similar to that of the lens 120 to be used. For example, the inner space 130 formed between the lens 120 and the package structure 200 can be filled with silicon. In this case, light emitted from the LED chip 110 is suppressed from being reflected at an inside surface of the lens 120, thereby increasing the utilization efficiency of light.

[68] The lead frame 250 is coupled to the conductive pad 237 of the auxiliary circuit boards 230.

[69] It is a matter of course that a surface mounted lead frame other than a pin type lead frame as shown can be applied to the lead frame 250.

[70] An LED having a package structure according to a second embodiment in which a surface mounted lead frame is used will now be described with reference to FIGS. 7 to 9, in which like reference numerals denote like functional elements as those shown above.

[71] Referring to FIGS. 7 to 9, an LED 300 includes a main substrate 310 for heat dissipation, and a lead frame 350. The main substrate 310 extends from both sides of an auxiliary circuit board 330 and coupled thereto.

[72] As shown in FIG. 8, a conductive pad 337 for mounting the surface mounted lead frame 350 is formed in an edge of a side of a lower surface of the auxiliary circuit board 330. An auxiliary pad 344 for adhering to the main substrate 310 is spaced apart from the conductive pad 337. The chip bonding pad 238 and the conductive pad 337 are connected by a conductive pattern which is formed according to a manner described above.

[73] The main substrate 310 has a width capable of exposing the conductive pad 337 of the auxiliary circuit board 330 according to a direction perpendicular to an extending direction of the lead frame 350 and is longer than the auxiliary circuit board 330 by a certain length. The length and width of the main substrate 310 are not limited to the

shown structure and can be properly applied according to a required heat dissipating amount.

[74] A hole 311 formed around both edges of the main substrate 310 is formed for coupling a screw and it is a matter of course that the hole 311 may be omitted according to a coupling manner.

[75] FIG. 10 shows an LED 400 in which an ultraviolet LED chip 410 is used.

[76] In FIG. 10, like reference numerals denote like functional elements shown above. Referring to FIG. 10, the LED 400 has a flat lens 320 adhered to the auxiliary circuit board 230.

[77] The flat lens 320 has a base plate 321 made of a transparent material and non-reflecting coating layers 322 and 323 formed on an upper and lower surfaces of the base plate 321. A method of forming and a material applied to the non-reflecting coating layers 322 and 323 are known variously. For example, it is disclosed in Korea Patent Published Application No. 2001-0104377 (WO2000/65639) that the non-reflecting coating layer can be formed using SixOyNz which is an ultraviolet non-reflecting coating material.

[78] It is a matter of course that the non-reflecting coating layer can be applied to the surface of the curved lens 120 shown in FIG. 1.

[79] Hereinafter, a process of manufacturing the LED having the structure explained through FIGS. 1 to 10 is described.

[80] First, the auxiliary circuit boards 230 and 330, the main substrates 210 and 310 and the lead frames 250 and 350 are formed, respectively.

[81] The auxiliary circuit boards 230 and 330 are formed to have the structure described above. That is, the auxiliary circuit board 230 shown in FIG. 4 is explained as one example. First, the insertion holes 239a and 239b and conductive holes corresponding to the first and third conductive patterns are formed on ceramic sheets corresponding to each of the first ceramic layer 231, the second ceramic layer 233 and the third ceramic layer 235. Next, the conductive holes formed on the first ceramic layer 231 and the second ceramic layer 233 are filled with a metal paste so that the first and third conductive patterns 241a and 241c are formed. The second conductive patterns 241b, the chip bonding pad 238, the conductive pad 237 and the auxiliary pad 244 are printed using a metal paste made of the same material as the above metal paste. Here, W or Mo-Mn alloy can be used as the metal paste.

[82] Next, the first ceramic layer 231, the second ceramic layer 233 and the third ceramic layer 235 are sequentially laminated and then fired at a known firing

temperature. It is preferable that the conductive pad 237 and the auxiliary pad 244 formed on the exposed surface of the auxiliary circuit board 230 are plated with nickel.

[83] Meanwhile, the main substrates 210 and 310 are manufactured into the above-described structure before molding or pressing a metal material to be used.

[84] Preferably, the main substrates 210 and 310 are formed by forming a metal plate made of copper having good thermal conductivity or a brass material into the shown structure and then plating nickel on the entire surface of the metal plate.

[85] As described above, lead frames of known various types such as a lead pin type and a surface mounted type according to a mounting manner can be applied to the lead frames 250 and 350. It is preferable that the lead frames 250 and 350 are plated with nickel.

[86] When the main substrates 210 and 310, the auxiliary circuit boards 230 and 330 and the lead frames 250 and 350 thus formed are prepared, they are adhered to each other by a soldering bonding agent.

[87] The main substrates 210 and 310, the auxiliary circuit boards 230 and 330 and the lead frames 250 and 350 may be adhered to each other simultaneously or in any arbitrary order.

[88] As one example, as shown in FIGS. 4 and 6, the main substrates 210 and 310, the auxiliary circuit boards 230 and 330 and the lead frames 250 and 350 are mutually assembled in a state in which brazing sheets 280 and 281 are inserted between the auxiliary circuit board 230 and the main substrate 210 and between the conductive pad 237 of the auxiliary circuit board 230 and the lead frames 250 and 350, respectively, and then fused at a temperature higher than a melting point of the brazing sheets 280 and 281 so that they are adhered to each other. Here, the brazing sheets 280 and 281 can be made of Ag-Cu alloy or Au-Sn alloy.

[89] Otherwise, they may be adhered by soldering using Ag-Cu alloy or Au-Sn alloy formed in a paste state.

[90] When such assembly is completed, the chip bonding pad 238 formed on the auxiliary circuit board 230, the lead frame 250 and the exposed portions of the main substrates 210 and 310 are plated with nickel.

[91] Next, the chip bonding pad 238 and the lead frames 250 and 350 are plated with Au.

[92] Finally, the surfaces of the inner spaces 213 of the main substrates 210 and 310 are coated with at least one reflective material selected from the group consisting of Ag, Al and glossy Ni.

[93] Otherwise, when the assembly is completed, after the above-described Ni plating, the chip bonding pad 238, the lead frames 250 and 350 and the surfaces of the inner spaces 213 of the main substrates 210 and 310 are plated with Ag.

[94] When the package structure is completed through the above-described processes, the LED chip 110 to be used is mounted on the chip mounting part 214 of the main substrates 210 and 310 directly or through the sub-mount (not shown). Then, the LED chip 110 and the corresponding chip bonding pad 238 are bonded via wires 140. Next, the lens 120 is fixed to the auxiliary circuit boards 230 and 330. When a coupling portion between the lens 120 and the auxiliary circuit board 230 is sealed with a sealing material, for example, epoxy, the manufacture of the LEDs 100, 300 and 400 is completed.

[95] In order to produce white light, three LED chips (not shown) emitting red, green and blue emissions can be mounted in the inner space 213.

[96] In a case where the plurality of LED chips emitting light of different colors are mounted together as described above, the LED has a chip bonding pad for a common electrode, chip bonding pads for driving electrodes of each of the LED chips and lead frames corresponding to the chip bonding pads. In this case, a first lead frame 250a among the four lead frames 250 is used for the common electrode and second to fourth lead frames 250b, 250c and 250d are used for the driving electrodes of the red, green and blue LED chips in reference to FIG. 4. Further, the four chip bonding pads 238 are formed, and the lead frames 250a to 250d are independently connected to the corresponding chip bonding pads, respectively. It is a matter of course that the number of the lead frame 250 and the number of the chip bonding pad 238 may be four or more.

[97] FIGS. 11 to 18 show an LED according to still another embodiment capable of mounting a flip type LED chip, in which like reference numerals denote like functional elements shown above.

[98] FIG. 11 is a perspective view showing an LED having a package structure according to a fourth embodiment of the present invention, in which like reference numerals refer to like functional elements shown above.

[99] Referring to FIG. 11, an LED 500 includes an LED chip 110, a lens 120 and a package structure 600.

[100] The package structure 600 includes a main substrate 610, an auxiliary circuit board 630, a lead frame 250 and a reflecting mirror 670.

[101] As shown in FIG. 12, the main substrate 610 has a chip mounting part 611 for mounting the LED chip which protrudes a predetermined height upward in a middle

portion of a base 612.

[102] In the illustrative embodiment, the chip mounting part 611 is shaped of a rectangle.

[103] Of course, the chip mounting part 611 may take various forms, including a circle.

[104] It is preferable that the main substrate 610 is plated with nickel using a material having good thermal conductivity explained in FIG. 1.

[105] The auxiliary circuit board 630 is coupled to the exposed upper surface of the base 612 of the main substrate 610.

[106] A chip bonding pad 238 is formed on an upper surface of the auxiliary circuit board 630, and a conductive pad which is electrically connected to the chip bonding pad 238 by a conductive pattern is formed on a bottom surface of thereof.

[107] In a case where the LED chip 110 is a flip type LED chip, as shown in FIG. 13, the chip bonding pad 238 can be electrically coupled to an electrode of the flip type LED chip 111 by soldering. A reference numeral 115 denotes solder for coupling the flip type LED chip 111 to the main substrate 610.

[108] An insertion hole (639 shown in FIG. 14) which can pass through the chip mounting part 611 of the main substrate 610 is formed in the auxiliary circuit board 630.

[109] It is preferable that a thickness of the auxiliary circuit board 630 is determined to arrange the upper surface of the auxiliary circuit board 630 and an upper surface of the chip mounting part 611 in a row in a state in which the auxiliary circuit board 630 is adhered to the main substrate 610.

[110] In this case, not only the flip type LED chip 111 but also a top-emission type LED chip can be mounted.

[111] The auxiliary circuit board 630 is formed to internally and mutually connect the chip bonding pad 238 and the conductive pad to the known various circuit board, for example, a printed circuit board (PCB). Preferably, the auxiliary circuit board 630 is formed to internally and mutually connect the chip bonding pad 238 with the conductive pad using at least one ceramic sheet containing Al2O3 as a principal component.

[112] As shown in FIGS. 14 to 16, such auxiliary circuit board 630 has a structure in which a first ceramic layer 631 and a second ceramic layer 633 are laminated sequentially.

[113] Preferably, an adhering auxiliary pad 245 which is spaced apart from the chip bonding pad 238 in an area corresponding to a potential adherence portion of the reflecting mirror 670 is formed on an upper surface of the second ceramic layer 633.

[114] The reflecting mirror 670 is formed to focus light emitted from the LED chips 110 and 111.

[115] That is, a hole is formed in the middle of the reflecting mirror 670. The internal surface of the reflecting mirror 670 tapers downward such that an upper part thereof is smaller than a lower part thereof, thereby enabling light emitted from the LED chips 110 and 111 to be focused.

[116] At least inside surface of the reflecting mirror 670 is formed of a highly reflective material. For example, the inside surface of the reflecting mirror 670 is formed of at least one selected from the group consisting of Ag, Ni and Al.

[117] That is, the reflecting mirror 670 is formed of any one among Ag, Ni and Al. Otherwise, the reflecting mirror 670 is formed by primarily molding synthetic resin or a metal and then coating at least inside surface thereof with a highly reflective material. Here, it is preferable that at least one reflective material selected from the group consisting of Ag, Al and glossy Ni is used as the coating highly reflective material.

[118] The lens 120 is used as one example of a cap for encapsulating and protecting the LED chips 110 and 111 and adhered to the reflecting mirror 670. A portion where the lens 120 is adhered to the reflecting mirror 670 is sealed by a sealing material to encapsulate the inner space of the reflecting mirror 670.

[119] Otherwise, it is a matter of course that the inner space of the reflecting mirror 670 is molded with a transparent material such as silicon or epoxy instead of the lens 120 so that the cap can be formed.

[120] FIG. 17 shows an LED having a package structure according to a further embodiment in which a surface mounted lead frame is used.

[121] Referring to FIG. 17, an LED 700 includes a main substrate 710 which is extended from and coupled to both sides of an auxiliary circuit board 730 and a lead fram750. A chip mounting part 611 protrudes on a base 712 in the main substrate 710.

[122] As shown in FIG. 8, a conductive pad and an auxiliary pad are formed on a bottom surface of the auxiliary circuit board 730. A structure other than the conductive pad and the auxiliary pad is the same as that shown in FIG. 14.

[123] FIG. 18 shows an LED 800 having ultraviolet LED chips.

[124] Referring to FIG. 18, the LED 800 includes a flat lens 320 which is adhered to a reflecting mirror 670.

[125] It is preferable that the reflecting mirror 670 is formed of Al having high reflectivity in an ultraviolet area.

[126] Hereinafter, a process of manufacturing the LED having the structure explained through FIGS. 11 to 18 is explained.

[127] First, the auxiliary circuit boards 630 and 730, the main substrates 610 and 710, the reflecting mirror 670 and the lead frames 250 and 350 are formed, respectively. The auxiliary circuit boards 630 and 730 are formed to have the structure described above.

[128] As described above, the reflecting mirror 670 is formed of a highly reflective material, for example, Al, or by forming a mold made of a metal other than Al or synthetic resin and then coating a surface thereof with a highly reflective material.

[129] In a case where the reflecting mirror 670 is formed by forming the mold made of a metal or synthetic resin and then coating the surface thereof with a highly reflective material, after plating Ni on the surface of the mold, an adhering process which will be described below is performed.

[130] When the main substrates 610 and 710, the auxiliary circuit boards 630 and 730, the lead frames 250 and 350 and the reflecting mirror 670 are prepared, they are adhered together.

[131] Here, the above-described adhering methods are optionally used. As one example, in a case where the reflecting mirror 670 is formed by sequentially plating Ni and Ag, they are adhered to each other using the brazing sheets 280, 281 and 283 as shown in FIGS. 14 and 16 or soldering paste.

[132] When the assembly is completed, all of the conductive elements, that is, the chip bonding pad 238 formed on the auxiliary circuit board 630, the lead frame 250, the main substrate 610 and the reflecting mirror 670 are again plated with Ni.

[133] Next, the chip bonding pad 238, the lead frame 250, the main substrate 210 and the reflecting mirror 670 are plated with Ag.

[134] Otherwise, it is a matter of course that the inside surface of the reflecting mirror 670 can be coated with at least one reflective material selected from the group consisting of Al and glossy Ni.

[135] Meanwhile, in a case where the reflecting mirror 670 is formed of Al, it is a matter of course that the main substrates 610 and 710, the auxiliary circuit boards 630 and 730 and the lead frames 250 and 350 are adhered to each other by a soldering bonding agent, the adhered assembly is sequentially plated with Ni and Ag, and the reflecting mirror 670 can be adhered to the auxiliary circuit board 630 using a coupling agent such as epoxy.

[136] When the package structure 600 is completed, the LED chip 110 to be used is mounted on the chip mounting part 611 directly or through the sub-mount (not shown).

Then, the LED chip 110 is bonded to the corresponding chip bonding pad 238 by the wires 140.

[137] Otherwise, in a case where of the flip type LED chip 111, after thermal conductivity and fixing solder is deposited on the chip mounting part 611 and the electrically connecting solder is deposited on the chip bonding pad 238, the LED chip 111 is mounted.

[138] Next, the lens 120 is fixed to the reflecting mirror 670. When a coupling portion between the lens 120 and the reflecting mirror 670 is sealed with a sealing material, for example, epoxy, the manufacture of the LEDs 500, 700 and 800 is completed.

[139] As described above in conjunction with FIGS. 11 to 18, in order to produce white light, it is a matter of course that light emitting devices can also be configured to have a chip bonding pad for a common electrode so as to mount three LED chips (not shown) for red, green and blue emissions, respectively, chip bonding pads for independent driving electrodes for the respective LED chips, and lead frames corresponding thereto.

[140] Although the present invention has been described that the LED chip is used, it is a matter of course that known other various light emitting semiconductor chips, including laser diode chips, can be used.

Industrial Applicability

[141] As described above, in the LED, a package structure thereof and a method of manufacturing the same in accordance with the present invention, a LED chip is mounted on a large-sized, metallic main substrate and is capable of focusing light, thereby increasing the light emitting efficiency and heat dissipating capability.

Claims

[1] A light emitting device package structure comprising:
a main substrate for heat dissipation, including a reflecting mirror having an inner space whose an upper part is open and which is formed by a side wall protruding a predetermined height upward between an edge and a middle portion of the main substrate and is made of a metal material, the middle portion being where a light emitting device chip is to be mounted;
an auxiliary circuit board which is interposed between the edge and the side wall of the main substrate, the auxiliary circuit board having a bottom surface partially being exposed to the main substrate, and which has at least one conductive pad formed on the exposed bottom surface and a chip bonding pad electrically connected to the conductive pad formed on a surface exposed upward; and
a lead frame which is adhered to the conductive pad.

[2] The light emitting device package structure of claim 1, wherein at least inside surface of the reflecting mirror of the main substrate is formed of at least one material selected from the group consisting of Ag, Ni and Al.

[3] The light emitting device package structure of claim 1, wherein the auxiliary circuit board comprises:
a base layer which is formed on the main substrate and has a first insertion hole capable of being coupled to the outside of the side wall; and
an upper layer which has a second insertion hole larger than the first insertion hole to expose a part of an upper surface of the base layer and is formed on the base layer,
wherein the chip bonding pad is formed on the exposed upper surface of the base layer.

[4] A light emitting device package structure comprising:
a main substrate for heat dissipation, which has a chip mounting part protruding a predetermined height upward in a middle portion thereof and is made of a metal material;
an auxiliary circuit board which has an insertion hole capable of passing through the chip mounting part to be mounted around the chip mounting part of the main substrate, a bottom surface partially exposed to the main substrate, the exposed bottom surface having at least one conductive pad formed thereon, and a chip

bonding pad electrically connected to the conductive pad formed on an upper surface thereof;

a reflecting mirror which is formed on the auxiliary circuit board to focus a beam diffused from a light emitting device chip to be mounted on the chip mounting part to the periphery; and

a lead frame which is adhered to the conductive pad.

[5] The light emitting device package structure of claim 4, wherein the upper surface of the auxiliary circuit board is formed parallel with an upper surface of the chip mounting part in a horizontal direction.

[6] The light emitting device package structure of claim 4, wherein at least inside surface of the reflecting mirror is formed of at least one material selected from the group consisting of Ag, Ni and Al.

[7] A light emitting device comprising:

a main substrate for heat dissipation, including a reflecting mirror having an inner space whose an upper part is open and which is formed by a side wall protruding upward a predetermined height between an edge and a middle portion of the main substrate and is made of a metal material;

at least one light emitting device chip which is mounted on the middle portion of the main substrate;

an auxiliary circuit board which has an insertion hole capable of passing through the chip mounting part to be mounted around the chip mounting part of the main substrate, a bottom surface partially exposed to the main substrate, the exposed bottom surface having at least one conductive pad formed thereon, and a chip bonding pad electrically connected to the conductive pad formed on an upper surface thereof;

a lead frame which is adhered to the conductive pad; and

a lens which is adhered to the auxiliary circuit board.

[8] The light emitting device of claim 7, wherein at least inside surface of the reflecting mirror of the main substrate is formed of at least one material selected from the group consisting of Ag, Ni and Al.

[9] The light emitting device of claim 7, wherein the auxiliary circuit board comprises:

a base layer which is formed on the main substrate and has a first insertion hole capable of being coupled to the outside of the side wall; and

an upper layer which has a second insertion hole larger than the first insertion

hole to expose a part of an upper surface of the base layer and is formed on the base layer,

wherein the chip bonding pad is formed on the exposed upper surface of the base layer.

[10] The light emitting device of claim 7, wherein three LED chips which emit red, green and blue emissions, respectively, are mounted in an inner space of the main substrate, and at least four chip bonding pads and at least four lead frames are formed for a common electrode and driving electrodes, respectively.

[11] The light emitting device of claim 7, wherein the light emitting device chip is an ultraviolet LED chip emitting ultraviolet ray, and the lens has a non-reflecting coating layer formed on a surface thereof.

[12] A light emitting device comprising:

a main substrate for heat dissipation, including a chip mounting part protruding a predetermined height upward in a middle portion thereof and made of a metal material;

at least one light emitting device chip which is mounted on the chip mounting part;

an auxiliary circuit board which has an insertion hole capable of passing through the chip mounting part to be mounted around the chip mounting part of the main substrate, a bottom surface partially exposed to the main substrate, the exposed bottom surface having at least one conductive pad formed thereon, and a chip bonding pad electrically connected to the conductive pad formed on an upper surface thereof;

a reflecting mirror which is formed on the auxiliary circuit board to focus a beam diffused from the light emitting device chip mounted on the chip mounting part to the periphery;

a lead frame which is adhered to the conductive pad; and

a cap which is coupled with the reflecting mirror to encapsulate an inner space between the reflecting mirror and the light emitting device chip.

[13] The light emitting device of claim 12, wherein the cap is a lens for focusing light emitted from the light emitting device chip.

[14] The light emitting device of claim 12, wherein the upper surface of the auxiliary circuit board is formed parallel with an upper surface of the chip mounting part in a horizontal direction.

[15] The light emitting device of claim 12, wherein the light emitting device chip is a

flip type light emitting device chip having an electrode formed on a bottom surface opposite to the light emitting surface, and the electrode of the flip type light emitting device chip is electrically connected to the chip bonding pad by soldering.

[16] The light emitting device of claim 12, wherein the light emitting device chip is an ultraviolet LED chip emitting ultraviolet ray, and the cap has a non-reflecting coating layer formed on a surface thereof.

[17] The light emitting device of claim 12 or 16, wherein at least inside surface of the reflecting mirror is formed of at least one material selected from the group consisting of Ag, Ni and Al.

[18] A method of manufacturing an LED package comprising:

(a) forming a main substrate for heat dissipation, including a reflecting mirror having an inner space whose an upper part is open and which is formed by a side wall protruding a predetermined height upward between an edge and a middle portion, in which a light emitting device chip is mounted, of the main substrate;

(b) forming an auxiliary circuit board in which a part of a bottom surface thereof is exposed to the main substrate, at least one conductive pad is formed on the exposed bottom surface, and a chip bonding pad electrically connected to the conductive pad is formed on an upward exposed surface so that the auxiliary circuit board is mounted between the edge and the side wall of the main substrate;

(c) adhering the auxiliary circuit board to the main substrate;

(d) adhering a lead frame to the conductive pad formed on the bottom surface of the auxiliary circuit board; and

(e) plating a region of an object to be plated of an assembly formed after adhering the lead frame.

[19] The method of claim 18, wherein step (e) comprises:

(e-1) plating the chip bonding pad and the lead frame and an exposed portion of the main substrate with Ni;

(e-2) plating the chip bonding pad and the lead frame with Au; and

(e-3) plating an inside of a reflecting mirror of the main substrate with at least one reflective material selected from the group consisting of Ag, Al and glossy Ni.

[20] A method of manufacturing a light emitting device package comprising:

(1) forming a main substrate for heat dissipation, which has a chip mounting part

protruding a predetermined height in a middle portion thereof so as to be higher than at an edge thereof and is made of a metal material;

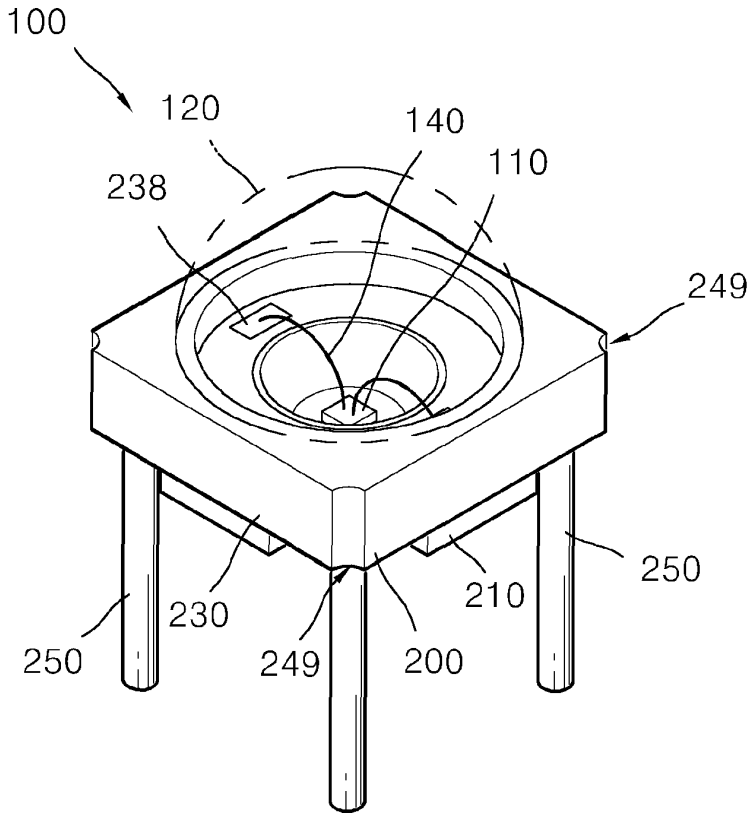
(2) forming an auxiliary circuit board which has an insertion hole capable of passing through the chip mounting part, a conductive pad which is formed to expose a part of a bottom surface of the auxiliary circuit board to the main substrate, and a chip bonding pad which is electrically connected to the conductive pad on an upper surface of the auxiliary circuit board;

(3) adhering the auxiliary circuit board to the periphery of the chip mounting part of the main substrate through the insertion hole;

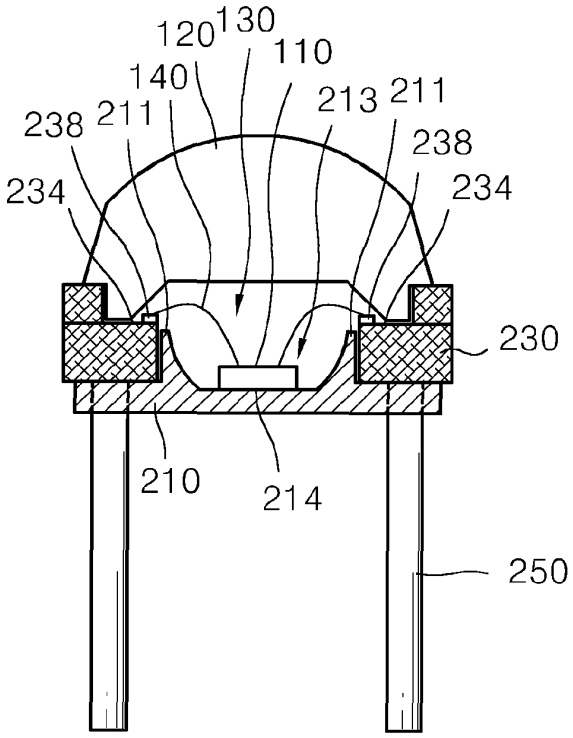
(4) adhering a lead frame to the conductive pad formed on the bottom surface of the auxiliary circuit board; and

(5) adhering a reflecting mirror, which is formed to focus a beam diffused from a light emitting device chip to be mounted on the chip mounting part to the periphery, on the auxiliary circuit board.

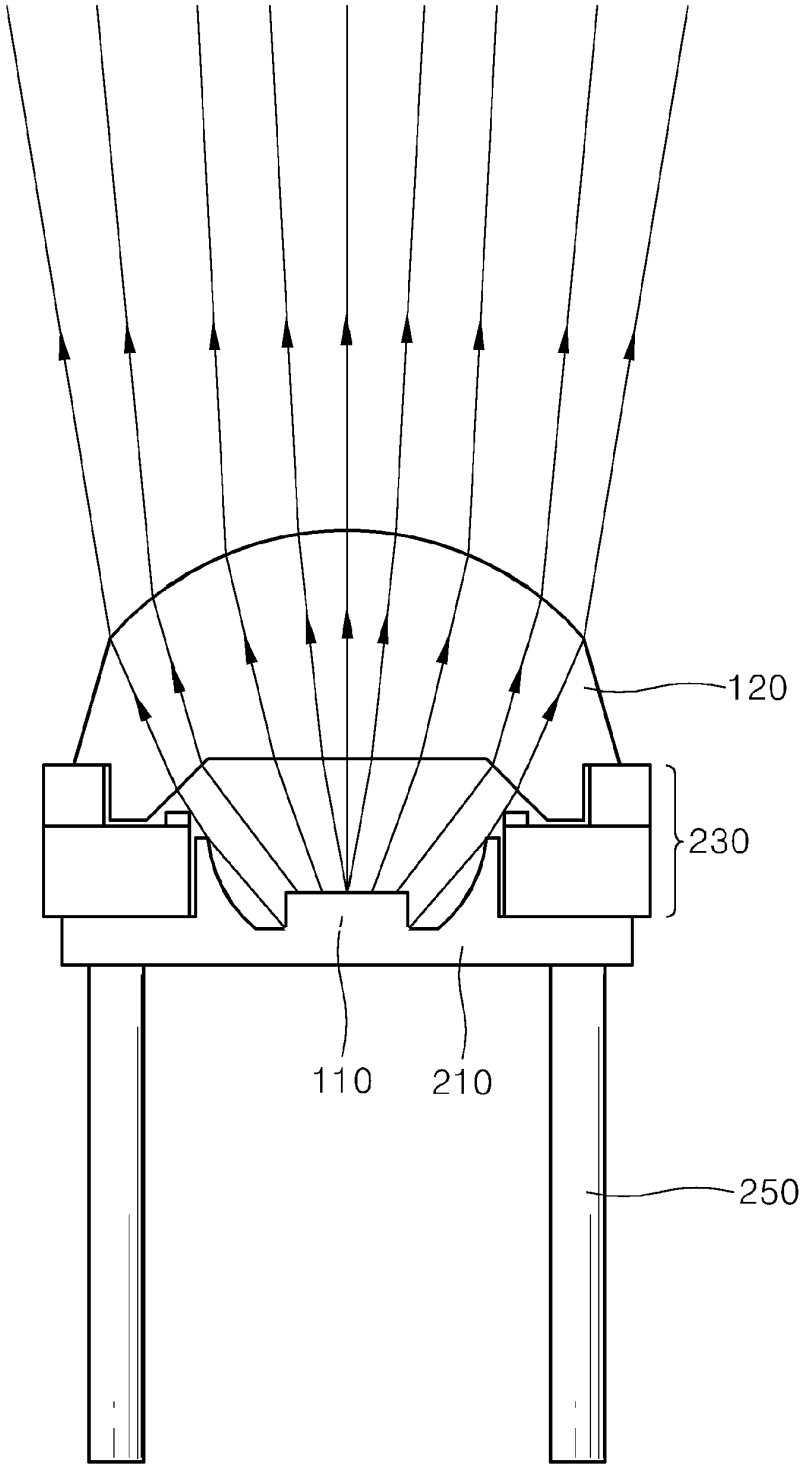
[Fig. 1]


100
120
140
110
238
249
250
230
210
250
249
200

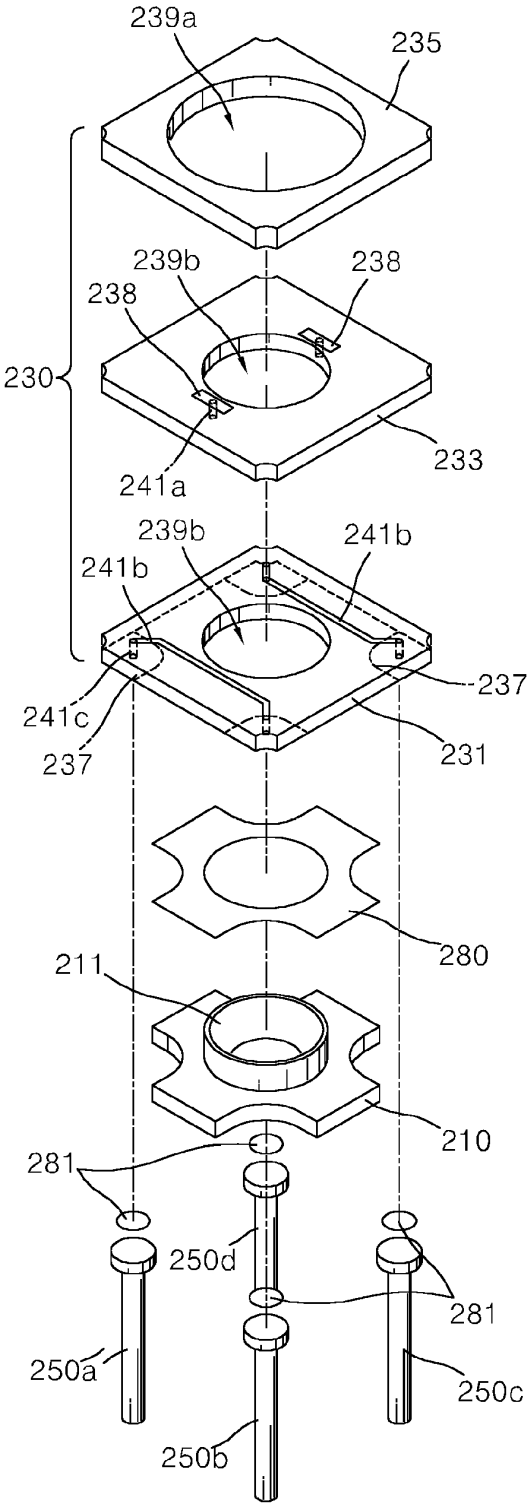
[Fig. 2]


120
130
110
140
213
211
238
211
238
234
234
230
210
214
250

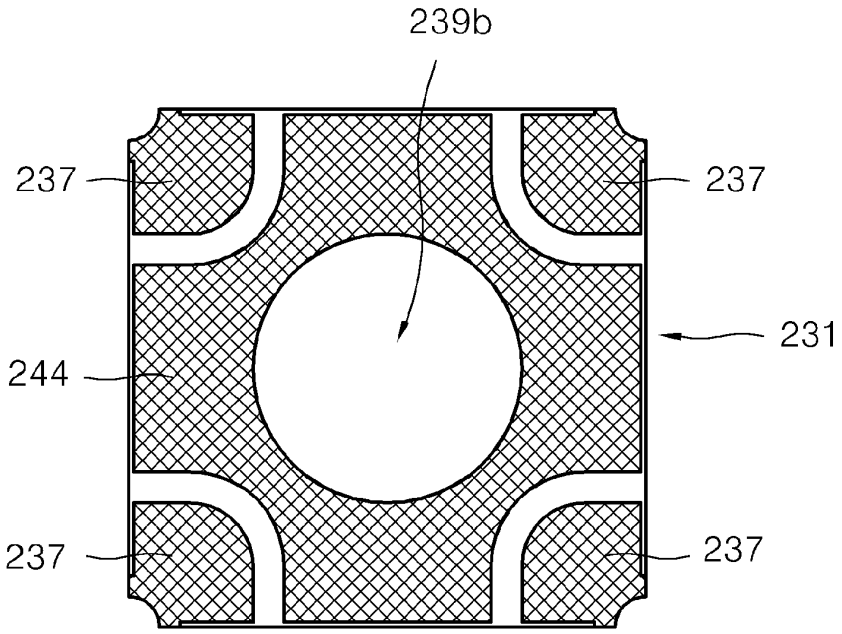
[Fig. 3]



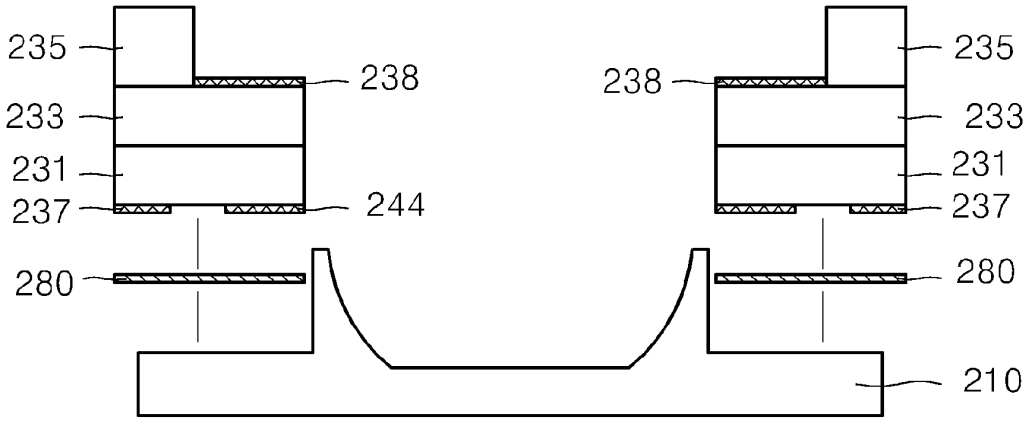
[Fig. 4]


239a
235
239b
238
238
230
233
241a
239b
241b
241b
237
241c
237
231
280
211
210
281
250d
281
250a
250c
250b

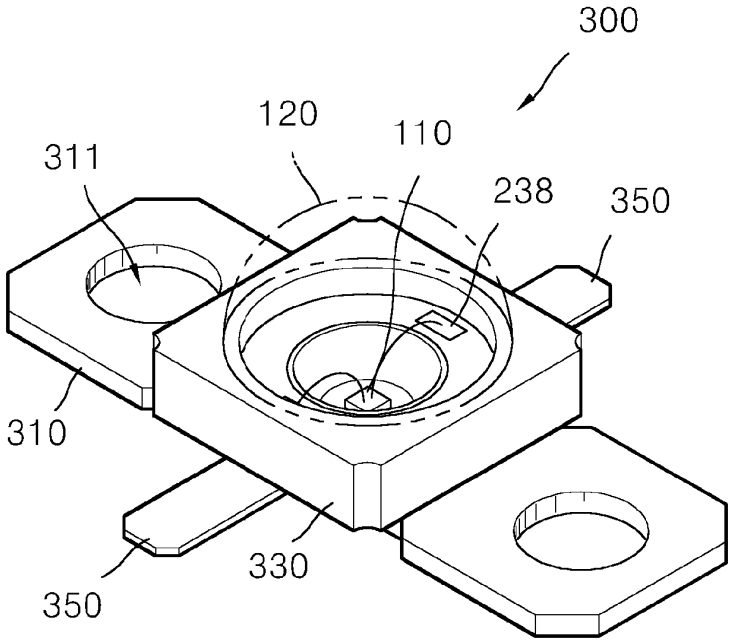
[Fig. 5]


239b
237
237
231
244
237
237

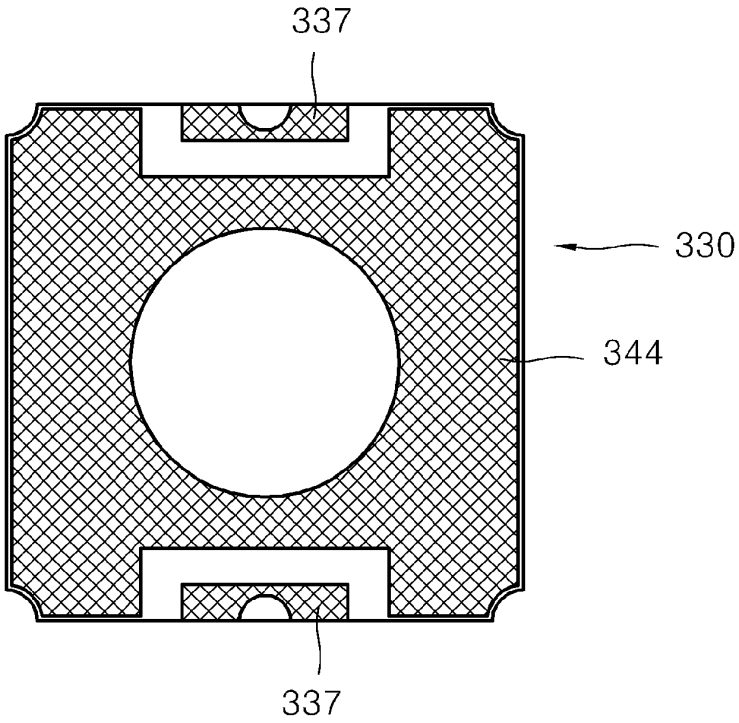
[Fig. 6]


235
238
233
231
237
244
280
238
235
233
231
237
280
210

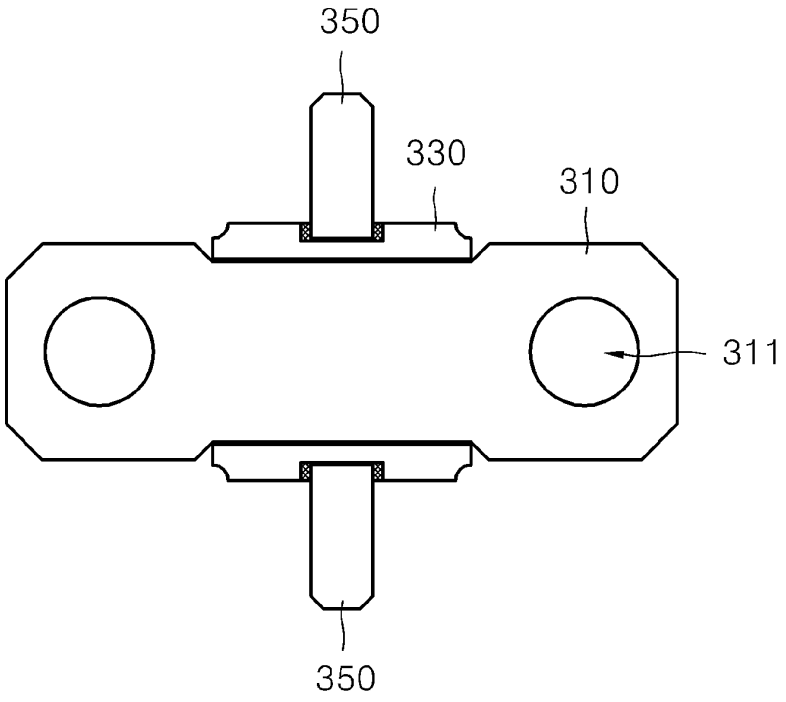
[Fig. 7]



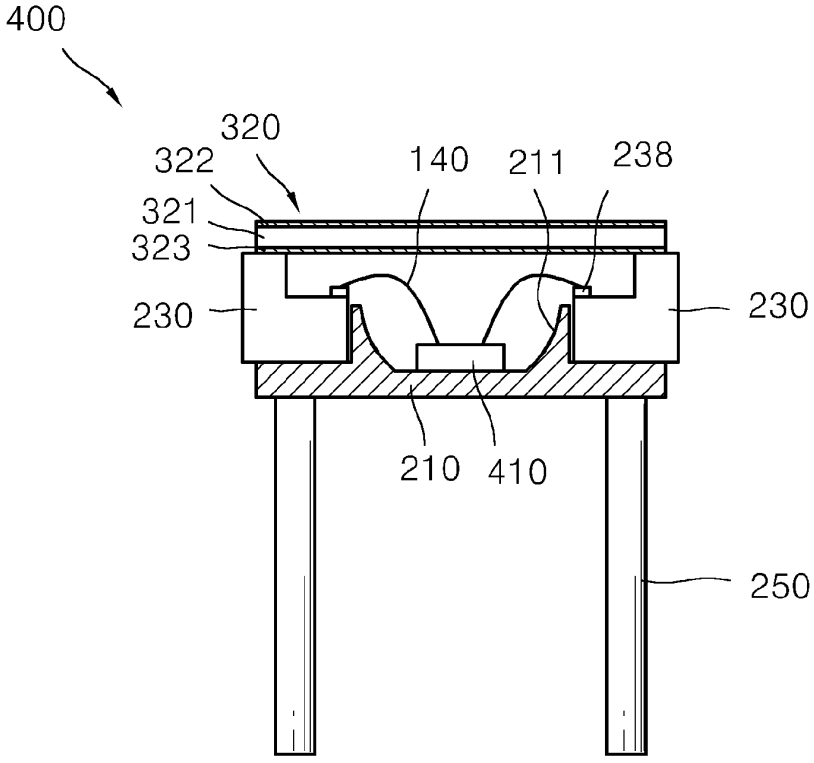
[Fig. 8]



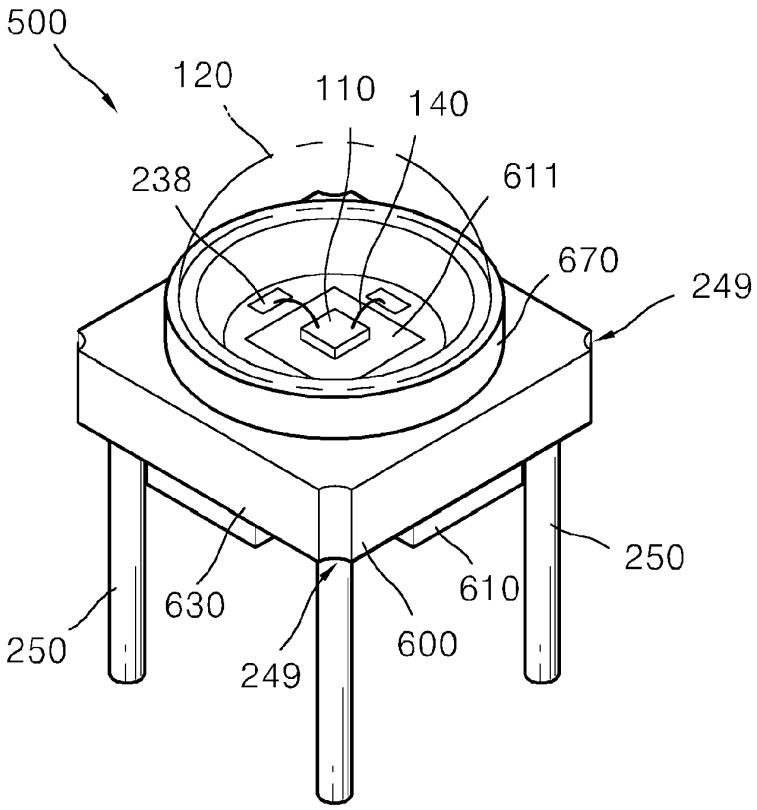
[Fig. 9]


350
330
310
311
350

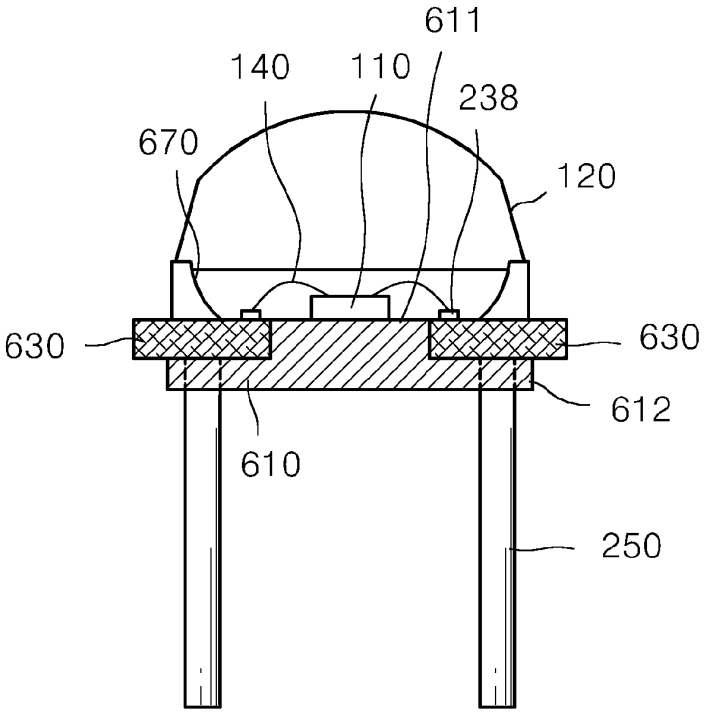
[Fig. 10]


400
320
322
140
211
238
321
323
230
230
210
410
250

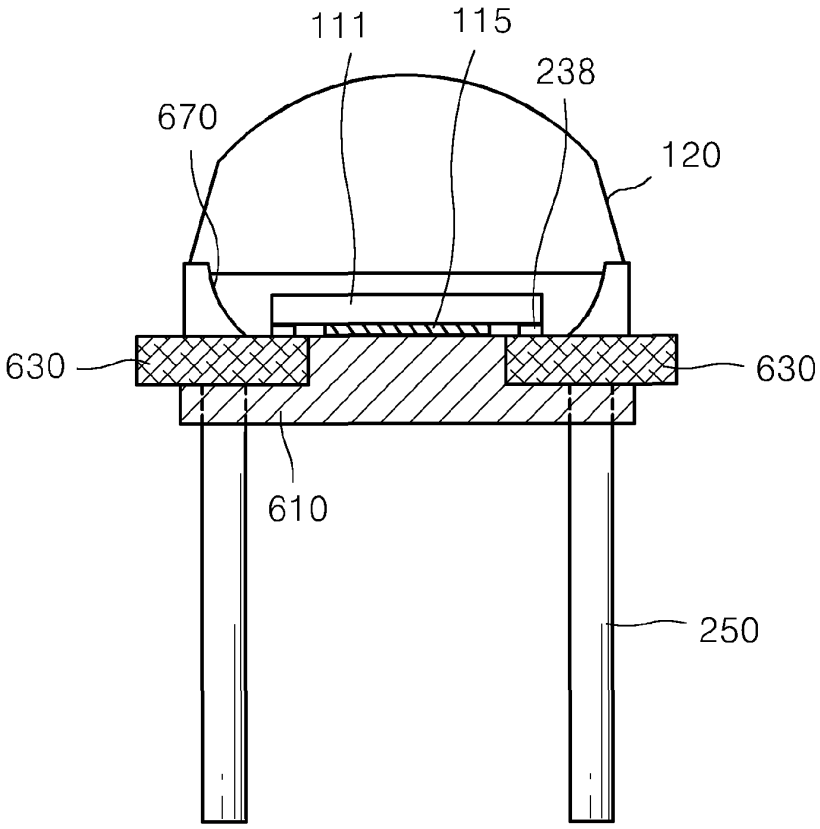
[Fig. 11]


500
120
110
140
238
611
670
249
250
630
610
250
249
600

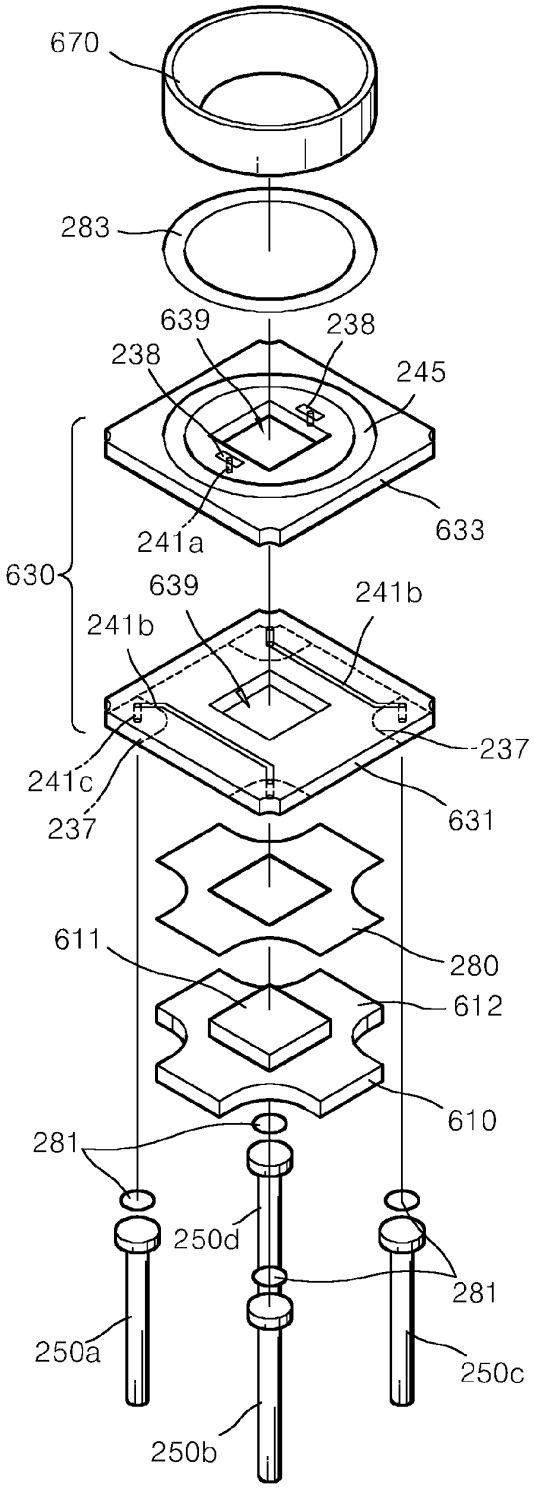
[Fig. 12]


611
140
110
238
670
120
630
630
612
610
250

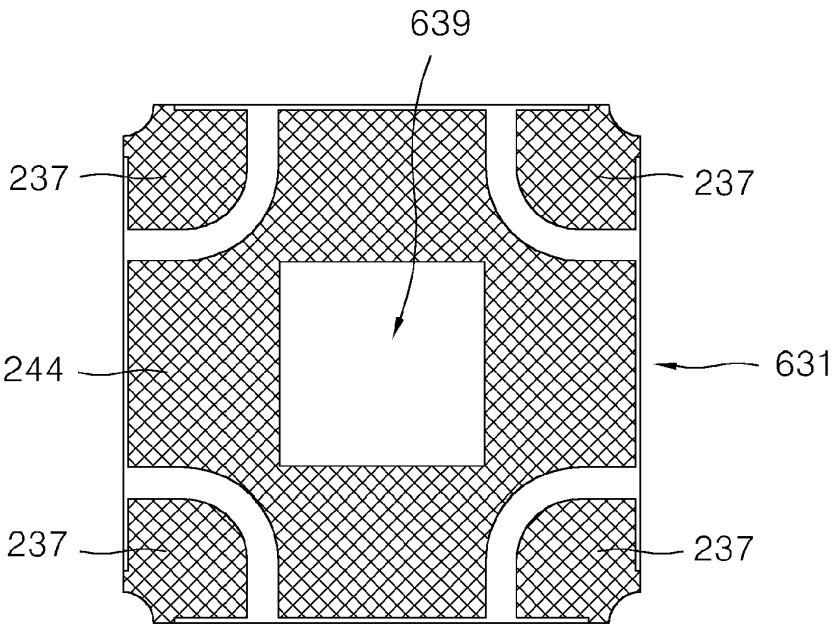
[Fig. 13]



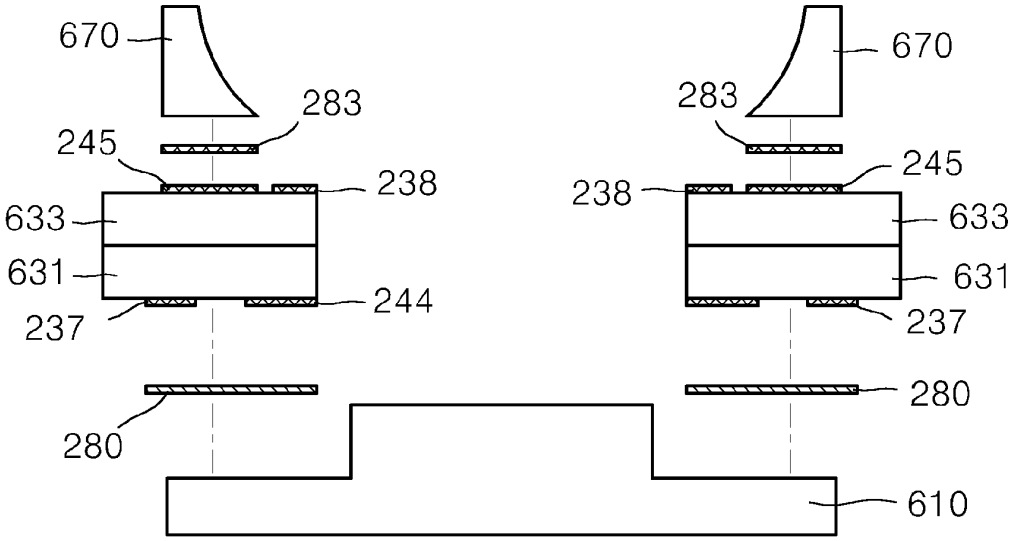
[Fig. 14]


670
283
639
238
238
245
241a
633
630
639
241b
241b
241c
237
237
631
611
280
612
610
281
250d
281
250a
250c
250b

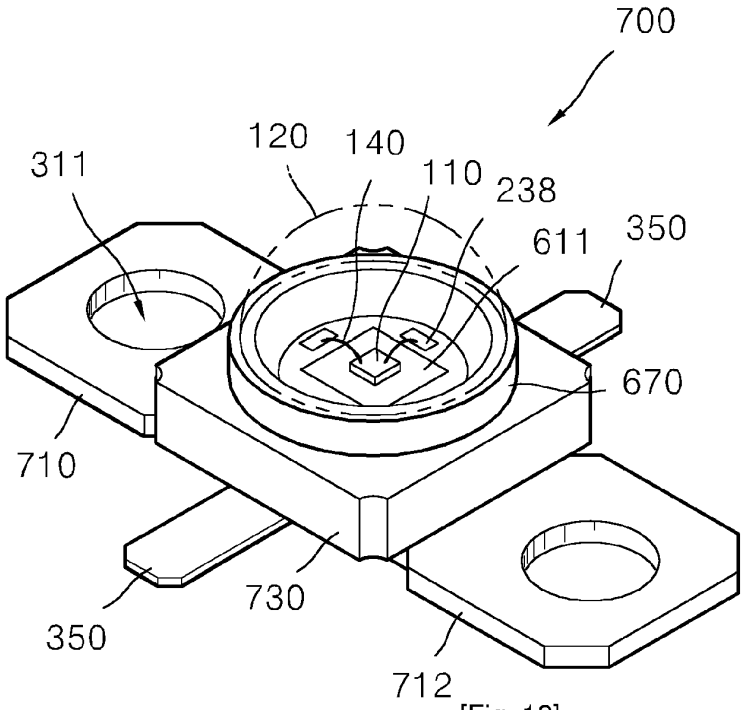
[Fig. 15]


639
237
237
244
631
237
237

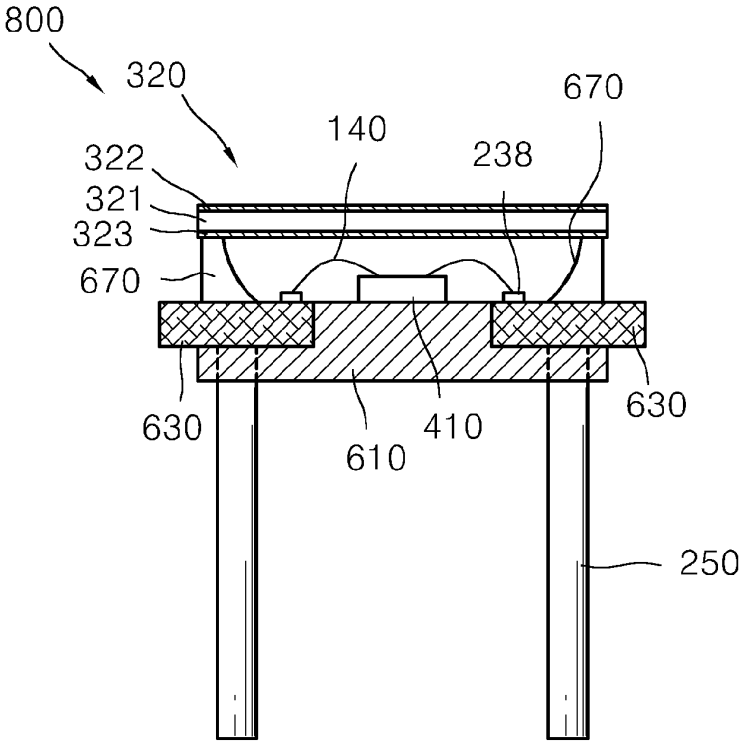
[Fig. 16]


670
283
245
238
633
631
244
237
280
670
283
245
238
633
631
237
280
610

[Fig. 17]


700
120
140
110
238
311
611
350
670
710
730
350
712

[Fig. 18]


800
320
670
140
238
322
321
323
670
630
610
410
630
250

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2004/001132

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC7 H01L 33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Patents and applications for inventions, since 1975
Korean Utility models and applications for Utility models, since 1975

Electronic data base consulted during the intertnational search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-150967 A (LUMILEDS LIGHTING U.S. LLC) 30 MAY 2000 see figure 2, claimes 1-19	1-2, 4-6, 7-8 12-14, 17, 18-20
A		3, 9, 10-11, 15-16
Y	KR 1999-2703 U (AUK CORP.) 25 JANUARY 1999 see figures 2-3, claimes 1-3	1-2, 4-6, 7-8 12-14, 17, 18-20
A		3, 9, 10-11, 15-16
A	JP 10-215001 A (NICHIA CHEM IND. LTD.) 11 AUGUST 1998 see the whole documents	1-20
A	JP 2003-124524 A (LUMILEDS LIGHTING U.S., LLC) 25 APRIL 2003 see the whole documents	1-20
P, A	KR 2003-53853 A (SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.) 02 JULY 2003 see figure 3	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents,such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
19 AUGUST 2004 (19.08.2004)	23 AUGUST 2004 (23.08.2004)

Name and mailing address of the ISA/KR
Korean Intellectual Property Office
920 Dunsan-dong, Seo-gu, Daejeon 302-701,
Republic of Korea
Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer
KIM, Dong Yup
Telephone No. 82-42-481-5749

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2004/001132

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2000-150967 A	30.05.2000	GB 9925972 A0	29.12.1999
		GB 2343548 A1	10.05.2000
		DE 19945675 A1	18.05.2000
		KR 2000035156 A	26.06.2000
		JP 2000150967 A2	30.05.2000
		US 6274924 BA	14.08.2001
		TW 441045 B	16.06.2001
KR 1999-2703 U	25.01.1999	NONE	
JP 10-215001 A	11.08.1998	NONE	
JP2003-124524 A	25.04.2003	US 6498355 BA	24.12.2002
		DE 10246892 A1	24.04.2003
KR 2003-53853 A	02.07.2003	NONE	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (January 2004)

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	11576882
Filing Date:	06-Apr-2007
Title of Invention:	Side Illumination Lens and Luminescent Device Using the Same
First Named Inventor/Applicant Name:	Do-Hyung Kim
Filer:	Hae-Chan Park/sara choe
Attorney Docket Number:	P2745US00

Filed as Large Entity

U.S. National Stage under 35 USC 371 Filing Fees

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Basic Filing:				
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Extension-of-Time:				

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Miscellaneous:				
Request for continued examination	1801	1	810	810
		Total in USD ($)		**810**

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	7049526
Application Number:	11576882
International Application Number:	
Confirmation Number:	6820
Title of Invention:	Side Illumination Lens and Luminescent Device Using the Same
First Named Inventor/Applicant Name:	Do-Hyung Kim
Customer Number:	58027
Filer:	Hae-Chan Park/Richard Schachner
Filer Authorized By:	Hae-Chan Park
Attorney Docket Number:	P2745US00
Receipt Date:	19-FEB-2010
Filing Date:	06-APR-2007
Time Stamp:	17:08:44
Application Type:	U.S. National Stage under 35 USC 371

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Credit Card
Payment was successfully received in RAM	$810
RAM confirmation Number	3920
Deposit Account	
Authorized User	

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)

1	Request for Continued Examination (RCE)	2010-02-19_P2745US00_RCE.pdf	30670 5cc4307cc61aff0681d5e08b9384ed075f6a2774	no	3
Warnings:					
This is not a USPTO supplied RCE SB30 form.					
Information:					
2	Information Disclosure Statement (IDS) Filed (SB/08)	2010-02-19_P2745US00_IDS1.pdf	85401 79d6cf3adb38f331245d53e0034897d6ebbe4390	no	12
Warnings:					
Information:					
This is not an USPTO supplied IDS fillable form					
3	Information Disclosure Statement (IDS) Filed (SB/08)	2010-02-19_P2745US00_IDS2.pdf	33046 fea2007c3b590933805860c1b55080f1876d0854	no	4
Warnings:					
Information:					
This is not an USPTO supplied IDS fillable form					
4	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRefCA2274828.pdf	1669883 429563b0e3e696316f60e728c068bb24365ee601	no	43
Warnings:					
Information:					
5	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRefCA2402037.pdf	1000028 52ca9a774966b0746f3ce3dc941d5e04ffcb4b02	no	33
Warnings:					
Information:					
6	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRefCN1380704.pdf	1028163 53f1110cb028197ab0d47a853b8d4d33075555ee	no	23
Warnings:					
Information:					
7	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRefDE2309586.pdf	903215 5ee72c53709bafabfefa0ac6d10283688b9a61f3	no	23
Warnings:					
Information:					
8	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRefDE3633203.pdf	367633 dab459f9a6bc05eb1e347e978c2ca469f387ed3f	no	7
Warnings:					
Information:					

9	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef DE3825436.pdf	617542 c3053111804c144f005d93b8b14dd3c27e45d682	no	9
Warnings:					
Information:					
10	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef DE4237107.pdf	524051 0e94bfa1da2318d10dd704ae1e017b57b6ad3967	no	7
Warnings:					
Information:					
11	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef DE60037427.pdf	1366196 bc07b005ae395c6dc1e1741a1bc969cc5404fd9c	no	28
Warnings:					
Information:					
12	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef DE69723101.pdf	2963250 87d894150c93f2c7c7c76c02b344b48151868a13	no	61
Warnings:					
Information:					
13	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef EP0403764.pdf	765589 c2df21e797ff3bc5a47db486e8e053b97b50a9cf	no	12
Warnings:					
Information:					
14	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef EP0442529.pdf	1122366 1047499cc9ee5c405dca074a4acc5888a9b3273c	no	18
Warnings:					
Information:					
15	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef EP0531939.pdf	735973 2548300c996d1e3d5cbf219edb6d01b02fae62cc	no	14
Warnings:					
Information:					
16	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef EP0732679.pdf	1062364 fc7db33d7dcc0c0439a0837bc65049de4e6b5ec2	no	22
Warnings:					
Information:					
17	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef EP0733850.pdf	421647 d166dce0be38a55a9fc5eb5bebe1de295b4354e3	no	8
Warnings:					
Information:					

18	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef EP0733928.pdf	691191 bb4000850a17adefe01ffab77523113fd77d22f4	no	12
Warnings:					
Information:					
19	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef EP944800.pdf	1962315 c0d95049e4f777870b10431a1f67b6c2b6057c95	no	33
Warnings:					
Information:					
20	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef EP1200772.pdf	16419 fc51202d68f284f0f8ec4f61661d89f01dbe9648	no	1
Warnings:					
Information:					
21	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef GB2283849.pdf	569447 c87c4dde9166f443833f93cfcbffd421ad102308	no	16
Warnings:					
Information:					
22	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef JP0311771.pdf	562888 b03aa552113955f09d0e720314553644ccab6fa0	no	10
Warnings:					
Information:					
23	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef JP0553252.pdf	116795 45228d67caed66b5250abb4c5d715ef2bc440064	no	7
Warnings:					
Information:					
24	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef JP0546062.pdf	263643 312cfa6dc903cc1267e6ccc79bf4949a956d219d	no	10
Warnings:					
Information:					
25	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef JP02143202.pdf	390427 2e16062a5db53f43c53d239f4f7fc3c02a7b59ea	no	6
Warnings:					
Information:					
26	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef JP7111343.pdf	200651 2604f0658733f4e2670194ebf3aeddd1a35eec1c	no	5
Warnings:					
Information:					

27	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef JP11040724.pdf	293397 31ba2f266d36cf6d60fc8ad068292edc129a2d93	no	10
Warnings:					
Information:					
28	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef JP11110790.pdf	220717 2dd1e9cab169b08383250df3af193a0b302f4ff2	no	10
Warnings:					
Information:					
29	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef JP11121809.pdf	261023 61799273d00983e6a9658e8a88acba293f51d41c	no	10
Warnings:					
Information:					
30	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef JP58173248.pdf	60197 a68b2d1f8ec63bb1ed0bc4248ebf6a1ce5e684af	no	3
Warnings:					
Information:					
31	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef JP61042158.pdf	443708 4bea8705dca1e89f6c2993870f64c9e5a6f1ffae	no	7
Warnings:					
Information:					
32	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef JP63055503.pdf	285846 fdbbedc9c1b482bc8f72d5d974a74d049205dea4	no	5
Warnings:					
Information:					
33	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef JP63206713.pdf	245046 e91dc679359ea43e46678d94d13968dc78d2ce86	no	4
Warnings:					
Information:					
34	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef JP2000174347.pdf	518612 d47d9e5b31040c29a63d95e993d7a9d5331f2ece	no	6
Warnings:					
Information:					
35	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef JP2002176203.pdf	972730 b87a529368fa066cfffd32f01ec29b96f95ed0fe	no	12
Warnings:					
Information:					

36	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef JP2002512727.pdf	2603415 cb3f136f46f2046564c8bcabd0ec84900c121212	no	62
Warnings:					
Information:					
37	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef JP2003110146.pdf	1506618 cae3c916d1f410727c66920805868747864dbf3d	no	19
Warnings:					
Information:					
38	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef JP2003303936.pdf	227726 ff6840937e1563ca975309b6c6dc0145906d6135	no	7
Warnings:					
Information:					
39	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef JP2003505835.pdf	454858 89dfebfaa057682f16e43772cfb8ea8dd50d37d9	no	16
Warnings:					
Information:					
40	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef JP2004221598.pdf	430212 9b4ca1a24e27194fe2667fea7fd87cf952b734c0	no	10
Warnings:					
Information:					
41	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef JP2004342791.pdf	364502 1b5ed2762338e927b6cd7d19f61bb65c8a952148	no	9
Warnings:					
Information:					
42	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef KR1020030024283.pdf	355492 de4746a39494c329893b5c9448d71b8671dbd6bf	no	14
Warnings:					
Information:					
43	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef KR1020050111298.pdf	465521 1dab81cfb7ed8079f01e29a53e46272e8976dfa5	no	13
Warnings:					
Information:					
44	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRef KR1020060002326.pdf	449879 72ed9413f4292d824caa146ed6a7475e0bba36a1	no	14
Warnings:					
Information:					

45	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRefRU2134000.pdf	368791 23f9118ac79925b2db05e51c96140123bae1b1d2	no	8
Warnings:					
Information:					
46	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRefWO97-30431.pdf	1163488 27077713efc17d7d5b3b42fc50ef6ff4146514b9	no	48
Warnings:					
Information:					
47	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRefWO0055914.pdf	4501582 5a0637b7738a63c64d68005ccf7a6767c06f5256	no	86
Warnings:					
Information:					
48	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRefWO01007828.pdf	1206707 a2b27329882aee791c5ee8752508dc8e772573f4	no	34
Warnings:					
Information:					
49	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRefWO9213232.pdf	628882 98b5f204feacf91f6fb036844852168605839b72	no	16
Warnings:					
Information:					
50	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRefWO9826212.pdf	2172539 ea1d36d243b314b54455281426cb7ea70ebb9d52	no	52
Warnings:					
Information:					
51	Foreign Reference	2010-02-16_P2745US00_IDSRefWO9906759.pdf	1574658 3ff51a934349ec9256c8504e717206454890e81f	no	48
Warnings:					
Information:					
52	NPL Documents	2010-02-18_P2745US00_FOA11178144.pdf	592245 e73edac995732fb22e3dc72f93b760e7fe8f45a8	no	17
Warnings:					
Information:					
53	NPL Documents	2010-02-18_P2745US00_FOA11575128.pdf	538076 92d9d7f17df557ff751336b14f7b512eaa3c4668	no	14
Warnings:					
Information:					

54	NPL Documents	2010-02-18_P2745US00_NFOA 11178144.pdf	450037 4af62cc2fbb70c3391366a842f414e93a7806240	no	13
Warnings:					
Information:					
55	NPL Documents	2010-02-18_P2745US00_NFOA 11575128.pdf	589778 bf4d0e362778ba8abc7e90c61ae38c748a58a8cd	no	16
Warnings:					
Information:					
56	NPL Documents	2010-02-18_P2745US00_NFOA 11575128-2008-10-16.pdf	350047 d6048d9d0165c4abf1d8b0aec1223c87a18d75a7	no	10
Warnings:					
Information:					
57	NPL Documents	2010-02-18_P2745US00_NoA1 1178144.pdf	331608 f51ce627e489a976a8da1e644383eb3f19e77b24	no	6
Warnings:					
Information:					
58	NPL Documents	2010-02-19_P2745US00_NFOA 12196028.pdf	374637 c072c15ea1dd1bcf84d7d056cde4f6570d9fbde9	no	10
Warnings:					
Information:					
59	Foreign Reference	2010-02-19_P2745US00_IDSRef WO04102685.pdf	1525776 8d60296bb9114e3eba01236d524b982196cbd06d	no	36
Warnings:					
Information:					
60	Fee Worksheet (PTO-875)	fee-info.pdf	30021 89cb343cc1433d6769bfd35f530521c7b80e651e	no	2
Warnings:					
Information:					
		Total Files Size (in bytes):	46029164		

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111
If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371
If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office
If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

NOTICE OF ALLOWANCE AND FEE(S) DUE

58027 7590 04/29/2010

H.C. PARK & ASSOCIATES, PLC
8500 LEESBURG PIKE
SUITE 7500
VIENNA, VA 22182

EXAMINER	
DUNWIDDIE, MEGHAN K	
ART UNIT	PAPER NUMBER
2875	

DATE MAILED: 04/29/2010

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
11/576,882	04/06/2007	Do-Hyung Kim	P2745US00	6820

TITLE OF INVENTION: SIDE ILLUMINATION LENS AND LUMINESCENT DEVICE USING THE SAME

APPLN. TYPE	SMALL ENTITY	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	NO	$1510	$300	$0	$1810	07/29/2010

THE APPLICATION IDENTIFIED ABOVE HAS BEEN EXAMINED AND IS ALLOWED FOR ISSUANCE AS A PATENT. PROSECUTION ON THE MERITS IS CLOSED. THIS NOTICE OF ALLOWANCE IS NOT A GRANT OF PATENT RIGHTS. THIS APPLICATION IS SUBJECT TO WITHDRAWAL FROM ISSUE AT THE INITIATIVE OF THE OFFICE OR UPON PETITION BY THE APPLICANT. SEE 37 CFR 1.313 AND MPEP 1308.

THE ISSUE FEE AND PUBLICATION FEE (IF REQUIRED) MUST BE PAID WITHIN THREE MONTHS FROM THE MAILING DATE OF THIS NOTICE OR THIS APPLICATION SHALL BE REGARDED AS ABANDONED. THIS STATUTORY PERIOD CANNOT BE EXTENDED. SEE 35 U.S.C. 151. THE ISSUE FEE DUE INDICATED ABOVE DOES NOT REFLECT A CREDIT FOR ANY PREVIOUSLY PAID ISSUE FEE IN THIS APPLICATION. IF AN ISSUE FEE HAS PREVIOUSLY BEEN PAID IN THIS APPLICATION (AS SHOWN ABOVE), THE RETURN OF PART B OF THIS FORM WILL BE CONSIDERED A REQUEST TO REAPPLY THE PREVIOUSLY PAID ISSUE FEE TOWARD THE ISSUE FEE NOW DUE.

HOW TO REPLY TO THIS NOTICE:

I. Review the SMALL ENTITY status shown above.

If the SMALL ENTITY is shown as YES, verify your current SMALL ENTITY status:

A. If the status is the same, pay the TOTAL FEE(S) DUE shown above.

B. If the status above is to be removed, check box 5b on Part B - Fee(s) Transmittal and pay the PUBLICATION FEE (if required) and twice the amount of the ISSUE FEE shown above, or

If the SMALL ENTITY is shown as NO:

A. Pay TOTAL FEE(S) DUE shown above, or

B. If applicant claimed SMALL ENTITY status before, or is now claiming SMALL ENTITY status, check box 5a on Part B - Fee(s) Transmittal and pay the PUBLICATION FEE (if required) and 1/2 the ISSUE FEE shown above.

II. PART B - FEE(S) TRANSMITTAL, or its equivalent, must be completed and returned to the United States Patent and Trademark Office (USPTO) with your ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). If you are charging the fee(s) to your deposit account, section "4b" of Part B - Fee(s) Transmittal should be completed and an extra copy of the form should be submitted. If an equivalent of Part B is filed, a request to reapply a previously paid issue fee must be clearly made, and delays in processing may occur due to the difficulty in recognizing the paper as an equivalent of Part B.

III. All communications regarding this application must give the application number. Please direct all communications prior to issuance to Mail Stop ISSUE FEE unless advised to the contrary.

IMPORTANT REMINDER: Utility patents issuing on applications filed on or after Dec. 12, 1980 may require payment of maintenance fees. It is patentee's responsibility to ensure timely payment of maintenance fees when due.

PTOL-85 (Rev. 08/07) Approved for use through 08/31/2010.

PART B - FEE(S) TRANSMITTAL

Complete and send this form, together with applicable fee(s), to: Mail **Mail Stop ISSUE FEE**
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
or Fax (571)-273-2885

INSTRUCTIONS: This form should be used for transmitting the ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). Blocks 1 through 5 should be completed where appropriate. All further correspondence including the Patent, advance orders and notification of maintenance fees will be mailed to the current correspondence address as indicated unless corrected below or directed otherwise in Block 1, by (a) specifying a new correspondence address; and/or (b) indicating a separate "FEE ADDRESS" for maintenance fee notifications.

CURRENT CORRESPONDENCE ADDRESS (Note: Use Block 1 for any change of address)

58027 7590 04/29/2010

H.C. PARK & ASSOCIATES, PLC
8500 LEESBURG PIKE
SUITE 7500
VIENNA, VA 22182

Note: A certificate of mailing can only be used for domestic mailings of the Fee(s) Transmittal. This certificate cannot be used for any other accompanying papers. Each additional paper, such as an assignment or formal drawing, must have its own certificate of mailing or transmission.

Certificate of Mailing or Transmission

I hereby certify that this Fee(s) Transmittal is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage for first class mail in an envelope addressed to the Mail Stop ISSUE FEE address above, or being facsimile transmitted to the USPTO (571) 273-2885, on the date indicated below.

(Depositor's name)

(Signature)

(Date)

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
11/576,882	04/06/2007	Do-Hyung Kim	P2745US00	6820

TITLE OF INVENTION: SIDE ILLUMINATION LENS AND LUMINESCENT DEVICE USING THE SAME

APPLN. TYPE	SMALL ENTITY	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	NO	$1510	$300	$0	$1810	07/29/2010

EXAMINER	ART UNIT	CLASS-SUBCLASS
DUNWIDDIE, MEGHAN K	2875	362-328000

1. Change of correspondence address or indication of "Fee Address" (37 CFR 1.363).

❑ Change of correspondence address (or Change of Correspondence Address form PTO/SB/122) attached.

❑ "Fee Address" indication (or "Fee Address" Indication form PTO/SB/47; Rev 03-02 or more recent) attached. **Use of a Customer Number is required.**

2. For printing on the patent front page, list

(1) the names of up to 3 registered patent attorneys or agents OR, alternatively,

(2) the name of a single firm (having as a member a registered attorney or agent) and the names of up to 2 registered patent attorneys or agents. If no name is listed, no name will be printed.

1 _____

2 _____

3 _____

3. ASSIGNEE NAME AND RESIDENCE DATA TO BE PRINTED ON THE PATENT (print or type)

PLEASE NOTE: Unless an assignee is identified below, no assignee data will appear on the patent. If an assignee is identified below, the document has been filed for recordation as set forth in 37 CFR 3.11. Completion of this form is NOT a substitute for filing an assignment.

(A) NAME OF ASSIGNEE (B) RESIDENCE: (CITY and STATE OR COUNTRY)

Please check the appropriate assignee category or categories (will not be printed on the patent) : ❑ Individual ❑ Corporation or other private group entity ❑ Government

4a. The following fee(s) are submitted:

❑ Issue Fee

❑ Publication Fee (No small entity discount permitted)

❑ Advance Order - # of Copies _____

4b. Payment of Fee(s): **(Please first reapply any previously paid issue fee shown above)**

❑ A check is enclosed.

❑ Payment by credit card. Form PTO-2038 is attached.

❑ The Director is hereby authorized to charge the required fee(s), any deficiency, or credit any overpayment, to Deposit Account Number _____ (enclose an extra copy of this form).

5. **Change in Entity Status** (from status indicated above)

❑ a. Applicant claims SMALL ENTITY status. See 37 CFR 1.27.

❑ b. Applicant is no longer claiming SMALL ENTITY status. See 37 CFR 1.27(g)(2).

NOTE: The Issue Fee and Publication Fee (if required) will not be accepted from anyone other than the applicant; a registered attorney or agent; or the assignee or other party in interest as shown by the records of the United States Patent and Trademark Office.

Authorized Signature _____ Date _____

Typed or printed name _____ Registration No. _____

This collection of information is required by 37 CFR 1.311. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
11/576,882	04/06/2007	Do-Hyung Kim	P2745US00	6820

58027 7590 04/29/2010

H.C. PARK & ASSOCIATES, PLC
8500 LEESBURG PIKE
SUITE 7500
VIENNA, VA 22182

EXAMINER	
DUNWIDDIE, MEGHAN K	
ART UNIT	PAPER NUMBER
2875	

DATE MAILED: 04/29/2010

Determination of Patent Term Adjustment under 35 U.S.C. 154 (b)
(application filed on or after May 29, 2000)

The Patent Term Adjustment to date is 350 day(s). If the issue fee is paid on the date that is three months after the mailing date of this notice and the patent issues on the Tuesday before the date that is 28 weeks (six and a half months) after the mailing date of this notice, the Patent Term Adjustment will be 350 day(s).

If a Continued Prosecution Application (CPA) was filed in the above-identified application, the filing date that determines Patent Term Adjustment is the filing date of the most recent CPA.

Applicant will be able to obtain more detailed information by accessing the Patent Application Information Retrieval (PAIR) WEB site (http://pair.uspto.gov).

Any questions regarding the Patent Term Extension or Adjustment determination should be directed to the Office of Patent Legal Administration at (571)-272-7702. Questions relating to issue and publication fee payments should be directed to the Customer Service Center of the Office of Patent Publication at 1-(888)-786-0101 or (571)-272-4200.

PTOL-85 (Rev. 08/07) Approved for use through 08/31/2010.

Notice of Allowability	Application No.	Applicant(s)	
	11/576,882	KIM ET AL.	
	Examiner	Art Unit	
	MEGHAN K. DUNWIDDIE	2875	

-- The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address--

All claims being allowable, PROSECUTION ON THE MERITS IS (OR REMAINS) CLOSED in this application. If not included herewith (or previously mailed), a Notice of Allowance (PTOL-85) or other appropriate communication will be mailed in due course. **THIS NOTICE OF ALLOWABILITY IS NOT A GRANT OF PATENT RIGHTS.** This application is subject to withdrawal from issue at the initiative of the Office or upon petition by the applicant. See 37 CFR 1.313 and MPEP 1308.

1. ☒ This communication is responsive to *amendment received on August 13, 2009*.

2. ☒ The allowed claim(s) is/are *1-15*.

3. ☐ Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).
   a) ☐ All b) ☐ Some* c) ☐ None of the:
      1. ☐ Certified copies of the priority documents have been received.
      2. ☐ Certified copies of the priority documents have been received in Application No. _____ .
      3. ☐ Copies of the certified copies of the priority documents have been received in this national stage application from the International Bureau (PCT Rule 17.2(a)).

   * Certified copies not received: _____.

Applicant has THREE MONTHS FROM THE "MAILING DATE" of this communication to file a reply complying with the requirements noted below. Failure to timely comply will result in ABANDONMENT of this application.
THIS THREE-MONTH PERIOD IS NOT EXTENDABLE.

4. ☐ A SUBSTITUTE OATH OR DECLARATION must be submitted. Note the attached EXAMINER'S AMENDMENT or NOTICE OF INFORMAL PATENT APPLICATION (PTO-152) which gives reason(s) why the oath or declaration is deficient.

5. ☐ CORRECTED DRAWINGS (as "replacement sheets") must be submitted.
   (a) ☐ including changes required by the Notice of Draftsperson's Patent Drawing Review (PTO-948) attached
      1) ☐ hereto or 2) ☐ to Paper No./Mail Date _____.
   (b) ☐ including changes required by the attached Examiner's Amendment / Comment or in the Office action of Paper No./Mail Date _____.

   Identifying indicia such as the application number (see 37 CFR 1.84(c)) should be written on the drawings in the front (not the back) of each sheet. Replacement sheet(s) should be labeled as such in the header according to 37 CFR 1.121(d).

6. ☐ DEPOSIT OF and/or INFORMATION about the deposit of BIOLOGICAL MATERIAL must be submitted. Note the attached Examiner's comment regarding REQUIREMENT FOR THE DEPOSIT OF BIOLOGICAL MATERIAL.

Attachment(s)

1. ☐ Notice of References Cited (PTO-892)
2. ☐ Notice of Draftperson's Patent Drawing Review (PTO-948)
3. ☒ Information Disclosure Statements (PTO/SB/08), Paper No./Mail Date 02/19/2010
4. ☐ Examiner's Comment Regarding Requirement for Deposit of Biological Material
5. ☐ Notice of Informal Patent Application
6. ☐ Interview Summary (PTO-413), Paper No./Mail Date _____ .
7. ☐ Examiner's Amendment/Comment
8. ☒ Examiner's Statement of Reasons for Allowance
9. ☐ Other _____.

REASONS FOR ALLOWANCE

1. The following is an examiner's statement of reasons for allowance: The prior art when taken separately or combined fails to teach and/or show a lens as set forth in Claim 1 having a body with a total reflection surface and a linear refractive surface and a curved refractive surface formed to extend away from a central axis and beyond a periphery of the total reflection surface. The prior art when taken separately or combined fails to teach and/or show a luminescent device as set forth in Claim 8 having a lens with a total reflection surface and a refractive surface forms to extend away from a central axis and beyond a periphery of the total reflection surface. The prior art when taken separately or combined fails to teach and/or show a luminescent device as set forth in Claim 12 having a lens with a total reflection surface and a refractive surface forms to extend away from a central axis and beyond a periphery of the total reflection surface.

Any comments considered necessary by applicant must be submitted no later than the payment of the issue fee and, to avoid processing delays, should preferably accompany the issue fee. Such submissions should be clearly labeled "Comments on Statement of Reasons for Allowance."

Conclusion

Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to MEGHAN K. DUNWIDDIE whose telephone number is

(571)272-8543. The examiner can normally be reached on Monday through Friday 8 am-4:30 pm.

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Sandra O'Shea can be reached on (571)272-2378. The fax phone number for the organization where this application or proceeding is assigned is 571-273-8300.

Information regarding the status of an application may be obtained from the Patent Application Information Retrieval (PAIR) system. Status information for published applications may be obtained from either Private PAIR or Public PAIR. Status information for unpublished applications is available through Private PAIR only. For more information about the PAIR system, see http://pair-direct.uspto.gov. Should you have questions on access to the Private PAIR system, contact the Electronic Business Center (EBC) at 866-217-9197 (toll-free). If you would like assistance from a USPTO Customer Service Representative or access to the automated information system, call 800-786-9199 (IN USA OR CANADA) or 571-272-1000.

/Sandra L. O'Shea/
Supervisory Patent Examiner, Art Unit 2875

MKD

PTO/SB/08a (07-09)
Approved for use through 07/31/2012. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(**Not for submission under 37 CFR 1.99)**

Application Number	11576882
Filing Date	2007-04-06
First Named Inventor	Do-Hyung KIM
Art Unit	2875
Examiner Name	DUNWIDDIE, Meghan K
Attorney Docket Number	P2745US00

U.S.PATENTS

Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code[1]	Issue Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1					

If you wish to add additional U.S. Patent citation information please click the Add button.

U.S.PATENT APPLICATION PUBLICATIONS

Examiner Initial*	Cite No	Publication Number	Kind Code[1]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1					

If you wish to add additional U.S. Published Application citation information please click the Add button.

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

Examiner Initial*	Cite No	Foreign Document Number[3]	Country Code[2] ¡	Kind Code[4]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T[5]
	1	99/06759	WO		1999-02-11	Showers International Pty Ltd		☐
	2	97/30431	WO		1997-08-21	Leibe Thomas		☐
	3	2004102685	WO		2004-11-25	Park, Byoung Jae		☐

EFS Web 2.1.16

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /M.D./

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (**Not for submission under 37 CFR 1.99)**		
	Application Number	11576882
	Filing Date	2007-04-06
	First Named Inventor	Do-Hyung KIM
	Art Unit	2875
	Examiner Name	DUNWIDDIE, Meghan K
	Attorney Docket Number	P2745US00

If you wish to add additional Foreign Patent Document citation information please click the Add button

NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS

Examiner Initials*	Cite No	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc), date, pages(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T[5]
	1		☐

If you wish to add additional non-patent literature document citation information please click the Add button

EXAMINER SIGNATURE

Examiner Signature	/Meghan Dunwiddie/	Date Considered	04/19/2010

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through a citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

[1] See Kind Codes of USPTO Patent Documents at www.USPTO.GOV or MPEP 901.04. [2] Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). [3] For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. [4] Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. [5] Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.

Issue Classification	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	11576882	KIM ET AL.
	Examiner	**Art Unit**
	MEGHAN K DUNWIDDIE	2875

ORIGINAL		INTERNATIONAL CLASSIFICATION	
CLASS	SUBCLASS	CLAIMED	NON-CLAIMED
362	328	F 2 1 V 5 / 00 (2006.01.01)	

CROSS REFERENCE(S)

CLASS	SUBCLASS (ONE SUBCLASS PER BLOCK)				
362	308	309	310	326	327
362	329				
257	98	99	100		
359	362	642	648		

☒ Claims renumbered in the same order as presented by applicant ☐ CPA ☐ T.D. ☐ R.1.47

Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original
	1														
	2														
	3														
	4														
	5														
	6														
	7														
	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
	14														
	15														

/MEGHAN K DUNWIDDIE/ Examiner.Art Unit 2875	04/19/2010	**Total Claims Allowed:**	
(Assistant Examiner)	(Date)	15	
/Sandra L O'Shea/ Supervisory Patent Examiner.Art Unit 2875	04/22/2010	O.G. Print Claim(s)	O.G. Print Figure
(Primary Examiner)	(Date)	1	4

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

BIB DATA SHEET

CONFIRMATION NO. 6820

SERIAL NUMBER	FILING or 371(c) DATE RULE	CLASS	GROUP ART UNIT	ATTORNEY DOCKET NO.
11/576,882	04/06/2007	359	2875	P2745US00

APPLICANTS

Do-Hyung Kim, Suwon, KOREA, REPUBLIC OF;
Chung-Hoon Lee, Gyeonggi-do, KOREA, REPUBLIC OF;
Keon-Young Lee, Ansan, KOREA, REPUBLIC OF;
Kwang-Il Park, Seoul, KOREA, REPUBLIC OF;

**** CONTINUING DATA ***************************

This application is a 371 of PCT/KR05/03346 10/07/2005

**** FOREIGN APPLICATIONS ***************************

REPUBLIC OF KOREA 2004-0079909 10/07/2004
REPUBLIC OF KOREA 2005-0000269 01/03/2005
REPUBLIC OF KOREA 2005-0056436 06/28/2005
REPUBLIC OF KOREA 2005-0083743 09/08/2005

**** IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED ****

09/04/2007

Foreign Priority claimed ☑ Yes ☐ No 35 USC 119(a-d) conditions met ☑ Yes ☐ No Verified and Acknowledged /MEGHAN K DUNWIDDIE/ Examiner's Signature	☐ Met after Allowance Initials	STATE OR COUNTRY	SHEETS DRAWINGS	TOTAL CLAIMS	INDEPENDENT CLAIMS
		KOREA, REPUBLIC OF	24	15	3

ADDRESS

H.C. PARK & ASSOCIATES, PLC
8500 LEESBURG PIKE
SUITE 7500
VIENNA, VA 22182
UNITED STATES

TITLE

Side Illumination Lens and Luminescent Device Using the Same

FILING FEE RECEIVED		
1260	FEES: Authority has been given in Paper No._____ to charge/credit DEPOSIT ACCOUNT No._____ for following:	☐ All Fees ☐ 1.16 Fees (Filing) ☐ 1.17 Fees (Processing Ext. of time) ☐ 1.18 Fees (Issue) ☐ Other _____ ☐ Credit

EAST Search History

EAST Search History (Interference)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
S19	5	((body) and ((reflect$3) near surface) and ((refract $3) near surface) and (central near axis)). clm.	US-PGPUB	OR	ON	2009/11/20 09:01

4/19/2010 12:59:54 PM
C:\Documents and Settings\mdunwiddie\My Documents\EAST\Workspaces\11576882 Side illumination lens and luminescent device using the same.wsp

EAST Search History

EAST Search History (Prior Art)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
S1	8	(("6598998") or ("20020044454") or ("6274924") or ("6623150") or ("20020163810") or ("20040140543") or ("6607286") or ("6679621")).PN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	OFF	2009/05/20 17:33
S2	1520	362/84.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/05/21 17:25
S3	1	"20070284993".pn.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/05/21 17:26
S4	7243	257/98-100.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/05/21 17:26
S5	1150	362/307.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/05/21 17:26
S6	0	362/308/310.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/05/21 17:27
S7	2659	362/308-310.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/05/21 17:27
S8	9	362/326-329	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/05/21 17:27
S9	371	362/326.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/05/21 17:28

S10	1919	362/326-329.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/05/21 17:28
S11	2443	362/800.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/05/21 17:29
S12	1349	362/373.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/05/21 17:29
S13	1	"11576882"	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/11/19 19:19
S14	1596	362/84.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/11/19 19:19
S15	3725	362/307-310.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/11/19 19:20
S16	1949	362/326-329.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/11/19 19:21
S17	2521	362/800.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/11/19 19:21
S18	7781	257/98-100.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/11/19 19:21
S20	298	359/362.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/11/23 09:50
S21	1130	359/642.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/11/23 09:51
S22	148	359/648.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/11/23 09:52

S23	244	359/664.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/11/23 09:52
S24	1014	359/708.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2009/11/23 09:52
S25	300	359/362.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2010/02/24 10:50
S26	607	359/364-365.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2010/02/24 10:51
S27	230	359/534.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2010/02/24 10:53
S28	192	359/542.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2010/02/24 10:53
S29	1155	359/642.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2010/02/24 10:53
S30	2427	S25 S26 S27 S28 S29	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2010/02/24 12:34
S31	1082	S30 and (refractive)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2010/02/24 12:35
S32	126	S31 and (linear and curved)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2010/02/24 12:35
S33	91	S30 and (total near reflect$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2010/02/24 13:16
S34	0	S33 and (refractive near (curved and linear))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; EPO; JPO	OR	ON	2010/02/24 13:16

4/19/2010 12:59:40 PM
C:\Documents and Settings\mdunwiddie\My Documents\EAST\Workspaces\11576882 Side illumination lens and luminescent device using the same.wsp

Search Notes	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	11576882	KIM ET AL.
	Examiner	Art Unit
	MEGHAN K DUNWIDDIE	2875

SEARCHED			
Class	Subclass	Date	Examiner
362	84,307-310,326-329,800	05/21/2009	MKD
257	98-100	05/21/2009	MKD
359	362,642,648,664,708	11/23/2009	MKD
359	364,365,534,542	02/24/2010	MKD

SEARCH NOTES		
Search Notes	Date	Examiner
EAST (US-PPGUB; USOCR; USPAT; EPO; JPO)--See Attached Search History.	05/21/2009	MKD
Updated EAST Search.	11/19/2009	MKD
Consulted with Examiner Ward on allowability.	11/18/2009	MKD
Updated EAST Search.	11/19/2009	MKD
Supervisor O'Shea suggested Class 359.	11/20/2009	MKD
Updated EAST Search.	04/19/2010	MKD

INTERFERENCE SEARCH			
Class	Subclass	Date	Examiner
	PGPUB text search - See Interference Search History.	04/19/2010	MKD

Index of Claims	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	11576882	KIM ET AL.
	Examiner	Art Unit
	MEGHAN K DUNWIDDIE	2875

✓	Rejected	-	Cancelled	N	Non-Elected	A	Appeal
=	Allowed	÷	Restricted	I	Interference	O	Objected

☒ Claims renumbered in the same order as presented by applicant ☐ CPA ☐ T.D. ☐ R.1.47

CLAIM		DATE								
Final	Original	05/21/2009	04/19/2010							
	1	✓	=							
	2	✓	=							
	3	✓	=							
	4	✓	=							
	5	✓	=							
	6	✓	=							
	7	✓	=							
	8	✓	=							
	9	✓	=							
	10	✓	=							
	11	✓	=							
	12	✓	=							
	13	✓	=							
	14	✓	=							
	15	✓	=							

PTO/SB/08a (07-09)
Approved for use through 07/31/2012. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(**Not for submission under 37 CFR 1.99)**

Application Number	11576882
Filing Date	2007-04-06
First Named Inventor	Do-Hyung KIM
Art Unit	2875
Examiner Name	DUNWIDDIE, Meghan K
Attorney Docket Number	P2745US00

U.S.PATENTS

Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code[1]	Issue Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1	1734834		1929-11-05	Steward et al.	
	2	2448244		1948-08-31	Arnold	
	3	2761056		1956-08-28	Lazo	
	4	2907869		1959-10-06	Vaccaro et al.	
	5	3223833		1965-12-14	Protzmann	
	6	3300646		1967-01-24	Casebeer	
	7	3349234		1967-10-24	Schwarz	
	8	3539796		1970-11-10	Zychal	

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /M.D./

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)		
	Application Number	11576882
	Filing Date	2007-04-06
	First Named Inventor	Do-Hyung KIM
	Art Unit	2875
	Examiner Name	DUNWIDDIE, Meghan K
	Attorney Docket Number	P2745US00

	9	3586851		1971-06-22	Rudolph	
	10	3610941		1971-10-05	West	
	11	5177669		1993-01-05	Juskey et al.	
	12	5958100		1999-09-28	Farnworth et al.	
	13	6473554		2002-10-29	Pelka et al.	
	14	6582103		2003-06-24	Popovich et al.	
	15	6647199		2003-11-11	Pelka et al.	
	16	7075114		2006-07-11	Abe et al.	
	17	3821590		1974-06-28	Kosman et al.	
	18	4853593		1989-08-01	Stein	
	19	6924514		2005-08-02	Suenaga	

EFS Web 2.1.16

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /M.D./

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (**Not for submission under 37 CFR 1.99)**		
	Application Number	11576882
	Filing Date	2007-04-06
	First Named Inventor	Do-Hyung KIM
	Art Unit	2875
	Examiner Name	DUNWIDDIE, Meghan K
	Attorney Docket Number	P2745US00

	20	6747293		2004-06-08	Nitta, et al.	
	21	6517218		2003-02-11	Hochstein	
	22	7321161		2008-01-22	Teixeira, et al.	

If you wish to add additional U.S. Patent citation information please click the Add button.

U.S.PATENT APPLICATION PUBLICATIONS

Examiner Initial*	Cite No	Publication Number	Kind Code[1]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1	20010030866		2001-10-18	Hochstein	
	2	20040041222		2004-03-04	Loh	
	3	20040126913		2004-07-01	Loh	
	4	20040180459		2004-09-16	Hsu	
	5	20040227149		2004-11-18	Ibbetson et al.	
	6	20050045901		2005-03-03	Wall, Jr.	

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /M.D./

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (**Not for submission under 37 CFR 1.99)**		
	Application Number	11576882
	Filing Date	2007-04-06
	First Named Inventor	Do-Hyung KIM
	Art Unit	2875
	Examiner Name	DUNWIDDIE, Meghan K
	Attorney Docket Number	P2745US00

	7	20050269587		2005-12-08	Loh et al.	
	8	20060012299		2006-01-19	Suehiro et al.	
	9	20060103012		2006-05-18	Chin	

If you wish to add additional U.S. Published Application citation information please click the Add button.

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

Examiner Initial*	Cite No	Foreign Document Number[3]	Country Code[2] ¡	Kind Code[4]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T[5]
	1	243828	AT		2003-07-15	TELEDYNE LIGHTING & DISPLAY	Original Document unavailable; corresponds with WO98/026212	☐
	2	380971	AT		2007-12-15	TELEDYNE LIGHTING & DISPLAY	Original document unavailable; corresponds with WO01/007828	☐
	3	5379998	AU		1998-07-03	TELEDYNE LIGHTING & DISPLAY	Original Document unavailable; corresponds with WO98/026212	☐
	4	6202600	AU		2001-02-13	TELEDYNE LIGHTING & DISPLAY	Original document unavailable; corresponds with WO01/007828	☐
	5	2274828	CA		1998-06-18	TELEDYNE LIGHTING & DISPLAY		☐
	6	2402037	CA		2001-02-01	TELEDYNE LIGHTING & DISPLAY		☐

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /M.D./

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)		
	Application Number	11576882
	Filing Date	2007-04-06
	First Named Inventor	Do-Hyung KIM
	Art Unit	2875
	Examiner Name	DUNWIDDIE, Meghan K
	Attorney Docket Number	P2745US00

	7	1380704	CN		2002-11-20	TOSHIBA KK		☐
	8	2309586	DE		1973-08-30	NORTHERN ELECTRIC CO	Corresponds to US3821590	☐
	9	3633203	DE		1988-03-31	SIEMENS AG	Corresponds to US4853593	☐
	10	3825436	DE		1989-03-23	INOTEC GMBH GES FUER INNOVATIV		☐
	11	4237107	DE		1994-05-05	WUSTLICH HOLDING GMBH		☐
	12	60037427	DE		2009-02-05	CHI MEI OPTOELECTRONICS CORP.		☐
	13	69723101	DE		2003-12-18	TELEDYNE LIGHTING & DISPLAY		☐
	14	0403764	EP		1990-12-27	INOTEC GMBH GES FUER INNOVATIV		☐
	15	0442529	EP		1991-08-21	TOSOH CORP		☐
	16	0531939	EP		1993-03-17	ENPLAS CORP		☐
	17	0732679	EP		1996-09-18	HAYASHI TELEMPU KK		☐

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /M.D./

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)		
	Application Number	11576882
	Filing Date	2007-04-06
	First Named Inventor	Do-Hyung KIM
	Art Unit	2875
	Examiner Name	DUNWIDDIE, Meghan K
	Attorney Docket Number	P2745US00

	18	0733850	EP		1996-09-25	BARTENBACH CHRISTIAN		☐
	19	0733928	EP		1996-09-25	HUGHES AIRCRAFT CO		☐
	20	0944800	EP		2003-06-25	TELEDYNE LIGHTING & DISPLAY		☐
	21	1200772	EP		2007-12-12	TELEDYNE LIGHTING & DISPLAY	Corresponds to WO0107828	☐
	22	2283849	GB		1995-05-17	PROTEC FIRE DETECTION PLC		☐
	23	07-111343	JP		1995-04-25	MATSUSHITA ELECTRONICS CORP		☐
	24	11-110790	JP		1999-04-23	TOSHIBA CORP		☐
	25	11-121809	JP		1999-04-30	MATSUSHITA ELECTRONICS CORP		☐
	26	2000-174347	JP		2000-06-23	NICHIA KAGAKU KOGYO KK		☐
	27	2002-176203	JP		2002-06-21	OMRON CORP		☐
	28	2002-512727	JP		2002-04-23	TELEDYNE LIGHTING & DISPLAY		☐

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /M.D./

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)		
	Application Number	11576882
	Filing Date	2007-04-06
	First Named Inventor	Do-Hyung KIM
	Art Unit	2875
	Examiner Name	DUNWIDDIE, Meghan K
	Attorney Docket Number	P2745US00

	29	2003-110146	JP		2003-04-11	MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD		☐
	30	2003-303936	JP		2003-10-24	MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD		☐
	31	2004-221598	JP		2004-08-05	LUMILEDS LIGHTING US LLC		☐
	32	2-143202	JP		1990-06-01	MORI TAKASHI		☐
	33	4015421	JP		2007-09-21	TELEDYNE LIGHTING & DISPLAY		☐
	34	5-46062	JP		1993-06-18	FURUKAWA ELECTRIC CO LTD		☐
	35	5-53252	JP		1993-07-13	FUJI PHOTO FILM CO LTD		☐
	36	63-206713	JP		1988-08-26	KYOEI PLASTICS KOGEISHA		☐
	37	63-55503	JP		1988-03-10	SHARP CORP		☐
	38	H03-11771	JP		1991-01-21	SIEMENS AG		☐
	39	H11-40724	JP		1999-02-12	MATSUSHITA ELECTRONICS CORP		☐

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /M.D./

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)		
	Application Number	11576882
	Filing Date	2007-04-06
	First Named Inventor	Do-Hyung KIM
	Art Unit	2875
	Examiner Name	DUNWIDDIE, Meghan K
	Attorney Docket Number	P2745US00

	40	S58-173248	JP		1983-11-19			☐
	41	S61-42158	JP		1986-02-28	FUJITSU LTD		☐
	42	2004-342791	JP		2004-12-02	HATTORI KUNIHIRO		☐
	43	1020030024283	KR		2003-03-26	AUK CORP		☐
	44	1020050111298	KR		2005-11-21	SEOUL SEMICONDUCTOR CO LTD		☐
	45	1020060002326	KR		2006-01-09	SEOUL SEMICONDUCTOR CO LTD		☐
	46	2134000	RU		1999-07-27	ABRAMOV VLADIMIR SEMENOVICH		☐
	47	00/55914	WO		2000-09-21	GENTEX CORP		☐
	48	01/007828	WO		2001-02-01	TELEDYNE LIGHTING & DISPLAY	Corresponds to AT380971, AU6202600, EP1200772	☐
	49	92/13232	WO		1992-08-06	HOLOPHANE CO INC		☐
	50	98/026212	WO		1998-06-18	TELEDYNE LIGHTING & DISPLAY	Corresponds with AT243828, AU5379998	☐

EFS Web 2.1.16

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /M.D./

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (**Not for submission under 37 CFR 1.99)**		
	Application Number	11576882
	Filing Date	2007-04-06
	First Named Inventor	Do-Hyung KIM
	Art Unit	2875
	Examiner Name	DUNWIDDIE, Meghan K
	Attorney Docket Number	P2745US00

If you wish to add additional Foreign Patent Document citation information please click the Add button

NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS

Examiner Initials*	Cite No	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc), date, pages(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T[5]
	1	Non-Final Office Action dated Aug. 1, 2006 issued in co-pending U.S. App. Ser. No. 11/178,144	☐
	2	Final Office Action dated Mar. 12, 2007 issued in co-pending U.S. App. Ser. No. 11/178,144	☐
	3	Notice of Allowance dated Nov. 29, 2007 issued in co-pending U.S. App. Ser. No. 11/178,144	☐
	4	Non-Final Office Action dated Oct. 16, 2008 issued in co-pending U.S. App. Ser. No. 11/575,128	☐
	5	Non-Final Office Action dated July 24, 2009 issued in co-pending U.S. App. Ser. No. 11/575,128	☐
	6	Final Office Action dated Dec. 29, 2009 issued in co-pending U.S. App. Ser. No. 11/575,128	☐
	7	Non-Final Office Action dated June 2, 2009 issued in co-pending U.S. App. Ser. No. 12/196,028	☐

If you wish to add additional non-patent literature document citation information please click the Add button

EXAMINER SIGNATURE

Examiner Signature	/Meghan Dunwiddie/	Date Considered	04/19/2010

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through a citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /M.D./

EFS Web 2.1.16

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (**Not for submission under 37 CFR 1.99)**		
	Application Number	11576882
	Filing Date	2007-04-06
	First Named Inventor	Do-Hyung KIM
	Art Unit	2875
	Examiner Name	DUNWIDDIE, Meghan K
	Attorney Docket Number	P2745US00

[1] See Kind Codes of USPTO Patent Documents at www.USPTO.GOV or MPEP 901.04. [2] Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). [3] For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. [4] Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. [5] Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.

PART B - FEE(S) TRANSMITTAL

Complete and send this form, together with applicable fee(s), to: Mail **Mail Stop ISSUE FEE**
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
or Fax (571)-273-2885

INSTRUCTIONS: This form should be used for transmitting the ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). Blocks 1 through 5 should be completed where appropriate. All further correspondence including the Patent, advance orders and notification of maintenance fees will be mailed to the current correspondence address as indicated unless corrected below or directed otherwise in Block 1, by (a) specifying a new correspondence address; and/or (b) indicating a separate "FEE ADDRESS" for maintenance fee notifications.

CURRENT CORRESPONDENCE ADDRESS (Note: Use Block 1 for any change of address)

H.C. PARK & ASSOCIATES, PLC
8500 LEESBURG PIKE
SUITE 7500
VIENNA, VA 22182

Note: A certificate of mailing can only be used for domestic mailings of the Fee(s) Transmittal. This certificate cannot be used for any other accompanying papers. Each additional paper, such as an assignment or formal drawing, must have its own certificate of mailing or transmission.

Certificate of Mailing or Transmission

I hereby certify that this Fee(s) Transmittal is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage for first class mail in an envelope addressed to the Mail Stop ISSUE FEE address above, or being facsimile transmitted to the USPTO (571) 273-2885, on the date indicated below.

(Depositor's name)
(Signature)
(Date)

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
11/576,882	4/6/2007	Do-Hyung KIM	P2745US00	6820

TITLE OF INVENTION:

APPLN. TYPE	SMALL ENTITY	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	No	$1510	$300	$0	$1810	7/29/2010

EXAMINER	ART UNIT	CLASS-SUBCLASS

1. Change of correspondence address or indication of "Fee Address" (37 CFR 1.363).

☐ Change of correspondence address (or Change of Correspondence Address form PTO/SB/122) attached.

☐ "Fee Address" indication (or "Fee Address" Indication form PTO/SB/47; Rev 03-02 or more recent) attached. **Use of a Customer Number is required.**

2. For printing on the patent front page, list

(1) the names of up to 3 registered patent attorneys or agents OR, alternatively,

(2) the name of a single firm (having as a member a registered attorney or agent) and the names of up to 2 registered patent attorneys or agents. If no name is listed, no name will be printed.

1 H.C. PARK & ASSOCIATES, PLC
2
3

3. ASSIGNEE NAME AND RESIDENCE DATA TO BE PRINTED ON THE PATENT (print or type)

PLEASE NOTE: Unless an assignee is identified below, no assignee data will appear on the patent. If an assignee is identified below, the document has been filed for recordation as set forth in 37 CFR 3.11. Completion of this form is NOT a substitute for filing an assignment.

(A) NAME OF ASSIGNEE: Seoul Semiconductor Co., Ltd.

(B) RESIDENCE: (CITY and STATE OR COUNTRY): Seoul, Republic of Korea

Please check the appropriate assignee category or categories (will not be printed on the patent) : ☐ Individual ☑ Corporation or other private group entity ☐ Government

4a. The following fee(s) are submitted:

☑ Issue Fee
☑ Publication Fee (No small entity discount permitted)
☐ Advance Order - # of Copies _____

4b. Payment of Fee(s): (**Please first reapply any previously paid issue fee shown above**)

☐ A check is enclosed.
☑ Payment by credit card.
☑ The Director is hereby authorized to charge the required fee(s), any deficiency, or credit any overpayment, to Deposit Account Number 50-3698 (enclose an extra copy of this form).

5. **Change in Entity Status** (from status indicated above)

☐ a. Applicant claims SMALL ENTITY status. See 37 CFR 1.27.

☐ b. Applicant is no longer claiming SMALL ENTITY status. See 37 CFR 1.27(g)(2).

NOTE: The Issue Fee and Publication Fee (if required) will not be accepted from anyone other than the applicant; a registered attorney or agent; or the assignee or other party in interest as shown by the records of the United States Patent and Trademark Office.

Authorized Signature /hae-chan park/ Date 5/20/2010

Typed or printed name Hae-Chan Park Registration No. 50,114

This collection of information is required by 37 CFR 1.311. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

Privacy Act Statement

The **Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579)** requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether disclosure of these records is required by the Freedom of Information Act.
2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.
3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.
4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).
5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.
6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).
7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (*i.e.*, GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.
8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspection or an issued patent.
9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:	Docket No.: P2745US00
Do Hyung KIM, *et al.*	
Serial No.: 11/576,882	Group Art Unit: 2875
Confirmation No.: 6820	
Filed: April 6, 2007	Examiner: DUNWIDDIE, Meghan K.

For: **SIDE ILLUMINATION LENS AND LUMINESCENT DEVICE USING THE SAME**

Mail Stop ISSUE FEE
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

COMMENTS ON STATEMENT OF REASONS FOR ALLOWANCE

Sir:

Applicants appreciate the indication in the Notice of Allowance mailed April 29, 2010 that claims 1-15 are allowed. While Applicants agree these claims are patentable over the cited references, Applicants do not agree that patentability resides in each feature exactly as expressed in the claims, nor that each feature is required for patentability of each claim.

Respectfully Submitted,

/hae-chan park/

Hae-Chan Park
Reg. No. 50,114

Date: May 20, 2010

CUSTOMER NUMBER: 58027
HCP/BCR/YDC

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:	Docket No.: P2745US00
Do-Hyung KIM et al.	
Serial No.: 11/576,882	Group Art Unit: 2875
Confirmation No.: 6820	
Filed: April 6, 2007	Examiner: DUNWIDDIE, Meghan K

For: **SIDE ILLUMINATION LENS AND LUMINESCENT DEVICE USING THE SAME**

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUPPLEMENTAL APPLICATION DATA SHEET

Applicant Information

Inventor One Given Name: Do-Hyung

Family Name: KIM

Name Suffix:

Mailing Address Line One: 425-1604 Yeonggot Maeul Apt., Jeongja 3-Dong

Mailing Address Line Two: Jangan-gu

City: Suwon~~, 440-720~~

State or Province:

Postal or Zip Code: 440-720

Country: KR

City of Residence: Suwon~~, 440-720~~

State or Prov. of Residence:

Country of Residence: KR

Citizenship Country: KR

Inventor Two Given Name: Chung-Hoon

Family Name: LEE

Name Suffix:

Mailing Address Line One: 28-2, Soha-Dong~~, Gwangmyeong-Si~~

Mailing Address Line Two:

City: ~~Gyeonggi-Do, 423-821~~ Gwangmyeong-Si

State or Province: Gyeonggi-Do

Postal or Zip Code: 423-821

Country: KR

City of Residence: ~~Gyeonggi-Do, 423-821~~Gwangmyeong-Si

State or Prov. of Residence: Gyeonggi-Do

Country of Residence: KR

Citizenship Country: KR

Inventor Three Given Name: Keon-Young

Family Name: LEE

Name Suffix:

Mailing Address Line One: Jung-won villa 3-101, Gojan 1-dong Danwon-Gu

Mailing Address Line Two:

City: Ansan ~~425-803~~

State or Province:

Postal or Zip Code: 425-803

Country: KR

City of Residence: Ansan ~~425-803~~

State or Prov. of Residence:

Country of Residence: KR

Citizenship Country: KR

Inventor Four Given Name: Kwang-Il

Family Name: PARK

Name Suffix:

Mailing Address Line One: 2-302 Seonwoo village, 909-19, Bongcheonbon-dong

Mailing Address Line Two: Gwanak-Gu

City: Seoul~~, 151-840~~

State or Province:

Postal or Zip Code: 151-840

Country: KR

City of Residence: Seoul~~, 151-840~~

State or Prov. of Residence:

Country of Residence: KR

Citizenship Country: KR

Correspondence Information

Customer Number: ~~20575~~58027

Email Address: ~~docketing@techlaw.com~~

Application Information

Title of the Invention: SIDE ILLUMINATION LENS AND LUMINESCENT DEVICE USING THE SAME

Docket Number: ~~3576-043~~P2745US00

Application Type: Nonprovisional

Subject Matter: Utility

Total Drawing Sheets: 29

Representative Information

Customer Number: ~~20575~~58027

Domestic Priority Information

~~None~~

Continuity Type: a 371 of international

Prior Application Number: PCT/KR2005/03346

Filing Date: 2005-10-07

Foreign Priority Information

~~Application Number: PCT/KR2005/003346~~

~~Country: WO~~

~~Filing Date: October 7, 2005~~

~~Priority Claimed: Yes~~

Application Number: 2004-0079909

Country: KR

Filing Date: October 7, 2004

Priority Claimed: Yes

Application Number: 2005-000000269

Country: KR

Filing Date: January 3, 2005

Priority Claimed: Yes

Application Number: 2005-0056436

Country: KR

Filing Date: June 28, 2005

Priority Claimed: Yes

Application Number: 2005-0083743

Country: KR

Filing Date: September 8, 2005

Priority Claimed: Yes

Assignee Information

Name of assignee: Seoul Semiconductor Co., Ltd.

Address Line One: 148-29 Gasan-dong, Geumcheon-gu

Address Line Two:

City: Seoul

State or Province:

Country: KR

Postal or Zip Code: 153-023

Respectfully submitted,

/hae-chan park/

Hae-Chan Park
Reg. No. 50,114

Date: May 20, 2010

CUSTOMER NUMBER: 58027

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	11576882
Filing Date:	06-Apr-2007
Title of Invention:	SIDE ILLUMINATION LENS AND LUMINESCENT DEVICE USING THE SAME
First Named Inventor/Applicant Name:	Do-Hyung Kim
Filer:	Hae-Chan Park/sara choe
Attorney Docket Number:	P2745US00

Filed as Large Entity

U.S. National Stage under 35 USC 371 Filing Fees

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Basic Filing:				
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Utility Appl issue fee	1501	1	1510	1510
Publ. Fee- early, voluntary, or normal	1504	1	300	300

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Extension-of-Time:				
Miscellaneous:				
		Total in USD ($)		**1810**

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	7653250
Application Number:	11576882
International Application Number:	
Confirmation Number:	6820
Title of Invention:	SIDE ILLUMINATION LENS AND LUMINESCENT DEVICE USING THE SAME
First Named Inventor/Applicant Name:	Do-Hyung Kim
Customer Number:	58027
Filer:	Hae-Chan Park/Richard Schachner
Filer Authorized By:	Hae-Chan Park
Attorney Docket Number:	P2745US00
Receipt Date:	20-MAY-2010
Filing Date:	06-APR-2007
Time Stamp:	15:31:25
Application Type:	U.S. National Stage under 35 USC 371

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Credit Card
Payment was successfully received in RAM	$1810
RAM confirmation Number	1915
Deposit Account	
Authorized User	

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)

1	Issue Fee Payment (PTO-85B)	2010-05-20_P2745US00_IssueFeeTransmittal.pdf	50130 a692e845ebc2f313ea985a021f53a671e36c8bf2	no	2
Warnings:					
Information:					
2	Post Allowance Communication - Incoming	2010-05-20_P2745US00_CommentsonStatementofRFA.pdf	13458 66475eece8ce0f2d27e6526d8e0ec919f27d6b22	no	1
Warnings:					
Information:					
3	Application Data Sheet	2010-05-20_P2745US00_SupplementalADSForm.pdf	23321 6c3bd85462919b4ace2cc784677f696389c7301a	no	5
Warnings:					
Information:					
This is not an USPTO supplied ADS fillable form					
4	Fee Worksheet (PTO-875)	fee-info.pdf	31937 8f7b85ca5d0aa3f0d49893a71f3d4cad2d297ef7	no	2
Warnings:					
Information:					
		Total Files Size (in bytes):	118846		

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

<u>New Applications Under 35 U.S.C. 111</u>
If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

<u>National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371</u>
If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

<u>New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office</u>
If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	ISSUE DATE	PATENT NO.	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
11/576,882	07/06/2010	7748873	P2745US00	6820

58027 7590 06/16/2010

H.C. PARK & ASSOCIATES, PLC
8500 LEESBURG PIKE
SUITE 7500
VIENNA, VA 22182

ISSUE NOTIFICATION

The projected patent number and issue date are specified above.

Determination of Patent Term Adjustment under 35 U.S.C. 154 (b)
(application filed on or after May 29, 2000)

The Patent Term Adjustment is 302 day(s). Any patent to issue from the above-identified application will include an indication of the adjustment on the front page.

If a Continued Prosecution Application (CPA) was filed in the above-identified application, the filing date that determines Patent Term Adjustment is the filing date of the most recent CPA.

Applicant will be able to obtain more detailed information by accessing the Patent Application Information Retrieval (PAIR) WEB site (http://pair.uspto.gov).

Any questions regarding the Patent Term Extension or Adjustment determination should be directed to the Office of Patent Legal Administration at (571)-272-7702. Questions relating to issue and publication fee payments should be directed to the Application Assistance Unit (AAU) of the Office of Data Management (ODM) at (571)-272-4200.

APPLICANT(s) (Please see PAIR WEB site http://pair.uspto.gov for additional applicants):

Do-Hyung Kim, Suwon, KOREA, REPUBLIC OF;
Chung-Hoon Lee, Gyeonggi-do, KOREA, REPUBLIC OF;
Keon-Young Lee, Ansan, KOREA, REPUBLIC OF;
Kwang-Il Park, Seoul, KOREA, REPUBLIC OF;