

(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2004-103975

(P2004-103975A)

(43) 公開日 平成16年4月2日(2004.4.2)

(51) Int.Cl.⁷

H01L 33/00

C23C 18/16

C23C 18/18

C23C 18/34

H01L 21/28

F I

H01L 33/00

C23C 18/16

C23C 18/18

C23C 18/34

H01L 21/28

テーマコード (参考)

4K022

4M104

5F041

A

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2002-266406 (P2002-266406)

(22) 出願日

平成14年9月12日 (2002.9.12)

(71) 出願人 000001960

シチズン時計株式会社

東京都西東京市田無町六丁目1番12号

(72) 発明者 寺嶋 一彦

東京都西東京市田無町六丁目1番12号

シチズン時計株式会社内

F ターム (参考) 4K022 AA05 AA41 BA14 BA18 CA04
 CA19 CA21 CA29 DB02 DB03
 DB04 DB05 DB06
 4M104 AA04 BB05 BB07 BB09 CC01
 DD16 DD17 DD20 DD22 DD53
 DD94 FF17 GG04 GG05 HH04
 HH20
 5F041 AA42 CA03 CA40 CA98 DA03
 DA04 DA09 DA12 DA18 DA43
 DB01

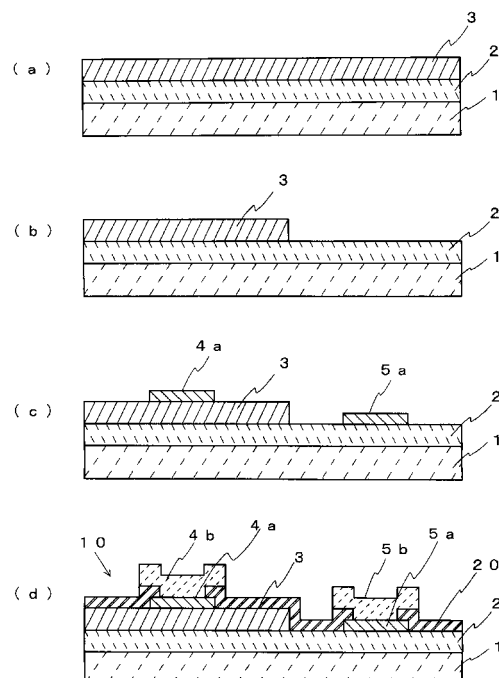
(54) 【発明の名称】 光半導体素子の製造方法と光半導体素子およびその光半導体素子を実装した光半導体装置

(57) 【要約】

【課題】従来の光半導体素子の構成及び製造方法においては、同一材質からなるn電極とp電極からなる接続電極を形成する手段としてリフトオフ法を採用しているため、大掛かりな装置が必要で、製造コストが高み、さらに製造歩留まりに問題があった。

【解決手段】p型とn型半導体層の一方の表面の少なくとも一部に、無電解メッキ膜が析出可能な金属を主成分とするメッキ成長膜を設ける工程と、無電解メッキにより前記メッキ成長膜を被覆する一方の接続電極と、他方の半導体層の表面に他方の接続電極を同時に形成する工程を有する製造方法を採用する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板の同一面側に形成された p 型と n 型半導体層と、その p 型と n 型半導体層の上層に同一金属材料によりそれぞれ形成された p 電極と n 電極からなる一対の接続電極を有する光半導体素子の製造方法において、

前記 p 型と n 型半導体層を形成する工程と、前記各半導体層の表面の少なくとも一部に、無電解メッキ膜が析出可能な金属を主成分とするメッキ成長膜を設ける工程と、無電解メッキにより前記メッキ成長膜を被覆する一対の接続電極を同時に形成する工程とを含むことを特徴とする光半導体素子の製造方法。

【請求項 2】

10

基板の同一面側に形成された p 型と n 型半導体層と、その p 型と n 型半導体層の上層に同じ金属材料によりそれぞれ形成された p 電極と n 電極からなる一対の接続電極を有する光半導体素子の製造方法において、

前記 p 型と n 型半導体層を形成する工程と、前記半導体層の一方の表面の少なくとも一部に、無電解メッキ膜が析出可能な金属を主成分とするメッキ成長膜を設ける工程と、無電解メッキにより前記メッキ成長膜を被覆する一方の接続電極と、他方の半導体層の表面に他方の接続電極を同時に形成する工程とを含むことを特徴とする光半導体素子の製造方法。

【請求項 3】

前記一対の接続電極を同時に形成する工程の前に、それぞれの前記 p 型と n 型半導体層または前記メッキ成長膜の少なくとも一部を露出させる保護膜を形成する工程を含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光半導体装置の製造方法。

20

【請求項 4】

前記接続電極の膜厚の制御を、前記保護膜の露出部分の開口径の大小により行うことを特徴とする請求項 3 に記載の光半導体装置の製造方法。

【請求項 5】

前記一対の接続電極を同時に形成する工程の前に、前記一対の接続電極を分離するための分離隔壁を前記半導体層の表面に形成する工程を含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光半導体素子の製造方法。

【請求項 6】

30

前記接続電極は、前記メッキ成長膜を被服するとともに、表面に露出する前記半導体層の全面を覆って形成されてなることを特徴とする請求項 5 に記載の光半導体素子の製造方法。

【請求項 7】

前記接続電極をバリアメタル層として機能する厚さに形成し、その上層にさらに突起電極を設けることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか一つに記載の光半導体素子の製造方法。

【請求項 8】

前記接続電極の膜厚の制御を、前記メッキ成長膜の膜厚により行うとを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか一つに記載の光半導体素子の製造方法。

40

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれか一つに記載の光半導体素子の製造方法により形成されたことを特徴とする光半導体素子。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の光半導体素子が、フリップチップ実装されてなることを特徴とする光半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板の同一面側に形成された p 型と n 型半導体層と、その p 型と n 型半導体層

50

の上に同じ金属材料によりそれぞれ形成された p 電極と n 電極からなる一対の接続電極を有し、電気を光に変換して放射する発光素子及び入射した光を受光して電気に変換する受光素子のそれぞれの機能を持つ光半導体素子の製造方法と光半導体素子およびその光半導体素子を実装した光半導体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、絶縁性透明基板上に窒化ガリウム系化合物からなる p 型及び n 型の窒化物半導体層を形成し、同一平面上に正負一対の接続電極を設けた光半導体素子が注目されている。その従来の技術である光半導体素子の構成を図 6 に示す。

【0003】

図 6 (d) は、従来の技術により形成された光半導体素子の構成を示す構造断面図である。

この光半導体素子 111 は、サファイア等の材料からなる透明絶縁性基板 101 上に窒化ガリウム系化合物からなる n 型窒化物半導体層 102 と p 型窒化物半導体層 103 とを積層した p-n 接合を有し、前記 p 型窒化物半導体層 103 及び前記 n 型窒化物半導体層 102 の表面上には、同一の金属材料からなる p 電極 104 及び n 電極 105 がそれぞれ形成されている（例えば、特許文献 1 参照。）。

この n 電極 105 は、前記 p-n 接合の p 型窒化物半導体層 103 の一部より選択的にエッチングして n 型窒化物半導体層 102 を露出させたその表面上に形成されている。このように構成すると前述の各窒化物半導体層の同一平面上に正負一対の p 電極および n 電極からなる接続電極を有する光半導体素子 111 が得られる。

【0004】

上記構造の光半導体素子 111 では、p 電極 104 と n 電極 105 間に所定の電圧を与えると、p 電極 104 側からの正孔と n 電極 105 側からの電子が、n 型窒化物半導体層 102 と p 型窒化物半導体層 103 との界面付近で再結合する結果、発光させることができる。

【0005】

ここで、前記光半導体素子 111 の製造方法について図 6 (a) ~ (d) を用いて説明する。

まず、図 6 (a) に示すように、絶縁性の透明絶縁性基板 101 の上に、n-GaN からなる n 型窒化物半導体層 102 と p-GaN からなる p 型窒化物半導体層 103 とを積層した p-n 接合を有機金属気相成長法などの手段により形成する。

【0006】

次に、図 6 (b) に示すように、その p-n 接合に対し、p 型窒化物半導体層 103 の一部より選択的にエッチングして n 型窒化物半導体層 102 を露出させる。

【0007】

その後、図 6 (c) に示すように、1 回のリフトオフによって同時に一対の接続電極である p 電極 104 及び n 電極 105 を形成すべく、前記窒化物半導体層 102, 103 表面にレジストを塗布してマスクパターン 121 を形成し、さらにそのマスクパターン 121 の表面に、真空蒸着法により Ni と Ti と Au を順次積層して金属層 122 を形成する。

【0008】

そして、前記マスクパターン 121 を除去すれば、各窒化物半導体層 102, 103 の表面に一対の接続電極（p 電極 104 及び n 電極 105）を有する図 6 (d) に示す光半導体素子 111 が得られる。

【0009】

ここで、前記 p 電極および前記 n 電極に用いる金属材料は、p 型窒化物半導体層 103、n 型窒化物半導体層 102 とともに良好なオーミック接続が要求されるので、Au、Pd、Ti、Pt、Mo、Cr、Al、Co、Rh、Ir、Mn、V、Sc、Mg、Zr 等の金属単体や、合金からなる積層膜を用いている。

【0010】

【特許文献 1】

特開平 9-232632 号公報（第 3-4 頁、第 1 図、第 2 図）

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

この様に、前述の従来技術の光半導体素子 111 の同一材質からなる前記 n 電極 105 と前記 p 電極 104 からなる接続電極を形成するために、その手段としてリフトオフ法を採用している。

【0012】

このリフトオフ法は、前述の如くマスクパターン 121 により形成された開口部を含む前記レジスト表面全面に金属層 122 を成膜するためには、真空蒸着装置やスパッタリング装置等の大掛かりな成膜装置が必要である。 10

【0013】

また、この方法によると、前記マスクパターン 121 に形成される開口部がレジスト表面積でわずかの部分であるため、この工程により殆どの金属層が除去されることとなる。よって、その分だけ金属層 122 の材料費が無駄となり製造コストが嵩む。

【0014】

さらに、図 6（c）に示す開口部中の金属層 123 だけを残してレジストとともにその上層の金属層 122 を除去すると、前記開口部中の接続電極部分として残したい箇所も一緒に剥がしてしまい、一対の接続電極が形成されない箇所が発生することがある。

【0015】

上記理由から、光半導体素子に適用する電極形成の技術としてリフトオフ法は、生産性が悪く光半導体素子の量産性を考慮すると好ましい製造方法とは云えない。 20

【0016】

そこで本発明の目的は、上記の課題を解決して、製造工程が簡便で、良好な素子特性を有する光半導体素子の製造方法と光半導体素子およびその光半導体素子を実装した光半導体装置を提供することである。

【0017】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するためのに以下の構成と製造方法を採用する。

本発明の請求項第 1 項に記載の光半導体素子の製造方法は、基板の同一面側に形成された p 型と n 型半導体層と、その p 型と n 型半導体層の上層に同一金属材料によりそれぞれ形成された p 電極と n 電極からなる一対の接続電極を有する光半導体素子の製造方法において、前記 p 型と n 型半導体層を形成する工程と、前記各半導体層の表面の少なくとも一部に、無電解メッキ膜が析出可能な金属を主成分とするメッキ成長膜を設ける工程と、無電解メッキにより前記メッキ成長膜を被覆する一対の接続電極を同時に形成する工程とを含むことを特徴とする。 30

【0018】

また、本発明の請求項第 2 項に記載の光半導体素子の製造方法は、基板の同一面側に形成された p 型と n 型半導体層と、その p 型と n 型半導体層の上層に同じ金属材料によりそれぞれ形成された p 電極と n 電極からなる一対の接続電極を有する光半導体素子の製造方法において、前記 p 型と n 型半導体層を形成する工程と、前記半導体層の一方の表面の少なくとも一部に、無電解メッキ膜が析出可能な金属を主成分とするメッキ成長膜を設ける工程と、無電解メッキにより前記メッキ成長膜を被覆する一方の接続電極と、他方の半導体層の表面に他方の接続電極を同時に形成する工程とを含むことを特徴とする。 40

【0019】

また、本発明の請求項第 3 項に記載の光半導体素子の製造方法は、前記一対の接続電極を同時に形成する工程の前に、それぞれの前記 p 型と n 型半導体層または前記メッキ成長膜の少なくとも一部を露出させる保護膜を形成する工程を含むことを特徴とする。

【0020】

また、本発明の請求項第 4 項に記載の光半導体素子の製造方法は、前記接続電極の膜厚の 50

制御を、前記保護膜の露出部分の開口径の大小により行うことを特徴とする。

【0021】

また、本発明の請求項第5項に記載の光半導体素子の製造方法は、前記一对の接続電極を同時に形成する工程の前に、前記一对の接続電極を分離するための分離隔壁を前記半導体層の表面に形成する工程を含むことを特徴とする。

【0022】

また、本発明の請求項第6項に記載の光半導体素子の製造方法は、前記接続電極は、前記メッキ成長膜を被服するとともに、表面に露出する前記半導体層の全面を覆って形成されてなることを特徴とする。

【0023】

また、本発明の請求項第7項に記載の光半導体素子の製造方法は、前記接続電極をバリアメタル層として機能する厚さに形成し、その上層にさらに突起電極を設けることを特徴とする。

【0024】

また、本発明の請求項第8項に記載の光半導体素子の製造方法は、前記接続電極の膜厚の制御を、前記メッキ成長膜の膜厚により行うことを特徴とする。

【0025】

また、本発明の請求項第9項に記載の光半導体素子は、前述の光半導体素子のいずれかの製造方法により形成されたことを特徴とする。

【0026】

また、本発明の請求項第10項に記載の光半導体装置は、前述の光半導体素子が、フリップチップ実装されてなることを特徴とする。

【0027】

【発明の実施の形態】

以下図面を参照しながら具体的な本願発明の実施の形態について説明する。

以下に示す光半導体素子とは、発光あるいは受光機能を有する半導体素子をいい、具体的には発光ダイオード、半導体レーザー、フォトディテクタ、太陽電池等を指す。

また、本願発明の光半導体素子についての下記の実施の形態において、単個の構成および製造方法について説明するが、実際に生産する際には多数個の光半導体素子を一度に形成した後に、単個に切り出して得られるものであることを理解されたい。

【0028】

（第1の実施の形態）

まず、本願発明により形成される光半導体素子の構成について説明する。図1（d）は本発明の第1の実施の形態における光半導体素子を示す構造断面図である。

この光半導体素子10は、従来の構成と同様に、透明絶縁性基板1上にn型窒化物半導体層2を有し、その上層に電氣的に接合するp型窒化物半導体層3を設けている。また、n型窒化物半導体層2とp型窒化物半導体層3の接合面の一部から下層のn型窒化物半導体層2を露出させて、同一平面上にp-n接合を有する構成である。

【0029】

また露出したn型窒化物半導体層2とp型窒化物半導体層3の上層にメッキ成長膜4a、5aを設ける。このp型窒化物半導体層3の上層に設けるメッキ成長膜4aはp電極4bを形成する箇所に、前記n型窒化物半導体層2の上層に設けるメッキ成長膜5aはn電極5bを形成する箇所にそれぞれ設けてある。

さらに、前記メッキ成長膜4a、5aの一部を開口して保護膜20を設け、当該保護膜20開口部から露出するメッキ成長膜4a上にp電極4bを、メッキ成長膜5a上にn電極5bをそれぞれ設け、この両電極4b、5bがそれぞれの窒化物半導体層3、2に接続されている。

【0030】

この光半導体装置10は従来の構成と同様に、前記p電極4bと前記n電極5bの間に所定の電圧を加えることで、p電極4bからの正孔とn電極5bからの電子が、n型窒化物

10

20

30

40

50

半導体層 2 と p 型窒化物半導体層 3 との接合界面付近で再結合して発光させることができる。

【0031】

また、この光半導体素子 10 に光の照射の程度を各電極間で発生する電位差により検出する受光素子として使用できることは云うまでもない。

【0032】

ここで、図 1 (a) ~ (d) を用いて、本願発明の光半導体素子の製造方法を詳細に説明する。

まず初めに、図 1 (a) に示すように、洗浄されたサファイヤ (Al_2O_3)、スピネル (MgAl_2O_4)、シリコンカーバイド (SiC)、シリコン (Si)、酸化亜鉛 (ZnO)、窒化ガリウム (GaN) 等の材料からなる透明絶縁性基板 1 上の全面に、n 型窒化物半導体層 2 として窒化ガリウム系半導体層を CVD 法等の手段で形成する。次に前記窒化ガリウム半導体層に Zn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba 等の p 型ドーパントをドーブさせ、前記 n 型窒化物半導体層 2 の上層部を p 型窒化物半導体層 3 とする。

【0033】

その後、図 1 (b) に示すように、フォトリソグラフィーおよびエッチング等の手段を組合わせて前記 p 型窒化物半導体層 3 の一部を除去し、n 型窒化物半導体層 2 と p 型窒化物半導体層 3 の接合面の一部から下層の n 型窒化物半導体層 2 を露出させた形態とする。

【0034】

さらに、図 1 (c) に示すように、n 型窒化物半導体 2 の一部と p 型窒化物半導体 3 の上層に無電解メッキの成長を可能とする金属を主成分とするメッキ成長膜 4a, 5a を真空蒸着、スパッタリング、印刷等の膜付け手段によりそれぞれ設ける。ここで使用可能な金属は、Ni、Pd、Au 等の金属を用いることができる。この金属の代りに導電ペースト等の導電性樹脂を印刷法により形成しても構わない。また、ここで列記したいずれの金属材料を用いても、後段で説明する p 電極 4b および n 電極 5b を無電解メッキにより形成可能とするが、無電解メッキ浴中の金属により析出反応が起こる金属であれば他の金属でも構わない。この中で最も望ましい金属は、耐酸化性、電氣的導通性に優れる Ni、Pd 金属元素単体やこれらを主成分とする金属組成物である。

【0035】

また、図には示さないが、各窒化物半導体層 2, 3 の表面のできるだけ広い範囲を覆ってこのメッキ成長膜 4a, 5a を形成しても構わない。この様な形態とすると、活性層である各窒化物半導体層 2, 3 に効率良く電圧を印加することができ、より強い発光を得ることができる。特に、p 型窒化物半導体層 3 は、n 型に比べて比較的抵抗値が高く設定される傾向があるため、少なくとも p 型窒化物半導体層 3 の上層には薄膜のメッキ成長膜 4a を全面に配する構成が好ましい。しかしながら、透明絶縁性基板 1 を介して光半導体素子 10 から発光する光を外部に取り出すために構成された光半導体装置 (LED 部品) の場合、このメッキ成長膜は透明性が保たれる程度に薄くして形成する必要がある。これは、このメッキ成長膜 4a, 5a が光半導体素子 10 の発光の妨げとなってしまうからである。

【0036】

続けて、図 1 (d) に示すように、前記メッキ成長膜 4a, 5a 上の少なくとも一部を開口する保護膜 20 を形成する。この保護膜 20 の材料としては絶縁性の良好な酸化シリコン (SiO_2) や窒化シリコン (Si_3N_4) 等を用い、真空蒸着、スパッタリング法等の成膜手段により形成する。続けて、フォトリソエッチング工程により前記開口部を形成する。

【0037】

さらに続けて、前述の構造体は無電解メッキ液に浸漬して、前記メッキ成長膜 4a および 5a の保護膜 20 からの露出部分に p 電極 4b および n 電極 5b をそれぞれ形成する。この際、前記メッキ成長膜 4a, 5a には、Ni、Pd、Au 等材料からなる金属を主成分とした材料を用いるが、p 電極 4b および n 電極 5b の形成には、このメッキ成長膜 4

a, 5 a の元素と同一または卑なる金属元素を用いると無電解メッキにより目的の電極構造を形成することができる。ここで用いる p 電極 4 b および n 電極 5 b の材料として望ましいのは、導電性、耐腐性に優れる Ni である。また、無電解 Ni メッキ液としては硫酸または塩化 Ni 塩によって Ni イオンを供給し、 NaH_2PO_2 、 KH_2PO_3 、 NaBH_4 、 KBH_4 、ヒドラジン、ホルマリン等を還元剤とするメッキ液を用いることができる。

以上の工程を経て本願発明の光半導体素子が完成する。

【0038】

なお、前記メッキ成長膜 4 a, 5 a の表面の露出面積、または前記メッキ成長膜 4 a, 5 a の膜厚によって、無電解メッキの開始時期とメッキ金属の成長速度を制御することも発明者は見出した。 10

すなわち、前記保護膜 20 の開口径を大きく形成してメッキ成長膜 4 a, 5 a の表面の露出面積を広くすれば、メッキ液に浸してからメッキ金属が付着し始める開始時期およびこのメッキの成長速度が早くなる。それとは対照に、保護膜 20 の開口径を小さく形成してメッキ成長膜 4 a の表面の露出面積を狭くすれば、メッキ液に浸してからメッキ金属が付着し始める開始時期およびこのメッキの成長速度が遅くなる。

また、メッキ成長膜 4 a, 5 a の膜厚が厚いとメッキ液に浸してからメッキ金属が付着し始める開始時期とメッキ金属の成長速度が早くなる傾向がある。

上記現象を利用して、p 電極 4 b および n 電極 5 b の膜厚を制御することが可能となり、所望の厚みの p 電極 4 b および n 電極 5 b を形成することができる。 20

【0039】

上述の如く本願発明の光半導体素子 10 の接合形態として、p-n 接合について説明したが、本願発明の技術は MIS 接合、PIN 接合にも用いることができ、さらにシングルヘテロ、ダブルヘテロ構造の光半導体素子についても適用することができる。

【0040】

また、各窒化物半導体層 2, 3 の上層にそれぞれメッキ成長膜 4 a, 5 a を設け、そのメッキ成長膜の一部が露出するように保護膜 20 を設ける例を示したが、図には示さないが、図 1 (c) の構造体を形成した後に、各窒化物半導体層 2, 3 の一部を露出させた保護膜 20 を形成してから前記接続電極を形成する箇所にメッキ成長膜を形成し、無電解メッキによりそのメッキ成長膜を被覆する接続電極を析出させても構わない。 30

【0041】

(第 2 の実施の形態)

図 2 は、第 2 の実施の形態を説明するための構造断面図である。

第 2 の実施の形態に示す光半導体素子は、透明絶縁性基板 1 上に形成された n 型窒化物半導体層 2 と p 型窒化物半導体層 3 の上層のそれぞれに一对の接続電極を有する点は第 1 の実施の形態と同じであるが、その一方の接続電極がメッキ成長膜を介して一方の窒化物半導体層に接続されており、他方の接続電極が直接他方の窒化物半導体層に接続されている点異なる。

ここに示す光半導体素子 11 は、p 型窒化物半導体層 3 の表面のみにメッキ成長膜 4 a を配設した構成を一例として示した。 40

【0042】

本実施の形態によれば、例えばマスク蒸着や印刷等の手段により、図 2 (e) に示す p 型窒化物半導体層 3 の表面のみに前記メッキ成長膜 4 a を形成することは、n 型窒化物半導体層 2 の露出部分 (段差部下面) に形成するよりも容易に行えるという製造上の利点を有する。つまり、表面の少なくとも一部が露出した n 型窒化物半導体層 2 には段差が形成されており、この段差があるために、上述したマスク蒸着や印刷等のマスクと段差底部に相当する n 型窒化物半導体層 2 表面との間に隙間が生じてしまう。このままマスク蒸着や印刷を行うと、精度の良いメッキ成長膜 5 a を形成することができないからである。これを回避するためには、フォトリソエッチング工程でメッキ成長膜 5 a を形成しなくてはならない。この様に、生産性の向上を考慮する場合、p 型窒化物半導体層 2 表面のみにメッキ 50

成長膜 4 a を形成することが望ましい。

【0043】

次に光半導体装置 11 の製造方法について図 1 (a), (b) および図 2 (c) ~ (e) を用いて説明する。

まず、第 1 の実施の形態と同様に、図 1 (a) ~ (b) に示した工程により、透明絶縁性基板 1 上に n 型窒化物半導体層 2 と p 型窒化物半導体層 3 を積層し、さらに、前記 n 型窒化物半導体層 2 の少なくとも一部を露出させた構造体を形成する。

【0044】

さらに、図 2 (c) に示すように、各窒化物半導体層 2, 3 のいずれかの上面の少なくとも接続電極を形成する箇所に、メッキ成長膜 4 a または 5 a の一方を形成する。

10

【0045】

続けて、図 2 (d) に示すように、図 2 (c) に示す構造体の両窒化物半導体層の少なくとも一部が露出するように保護膜 20 を形成する。前記保護膜 20 の材料は第 1 の実施の形態と同じものを用いる。

【0046】

さらに続けて、図 2 (e) に示すように、図 2 (d) の構造体を第 1 の実施の形態で用いた無電解メッキ液に浸漬させる。すると、無電解メッキ膜がメッキ成長膜 4 a の表面に析出して p 電極 4 b を形成する。そのとき、メッキ成長膜 4 a の下層に p 型窒化物半導体層 3 が直接接続されており、さらに p 型窒化物半導体層 2 には n 型窒化物半導体層 2 が接続されているので、両窒化物半導体層 2, 3 の無電解メッキ浴に対する電位（無電解メッキ浴中の金属と電子の受渡しをするための状態）が変化して、無電解メッキ膜である p 電極 4 b とともに、一般的に無電解メッキ膜を直接形成することができないとされている n 型窒化物半導体層 2 上にも n 電極 5 b が析出可能となる。そのため、メッキ成長膜 4 a から析出した無電解メッキ膜が n 型窒化物半導体層が露出する前記保護膜 20 の開口部にまで形成され、図 2 (e) に示すように両窒化物半導体層 2, 3 に接続する p 電極 4 b および n 電極 5 b を形成することができ、光半導体素子 11 が完成する。

20

このメッキ成長膜 4 a は、無電解メッキが行えない材料である両窒化物半導体層 2, 3 の場合には、その上層に配する一対の接続電極の材料成分などが両窒化物半導体層に拡散することを防止する効果が高い Ni で形成するのが望ましいが、特に Ni に限定されるものではない。

30

【0047】

なお本実施の形態においては、p 型窒化物半導体層 3 の上層にメッキ成長膜 4 a のみを配して p 電極 4 b および n 電極 5 b を形成する例について説明したが、n 型窒化物半導体層 2 表面にメッキ成長膜 5 a を配し、両電極を形成しても構わない。

【0048】

また、図 1 における前述の光半導体素子 10 の製造方法においては、n 型窒化物半導体層 2 の少なくとも一部を露出させてからメッキ成長膜 4 a を形成したが、その n 型窒化物半導体層 2 を露出させる前にメッキ成長膜 4 a を設けても構わない。

【0049】

(第 3 の実施の形態)

40

図 3 は、第 3 の実施の形態を説明するための構造断面図である。

この図 3 (e) に示すように、第 3 の実施の形態の光半導体素子 12 は、第 1 の実施の形態で示した前記保護膜 20 の配置構造に代えて p 電極 4 b および n 電極 5 b とを電気的に分離するための分離隔壁 21 を設け、p 電極 4 b は前記メッキ成長膜 4 a 表面のみならず、表面に露出する p 型窒化物半導体層 3 上にも形成されており、さらに n 電極 4 c も同様に前記メッキ成長膜 5 a 表面のみならず、表面に露出する n 型窒化物半導体層 2 上にも形成されている点が第 1 の実施形態と異なる。

【0050】

この様に、メッキ成長膜 4 a, 5 a 部分を除く各窒化物半導体層 2, 3 の表面露出部分に薄膜の金属膜を配することで、p 電極 4 b および n 電極 5 b から加えた電圧を、活性層で

50

ある p 型窒化物半導体層 3 および n 型窒化物半導体層 2 に効率良く伝えることができ、より強い発光を可能とする光半導体素子 1 2 とすることができる。

【0051】

ここで、本願発明の光半導体素子の製造方法を図 1 (a) ~ (c)、図 3 (d)、(e) を用いて説明する。

まず、第 1 の実施の形態と同様に、図 1 (a) ~ (c) に示した工程により、透明絶縁性基板 1 上に n 型窒化物半導体層 2 と p 型窒化物半導体層 3 を積層し、さらに、前記 n 型窒化物半導体層 2 の少なくとも一部を露出させた構成とするとともに、各窒化物半導体層 2, 3 の上面であり、p 電極 4 b および n 電極 5 b を形成する箇所にメッキ成長膜 4 a, 5 a を形成する。

10

【0052】

次に、図 3 (d) に示すように、図 1 (c) に示す構造体の表面に露出する p 型窒化物半導体層 3 と n 型窒化物半導体層 2 との少なくとも境界部分を覆う分離隔壁 2 1 を形成する。この分離隔壁 2 1 は、例えばポリイミド等の絶縁性の樹脂をスクリーン印刷等の手段によりその境界面に塗布し、その樹脂を硬化させることで形成することができる。なお、この絶縁性の樹脂を、回転塗布法により表面全域に塗布した後に、必要な箇所を残すフォトリソエッチング工程により前記分離隔壁 2 1 を形成しても構わない。

【0053】

続けて、図 3 (e) に示すように、図 3 (d) の構造体を第 1 の実施の形態で用いた無電解メッキ液に浸漬させる。すると、無電解メッキ膜がメッキ成長膜 4 a, 5 a の表面に析出する。そのとき、両窒化物半導体層 2, 3 にはそのメッキ成長膜 4 a, 5 a が接触しているもので、窒化物半導体層 2, 3 は、無電解メッキ浴に対する電位が変化して、無電解メッキ膜である p 電極 4 b および n 電極 5 b を析出可能とするとともに、表面に露出する両窒化物半導体層 2, 3 表面にこの無電解メッキ膜を形成することができる。

20

以上の工程を経て図 3 (e) に示す分離隔壁 2 1 の部分を除いて両窒化物半導体層 2, 3 とメッキ成長膜 4 b, 5 b の表面の全体にわたり均一な厚さを有する p 電極 4 b および n 電極 5 b を形成することができ、本発明の光半導体素子 1 2 が完成する。

【0054】

このメッキ成長膜 4 a, 5 a は、接続電極の材料成分などが両窒化物半導体層 2, 3 に拡散することを防止する効果が高い Ni で形成するのが望ましいが、特に Ni に限定されるものではない。

30

【0055】

(第 4 の実施の形態)

図 4 は、第 4 の実施の形態の光半導体素子の構成を説明するための構造断面図である。

図 4 に示す光半導体装置 1 3 は、前記 p 電極 4 b と n 電極 5 b の上段にハンダ等からなる突起電極 6 を設けた点のみが第 1 の実施の形態とは異なり、他の構成は同じである。

【0056】

第 4 の実施の形態における p 電極 4 b と n 電極 5 b は、下層に位置するメッキ成長膜 4 a, 5 a およびこの上層に位置する突起電極 6 の材料の拡散を抑えるバリアメタル機能を発揮し、さらにその上下層に配する部材との密着性を保てればよいので、無電解メッキによって少なくとも数ミクロン程度の厚みで十分である。

40

【0057】

この光半導体素子 1 3 は、p 電極 4 b と n 電極 5 b を設け、さらにその上層にハンダ等からなる突起電極 6 を設けたので、電極自体の高さを稼ぐことができ、その様な用途の場合には有効な構成である。

【0058】

ここで、本願発明の光半導体素子 1 3 の製造方法について、図 1 (a) ~ (c)、図 4 (d) を用いて詳細に説明する。

まず、第 1 の実施の形態と同様に図 1 (a) ~ (c) に示した工程により、透明絶縁性基板 1 上に n 型窒化物半導体層 2 と p 型窒化物半導体層 3 を積層し、さらに、前記 n 型窒化

50

物半導体層 2 の少なくとも一部を露出させた構成とするとともに、各窒化物半導体層 2, 3 の上面であり、p 電極 4 b および n 電極 5 b を形成する箇所にメッキ成長膜 4 a, 5 a を形成する。

【0059】

さらに、図 4 に示すように、前記メッキ成長膜 4 a, 5 a のそれぞれの少なくとも一部を露出させた保護膜 20 を形成した後、Ni, Pd, Pt 等からなる p 電極 4 b と n 電極 5 b を無電解メッキにより同時に形成する。この形成方法およびメッキ液は第 1 の実施の形態と同じで行う。ここで用いる p 電極 4 b と n 電極 5 b の材料は、上記の Ni, Pd, Pt に限定されるものではなく、下層に位置するメッキ成長膜 4 a, 5 a およびこの上段に形成する突起電極 6 の材料の拡散を抑えるバリアメタル機能を有し、両部材間で良好な接

10

【0060】

その後、この p 電極 4 b, n 電極 5 b 上にハンダ等のろう材から成る突起電極 6 を形成して本発明の光半導体素子 13 が完成する。

なお、突起電極 6 の形成手段の一例としては、ろう材ペーストの印刷またはろう材ボール搭載等によって p 電極 4 b, n 電極 5 b 上にろう材を供給した後、ろう材を溶融して突起電極 6 を形成する手段が挙げられる。この際、p 電極 4 b, n 電極 5 b 表面に金メッキを施し、さらにフラックスを併用するとで、突起電極 6 と p 電極 4 b, n 電極 5 b の良好な密着が得られる。

20

【0061】

(第 5 の実施の形態)

第 1 から第 4 の実施の形態により形成された光半導体素子 10 ~ 13 を実装した光半導体装置 (LED 部品) について下記に説明する。

まず、前述した第 1 ~ 第 4 の実施の形態で説明した一連の工程により、透明絶縁性基板 1 上に複数個の半導体素子を同時に形成する。そして、透明絶縁性基板 1 上に形成された n 型窒化物半導体層 2 と p 型窒化物半導体層 3 に接続する p 電極 4 b および n 電極 5 b を一対として切断して、単個の光半導体素子 10 ~ 13 を得る。

以下、光半導体素子 10 を例にとってその素子を実装した LED 部品について説明する。

【0062】

図 5 は、第 1 の実施形態の光半導体素子 10 を用いて形成された LED 部品の構造断面図である。

30

本構成は、透明絶縁性基板 1 から外部に光を取り出す構成を示している。つまり、本発明の光半導体素子 10 の実装をフリップチップ方式で行い、すなわち、透明絶縁性基板 1 の裏面を上向きとしてフェースダウンで、光半導体素子 10 の p 電極 4 b および n 電極 5 b をそれぞれハンダ (例えば In, Pb Sn) 31 を用いてリードフレーム 32, 33 に溶着して電氣的に接続する。そして、光半導体素子 10 の全体を覆ってレンズ形状の樹脂 34 でモールドすれば、図 5 に示す構造体を得ることができる。

【0063】

この構成とすることで、活性層からの発光をより有効に取り出すことができる。特に、p 電極 4 b および n 電極 5 b に同じ材料からなる電極を用いているので、均質な反射特性が得られ、配光特性の優れた LED 部品とすることができる。

40

【0064】

また、上述の LED 部品の構成によらず、図には示さないが、前記透明絶縁性基板 1 上に形成された窒化物半導体層 2, 3 を上側にしてフェイスアップで光半導体素子 10 を固定して、p 電極 4 b および n 電極 5 b からワイヤーにて各リードフレーム 32, 33 に電氣的に接続する形態としてももちろん構わない。

【0065】

さらに、上記構成の LED 部品に、他の実施の形態により形成された光半導体素子 11 ~ 13 を適用できることは云うまでもない。

50

【0066】

【発明の効果】

以上説明したように本願発明によれば、一度の無電解メッキ液の浸漬によって、正負一對の接続電極を容易に形成することができる。よって、従来の技術による電極形成のための真空蒸着装置やスパッタリング装置等の大掛かりな成膜装置が不要である。

また、接続電極を形成する箇所のみは無電解メッキ浴中で金属を析出させるため、材料の無駄が極力少なくて済み、製造コストを最小限とすることができる。さらに、リフトオフ法特有の接続電極部分の剥がれによる電極不良等が発生することがなく、光半導体素子の生産性が向上する。

【0067】

10

また、第2の実施の形態による光半導体素子は、一方の窒化物半導体層の表面にのみメッキ成長膜を形成し、一度の無電解メッキ工程で両方の窒化物半導体層の上層に同時に接続電極を形成できるので、第1の実施の形態の光半導体素子の効果に加え、さらに工程の簡素化ができるという本願発明の特有の効果を得ることができる。

【0068】

さらに、第3の実施の形態による光半導体素子は、メッキ成長膜を形成した部分以外の窒化物半導体層の表面も接続電極で覆う形態としたので、活性層である窒化物半導体層に効率良く電圧を印加でき、他の実施形態に比べより強い発光が望める。

【0069】

またさらに、第4の実施の形態による光半導体素子は、接続電極がバリアメタル機能を發揮するだけの膜厚で形成し、その上層にハンダ等からなる突起電極を設けたので、光半導体素子に形成される電極高さを稼ぐことができる。よって、本実施の形態においては、その様な用途が要求される場合には有効な構成となる。

20

【0070】

本願発明の光半導体素子の接続電極は、無電解メッキにて形成してあるので、その電極材料組成が安定しており、この光半導体素子を実装した光半導体装置の信頼性が従来のものよりもはるかに向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における光半導体素子の構造および製造方法を説明するための断面図である。

30

【図2】本発明の第2の実施の形態における光半導体素子の構造および製造方法を説明するための断面図である。

【図3】本発明の第3の実施の形態における光半導体素子の構造および製造方法を説明するための断面図である。

【図4】本発明の第4の実施の形態における光半導体素子の構造を説明するための断面図である。

【図5】本発明の光半導体素子をフリップチップ実装したLED部品を説明するための構造断面図である。

【図6】従来技術における光半導体素子の構造および製造方法を説明するための断面図である。

40

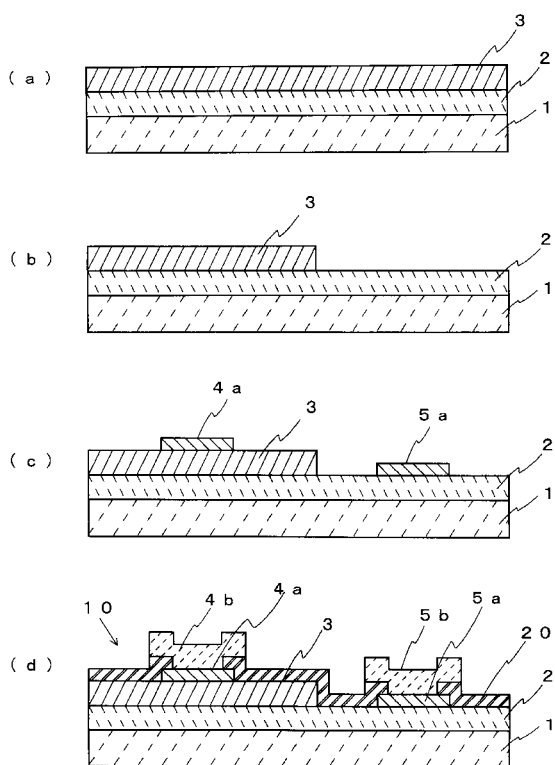
【符号の説明】

- 1, 101 透明絶縁性基板
- 2, 102 n型窒化物半導体層
- 3, 103 p型窒化物半導体層
- 4a, 5a メッキ成長膜
- 4b, 104 p電極
- 5b, 105 n電極
- 6 突起電極
- 10～13, 111 光半導体素子
- 20 保護膜

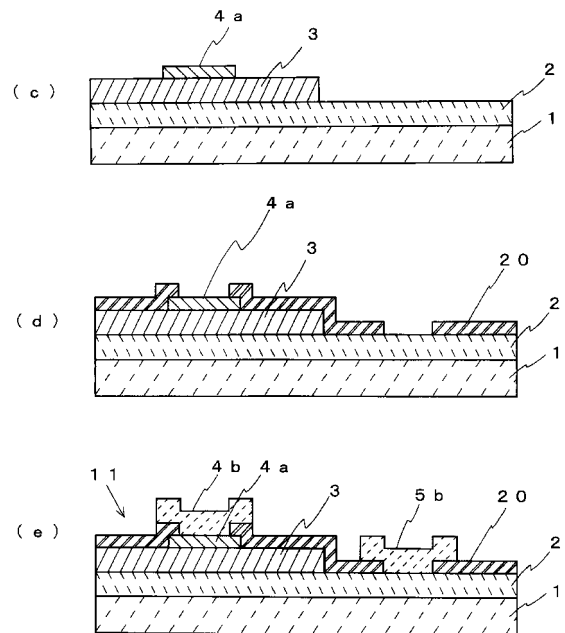
50

- 2 1 分離隔壁
 3 1 ハンダ
 3 2 , 3 3 リードフレーム
 3 4 樹脂
 1 2 1 マスクパターン
 1 2 2 , 1 2 3 金属膜

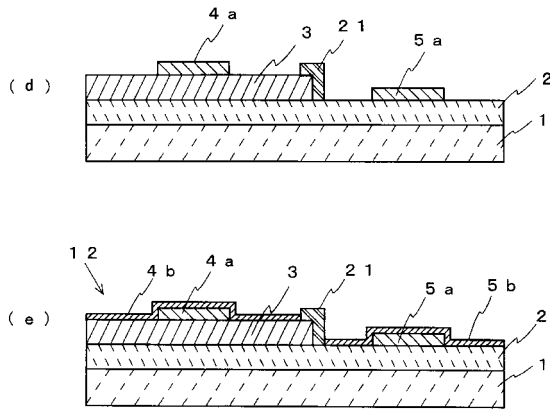
【図 1】



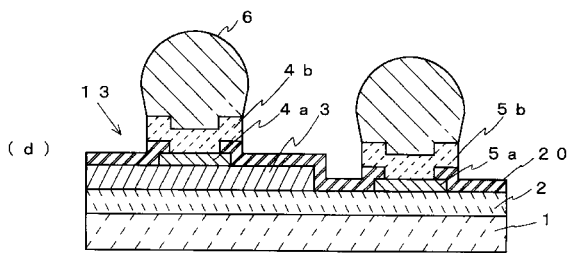
【図 2】



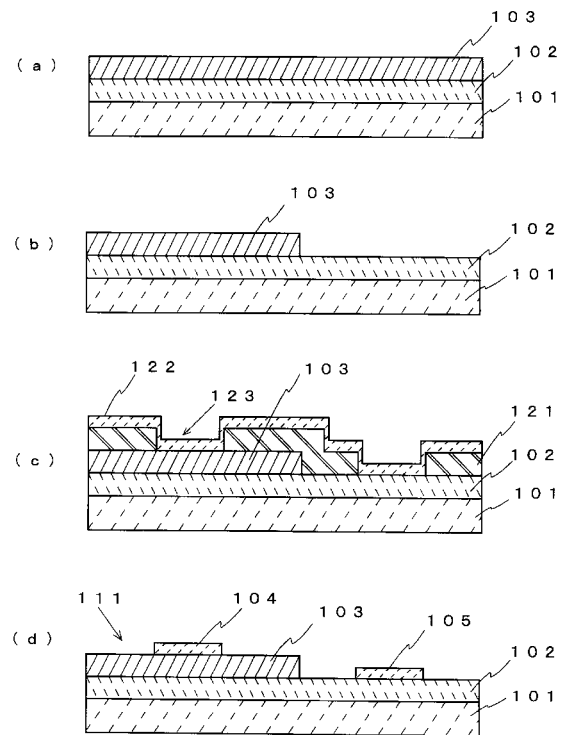
【図 3】



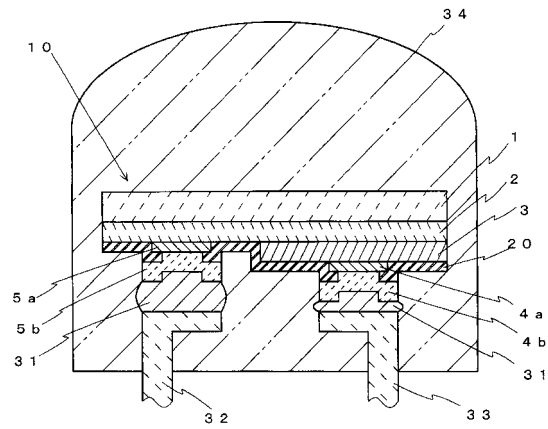
【図 4】



【図 6】



【図 5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

H O 1 L 21/288

F I

H O 1 L 21/28

H O 1 L 21/288

3 O 1 B

E

テーマコード (参考)