

TRANSLATION

(19) JAPANESE PATENT OFFICE (JP)

(12) Publication of Unexamined Patent Application (KOKAI) (A)

(11) Japanese Patent Application Kokai Number: Hei11-245409

(43) Kokai Publication Date: September 14, 1999

(51) Int. Cl. ⁶	Identification Symbol	FI
B41J 2/05		B41J 3/04 103B
Request for Examination: Not requested		Number of Claims: 6 Online (12 pages total)
(21) Application Number: Hei10-46463	(71) Applicant: 000001443 Casio Computer Co., Ltd. 6-2, Honmachi 1-chome Shibuya-ku, Tokyo (72) Inventor: UENISHI, Katsuzo c/o Casio Computer Co., Ltd., Ome Office 10-6, Imai 3-chome Ome-shi, Tokyo (72) Inventor: OTA, Morio c/o Casio Computer Co., Ltd., Ome Office 10-6, Imai 3-chome Ome-shi, Tokyo (74) Agent: OSUGA Yoshiyuki, Patent Attorney	
(22) Filing Date: February 27, 1998		

(54) Title of Invention: Thermal inkjet head

(57) Abstract

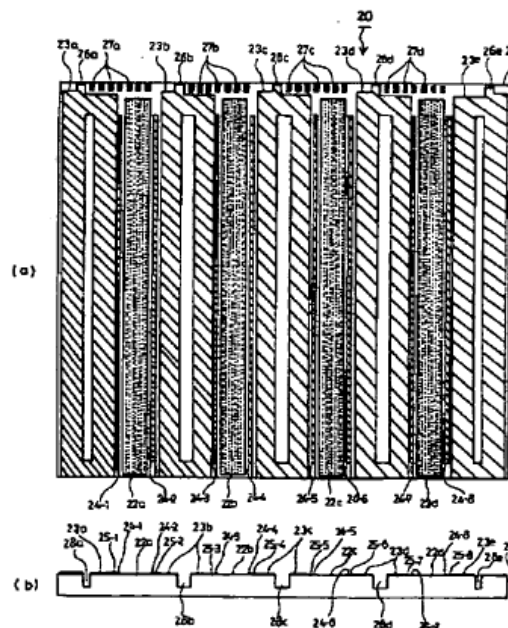
Problem

To provide a high-resolution, small-volume thermal inkjet head that can laminate stable layers of material.

Means of Solution

Four drive circuits 22a, 22b, 22c and 22d are formed in a thermal inkjet head 20 on a silicon substrate 21. A first orifice array resistor 25-1 is connected to a common electrode 23a via an individual wiring electrode 24-1 between it and the common electrode 23a and a second orifice column resistor 25-2 is connected via an individual wiring electrode 24-2 between it and a common electrode 23b. Ink ejection from the first and second orifice columns is controlled by time-sharing. The drive circuits 22b, 22c and 22d similarly drive the resistors of two orifice columns, right and left, in a time-sharing manner. Black ink is supplied from ink channels 28a and 28e to the first and eighth orifice columns, while Y ink, M ink, and

C ink are supplied to the second and third, fourth and fifth, and sixth and seventh orifice columns, respectively. The two orifice columns of the same color are disposed offset by half a pitch.



TRANSLATION

Claims

Claim 1

A thermal inkjet head equipped with a plurality of heating heads that disposes a plurality of heating elements in an array form, heats ink supplied onto the heating elements by means of the heating elements and ejects ink droplets from orifices corresponding to the heating elements by generating air bubbles on the interface between the ink and the heating elements, wherein the thermal inkjet head has a single ink supply channel installed between adjacent heating heads that supplies the ink in common to the heating elements of the heating elements on both said sides.

Claim 2

A thermal inkjet head equipped with a plurality of heating heads that disposes a plurality of heating elements in an array form, heats ink supplied onto the heating elements by means of the heating elements and ejects ink droplets from orifices corresponding to the heating elements by generating air bubbles on the interface between the ink and the heating elements, wherein the thermal inkjet head has a drive means installed between a first heating head and a second heating head that supplies drive signals in common to the n^{th} heating element within the first heating head and the m^{th} heating element within the second heating head, and a control means that controls the supply of the drive signal from the drive means and controls the drive means so that it drives, in a time-sharing manner, the heating elements of the first heating head and the heating elements of the second heating head by selecting, in a time-sharing manner, the common electrode of the first heating head and the common electrode of the second heating head.

Claim 3

A thermal inkjet head equipped with a plurality of heating heads that disposes a plurality of heating elements in an array form, heats ink supplied onto the heating elements by means of the heating elements and ejects ink droplets from orifices corresponding to the heating elements by generating air bubbles on the interface between

the ink and the heating elements, wherein the thermal inkjet head, where n is an integer, constitutes the common electrode of a column $n+1$ heating head and a column $n+2$ heating head as a single common electrode and constitutes the common electrode of a column $n+3$ heating head and a column $n+4$ heating head as another single common electrode and has a drive means that drives, in a time-sharing manner, the heating elements within the column $n+2$ heating head and the heating elements within the column $n+3$ heating head.

Claim 4

The thermal ink jet head recited in claim 1, 2 or 3, wherein m is an integer, and the heating elements within the column $m+1$ heating head and the heating elements within the column $m+2$ heating head are of the same pitch and disposed offset by half a pitch.

Claim 5

The thermal ink jet head recited in claim 4, wherein m is an integer, and the column $m+1$ heating head and the column $m+2$ heating head eject ink of the same color.

Claim 6

The thermal ink jet head recited in claim 3 that is constituted to eject black ink from the first column heating head and the final column heating head, ejects color ink from the other heating heads, and the density of dots where color ink is ejected is double the density of dots where black ink is ejected.

Detailed Description of the Invention

[0001]

Technological Field of the Invention

The present invention related to thermal inkjet heads.

[0002]

Prior Art

TRANSLATION

In recent years, printers that use the thermal inkjet system have become the most common printer mode. In the process of forming the ink droplets that are emitted for the purpose of printing, (1) this thermal inkjet system heats a heater and forms nucleus bubbles on the heater surface. (2) These nucleus bubbles coalesce to generate a film bubble. (3) This film bubble grows by adiabatic expansion. (4) The heat of the film bubble that grows is taken in by surrounding ink, shrinking the film bubble. (5) The film bubble is ultimately extinguished and awaits the next heating of the heater. This sequence of processes occurs in an instant. Also, this sequence of processes (1) through (3) employs the phenomenon of film boiling.

[0003]

The phenomenon of film boiling occurs when an object heated to a high temperature is immersed in a liquid, as in iron quenching, or when the surface temperature of an object that is in contact with liquid is sharply increased. The phenomenon of film boiling employed in thermal inkjet printers is the latter, the method of sharply increasing the surface temperature of an object that is in contact with a liquid.

[0004]

The printing heads of inkjet printers that print in full color by exploiting this sort of film boiling phenomenon to eject three primary colors of ink (thermal inkjet heads) are generally manufactured using silicon LSIs and thin-film technology.

[0005]

A known method of manufacturing these is, in the case of a 360dpi (dots per inch) resolution printing head, for example, to manufacture 128 ink-ejection nozzles as a batch with individual drive circuits matched to them. For a resolution of 720dpi, 256 ink-ejection nozzles are formed together with individual drive circuits.

[0006]

To explain this in simple terms, first, in step 1, drive circuits and their terminals are formed by LSI formation processing in a silicon substrate of 4 inches or more. Next, in step 2, electrodes

comprised of Ni or the like and miniature resistors of Ta-Si-SiO or the like are formed using thin-film technology. Then, in step 3, ink supply channels and ink supply ports are formed in the silicon substrate using wet etching, sandblasting, or the like. In step 4, partitions intended to form ink grooves that are matched to individual ink ejection ports are then formed using organic materials such as photosensitive polyimides. In step 5, individual fine channels (ink guide channels) are formed by capping the ink grooves formed by these partitions by affixing thin plate materials comprised of thin steel plate, polyimide or the like, to which is applied epoxy resin adhesive, onto the silicon substrate. Subsequently, in step 6, ports of 20–40μm are created in areas corresponding to the miniature resistors on the thin-plate material using an excimer laser or the like, forming numerous nozzle ports (also called orifices) in a batch. Up to this point, the processing is in wafer form. Finally, in step 7, the wafer is cut using a dicing saw or the like to divide the wafer into individual units. Note that "orifice" generally refers to holes or ports for transferring energy that are formed in the end or wall surfaces of waveguide tubes or the like.

[0007]

Figs. 6 (a), (b) and (c) and 7 (a), (b) and (c) show the steps of the manufacturing processes of the heating heads of the thermal inkjet head described above. Figs. 6 (a), (b) and (c) show, respectively, plan views and cross-section views of these; Fig. 7 (a), (b) and (c) show, respectively, detail blow-ups of Fig. 6 (a), (b) and (c) in the top rank, cross-section views along the line A-A' of the top rank in the middle rank, and cross-section views along the line B-B' of the top rank in the bottom rank.

[0008]

Note that all these figures show only a single heating head for ease of explanation, but in practice, a plurality of such heating heads are formed linked together on a single silicon substrate. Also, the cross-section diagrams shown at the bottom of Figs. 6 (a), (b) and (c) are the same as the cross-section views along line A-A' shown in the middle ranks of Figs. 7 (a), (b) and (c).

[0009]

TRANSLATION

Figs. 6(a) and 7(a) show the state immediately after steps 1 through 3, described above, are completed. In other words, the common electrode 2, the common electrode electricity-feed terminal 3 (Fig. 6(a)), the individual wiring electrode 4, the resistor 5, the drive circuit 6, the drive circuit terminal 7 (Fig. 6(a)), the ink supply channel 8 and the ink supply port 10 (Fig. 7(a)) are formed on the silicon substrate 1.

[0010]

Next, Figs. 6(b) and 7(b) show the state immediately after step 4, described above, is completed. In other words, the partition material 9 is laminated onto the part located on the left side of the ink supply channel 8 of common electrode 2 and the part where the individual wiring electrode 4 is disposed, and between the various resistors 5. The parts where the partition material 9 is laminated between the various resistors 5 described above consist of part 9-1 on individual wiring electrode 4 (analogous to the body of the comb) and the part 9-2 that extrudes into the spaces between the various resistors 5 (analogous to the teeth of the comb). The comb teeth are therefore the partitions, and the same number of minute ink guide grooves (where the resistors 5 are located at the bases between the individual comb teeth) are formed as there are resistors 5. The partition material 9 has a thickness of at least 10 μ m.

[0011]

Figs. 6(c) and 7(c) show the state immediately after steps 5 and 6, described above, are completed. In other words, thin-plate material 11 covers all the region except the drive circuit 6 and the electricity-feed terminals 3 and 7; the tops of the aforementioned ink guide grooves are also covered, forming ink guide channels 12 corresponding to the 10 μ m thickness of the partition material 9. Nozzle ports 13 are then formed in the part corresponding to the resistor 5, thereby completing the heating head 14 equipped with one column of nozzle ports 13.

[0012]

Normally, full-color printing requires the three primary colors of subtractive color mixing—yellow

(Y), magenta (M) and cyan (C)—as well as black (Bk), used exclusively for the black parts of text and images, totaling four colors of ink. This means that at a minimum, four nozzle columns are required. It is also possible to monolithically constitute four columns of elements using the manufacturing method described above, and also possible to accurately position these columns relative to each other using modern semiconductor fabrication technology.

[0013]

Fig. 8 shows the state of a full-color thermal inkjet head constituted by arraying four columns of elements (heating heads) 14, each of which comprises one set of the silicon substrate 1, common electrode 2, common electrode electricity-feed terminal 3, individual wiring electrode 4, resistors 5, drive circuit 6, drive circuit terminal 7, ink supply channel 8, partition material 9, ink supply port 10, thin-plate material 11 and nozzle port 13 shown in Figs. 6 and 7 described above. This figure shows the state when steps 1 through 3 shown in Fig. 6(a) have been completed to make it easy to see the constitution that arrays four columns of heating heads 14.

[0014]

As the figure shows, the thermal inkjet head 15 is disposed arraying four heating heads 14 (14a, 14b, 14c, 14d), and Y ink from the ink supply channel 8a may be supplied, for example, to the ink guide channel 12 of the heating head 14a (see Figs. 6(c) and 7(c)), M ink from the ink supply channel 8b may be supplied to the ink guide channel 12 of the heating head 14b, C ink from the ink supply channel 8c may be supplied to the ink guide channel 12 of the heating head 14c, and Bk ink from the ink supply channel 8d may be supplied to the ink guide channel 12 of the heating head 14d.

[0015]

When printing, the resistor 5 is selectively made conductive according to the printing information and heated instantaneously to generate a film-boiling phenomenon, and an ink droplet is ejected from the nozzle port 13 that corresponds to that resistor 5. In this sort of inkjet system, the ink droplet is ejected as a roughly spherical droplet of

TRANSLATION

a size corresponding to the diameter of the nozzle port 13, and prints on the paper surface at a size roughly double that diameter.

[0016]

If the full-color thermal inkjet head obtained in this manner has a resolution of 360dpi, it will be equipped with four columns of 128 nozzles (640 nozzles) formed within an area of approximately 8.5mm x 19.0mm. And for a resolution of 720dpi, four columns of 256 nozzles (1280 nozzles) will be formed within an area of approximately 8.5mm x 19.0mm.

[0017]

Problem that the Invention Is to Solve

As it happens, the nozzle port diameter and its disposition interval are designed in accordance with the printing resolution (image resolution). As described above, ink droplets that are ejected in a spherical shape at a size corresponding to the nozzle port diameter spread on the paper surface to roughly double that diameter, so the nozzle port diameter is designed to a size of half the dot pitch to be printed. For example, for a resolution of 360dpi, the dot pitch is about 70 μ m and the nozzle port diameter is thus about 30–40 μ m. And for a resolution of 720dpi, the dot pitch is about 35 μ m and the nozzle port diameter is thus about 15–20 μ m.

[0018]

As the pitch therefore gets tighter, the adhesive surface of the other side (the comb-tooth portion 9-2 of the partition material 9) that is laminated when the orifice plate (thin-plate material 11) is affixed to the silicon substrate 1 decreases, creating the problem of difficulty in achieving stable adhesion.

[0019]

As it happens, to increase printing resolution on the other hand, a multi-column layout has become preferable for printing, with two or more columns of heating heads for each color, requiring more and more nozzles and finer dimensions.

[0020]

As described above, a thermal inkjet head for full color requires at least four columns of heating heads, but each of these heating heads, as depicted in Fig. 8, has its own independent drive circuit 6, and the drive circuit terminals 7 are disposed on these. Each heating head also has its own electricity-feed line to the common electrode in each heating element (the resistors 5). This consequently creates many connection points at the connections between this thermal inkjet head and external circuits, requiring more sophisticated technology to realize these connections.

[0021]

Not only that, because there are many circuits, electrodes, connection terminals and the like laminated independently at each heating head, the silicon chip where these are laminated requires greater surface area, which inhibits mass production of heating heads that are formed monolithically.

[0022]

For example, in the instance shown in Figs. 6(a), (b) and (c), about 2mm of width is needed to constitute a heating head that has one column of nozzle ports 13. With a full-color thermal inkjet head, moreover, four columns of heating heads are installed together, as described above, leading to a size of about 8.5mm x 19.0mm. Therefore, a 4-inch silicon wafer can only yield around 30 of these 8.5mm x 19.0mm chips and a 5-inch wafer only about 55. The number of thermal inkjet heads for full color that can be realized from one wafer is thus very small, which has led to the problem of rising manufacturing costs.

[0023]

The problem of the present invention is to provide, in light of the prior art circumstances described above, a high-resolution, small-volume thermal inkjet head that can laminate stable layers of element materials.

[0024]

Means of Solving the Problem

The constitution of the thermal inkjet heads of the present invention is described below. First, the

TRANSLATION

thermal inkjet head of the invention recited in Claim 1 is a thermal inkjet head equipped with a plurality of heating heads that disposes a plurality of heating elements in an array form, heats ink supplied onto the heating elements by means of the heating elements and ejects ink droplets from orifices corresponding to the heating elements by generating air bubbles on the interface between the ink and the heating elements, and that is constituted having a single ink supply channel installed between adjacent heating heads that supplies the ink in common to the heating elements of the heating elements on both said sides.

[0025]

Next, the thermal inkjet head of the invention recited in Claim 2 is a thermal inkjet head equipped with a plurality of heating heads that disposes a plurality of heating elements in an array form, heats ink supplied onto the heating elements by means of the heating elements and ejects ink droplets from orifices corresponding to the heating elements by generating air bubbles on the interface between the ink and the heating elements, and that is constituted having a drive means installed between a first heating head and a second heating head that supplies drive signals in common to the n^{th} heating element within the first heating head and the m^{th} heating element within the second heating head, and a control means that controls the supply of the drive signal from the drive means and controls the drive means so that it drives, in a time-sharing manner, the heating elements of the first heating head and the heating elements of the second heating head by selecting, in a time-sharing manner, the common electrode of the first heating head and the common electrode of the second heating head.

[0026]

Further, the thermal inkjet head of the invention recited in Claim 3 is a thermal inkjet head equipped with a plurality of heating heads that disposes a plurality of heating elements in an array form, heats ink supplied onto the heating elements by means of the heating elements and ejects ink droplets from orifices corresponding to the heating elements by generating air bubbles on the interface between the ink and the heating elements, and that, where n is an integer, constitutes the common electrode

of a column $n+1$ heating head and a column $n+2$ heating head as a single common electrode and constitutes the common electrode of a column $n+3$ heating head and a column $n+4$ heating head as another single common electrode, and is constituted having a drive means that drives, in a time-sharing manner, the heating elements within the column $n+2$ heating head and the heating elements within the column $n+3$ heating head.

[0027]

Also, where m is an integer, as for example recited in Claim 4, the heating elements within the column $m+1$ heating head and the heating elements within the column $m+2$ heating head are of the same pitch and disposed offset by half a pitch. Also, as for example recited in Claim 5, the column $m+1$ heating head and the column $m+2$ heating head are constituted to eject ink of the same color. Also, as for example recited in Claim 6, it is constituted to eject black ink from the first column heating head and the final column heating head, eject color ink from the other heating heads, and the density of dots where color ink is ejected to be double the density of dots where black ink is ejected.

[0028]

Embodiments of the Invention

Embodiments of the present invention will be described below with reference to figures. Fig. 1(a) is a plan view that shows the constitution of the thermal inkjet head in one embodiment; Fig. 1(b) is its cross-section diagram. Note that to make the constitution easy to see, the thermal inkjet head 20 shown in Figs. 1(a) and (b) shows, in the same kind of manufacturing process as the prior art heating head shown in Figs. 6 and 7, the state up to formation of the drive circuit and its terminal on the silicon substrate, the formation of the electrodes and resistors by thin-film technology, and the formation of the ink supply channel by wet etching, sandblasting or the like; only one unit is shown from among those formed monolithically in the silicon wafer.

[0029]

This thermal inkjet head 20 forms four drive circuits 22a, 22b, 22c and 22d on the silicon substrate 21, as shown in Figs. 1(a) and (b). To the first drive

TRANSLATION

circuit 22a, a resistor 25-1 is formed connected thereto on the one side via the individual wiring electrode 24-1 between the drive circuit 22a and the first common electrode 23a, while a resistor 25-2 is formed connected thereto on the other side via the individual wiring electrode 24-2 between the drive circuit 22a and the second common electrode 23b.

[0030]

To the second drive circuit 22b, a resistor 25-3 is formed connected thereto on the one side via the individual wiring electrode 24-3 between the drive circuit 22b and the second common electrode 23b, while a resistor 25-4 is formed connected thereto on the other side via the individual wiring electrode 24-4 between the drive circuit 22b and the third common electrode 23c.

[0031]

Similarly, to the third drive circuit 22c, a resistor 25-5 is formed connected thereto on the one side via the individual wiring electrode 24-5 between the drive circuit 22c and the third common electrode 23c, while a resistor 25-6 is formed connected thereto on the other side via the individual wiring electrode 24-6 between the drive circuit 22c and the fourth common electrode 23d.

[0032]

And to the fourth drive circuit 22d, a resistor 25-7 is formed connected thereto on the one side via the individual wiring electrode 24-7 between the drive circuit 22d and the fourth common electrode 23d, while a resistor 25-8 is formed connected thereto on the other side via the individual wiring electrode 24-8 between the drive circuit 22d and the fifth common electrode 23e.

[0033]

To these five common electrodes 23a–23e, electricity-feed terminals 26a–26e are formed linked respectively to them, while the drive circuit terminals 27a–27d are formed connected to their respective four drive circuits 22a–22d.

[0034]

Then, the center parts in the direction of length are cut out from their respective common electrodes 23a–23e and ink supply channels 28a–28d are formed in their lower areas. Ink supply ports that pass through to the silicon substrate 21 to access these ink supply channels 28a–28d are formed respectively in them, although not explicitly shown.

[0035]

In this example, Bk ink is supplied from these ink supply ports to the first ink supply channel 28a and the fifth ink supply channel 28e. Y ink is further supplied to the second ink supply channel 28b, M ink to the third ink supply channel 28c, and C ink to the fourth ink supply channel 28d.

[0036]

Fig. 2(a) is a plan view that shows the state described above in a similar manufacturing process to the prior art head shown in Figs. 6 and 7, in which is further shown partitions laminated to form ink grooves that correspond to the resistors 25 (25-1, 25-2, ... 25-7, 25-8), ink guide channels formed by pasting on an orifice plate, nozzle ports formed as a batch by excimer laser, and thermal inkjet heads for full color, cut out as single units to obtain the finished product. Fig. 2(b) is a cross-section view of the same. The partition material 31 is laminated, as shown in Fig. 2(b), over part of the common electrodes 23 (23a–23e) in the state shown in Figs. 1(a) and 1(b) described above and part of the individual wiring electrodes 24 (24-1–24-8), and five orifice plates 32 (32a, 32b, 32c, 32d, and 32e) are affixed on top of them, except where the drive circuits 22 (22a–22d) are installed, as shown in Figs. 1(a) and 1(b).

[0037]

The nozzle ports 33 (33-1, 33-2,...33-7, 33-8) of a prescribed diameter (if the resolution of this thermal inkjet head 20 is 360dpi, in this example the diameter is 15–20μm, which will be discussed below) are formed respectively as a batch at prescribed intervals (roughly 70μm) in the orifice plate 32a at locations corresponding to the resistor 25-1.

[0038]

TRANSLATION

The Bk ink of the first ink supply channel 28a described above is supplied to the nozzle column of the nozzle port 33-1 of the orifice plate 32a, and the Bk ink of the fifth ink supply channel 28e is supplied to the nozzle column of the nozzle port 33-8 of the orifice plate 32e.

[0039]

Then, the Y ink of the second ink supply channel 28b is supplied to the nozzle column of the nozzle port 33-2 and the nozzle column of the nozzle port 33-3 of the orifice plate 32b, the M ink of the third ink supply channel 28c is supplied to the nozzle column of the nozzle port 33-4 and the nozzle column of the nozzle port 33-5 of the orifice plate 32c, and the C ink of the fourth ink supply channel 28d is supplied to the nozzle column of the nozzle port 33-6 and the nozzle column of the nozzle port 33-7 of the orifice plate 32d.

[0040]

The head is thus equipped with two columns of nozzles for each color for a total of eight columns of nozzles for the four colors together, and the ink supply channel 28 that supplies ink to the nozzle ports 33 of these columns is configured of five channels, three fewer than the number of nozzle columns; there are also five common electrodes 32. There are, further, four of the drive circuits 22 that drive the resistors 25 to generate heat that correspond to these nozzle columns and four sets of the drive circuit terminals 27 (27a–27d).

[0041]

In this way, the four drive circuits 22 are constituted so that they control the heating drive of the resistors 25 of the nozzle ports 33 of double the number of columns in a time-sharing manner. What makes this sort of time-sharing drive possible is that, in the thermal inkjet head, the conduction pulse width to the resistors (heating elements) for ink ejection is 1μsec, and the cycle for making ink eject from the same nozzle port at the next signal—that is, the ejection repeat frequency—is 1kHz–10kHz (a 1msec–100μsec interval). Therefore, there is an ample time margin for a drive circuit capable of operating at a frequency of several tens of mHz or more, and that time margin

is used so that two nozzle columns are driven in a time-sharing manner.

[0042]

Also, because there is an adequate time margin between the first heating drive and the next heating drive to the same resistor, as described above, this time-sharing drive does not serve as a factor that lowers the printing speed even when this manner of time-sharing drive is used, even considering the relationship to the maximum permissible current of the heating head when doing, for example, solid printing (leaving a bit of time between).

[0043]

This thermal inkjet head 20, then, is equipped with two nozzle columns for each color for a total of eight nozzle columns but still constituted for an overall size whose dimensions do not differ significantly from the prior-art four-nozzle column heads shown in Fig. 8.

[0044]

Fig. 3(a) schematically shows solid printing using one nozzle column of the above-described thermal inkjet head 20. Conventionally, a 360dpi dot matrix had nozzle port diameters of 30–40μm at a pitch of 70.6μm, the ink droplets spread to double in size, and each printed dot had to tightly adhere for the solid printing described above. However, in this embodiment, printing can be achieved with twice the resolution of the nozzle port layout, so the nozzle port diameter is formed at the 15–20μm that is equivalent to a 720dpi dot matrix. The nozzle ports of the two nozzle columns of the same color are further formed offset by half a pitch.

[0045]

Fig. 3(b) shows the positional relationship of the two nozzle-port columns of the same color, as just described. Fig. 3(b) shows printing with two nozzle columns when their timing is shifted for printing in order to show the offset of half a pitch. In actual printing, however, by timing the two nozzle columns to print on the same printing area of the paper surface, printing achieves double the half-pitch dot density of a one-nozzle port array, as shown in Fig. 3(c). In this way, by forming small orifices (nozzle ports) and using two orifice

TRANSLATION

columns offset by a half pitch, a resolution can be achieved that is double that of a constitution of a single orifice column.

[0046]

By thus sharing a drive circuit, electricity-feed circuit, and ink supply channel between two orifice columns, this embodiment can shrink the chip size without increasing the size of the thermal inkjet head and achieve double the conventional nozzle columns virtually without changing the conventional size. Also, a high-precision thermal inkjet head that has double the resolution using conventional miniaturization technology can be practically constituted.

[0047]

Note that color images always require high precision with fine detail, but printing of text and the like in black does not require that degree of resolution. And although printers are also generally used not just in offices but for personal purposes, they are most often used to print text. The nozzle port layout of the nozzle columns for Bk ink, which is primarily used for printing text, may consequently be formed at double the pitch of the nozzle port layout of the other colors and with double the port diameter.

[0048]

Fig. 4(a) shows printed dots for Y, M and C ink (the same as the printed dots shown in Fig. 3(a)) of a thermal inkjet head of such a constitution; Fig. 4(b) shows Bk ink printed dots at the same magnification as Fig. 4(a). When constituted in this manner, printing speed when printing text only in black can be doubled by dividing up the printing between column 1 and column 8 (for example, printing the print data of odd-numbered lines with the column 1 head and even-numbered lines with the column 8 head).

[0049]

In Figs. 1–3 described above, moreover, ink droplets of the same color (for example, black) may be configured to eject from all eight of the orifice columns, and the nozzle port layout of the eight orifice columns may be disposed offset positionally by an integer multiple of the pitch that determines

the respective resolution. By doing so, a printed image of extremely high precision can be achieved, albeit in a single color.

[0050]

Note that in the embodiment described above, the examples shown constituted two nozzle columns for each color, but the present invention is not limited to this; nozzle columns may be constituted as a single column for each color and the resistor for that nozzle column driven in a time-sharing manner.

[0051]

Fig. 5(a) is a plan view that shows the constitution of the thermal inkjet head in another embodiment; Fig. 1(b) is its cross-section diagram. As shown in Figs. 5(a) and (b), this thermal inkjet head 20' is equipped with four orifice columns of the resistor 25' and four corresponding ink supply channels 28', but is constituted with only three common electrodes 23' and two drive circuits 22'. The drive principle is the same as that of the thermal inkjet head 20 depicted in Figs. 1–3.

[0052]

By using this constitution, the thermal inkjet head 20' could be designed with dimensions of roughly 20mm x 6mm if configured, for example, for 256 nozzles in one column at a resolution of 360dpi. In the prior art design shown in Figs. 6–8, the dimensions are 20mm x 8mm; this yields 30 chips from a 4-inch silicon wafer. If the dimensions are 20mm x 6mm, however, as in this example, it can form 40 chips. In the case of a 5-inch silicon wafer, the constitution of this example can yield 75 chips against the prior art's 55 chips.

[0053]

The number of chips yielded by a single silicon wafer can thus be increased 30–40%, helping to greatly increase productivity. Also, as is clear from Fig. 5(a), the number of connection terminals to external devices can be halved so that it is easy to mount the head in the main printer unit. This facilitates maintenance of thermal inkjet heads, a part that is replaced relatively frequently in color printers, realizing a thermal inkjet head that is highly practical.

TRANSLATION

[0054]

Note that in the above constitution, one of the drive circuits 22' on either side comprises a set with the central common electrode 23'; any number can be connected together, enabling expansion into desired formats such as four, six or eight orifice columns and allowing higher precision printing to be achieved.

[0055]

Effects of the Invention

As explained in detail above, by means of the present invention, two orifice columns can be disposed offset by a half pitch to decrease in size the orifice diameter alone, so the resolution of printing can be doubled using the processing precision of normal lamination. This makes a thermal inkjet head that prints at high precision easily achievable.

[0056]

Further, the heating elements of adjacent orifice columns are driven in a time-sharing manner by the single drive circuit that is connected to them in parallel, so the number of drive circuits need only be half that of the number of orifice columns, which means that the thermal inkjet head can be made more compact.

[0057]

Also, since the thermal inkjet head becomes similarly compact, the number of thermal inkjet heads formed on a single silicon substrate can be increased at least 40% over the prior art, which means that the productivity of thermal inkjet heads increases.

[0058]

Also, the number of drive circuit terminals decreases by half alongside the drive circuits, so the number of connection terminals to external devices is halved, making mounting in printer units easy. This facilitates maintenance of color printers, which have a relatively high replacement frequency for printing heads, which increases ease of use and can achieve customer trust.

Brief Description of the Figures

[Figure 1]

Fig. 1(a) is a plan view during the manufacturing process that shows the constitution of the full-color thermal inkjet head in one embodiment; Fig. 1(b) is its cross-section diagram.

[Figure 2]

Fig. 2(a) is a plan view that shows a finished full-color thermal inkjet head after completion of the manufacturing process cut out as a single unit; Fig. 2(b) is its cross-section diagram.

[Figure 3]

Fig. 3(a) is a diagram that shows schematically solid printing using one nozzle column of a thermal inkjet head, 3(b) is a diagram that shows the positional relationship of two nozzle-port columns of the same color, and 3(c) is a diagram that shows that double the dot density can be achieved printing in the same printing region with two nozzle columns.

[Figure 4]

Fig. 4(a) is a diagram that shows the diameter of the printed dots of color ink as an example of a differently shaped nozzle port; 4(b) is a diagram that shows the diameter of a black ink printed dot at the same enlargement.

[Figure 5]

Fig. 5(a) is a plan view that shows the constitution of the thermal inkjet head in another embodiment; Fig. 5(b) is its cross-section diagram.

[Figure 6]

Figs. 6 (a), (b) and (c) are schematic plan views and cross-section views that show the steps of the manufacturing processes of the printing part of a prior art thermal inkjet head.

[Figure 7]

Figs. 7 (a), (b) and (c) show detailed enlarged plan views of a prior art printing part in the top rank, cross-section views along the line A-A' of part (a) in

TRANSLATION

the middle rank, and cross-section views along the line B-B' of part (a) in the bottom rank.

[Figure 8]

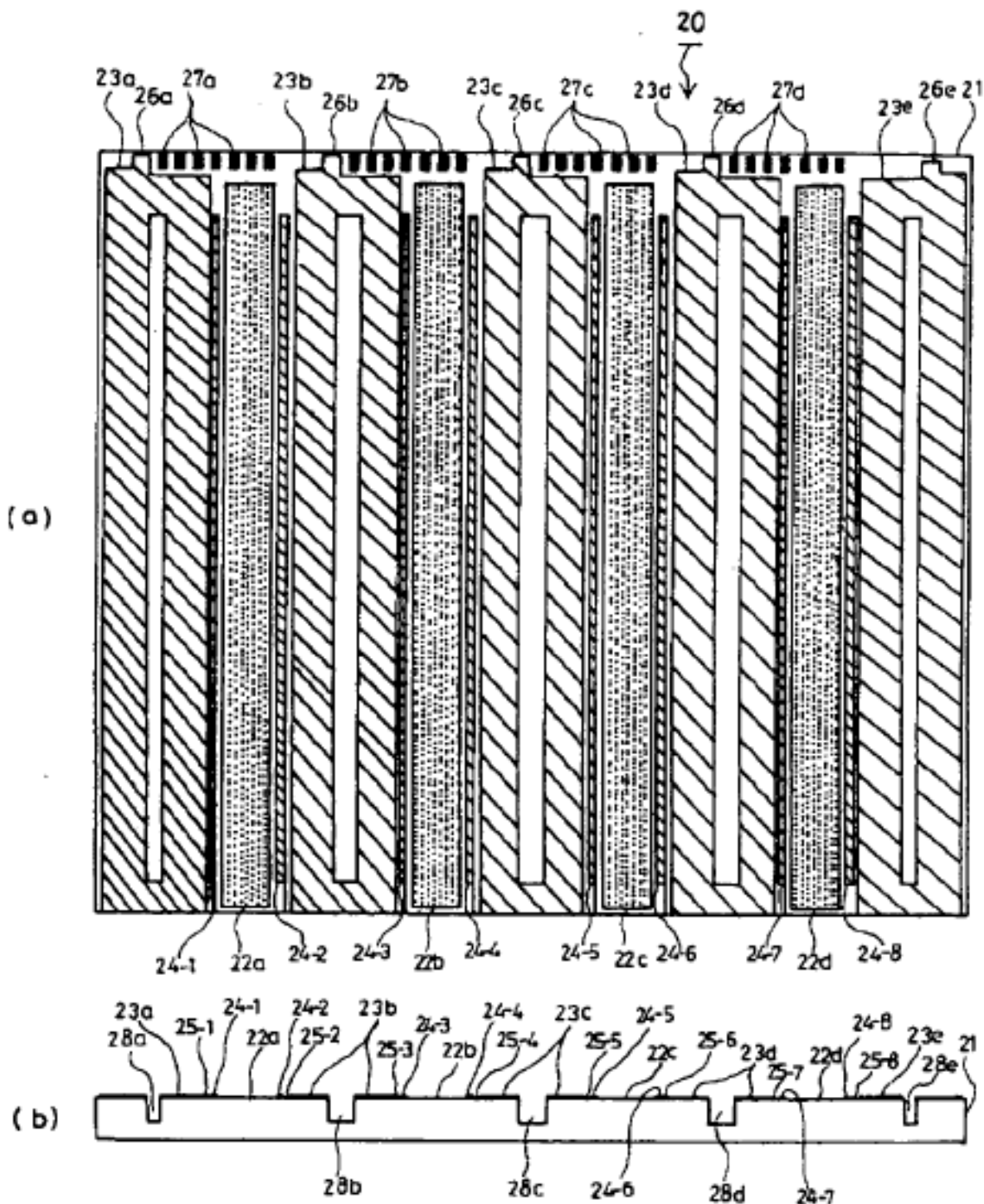
Fig. 8 shows a prior-art arrangement that constitutes a full-color thermal inkjet head by arraying four columns of printing parts.

Legend

- 1 Silicon substrate
- 2 Common electrode
- 3 Common electrode electricity-feed terminal
- 4 Individual wiring electrode
- 5 Resistor
- 6 Drive circuit
- 7 Drive circuit terminal
- 8 (8a, 8b, 8c, 8d) Ink supply channels
- 9 Partition material
- 9-1 Comb body portion
- 9-2 Comb teeth portion
- 10 Ink supply port
- 11 Thin-plate material
- 12 Ink guide channel
- 13 Nozzle port
- 14 (14a, 14b, 14c, 14d) Heating heads
- 20 Thermal inkjet head
- 21 Silicon substrate
- 22 (22a, 22b, 22c, 22d) Drive circuits
- 23 (23a, 23b, 23c, 23d, 23e) Common electrodes
- 24 (24-1, 24-2, ..., 24-7, 24-8) Individual wiring electrodes
- 25 (25-1, 25-2, ..., 25-7, 25-8) Resistors (heating elements)
- 26a, 26b, 26c, 26d, 26e Electricity-feed terminals
- 27 (22a, 22b, 22c, 22d) Drive circuit terminals
- 28a, 28b, 28c, 28d Ink supply channels
- 31 Partition material
- 32 (32a, 32b, 32c, 32d, 32e) Orifice plates
- 33 (33-1, 33-2, ..., 33-7, 33-8) Nozzle ports

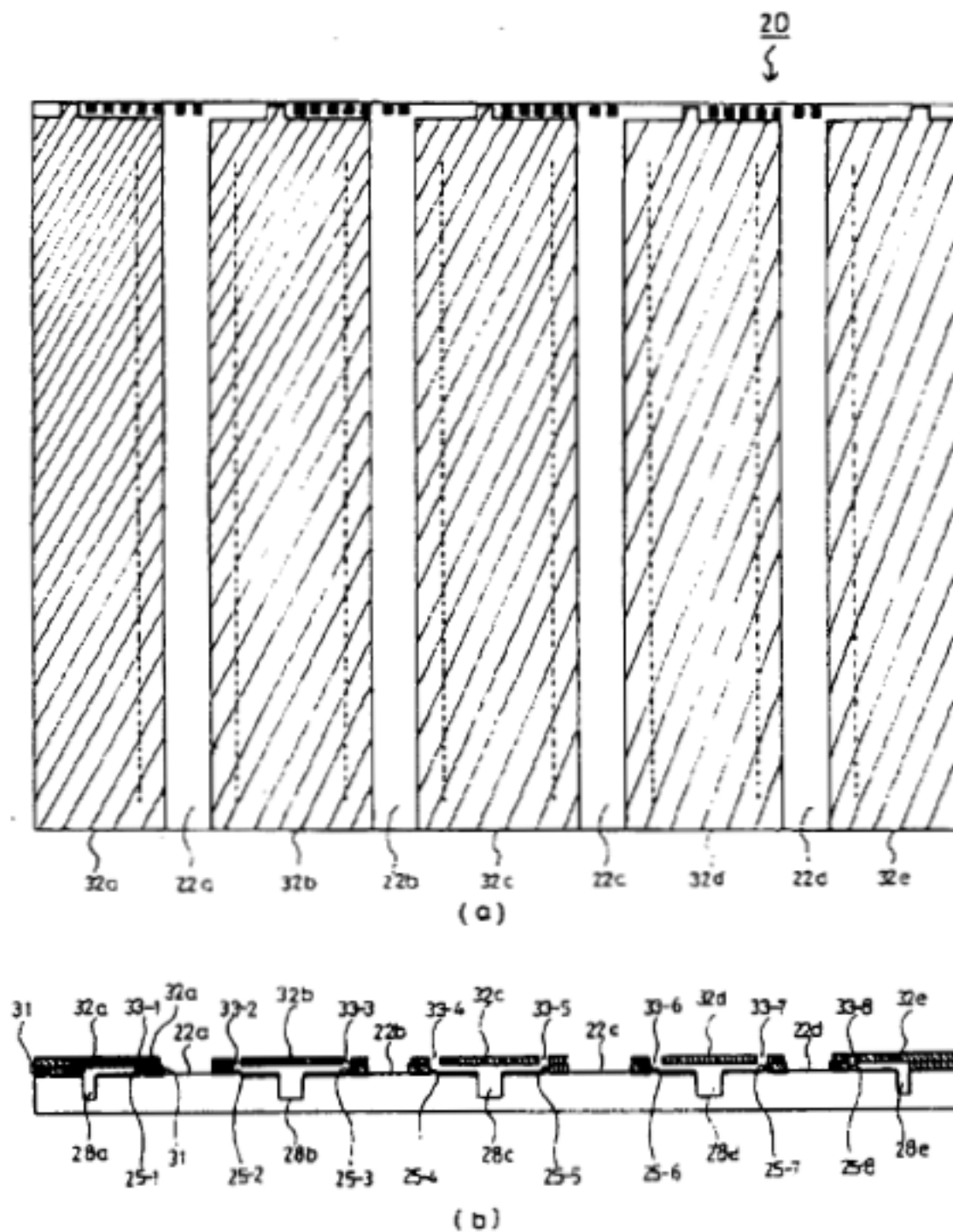
TRANSLATION

Figure 1



TRANSLATION

Figure 2



TRANSLATION

Figure 3

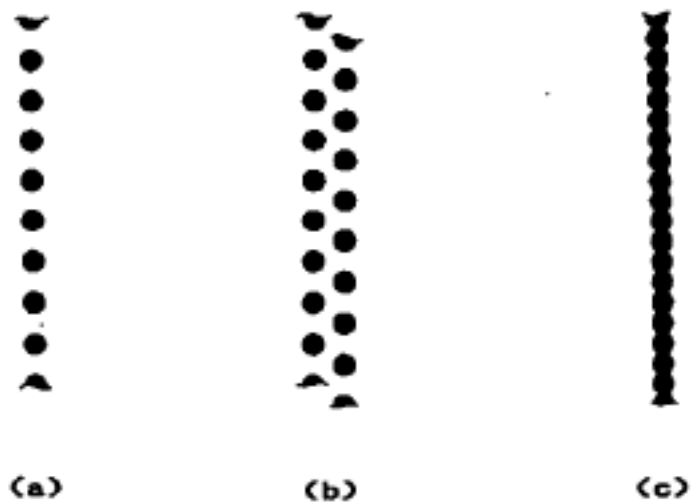
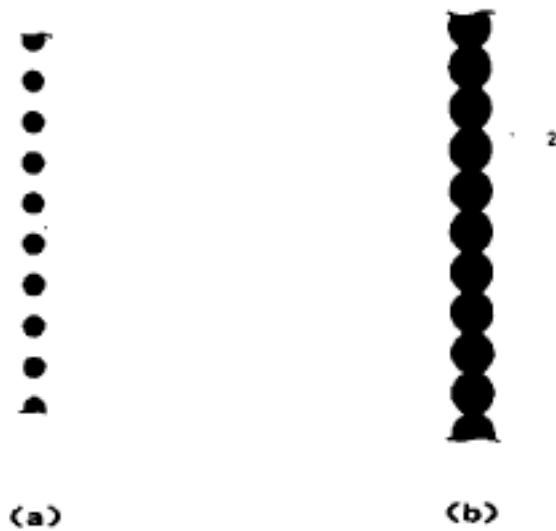
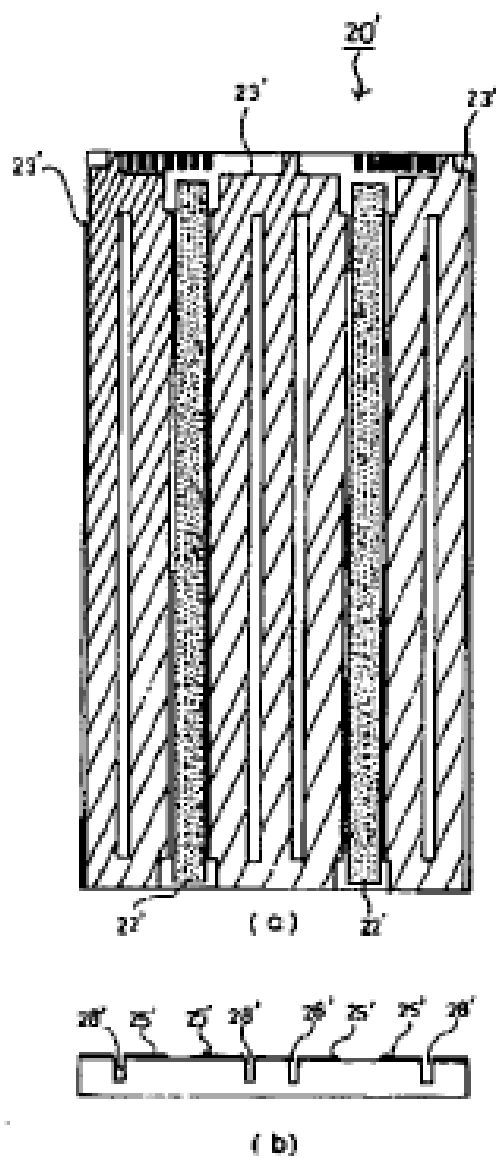


Figure 4



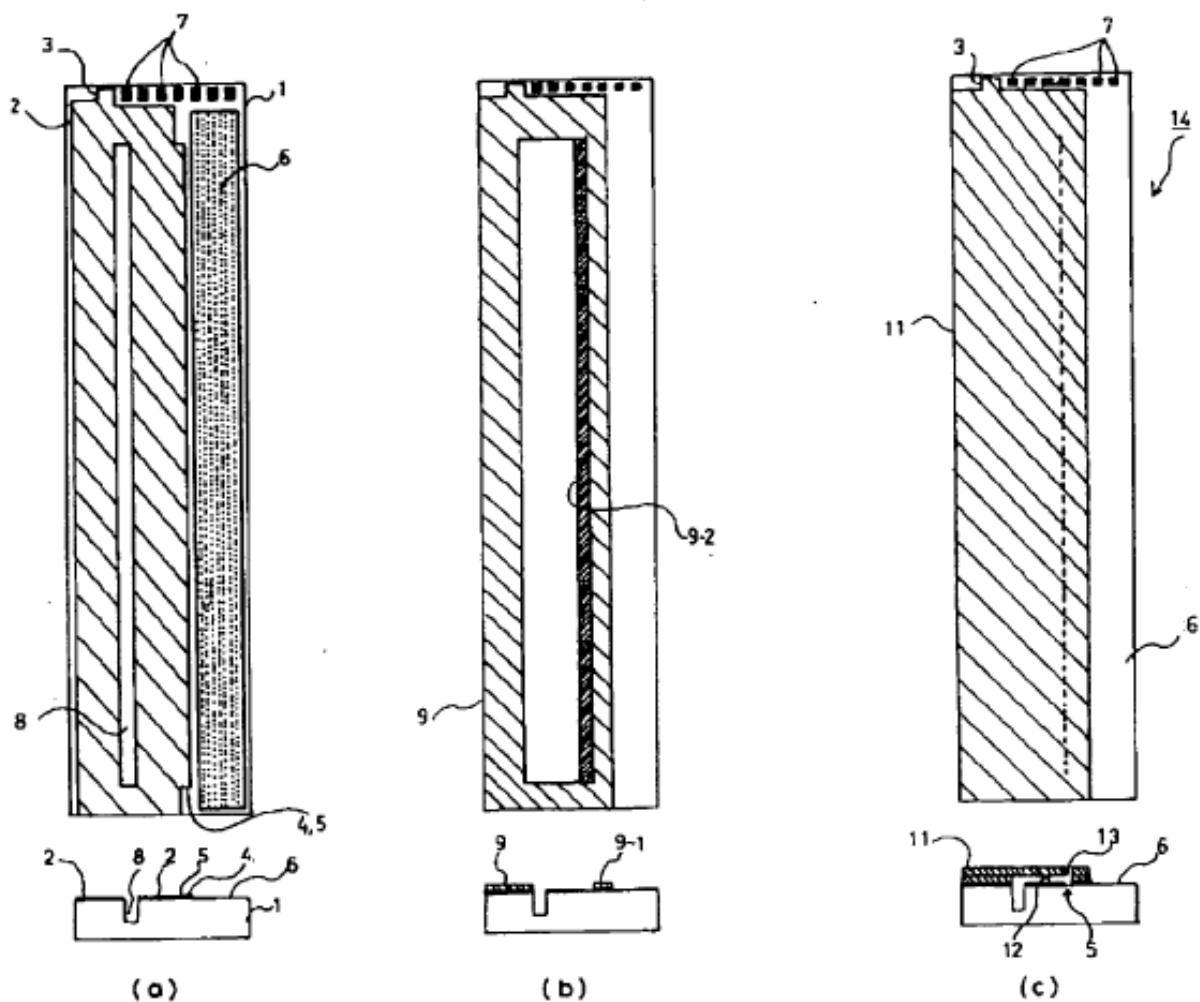
TRANSLATION

Figure 5



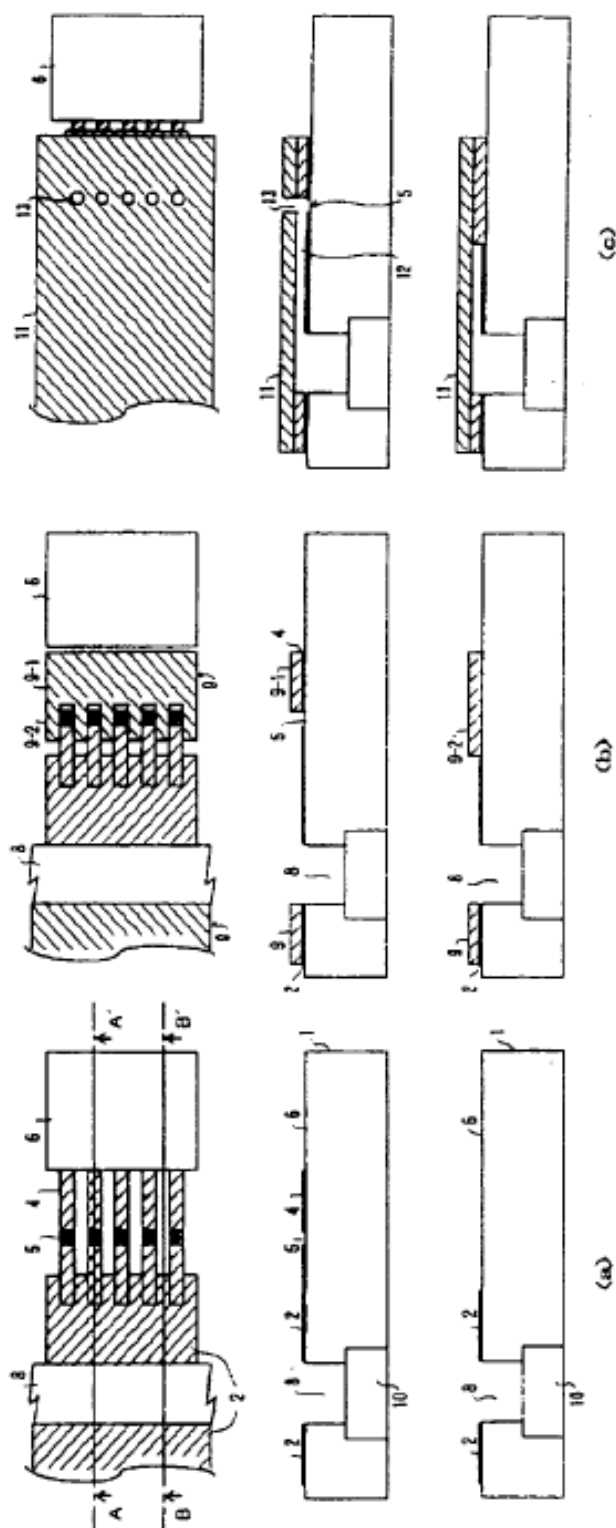
TRANSLATION

Figure 6



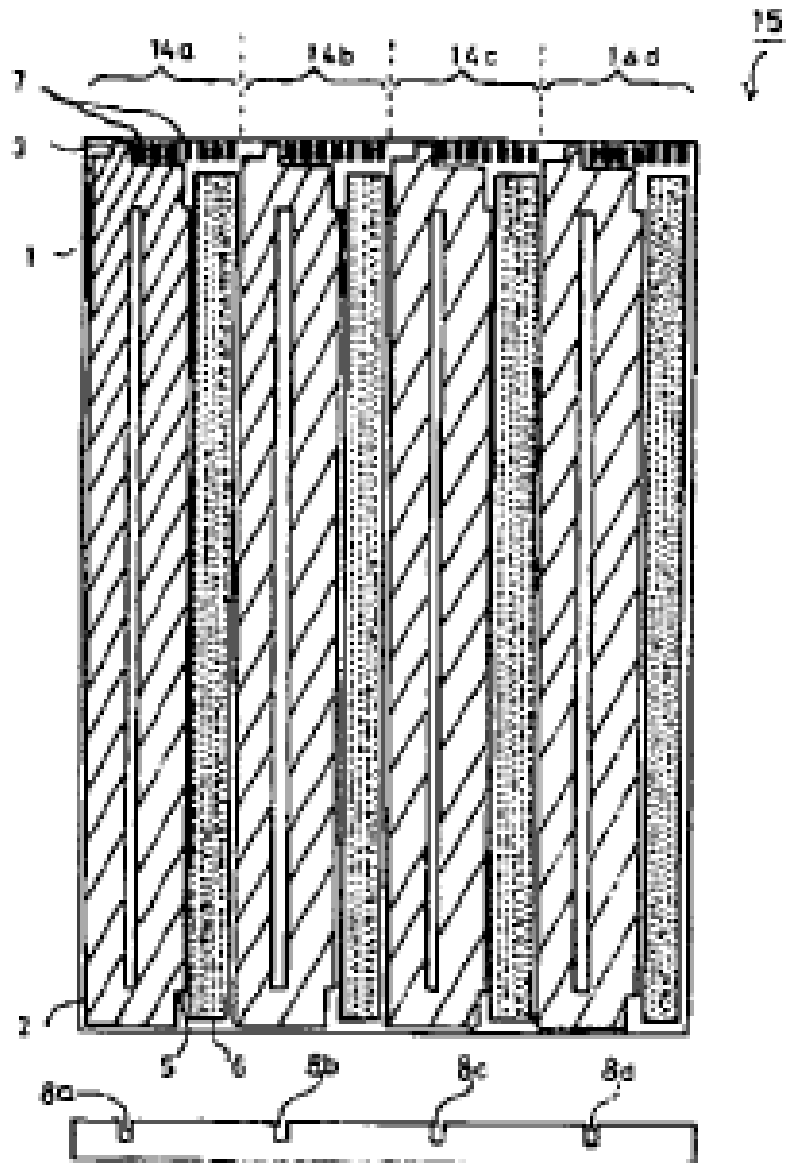
TRANSLATION

Figure 7



TRANSLATION

Figure 8



DECLARATION OF MICHAEL KARPA

I, Michael Karpa, declare the following:

1. I am over 18 years of age and competent to make this declaration.
2. I am a qualified Japanese to English translator as certified by the American Translators Association.
3. I have translated into English the attached document identified as "Japanese Patent Application Kokai Number Hei11-245409," bearing a Kokai publication date of September 14, 1999.
4. I affirm that the translated text has been translated and edited to the best of my ability and knowledge to accurately reflect the content, meaning, and style of the original text. I hereby certify under penalty of perjury under the laws of the United States of America that the foregoing constitutes, pursuant to my knowledge and belief, a true and correct translation of the original document.
5. I declare that all statements made herein of my knowledge are true, and that all statements made on information and belief are believed to be true, and that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code.


Michael Karpa

Dated and signed on December 28, 2022.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-245409

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月14日

(51) Int.Cl.⁸
B 4 1 J 2/05

識別記号

F I
B 4 1 J 3/04

1 0 3 B

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-46463

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月27日

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社
東京都渋谷区本町1丁目6番2号

(72) 発明者 上西 勝三

東京都青梅市今井3丁目10番6号 カシオ
計算機株式会社青梅事業所内

(72) 発明者 太田 守雄

東京都青梅市今井3丁目10番6号 カシオ
計算機株式会社青梅事業所内

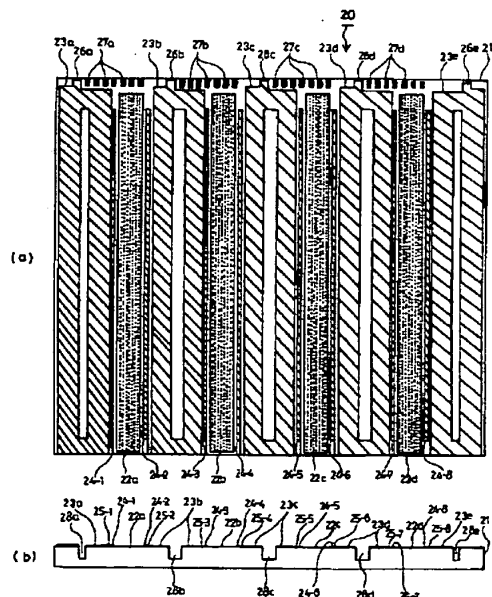
(74) 代理人 弁理士 大曾 義之

(54) 【発明の名称】 サーマルインクジェットヘッド

(57) 【要約】

【課題】 高解像度、小容積で且つ部材の安定した積層が可能なサーマルインクジェットヘッドを提供する。

【解決手段】 シリコン基板21上のサーマルインクジェットヘッド20には4つの駆動回路22a、22b、22c及び22dが形成される。共通電極23aには共通電極23aとの間に個別配線電極24-1を介して第1のオリフィス列の抵抗25-1及び共通電極23bとの間に個別配線電極24-2を介して第2のオリフィス列の抵抗25-2が接続され、第1及び第2のオリフィス列のインク吐出が時分割で制御される。駆動回路22b、22c及び22dも同様に左右の2列のオリフィス列の抵抗を時分割で駆動する。第1及び第8のオリフィス列にはインク通路28a、28eから黒インク、第2と第3、第4と第5、第6と第7のオリフィス列には夫々Yインク、Mインク、Cインクが供給される。同色の2列のオリフィスの配置は1/2間隔ずれて配置される。



1/17/2008, EAST Version: 2.2.1.0

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の発熱素子をアレー状に配設した発熱ヘッドを複数設け、前記発熱素子上に供給されるインクを前記発熱素子にて加熱し、前記インクと前記発熱素子の界面に気泡を発生させることにより該発熱素子に対応するオリフィスからインク滴を吐出するサーマルインクジェットヘッドであって、

隣接する発熱ヘッド間に設けられ、該両側の発熱ヘッドの発熱素子に対し共通に前記インクを供給する単一のインク供給路、

を有することを特徴とするサーマルインクジェットヘッド。

【請求項2】 複数の発熱素子をアレー状に配設した発熱ヘッドを複数設け、

前記発熱素子上に供給されるインクを前記発熱素子にて加熱し、前記インクと前記発熱素子の界面に気泡を発生させることにより該発熱素子に対応するオリフィスからインク滴を吐出するサーマルインクジェットヘッドであって、

第1の発熱ヘッドと第2の発熱ヘッド間に設けられ、前記第1の発熱ヘッド内の第n番目の発熱素子と前記第2の発熱ヘッド内の第m番目の発熱素子とに共通に駆動信号を供給する駆動手段と、

該駆動手段による前記駆動信号の供給と、前記第1の発熱ヘッドの共通電極と前記第2の発熱ヘッドの共通電極とを、時分割に選択することにより前記第1の発熱ヘッドの発熱素子と前記第2の発熱ヘッドの発熱素子とを時分割駆動するよう前記駆動手段を制御する制御手段と、を有することを特徴とするサーマルインクジェットヘッド。

【請求項3】 複数の発熱素子をアレー状に配設した発熱ヘッドを複数設け、前記発熱素子上に供給されるインクを前記発熱素子にて加熱し、前記インクと前記発熱素子の界面に気泡を発生させることにより該発熱素子に対応するオリフィスからインク滴を吐出するサーマルインクジェットヘッドであって、

nを整数とし、第n+1列目の発熱ヘッドと第n+2列目の発熱ヘッドの共通電極を単一の共通電極で構成し、第n+3列目の発熱ヘッドと第n+4列目の発熱ヘッドの共通電極を他の単一の共通電極で構成し、

前記第n+2列目の発熱ヘッド内の発熱素子と前記第n+3列目の発熱ヘッド内の発熱素子を時分割駆動する駆動手段を有することを特徴とするサーマルインクジェットヘッド。

【請求項4】 mを整数とし、第m+1列目の発熱ヘッド内の発熱素子と第m+2列目の発熱ヘッドの内の発熱素子とは、同一ピッチで且つ1/2ピッチだけ位置をずらして配置されることを特徴とする請求項1、2又は3記載のサーマルインクジェットヘッド。

【請求項5】 mを整数とし、第m+1列目の発熱ヘッ

ドと第m+2列目の発熱ヘッドは、同色のインクを吐出することを特徴とする請求項4記載のサーマルインクジェットヘッド。

【請求項6】 第1列目の発熱ヘッドと最終列の発熱ヘッドからは黒インクを吐出させ、他の発熱ヘッドからはカラーインクを吐出させ、該カラーインクの吐出されるドット密度は前記黒インクの吐出されるドット密度の2倍に構成されることを特徴とする請求項3記載のサーマルインクジェットヘッド。

10 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、サーマルインクジェットヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、サーマルインクジェット方式を用いたプリンタが主流を占めてきている。このサーマルインクジェット方式は、印字のために射出するインクの液滴形成過程において、①ヒータを熱してヒータ面上に核気泡を発生させる。②この核気泡が合体して膜気泡が生まれる。③この膜気泡が断熱膨脹して成長する。④その成長した膜気泡が周囲のインクに熱を取られて収縮する。⑤ついには膜気泡が消滅し、次のヒータ加熱を待つ、という一連の工程を瞬時に行うことによって成り立っている。そして、上記の①～③の工程には膜沸騰現象が利用されている。

【0003】膜沸騰現象は、例えば鉄の焼き入れのように高温に加熱された物体を液体中に漬けた場合と、液体と接する物体の表面温度を急激に上げた場合とに発現するが、サーマルインクジェットプリンタに用いられる膜沸騰現象は後者の「液体と接する物体の表面温度を急激に上げる」方法によっている。

【0004】また、このように膜沸騰現象を利用し、三原色のインクを吐出して、フルカラー印刷を行うインクジェットプリンタの印字ヘッド（サーマルインクジェットヘッド）は、一般に、シリコンLSIと薄膜技術を利用して製造される。

【0005】そして、その製造方法では、例えば解像度が360dpi（ドット/インチ）の印字ヘッドであれば128個のインク吐出ノズルを、それぞれ個々に駆動回路を対応させて一括して製造する方法が知られている。また、解像度が720dpiの場合であれば256個のインク吐出ノズルが個々の駆動回路と共に形成される。

【0006】これを簡単に説明すると、まず、工程1として、4インチ以上のシリコン基板にLSI形成処理により駆動回路とその端子を形成する。次に、工程2として、薄膜技術によりNiなどによる電極、Ta-Si-SiOなどの微細抵抗を形成する。続いて、工程3として、ウェットエッチングまたはサンドブラスト法などにより上記シリコン基板にインク供給路とインク供給孔を

形成する。更に、工程4として、感光性ポリイミドなどの有機材料を用いて個々のインク吐出口に対応するインク溝を形成すべく隔壁を積層する。そして、工程5として、エポキシ樹脂接着剤などのついた銅薄板またはポリイミド等によりなる薄板部材をシリコン基板に張り付けて上記隔壁によって形成されたインク溝に蓋をして個別の微細通路（インク案内路）を形成する。また更に、工程6として、上記薄板部材の上記微細抵抗に対応する部分にエキシマレーザなどにより $40\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ の孔を空けて、多数のノズル孔（オリフィスともいう）を一括形成する。ここまでは、ウェハの状態では処理される。そして、最後に、工程7として、ダイシングソーなどを用いてカツテングして、単位毎に個別に分割する。尚、オリフィスは、一般には導波管等の終端または壁面に形成されたエネルギー伝達用の孔又は窓の意である。

【0007】図6(a)、(b)、(c)及び図7(a)、(b)、(c)は、上記のサーマルインクジェットヘッドの発熱ヘッドの製造方法を工程順に示す図である。図6(a)、(b)、(c)はそれぞれ概略の平面図と断面図を示しており、図7(a)、(b)、(c)はそれぞれ上段に図6(a)、(b)、(c)の詳細大部分図、中段に上段のA-A'断面矢視図、下段に上段のB-B'断面矢視図を示している。

【0008】尚、これらの図では、説明の便宜上、いずれも1個の発熱ヘッドのみを示しているが、実際にはこのような発熱ヘッドが複数個連なって、1枚のシリコン基板上に形成される。また、図6(a)、(b)、(c)のそれぞれ下段に示している断面図は、図7(a)、(b)、(c)のそれぞれ中段に示すA-A'断面矢視図と同一のものである。

【0009】上記の図6(a)及び図7(a)は、上述した工程1～工程3が終了した直後の状態を示している。すなわち、シリコン基板1上には、共通電極2、共通電極給電端子3（図6(a)参照）、個別配線電極4、抵抗5、駆動回路6、駆動回路端子7（図6(a)参照）、インク供給路8、及びインク供給孔10（図7(a)参照）が形成されている。

【0010】次に図6(b)及び図7(b)は、上述の工程4が終了した直後の状態を示している。すなわち、共通電極2のインク供給路8の左側に位置する部分と、個別配線電極4が配設されている部分、及び各抵抗5と抵抗5の間に、隔壁部材9が積層されている。隔壁部材9の上記各抵抗5間に積層される部分は、個別配線電極4上の部分9-1を櫛の胴とすれば、各抵抗5間に伸び出す部分9-2は櫛の歯に相当する形状をなしている。これにより、この櫛の歯を隔壁として、その歯と歯の間の付け根部分に抵抗5が位置する微細なインク案内溝が、抵抗5の数だけ形成される。この隔壁部材9は、 $10\mu\text{m}$ 以上の厚さを有している。

【0011】そして、図6(c)及び図7(c)は、上述した工程5と工程6が終了した直後の状態を示している。すなわち、薄板部材11が駆動回路6と給電端子3及び

7の部分を除く全領域を覆っており、上記のインク案内溝も上を覆われて隔壁部材9の厚さ $10\mu\text{m}$ に対応する高さのインク案内路12を形成している。そして、抵抗5に対応する部分にノズル孔13が形成されており、これにより、1列のノズル孔13を備えた発熱ヘッド14が完成する。

【0012】通常フルカラー印字においては、減法混色の三原色であるイエロー（Y）、マゼンタ（M）、シアンの（C）の3色に、文字や画像の黒部分に専用されるブラック（Bk）を加えて合計4色のインクを必要とする。したがって、最低でも4列のノズル列が必要である。そして、上述した製造方法によれば4列の素子をモノリシックに構成することは可能であり、各列の位置関係も今日の半導体の製造技術により正確に配置することが可能である。

【0013】図8は、上述の図6及び図7に示したシリコン基板1、共通電極2、共通電極給電端子3、個別配線電極4、抵抗5、駆動回路6、駆動回路端子7、インク供給路8、隔壁部材9、インク供給孔10、薄板部材11、ノズル孔13の各部を1組としてなる素子（発熱ヘッド）14を4列並べてフルカラーのサーマルインクジェットヘッドを構成した状態を示す図である。尚、同図は、発熱ヘッド14が4列並んだ構成を分かり易く示すため、図6(a)に示した工程1～工程3まで終了した状態のものを示している。

【0014】同図に示すように、サーマルインクジェットヘッド15は、4個の発熱ヘッド14（14a、14b、14c、14d）が並んで配置され、例えばインク供給路8aからYインクが発熱ヘッド14aのインク案内路12（図6(c)及び図7(c)参照）に供給され、インク供給路8bからMインクが発熱ヘッド14bのインク案内路12に供給され、インク供給路8cからCインクが発熱ヘッド14cのインク案内路12に供給され、そして、インク供給路8dからはBkインクが発熱ヘッド14dのインク案内路12に供給される。

【0015】印字に際しては、抵抗5が印字情報に応じて選択的に通電され、瞬時に発熱して膜沸騰現象を発生させ、その抵抗5に対応するノズル孔13からインク滴が吐出される。このようなインクジェット方式ではインク滴はノズル孔13の径に対応する大きさの略球形で吐出され、紙面上には略その倍の径の大きさとなって印字される。

【0016】このようにして得られるフルカラーのサーマルインクジェットヘッドは、解像度が 360dpi の場合であれば $128\text{ノズル}\times 4\text{列}=640\text{ノズル}$ を備えることになり、概略 $8.5\text{mm}\times 19.0\text{mm}$ の大きさに形成される。また解像度が 720dpi の場合であれば、 $256\text{ノズル}\times 4\text{列}=1280\text{ノズル}$ が、ほぼ $8.5\text{mm}\times 19.0\text{mm}$ の大きさの中に形成される。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】ところで、ノズル孔の径やその配置間隔は、印字の分解能（画像の解像度）によって設計される。上述したように、ノズル孔の径に対応する大きさの球形で吐出されたインク滴は紙面上では略倍の大きさの径に広がるから、ノズル孔の径は印字するドットピッチの1/2の大きさに設計される。例えば解像度が360 dpiの場合であれば、ドットピッチは約70 μmであり、したがって、ノズル孔の径は30~40 μmに形成される。また、例えば720 dpiの場合では、ドットピッチは約35 μmであり、したがって、ノズル孔の径は15~20 μmとなる。

【0018】このように、ピッチが微細になると、シリコン基板1へオリフィス板（薄板部材11）を張り付ける際の積層される相手側（隔壁部材9の櫛の歯相当部分9-2）との接着面が減少し、安定した接着を実現することが困難になるという問題が発生する。

【0019】ところが、他方では、印字分解能を上げるために、一色を2列以上の発熱ヘッドで印字するような多列化が望まれ、ますます多ノズル化と高精細化の要求が高まってきている。

【0020】上述したように、フルカラー用のサーマルインクジェットヘッドは最低4列の発熱ヘッドを必要とするが、これらの発熱ヘッドは、図8に示したように、個別に独立の駆動回路6を持ち、これらには駆動回路端子7が配設されている。また、各発熱素子（抵抗5）に共通の電極への給電線も各発熱ヘッド毎に持っている。したがって、このサーマルインクジェットヘッドと外部回路との接続においては多数の接続部が発生し、この接続にはより高度な技術が要求される。

【0021】また、そればかりでなく、このように各発熱ヘッド毎に独立に積層される回路、電極、接続端子数等が多いため、これらを積層されるシリコンチップに大きな面積を必要とし、したがって、モノリシック（monolithic）に形成される発熱ヘッドの量産化が阻害される。

【0022】例えば、図6(a),(b),(c)に示した例では、1列のノズル孔13を有する発熱ヘッドを構成するために略2mmの幅を必要とする。そして、フルカラーのサーマルインクジェットヘッドでは、上記の発熱ヘッドを4列連設するから、前述したように、およそ8.5mm×19.0mmの大きさになる。したがって、例えば4インチのシリコンウエハ上には上記8.5mm×19.0mmのチップは30個程度、5インチのシリコンウエハでは55個程度しか形成できない。このように、1枚のウエハから取れるフルカラー用のサーマルインクジェットヘッドの数は非常に少ないため、製造コストの上昇を招くという問題も有していた。

【0023】本発明の課題は、上記従来の実情に鑑み、高解像度、小容積で且つ素子部材の安定した積層が可能なサーマルインクジェットヘッドを提供することであ

る。

【0024】

【課題を解決するための手段】以下に、本発明のサーマルインクジェットヘッドの構成を述べる。まず、請求項1記載の発明のサーマルインクジェットヘッドは、複数の発熱素子をアレー状に配設した発熱ヘッドを複数設け、上記発熱素子上に供給されるインクを上記発熱素子にて加熱し、上記インクと上記発熱素子の界面に気泡を発生させることにより該発熱素子に対応するオリフィスからインク滴を吐出するサーマルインクジェットヘッドであって、隣接する発熱ヘッド間に設けられ、該両側の発熱ヘッドの発熱素子に対し共通に上記インクを供給する単一のインク供給路を有して構成される。

【0025】次に、請求項2記載の発明のサーマルインクジェットヘッドは、複数の発熱素子をアレー状に配設した発熱ヘッドを複数設け、上記発熱素子上に供給されるインクを上記発熱素子にて加熱し、上記インクと上記発熱素子の界面に気泡を発生させることにより該発熱素子に対応するオリフィスからインク滴を吐出するサーマルインクジェットヘッドであって、第1の発熱ヘッドと第2の発熱ヘッド間に設けられ、上記第1の発熱ヘッド内の第n番目の発熱素子と上記第2の発熱ヘッド内の第m番目の発熱素子とに共通に駆動信号を供給する駆動手段と、該駆動手段による上記駆動信号の供給と、上記第1の発熱ヘッドの共通電極と上記第2の発熱ヘッドの共通電極とを、時分割に選択することにより上記第1の発熱ヘッドの発熱素子と上記第2の発熱ヘッドの発熱素子とを時分割駆動するよう上記駆動手段を制御する制御手段とを有して構成される。

【0026】更に、請求項3記載の発明のサーマルインクジェットヘッドは、複数の発熱素子をアレー状に配設した発熱ヘッドを複数設け、上記発熱素子上に供給されるインクを上記発熱素子にて加熱し、上記インクと上記発熱素子の界面に気泡を発生させることにより該発熱素子に対応するオリフィスからインク滴を吐出するサーマルインクジェットヘッドであって、nを整数とし、第n+1列目の発熱ヘッドと第n+2列目の発熱ヘッドの共通電極を単一の共通電極で構成し、第n+3列目の発熱ヘッドと第n+4列目の発熱ヘッドの共通電極を他の単一の共通電極で構成し、上記第n+2列目の発熱ヘッド内の発熱素子と上記第n+3列目の発熱ヘッド内の発熱素子を時分割駆動する駆動手段を有して構成される。

【0027】そして、mを整数として、例えば請求項4記載のように、上記第m+1列目の発熱ヘッド内の発熱素子と第m+2列目の発熱ヘッドの内の発熱素子とは、同一ピッチで且つ1/2ピッチだけ位置をずらして配置される。また、例えば請求項5記載のように、第m+1列目の発熱ヘッドと第m+2列目の発熱ヘッドは、同色のインクを吐出するように構成される。また、例えば請求項6記載のように、第1列目の発熱ヘッドと最終列の

発熱ヘッドからは黒インクを吐出させ、他の発熱ヘッドからはカラーインクを吐出させ、該カラーインクの吐出されるドット密度は上記黒インクの吐出されるドット密度の2倍に構成される。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。図1(a)は、一実施の形態におけるサーマルインクジェットヘッドの構成を示す平面図であり、同図(b)は、その断面図である。尚、同図(a),(b)に示すサーマルインクジェットヘッド20は、構成を分かり易く示すため、図6及び図7に示した従来の発熱ヘッドと同様の製作工程において、シリコン基板に駆動回路とその端子を形成し、薄膜技術により電極と抵抗を形成し、ウェットエッチングまたはサンドブラスト法等によりインク供給路を形成したところまでの状態を示しており、シリコンウエハにモノリシックに形成されたものの中から1個のみを切り出して示している。

【0029】このサーマルインクジェットヘッド20は、図1(a),(b)に示すように、シリコン基板21に、4つの駆動回路22a、22b、22c及び22dが形成されている。第1の駆動回路22aには、一方では第1の共通電極23aとの間に個別配線電極24-1を介して抵抗25-1が接続されて形成され、他方では第2の共通電極23bとの間に個別配線電極24-2を介して抵抗25-2が接続されて形成される。

【0030】第2の駆動回路22bには、一方では上記第2の共通電極23bとの間に個別配線電極24-3を介して抵抗25-3が接続されて形成され、他方では第3の共通電極23cとの間に個別配線電極24-4を介して抵抗25-4が接続されて形成される。

【0031】同様に、第3の駆動回路22cには、一方では上記第3の共通電極23cとの間に個別配線電極24-5を介して抵抗25-5が接続されて形成され、他方では第4の共通電極23dとの間に個別配線電極24-6を介して抵抗25-6が接続されて形成される。

【0032】そして、第4の駆動回路22dには、一方では上記第4の共通電極23dとの間に個別配線電極24-7を介して抵抗25-7が接続されて形成され、他方では第5の共通電極23eとの間に個別配線電極24-8を介して抵抗25-8が接続されて形成されている。

【0033】上記5個の共通電極23a~23eには、それぞれ給電端子26a~26eが接続して形成され、4個の駆動回路22a~22dには、それぞれ駆動回路端子27a~27dが接続して形成されている。

【0034】そして、共通電極23a~23eは、それぞれ長手方向に沿って中央部が切り欠かれ、その下方にインク供給路28a~28dが形成されている。このインク供給路28a~28dには、特に図示しないが、シリコン基板21を貫通するインク供給孔が連通してそ

れぞれ形成される。

【0035】そのインク供給孔からは、この例では、第1のインク供給路28a及び第5のインク供給路28eにBkインクが供給される。そして、第2のインク供給路28bにYインクが供給され、第3のインク供給路28cにMインクが供給され、第4のインク供給路28dにはCインクが供給される。

【0036】図2(a)は、上記の状態から更に、図6及び図7に示した従来の発熱ヘッドと同様の製作工程において、各抵抗25(25-1、25-2、...、25-7、25-8)に対応するインク溝を形成する隔壁を積層し、オリフィス板を貼りつけてインク案内路を形成し、エキシマレーザによりノズル孔を一括形成して、単体として切り出したフルカラー用サーマルインクジェットヘッドの完成品を示す平面図であり、同図(b)は、その断面図である。上述した図1(a),(b)に示した状態における共通電極23(23a~23e)の一部と個別配線電極24(24-1~24-8)の部分に重ねて、図2(b)に示すように、隔壁部材31が積層され、その上に、駆動回路22(22a~22d)の配設部を除いた部分に、5枚のオリフィス板32(32a、32b、32c、32d、32e)が、同図(a),(b)に示すように貼り合わせられる。

【0037】オリフィス板32aには、抵抗25-1に対応する位置に、所定の径(このサーマルインクジェットヘッド20の解像度が360dpiであれば、本例においては15~20μmφ、これについては後述する)のノズル孔33(33-1、33-2、...、33-7、33-8)が所定の間隔(約70μm)で一括してそれぞれ形成されている。

【0038】上述した第1のインク供給路28aのBkインクは、オリフィス板32aのノズル孔33-1のノズル列に供給され、第5のインク供給路28eのBkインクは、オリフィス板32eのノズル孔33-8のノズル列に供給される。

【0039】そして、第2のインク供給路28bのYインクは、オリフィス板32bのノズル孔33-2のノズル列及びノズル孔33-3のノズル列に供給され、第3のインク供給路28cのMインクは、オリフィス板32cのノズル孔33-4のノズル列及びノズル孔33-5のノズル列に供給され、第4のインク供給路28dのCインクは、オリフィス板32dのノズル孔33-6のノズル列及びノズル孔33-7のノズル列に供給される。

【0040】このように、各色毎に2列のノズル列、つまり4色分合計で8列のノズル列を備え、それらのノズル孔33にインクを供給するインク供給路28は、ノズル列の数よりも3本少ない5本で構成されて、共通電極32も5個である。また、それらのノズル列に対応する抵抗25を発熱駆動する駆動回路22は4個であり、駆動回路端子27(27a~27d)も4組である。

【0041】このように、4個の駆動回路22で、その倍の列数のノズル孔33の抵抗25の発熱駆動を時分割で制御するように構成される。このように時分割駆動が可能であるのは、サーマルインクジェットヘッドでは、インクの吐出のための抵抗（発熱素子）への通電パルス幅は1μ秒であり、同じノズル孔から次ぎの信号でインクを吐出させるための周期、つまり吐出繰り返し周波数は1kHz～10kHz（1m秒～100μ秒間隔）である。したがって、数拾mHz又はそれ以上の周期で動作可能な駆動回路としては時間的な余裕が充分にあり、この時間的な余裕を利用して、時分割で2列のノズル列の抵抗を駆動するようにしたものである。

【0042】また、上記のように同一の抵抗に対する最初の発熱駆動と次の発熱駆動との間には充分な時間的な余裕があるから、例えばベタ印字の場合に考慮される発熱ヘッドの最大許容電流の関係も加味して（やや時間的な間隔を空けて）上記の時分割駆動を行っても、この時分割駆動が印字速度を低下させる要因とはならない。

【0043】そして、このサーマルインクジェットヘッド20は、各色毎に2列のノズル列、合計8列のノズル列を備えておりながら、全体の大きさは、図8に示した従来の4列のノズル列のものと大差のない寸法で構成されている。

【0044】図3(a)は、上記のサーマルインクジェットヘッド20の、1列のノズル列によるベタ印字を模式的に示したものである。本来であれば360dpiのドット配列では70.6μmのピッチで、ノズル孔の大きさは30～40μmφであり、インク滴が倍に広がって、上記のベタ印字では各印字ドットは密着していなければならない。しかし、本実施の形態においては、ノズル孔配置の2倍の解像度で印字を行うために、ノズル孔の径は、720dpiのドット配列の場合に相当する15～20μmφに形成されている。そして、同一色の2列のノズル列のノズル孔の配置を1/2ピッチずらして形成している。

【0045】図3(b)は、そのような同一色の2列のノズル孔の配置関係を示している。同図(b)は、1/2ピッチのずれを示すために、2列のノズル列で印字タイミングをずらして印字した場合を示しているが、実際の印字では2列のノズル列で紙面の同一印字領域に印字するようにタイミングをとって、図3(c)に示すように、1列のノズル孔配列の1/2ピッチのドット密度で印字が行われる。このように、小さなオリフィス（ノズル孔）を形成し、1/2ピッチずらした2列のオリフィス列を用いることで、オリフィス列が1列の構成の場合の2倍の分解能を実現することができる。

【0046】このように、本実施の形態においては、駆動回路、給電回路、インク供給路を2列のオリフィス列に共通化することによって、チップの小型化が図れ、サーマルインクジェットヘッドのサイズを大きくすること

なく殆ど従来同様のサイズのままで、従来の2倍のノズル列を構成することができる。また、従来の微細加工の技術水準で2倍の解像度を有する高精細のサーマルインクジェットヘッドを実用的に構成することができる。

【0047】尚、カラー画像は常にきめの細かな高解像度が要望されるが、文字等の黒印字ではそれほど高解像度は要求されない。また、一般に、プリンタは、事務用に限らず個人用に使用されるものであっても、文字（文章）の印字に用いられる場合が多い。したがって、主として文字印字に専用されるBkインクのノズル列のノズル孔配列を、他の色のノズル孔配列の2倍のピッチで且つ2倍の孔径で形成するようにしてもよい。

【0048】図4(a)は、そのような構成のサーマルインクジェットヘッドのYインク、Mインク及びCインクの印字ドット（図3(a)に示した印字ドットと同一）を示し、図4(b)は、Bkインクの印字ドットを同図(a)と同一の拡大率で示している。このように構成すれば、黒のみによる文字による印字の際には、第1列と第8列との印字を分担（例えば印字データの奇数列を第1列目のヘッド、偶数列を第8列目のヘッドで印字）することにより印字速度を2倍に向上させることができる。

【0049】また、前述の図1～図3において、8列全てのオリフィス列から同一色の（例えば黒の）インク滴を吐出するようにし、8列のオリフィス列のノズル孔配置を、それぞれ分解能を決めるピッチの整数倍の位置関係でずらして配置するようにしてもよい。そうすれば、単一色ではあるが極めて高精細の印字画像を得ることができる。

【0050】尚、上記の実施の形態では、いずれも色毎に2列のノズル列を構成する例を示したが、これに限ることなく、色毎のノズル列を1列で構成して、そのノズル列の抵抗を時分割で駆動するようにしてもよい。

【0051】図5(a)は、他の実施の形態におけるサーマルインクジェットヘッドの構成を示す平面図であり、同図(b)は、その断面図である。同図(a)、(b)に示すように、このサーマルインクジェットヘッド20'は、4列の抵抗25'のオリフィス列と、これに対応する4本のインク供給路28'を備えているが共通電極23'は3個のみ、駆動回路22'は2個のみの構成である。この駆動原理は図1～図3に示したサーマルインクジェットヘッド20の場合と同様である。

【0052】この構成によれば、例えば360dpiの解像度で、1列に256ノズルの構成とすれば、サーマルインクジェットヘッド20'は、およそ20mm×6mmの寸法で設計可能である。図6～図8に示した従来の設計では、20mm×8mmの寸法であり、これは、4インチのシリコンウエハ上では30個のチップとなるが、本例のように20mm×6mmでであると、40個のチップを形成できる。また、5インチのシリコンウエハでは、従来の55個に対して、本例の構成では75個の

チップを形成できる。

【0053】このように、1個のシリコンウエハから取れるチップの個数が3割又は4割の差となつて、生産性の向上に大きく寄与することができる。また、図5(a)から明らかなように、外部との接続端子数も半減できるので、プリンタ装置本体への実装も容易であり、このためカラープリンタでは比較的交換頻度の高い部品となるサーマルインクジェットヘッドの保守作業が容易となつて、より実用性の高いサーマルインクジェットヘッドが実現する。

【0054】尚、上記の構成は、中央の共通電極23'といずれか片側の駆動回路22'を一組として、任意の数だけ接続すれば、オリフィス列が4列から6列あるいは8列というように如何様にも拡張することができ、より高精細な印字を実現することができるものである。

【0055】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、2列のオリフィス列を1/2間隔ずらして配置してオリフィス径のみを微細化するので、通常の積層処理の加工精度でその倍の解像度の印字ができ、したがって、高精細な印字を行うサーマルインクジェットヘッドを実現することが容易に可能となる。

【0056】また、隣接するオリフィス列の発熱素子をこれと並列に接続した1つの駆動回路で時分割で駆動するので、駆動回路数がオリフィス列数の1/2でよいことになり、したがって、サーマルインクジェットヘッドの小型化が可能となる。

【0057】また、同様にサーマルインクジェットヘッドが小型になるので、1つのシリコン基板に形成するサーマルインクジェットヘッドの個数を少なくとも従来の40%以上増やすことができ、したがって、サーマルインクジェットヘッドの生産性が向上する。

【0058】また、駆動回路と共に駆動回路端子が半減するので、外部との接続端子数が半減してプリンタ本体への実装が容易となり、したがって、印字ヘッドの交換頻度が比較的高くなるカラープリンタの保守作業が容易となり、これにより、使い勝手が良くなって顧客の信頼を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は一実施の形態におけるフルカラー用サーマルインクジェットヘッドの構成を示す製作工程途中の平面図、(b)はその断面図である。

【図2】(a)は製作工程を完了し単体として切り出したフルカラー用サーマルインクジェットヘッドの完成品を示す平面図、(b)はその断面図である。

【図3】(a)はサーマルインクジェットヘッドの1列のノズル列によるベタ印字を模式的に示す図、(b)は同一色の2列のノズル孔の配置関係を示す図、(c)は2列のノズル列で同一印字領域に印字して2倍のドット密度を実現できることを示す図である。

【図4】(a)はノズル孔形成の変形例としてカラーインクの印字ドットの径を示す図、(b)は黒インクの印字ドットの径を同一拡大率で示す図である。

【図5】(a)は他の実施の形態におけるサーマルインクジェットヘッドの構成を示す平面図、(b)はその断面図である。

【図6】(a),(b),(c)は従来のサーマルインクジェットヘッドの印字部の製造方法を工程順に示す概略の平面図と断面図である。

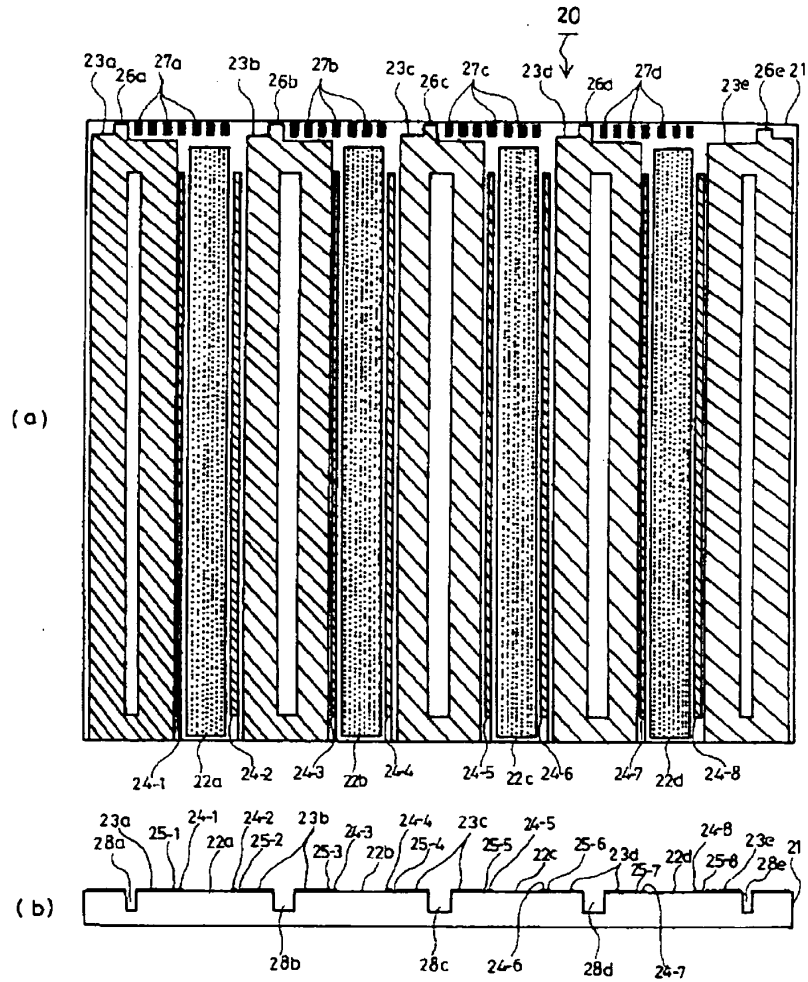
10 【図7】(a),(b),(c)は従来の印字部の詳細な拡大部分平面図を上段に、そのA-A'断面矢視図を中段に、B-B'断面矢視図を下段に示す図である。

【図8】従来の印字部を4列並べてフルカラーのサーマルインクジェットヘッドを構成した状態を示す図である。

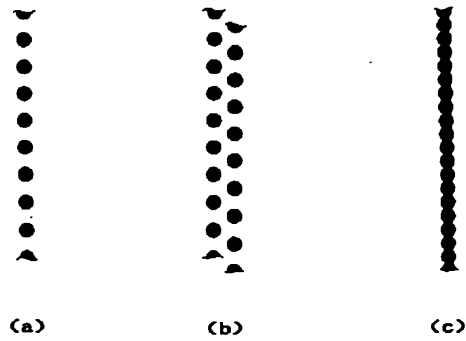
【符号の説明】

- 1 シリコン基板
- 2 共通電極
- 3 共通電極給電端子
- 20 4 個別配線電極
- 5 抵抗
- 6 駆動回路
- 7 駆動回路端子
- 8 (8a、8b、8c、8d) インク供給路
- 9 隔壁部材
- 9-1 櫛の胴相当部分
- 9-2 櫛の歯相当部分
- 10 インク供給孔
- 11 薄板部材
- 30 12 インク案内路
- 13 ノズル孔
- 14 (14a、14b、14c、14d) 発熱ヘッド
- 20 サーマルインクジェットヘッド
- 21 シリコン基板
- 22 (22a、22b、22c、22d) 駆動回路
- 23 (23a、23b、23c、23d、23e) 共通電極
- 24 (24-1、24-2...24-7、24-8) 個別配線電極
- 40 25 (25-1、25-2...25-7、25-8) 抵抗(発熱素子)
- 26a、26b、26c、26d、26e 給電端子
- 27 (27a、27b、27c、27d) 駆動回路端子
- 28a、28b、28c、28d インク供給路
- 31 隔壁部材
- 32 (32a、32b、32c、32d、32e) オリフィス板
- 33 (33-1、33-2、...33-7、33-8) ノズル孔
- 50 8) ノズル孔

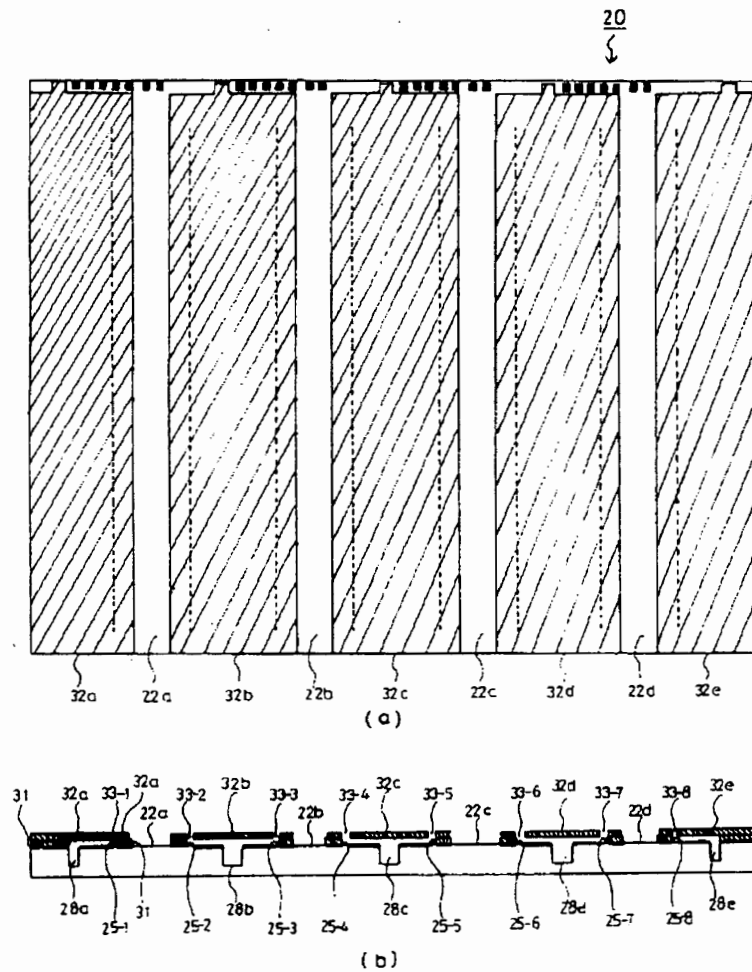
【図1】



【図3】



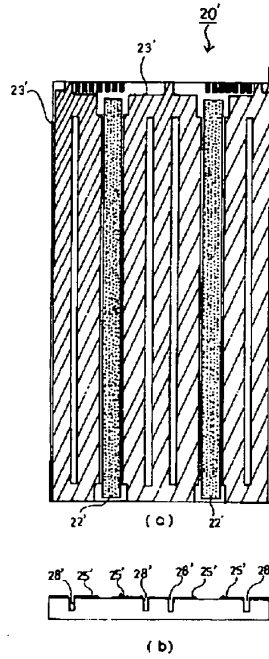
【図2】



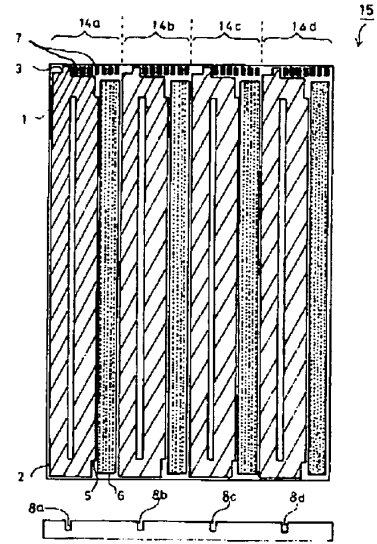
【図4】



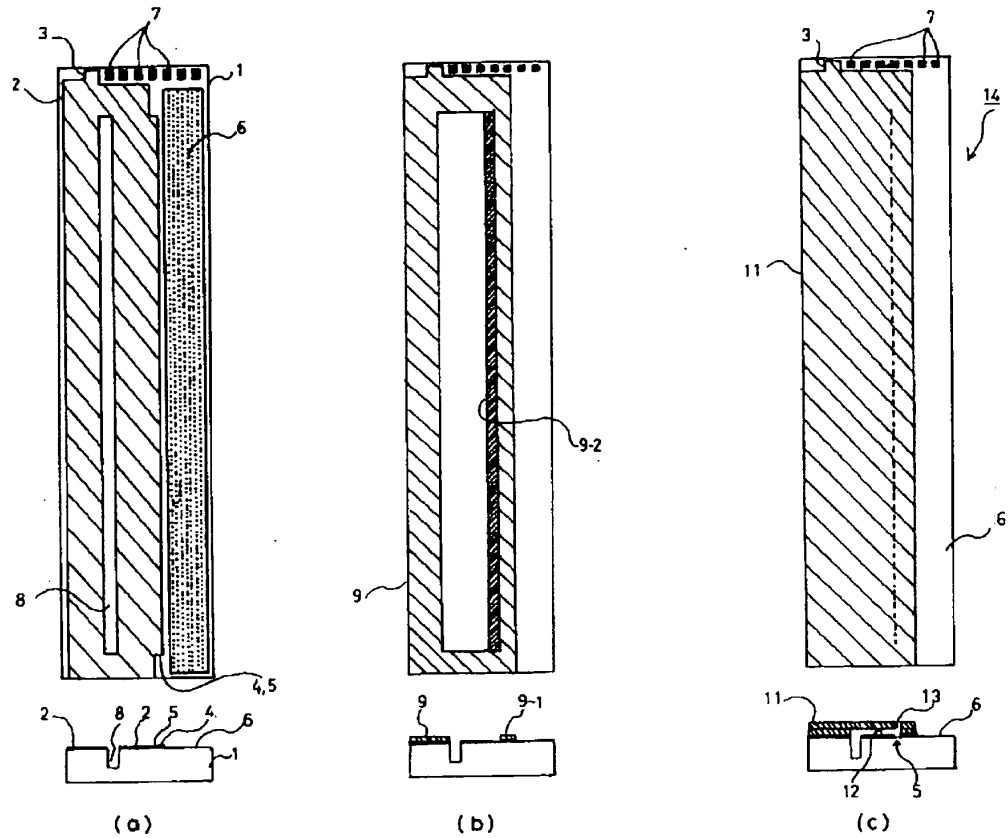
【図5】



【図8】



【図6】



【図7】

