

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4072935号
(P4072935)

(45) 発行日 平成20年4月9日 (2008.4.9)

(24) 登録日 平成20年2月1日 (2008.2.1)

(51) Int. Cl.

F I

B 4 1 J 2/045 (2006.01)

B 4 1 J 3/04 1 O 3 A

B 4 1 J 2/055 (2006.01)

B 4 1 J 3/04 1 O 3 H

B 4 1 J 2/16 (2006.01)

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-339765 (P2000-339765)
 (22) 出願日 平成12年11月8日 (2000.11.8)
 (65) 公開番号 特開2002-144562 (P2002-144562A)
 (43) 公開日 平成14年5月21日 (2002.5.21)
 審査請求日 平成16年12月8日 (2004.12.8)

(73) 特許権者 000006747
 株式会社リコー
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
 (74) 代理人 230100631
 弁護士 稲元 富保
 (72) 発明者 阿部 修也
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内
 審査官 立澤 正樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液滴を吐出するヘッド及び画像形成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液滴を吐出する複数のノズルと、各ノズルが連通する液室と、各液室の壁面を形成する振動板と、各振動板にギャップをおいて対向する対向電極とを有し、前記振動板を設けた第一基板と前記電極を設ける絶縁膜を形成した導電性の第二基板とを接合した液滴を吐出するヘッドにおいて、

前記第二基板上に前記絶縁膜、前記対向電極及び前記ギャップが形成された絶縁膜が順に積層され、前記ギャップが形成された絶縁膜と前記第一基板に設けられた前記振動板とが接合され、

前記第二基板上に直接設けられた前記絶縁膜に設けられた基板電位取り出し用接続孔を介して前記第二基板に接続された基板電位取り出し用電極が設けられ、

前記基板電位取り出し用接続孔及び前記基板電位取り出し用電極が隣り合う前記対向電極の間の領域に形成されている

ことを特徴とする液滴を吐出するヘッド。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の液滴を吐出するヘッドにおいて、前記基板電位取り出し用接続孔の開口幅が前記電極の厚さに前記電極上に形成した絶縁膜の厚さを加えた値の 2 倍を越えないことを特徴とする液滴を吐出するヘッド。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の液滴を吐出するヘッドにおいて、前記第二基板の前記ギャップ

10

20

が形成された絶縁膜は基板電位取り出し用電極上に形成され絶縁膜表面がCMP研磨されて前記第一基板に設けられた振動板と直接接合されていることを特徴とする液滴を吐出するヘッド。

【請求項4】

液滴を吐出するヘッドを備えた画像形成装置において、前記ヘッドが請求項1ないし3のいずれかに記載の液滴を吐出するヘッドであることを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は液滴を吐出するヘッド及び画像形成装置に関する。

10

【0002】

【従来の技術】

プリンタ、ファクシミリ、複写装置、プロッタ等の画像記録装置或いは画像形成装置として用いるインクジェット記録装置において使用するインクジェットヘッドとしては、インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する液室（インク流路、圧力室、吐出室、加圧液室等とも称される。）と、この液室の少なくとも一部の壁面を形成する振動板と、この振動板に対向する対向電極とを有し、振動板と対向電極との間に電圧を印加することで発生する静電気力により振動板を変形変位させて、液室内の圧力／体積を変化させることによりノズルからインク滴を吐出させる静電型インクジェットヘッドが知られている。

【0003】

20

このような静電型インクジェットヘッドとしては、例えば特開平6-71882号公報に記載されているように、振動板及び液室を形成したシリコン基板からなる第一基板と、シリコン酸化膜に凹部を形成して、この凹部底面に対向電極を形成したシリコン基板からなる第二基板と、ノズルを形成した第三基板とをSi-Siの直接接合法で接合し、振動板と対向電極との間のギャップ長を凹部の段差深さと対向電極厚みで規定するものが知られている。なお、凹部を振動板を形成する第一基板側にも設ける構造のものもある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上述した静電型インクジェットヘッドのように対向電極を絶縁膜を介してシリコン基板などの導電性基板に形成した場合、導電性基板がフローティング状態にあると、対向電極に電圧を印加したときに、対向電極と導電性基板との間の容量カップリングにより、基板電位が変動し、噴射特性が変動するという現象が生じ、特に、多数のノズルから同時にインク滴を吐出させようとする場合にその影響が大きくなるという課題がある。

30

【0005】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、インク滴吐出特性のバラツキを低減した液滴を吐出するヘッド及びこれを備えた画像形成装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本発明に係る液滴を吐出するヘッドは、第二基板上に直接設けられた絶縁膜に設けられた基板電位取り出し用接続孔を介して第二基板に接続された基板電位取り出し用電極が設けられ、基板電位取り出し用接続孔及び基板電位取り出し用電極が隣り合う対向電極の間の領域に形成されている構成としたものである。

40

【0007】

ここで、基板電位取り出し用接続孔の開口幅が電極の厚さに電極上に形成した絶縁膜の厚さを加えた値の2倍を超えないことが好ましい。また、第二基板の電極表面を覆うギャップが形成された絶縁膜表面をCMP研磨して第一基板と直接接合していることが好ましい。

本発明に係る画像形成装置は、本発明に係る液滴を吐出するヘッドを備えたものである。

【0008】

50

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明の第1実施形態に係る液滴を吐出するヘッドとしてのインクジェットヘッドの振動板長手方向の断面説明図、図2は同ヘッドの振動板短手方向の断面説明図、図3は同ヘッドの電極パターンの平面説明図である。

【0009】

このインクジェットヘッドは、シリコン基板を用いた第一基板1と、この第一基板1の下側に設けたシリコン基板を用いた導電性の電極基板である第二基板2と、第一基板1の上側に設けたノズルユニット3とを備え、ノズルユニット3は流路形成板4、共通インク室形成板5及びノズル板6からなり、複数のインク滴を吐出するノズル孔7、各ノズル孔7が連通するインク流路である液室8、各液室8にインク供給路を兼ねた流体抵抗部9を介して連通する共通インク室10及びノズル孔7と液室8とを連通するノズル連通路11などを形成している。

10

【0010】

第一基板1には、液室8及び液室8の壁面の一部を形成する電極を兼ねた振動板15を形成する凹部16を形成している。この第一基板1は、例えば、シリコン基板に予め振動板厚さにボロンを注入してエッチングストップ層となる高濃度ボロン層を形成し、第二基板2側と接合した後、液室8となる凹部16などをKOH水溶液などのエッチング液を用いて異方性エッチングし、このとき高濃度ボロン層がエッチングストップ層となって振動板15などが形成される。

20

【0011】

一方、第二基板2にはシリコン酸化膜などからなる絶縁膜21を形成し、この絶縁膜21上に振動板15に所定のギャップ17を置いて対向する個別対向電極22を配置し、これらの振動板15と対向電極22とによって振動板15を静電気力で変形させる静電アクチュエータを構成している。また、絶縁膜21の一部に基板電位取り出し用接続孔23を開口し、絶縁膜21表面から接続孔23を介して第二基板2に電氣的に接続された基板電位取り出し用電極24を形成している。

【0012】

この基板電位取り出し用電極24は、図3に示すように、対向電極22を取り囲むドーナツ状に配置し、また、対向電極22及び基板電位取り出し用電極24は略同一平面で外部と接続する電極パッド部22a、24aをそれぞれ形成している。そして、これらの対向電極22及び基板電位取り出し用電極24に電極パッド部22a、24aを除いてシリコン酸化膜25を成膜し、このシリコン酸化膜25にギャップ17を形成する凹部26を形成することによって、凹部26以外の部分を第一基板1と接合する接合部27及び接合部を兼ねたギャップ間隔壁28として形成している。

30

【0013】

ここで、図4に示すように、基板電位取り出し用接続孔23の開口幅をS、シリコン酸化膜25の厚みを T_{ox} 、基板電位取り出し用電極24及び対向電極22の厚みを T_{ce} としたとき、 $S < 2(T_{ox} + T_{ce})$ の関係が成り立つ、つまり、基板電位取り出し用接続孔23の開口幅Sが電極24の厚さ T_{ce} にシリコン酸化膜25の厚さ T_{ox} を加えた値の2倍を超えないように形成している。

40

【0014】

このように基板電位取り出し用接続孔23の開口幅Sを規定することにより、絶縁膜（シリコン酸化膜）21に形成した接続孔23部分の段差を電極材料及びシリコン酸化膜25によってほぼ完全に埋め込むことができ、接合部27及びギャップ間隔壁28に直接接合するための平坦化処理（例えばCMP処理）を施した場合の段差の角の丸まりを低減することができる。

【0015】

ノズルユニット3の流路形成板4にはインク供給路（流体抵抗部）9を形成する通孔及びノズル連通路11を形成する通孔を、共通インク室形成板5には共通インク室10を形成

50

する貫通孔及びノズル連通路 11 を形成する通孔を、ノズル板 6 にはノズル孔 7 を形成している。そして、このノズルユニット 3 の流路形成板 4 を接着剤 30 にて第一基板 1 上に接合している。

【0016】

なお、ノズル板 6 の表面には撥水性処理を施している。また、ノズルユニット 3 には共通インク室 10 に外部からインクを供給するための図示しないインク供給口部を設けている。さらに、液室 8 及び振動板 15 を形成した流路基板上にノズル孔を形成したノズル板 6 を接合した構造などにもすることもできる。

【0017】

このインクジェットヘッドにおいては、振動板 15 と対向電極 22 との間に駆動電圧を印加すると、振動板 15 と対向電極 22 との間に発生する静電力により振動板 15 が電極側に変位変形し、それに伴ない共通インク室 10 から流体抵抗部 9 を通ってインクが液室 8 に供給される。その後、電圧を 0 に戻したときに変位している振動板 15 がその弾性力によって元の位置に戻ろうとする力によりノズル孔 7 からインク滴が吐出される。

10

【0018】

ここで、このインクジェットヘッドにおいては、基板電位取り出し用電極 24 を設けているので、この基板電位取り出し用電極 24 を介して第二基板 2 の電位を一定に固定することで、対向電極 22 と第二基板 2 との間の容量カップリングによる第二基板 2 の電位の変動を防止することができ、多数のノズル孔 7 からインク滴を吐出させるマルチ駆動を行った場合にも各ノズル孔 7 からの滴吐出特性のバラツキが低減する。

20

【0019】

なお、基板電位取り出し用電極の配設構造は上記の例に限るものではない。例えば、図 5 に示すように、電極材料でのみ基板電位取り出し用接続孔 23 をほぼ埋め込んでも良いし、図 6 に示すように、基板電位取り出し用接続孔 23 を複数個（同図では 3 個）並べて形成し、各接続孔 23 を通じて基板電位取り出し用電極 24 を形成することで電極 24 と第二基板 2 との接触抵抗を減らすこともできる。また、基板電位取り出し用電極 24 の平面配置構造についても、上述した図 3 に示すようなドーナツ形状のほか、ライン状、ホール形状などにもすることもできる。

【0020】

次に、このインクジェットヘッドの製造工程について図 7 及び図 8 をも参照して説明する。

30

まず、図 7 (a) に示すように、シリコンウェハからなる第二基板 2 上に絶縁膜として厚さ $1.0 \mu\text{m}$ 程度の絶縁膜 21 としてのシリコン酸化膜を熱酸化により形成する。そして、同図 (b) に示すように、フォトリソ/エッチング工程により絶縁膜 21 の一部に基板電位取り出し用接続孔 23 を開口する。

【0021】

このとき、絶縁膜 21 を第二基板 2 上に成膜する条件を含めて、前述した $S = 2(T_{ox} + T_{ce})$ の関係が成り立つように、絶縁膜 21 に開口幅 S で基板電位取り出し用接続孔 23 を開口する。ここでは、開口幅 S を $1.2 \mu\text{m}$ 程度とした。

【0022】

40

次いで、同図 (c) に示すように、対向電極 22 及び基板電位取り出し用電極 24 となる電極材料膜 31 を成膜する。ここでは、電極材料膜 31 として、 WSi /ポリ Si の 2 層からなる膜を成膜し、その厚さはそれぞれ $0.2 \mu\text{m}$ / $0.15 \mu\text{m}$ とした。また、ポリ Si にはリンデポによりリンドーブを行っている。

【0023】

そして、同図 (d) に示すように、電極材料膜 31 を、フォトリソ/エッチング工程により、個別の対向電極 22 と基板電位取り出し用電極 24 との各パターンに分離する。このとき、各対向電極 22 間及び対向電極 23 と基板電位取り出し用電極 24 との間の分離溝 32 の幅 T は $0.5 \mu\text{m}$ 程度とした。

【0024】

50

続いて、図 8 (a) に示すように、電極 2 2、2 4 上に SiH_4 ガス及び N_2O ガスを用いて、圧力 1 3 P a、温度 8 5 0 程度の条件による L P - C V D 法により、シリコン酸化膜 2 5 を成膜する。ここでは、シリコン酸化膜 2 5 の厚さ T_{ox} を 0 . 7 μm 程度とした。

【 0 0 2 5 】

このとき、 $S < 2 (T_{ox} + T_{ce})$ の関係が成り立ち、また、上記条件で成膜したシリコン酸化膜 2 5 は非常に段差被覆性がよいので、各対向電極 2 2 間及び、対向電極 2 2 と基板電位取り出し用電極 2 4 との間の分離溝 3 2 及び基板電位取り出し用接続孔 2 3 による溝 3 3 は略埋め込まれる。

【 0 0 2 6 】

その後、同図 (b) に示すように、CMP によりシリコン酸化膜 2 5 の表面を研磨して平坦化する。ここでは、シリコン酸化膜 2 5 の膜厚減少量が 0 . 1 μm 程度、すなわち、シリコン酸化膜 2 5 の残膜厚量が 0 . 6 μm となるよう研磨を行った。この工程により、HTO 表面は直接接合が可能なレベル (表面粗さ $R_a < 5 \text{ nm}$ 程度) に平坦化される。

【 0 0 2 7 】

このとき、各対向電極 2 2 間及び対向電極 2 2 と基板電位取り出し用電極 2 4 との間の分離溝 3 2 はシリコン酸化膜 2 5 でほぼ埋め込まれ、また、基板電位取り出し用接続孔 2 3 の部分は電極 2 4 及びシリコン酸化膜 2 5 で略埋め込まれているので、CMP を行ったときの段差部分の丸まりはほとんど発生せず、接合面積の低下もほとんど起こらない。

【 0 0 2 8 】

続いて、同図 (c) に示すように、フォトリソ / エッチング工程によりシリコン酸化膜 2 5 に振動板 1 5 と電極 2 2 との間のギャップ 1 7 となる凹部 2 6 を形成する。ここでは深さ約 0 . 3 5 μm の凹部 2 6 を形成した。このとき、電極 2 2 上にはシリコン酸化膜 2 5 が厚さ約 0 . 2 5 μm 残り、これが振動板 1 5 と電極 2 2 の短絡を防ぐための保護膜となる。

【 0 0 2 9 】

次に、同図 (d) に示すように、第二基板 2 のシリコン酸化膜 2 5 と少なくとも一部がシリコンからなる振動板 1 5 を含む第一基板 1 とを直接接合により接合する。その後、第一基板 1 に、液室 8 の隔壁となる部分をシリコン窒化膜等でマスクし、 KOH 水溶液等のアルカリ水溶液でエッチングを行うことにより、液室 8 及び振動板 1 5 を形成し、更に、第一基板 1 上にノズルユニット 3 をエポキシ系接着剤 (接着層) 3 0 で接着接合し、その他の部材を接合することにより本実施形態に係るインクジェットヘッドが完成する。

【 0 0 3 0 】

上述したように、基板電位取り出し用接続孔 2 3 の開口幅 S 、シリコン酸化膜 2 5 の厚み T_{ox} 、基板電位取り出し用電極 2 4 及び対向電極 2 2 の厚み T_{ce} の関係を、 $S < 2 (T_{ox} + T_{ce})$ とすることで、CMP などによる接合面の平坦化処理を行った場合でも、段差の角からの丸まりを低減することができ、接合面積の低減を防止することができる。

【 0 0 3 1 】

これに対して、 $S > 2 (T_{ox} + T_{ce})$ とした場合には、CMP などによる接合面の平坦化処理を行った場合に段差の角からの丸まりが生じて接合面積が大幅に低下する。これを図 9 を参照して具体的に説明すると、同図 (a) に示すように、基板電位取り出し用接続孔 2 3 の開口幅 S を大きく ($> 2 (T_{ox} + T_{ce})$) 形成した場合、シリコン酸化膜 2 5 を成膜しても基板電位取り出し用接続孔 2 3 を埋め込むことができず、凹部 4 1 が残存する。

【 0 0 3 2 】

そのため、この状態で CMP による研磨を行うと、同図 (b) に示すように、凹部 4 1 に向かって傾斜した凹みが発生して、同図 (c) に示すように、振動板 1 5 を含む第一基板 1 を接合するときに、凹部 4 1 及びその周辺部分で大きな未接合領域ができて、接合強度が低下する。このような未接合領域が発生する場合でも接合強度を確保しようとする、その分チップ (ヘッド) 面積を大きくしなければならなくなる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

したがって、本発明のように基板電位取り出し用接続孔 2 3 の開口幅 S が電極 2 4 の厚さ T_{ce} にシリコン酸化膜 2 5 の厚さ T_{ox} を加えた値の 2 倍を超えないように形成することで、チップ面積を増大することなく十分な接合強度を確保することができる。

【 0 0 3 4 】

次に、本発明の他の実施形態に係るインクジェットヘッドについて図 1 0 乃至図 1 2 を参照して説明する。なお、図 1 0 は同ヘッドの振動板短手方向の断面説明図である。図 1 1 は図 1 0 のギャップ間隔壁部分の拡大説明図、図 1 2 は同ヘッドの電極パターンの平面説明図である。

【 0 0 3 5 】

このインクジェットヘッドでは、ギャップ間隔壁（電極間隔壁）2 8 の部分、すなわち対向電極 2 2、2 2 間にも基板電位取り出し用接続孔 2 3 及び基板電位取り出し用電極 2 4 を形成している。なお、その他の構成は前記実施形態と同様である。

【 0 0 3 6 】

このように、隣り合う対向電極 2 2、2 2 間にも基板電位取り出し用電極 2 4 を形成することにより、チップ中心付近での基板電位取り出し用接続孔 2 3 と第二基板 2 との間の距離を短くできるので、チップ中心付近のチャンネルにおいても、基板電位の変動による特性のバラツキを小さくすることができる。特に、比較的高抵抗の基板材料で第二基板 2 を形成したときに有効である。

【 0 0 3 7 】

なお、上記各実施形態においては、振動板の変位方向にインク滴が吐出するように形成したサイドシュータ方式のヘッドで説明したが、振動板の変位方向と交差する方向にインク滴が吐出するように形成したエッジシュータ方式のヘッドにも同様に適用できる。また、本発明は、インク滴を吐出するものに限らず、液体レジストなどの液滴を吐出するものなどにも適用できる。また、前述したようにプリンタ、ファクシミリ、プロッタ等の画像形成装置及び液滴を吐出する装置にも本発明に係る液滴を吐出するヘッドを搭載することができる。

【 0 0 3 8 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係る液滴吐出ヘッドによれば、第二基板上に直接設けられた絶縁膜に設けられた基板電位取り出し用接続孔を介して第二基板に接続された基板電位取り出し用電極が設けられ、基板電位取り出し用接続孔及び基板電位取り出し用電極が隣り合う対向電極の間の領域に形成されている構成としたので、特にチップ中心付近にチャンネルにおいても基板電位の変動による滴吐出特性のばらつきを低減することができるようになる。この液滴吐出ヘッドを搭載する本発明に係る画像形成装置によれば、滴吐出特性のばらつきが低減する。

【 0 0 3 9 】

ここで、基板電位取り出し用接続孔の開口幅が電極の厚さに電極上に形成した絶縁膜の厚さを加えた値の 2 倍を超えないようにすることで、接合面の平坦化処理を行った際の未接合領域の発生を低減することができ、接合強度の低下を防止できる。

【 0 0 4 1 】

さらに、第二基板の絶縁膜表面を C M P 研磨して第一基板と直接接合していることにより、高精度ギャップを形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係るインクジェットヘッドの振動板長手方向の断面説明図

【図 2】同ヘッドの振動板短手方向の断面説明図

【図 3】同ヘッドの電極パターンの平面説明図

【図 4】同ヘッドの基板電位取り出し用接続孔部分の要部拡大断面説明図

【図 5】同ヘッドの基板電位取り出し用接続孔部分の他の例の説明に供する要部拡大断面説明図

10

20

30

40

50

【図 6】同ヘッドの基板電位取り出し用接続孔部分の更に他の例説明に供する要部拡大断面説明図

【図 7】同ヘッドの製造方法を説明する模式的断面説明図

【図 8】同ヘッドの製造方法を説明する模式的断面説明図

【図 9】同実施形態の作用説明に供する比較例の構造を説明する模式的断面説明図

【図 10】本発明の他の実施形態に係るインクジェットヘッドの振動板短手方向に沿う模式的断面説明図

【図 11】同ヘッドの電極間隔壁部分の説明に供する要部拡大断面説明図

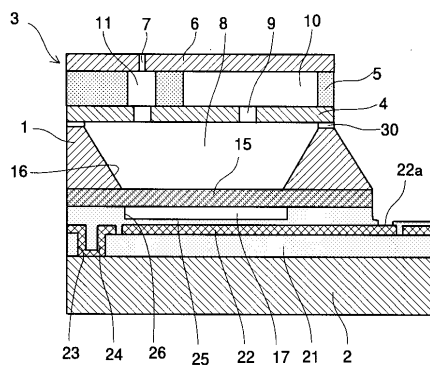
【図 12】同ヘッドの電極パターンの平面説明図

【符号の説明】

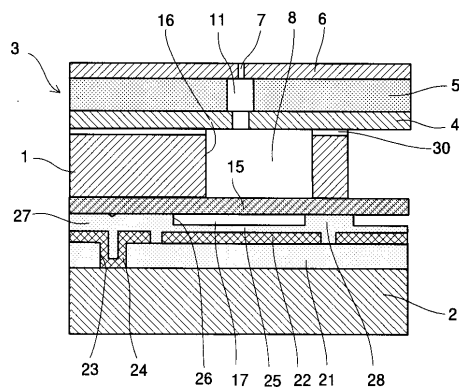
1 ... 第一基板、2 ... 第二基板、8 ... 液室、15 ... 振動板、16 ... 凹部、21 ... 絶縁膜、22 ... 電極、23 ... 基板電位取り出し用接続孔、24 ... 基板電位取り出し用電極、25 ... シリコン酸化膜。

10

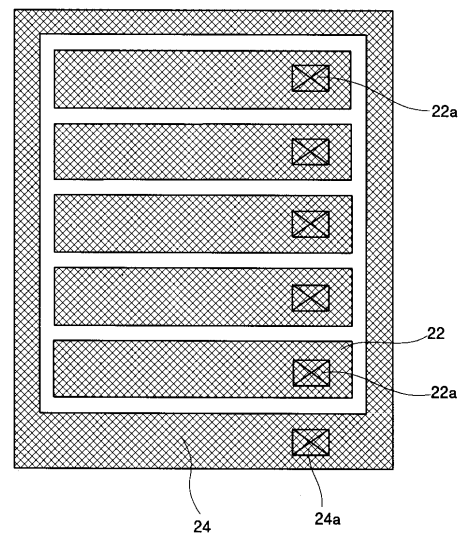
【図 1】



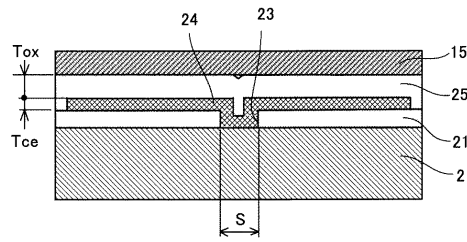
【図 2】



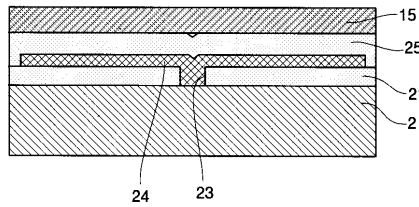
【図 3】



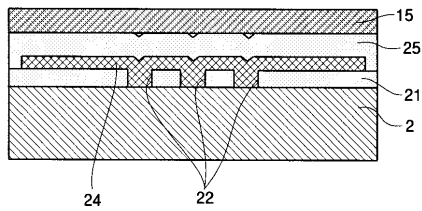
【図 4】



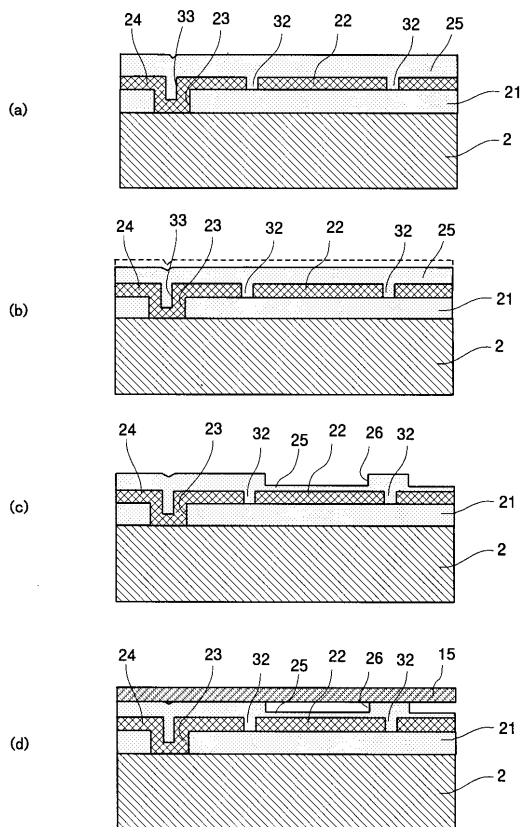
【図 5】



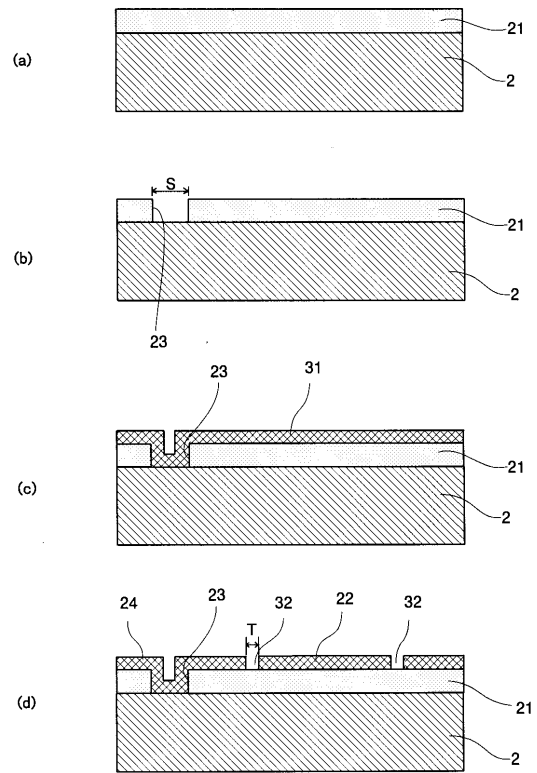
【図 6】



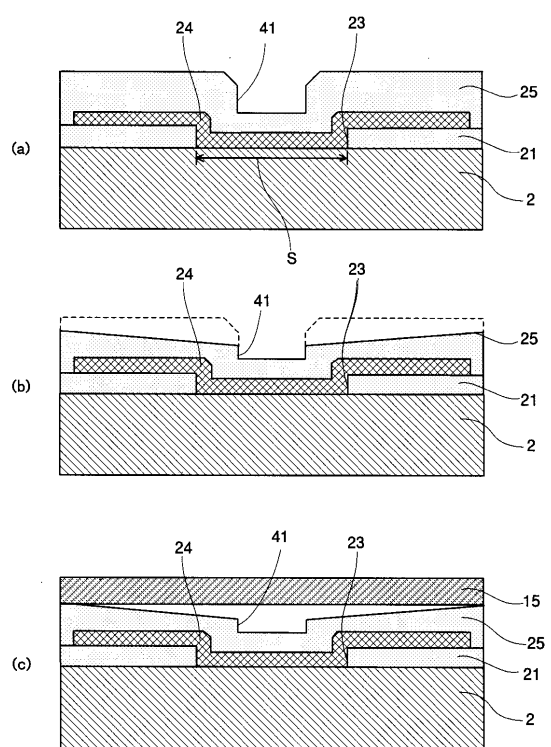
【図 8】



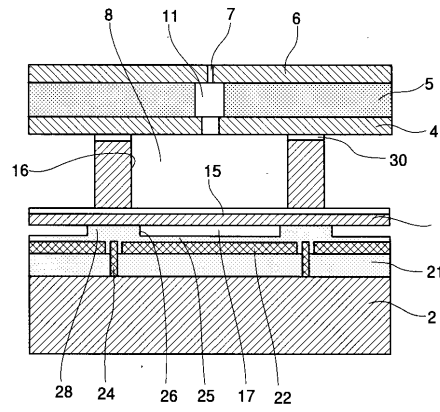
【図 7】



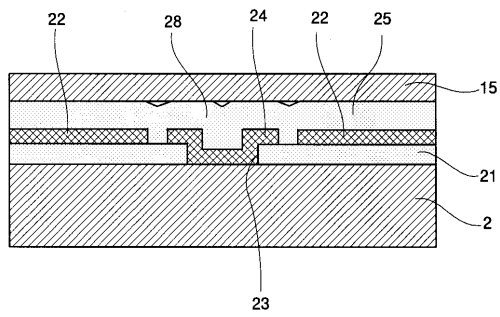
【図 9】



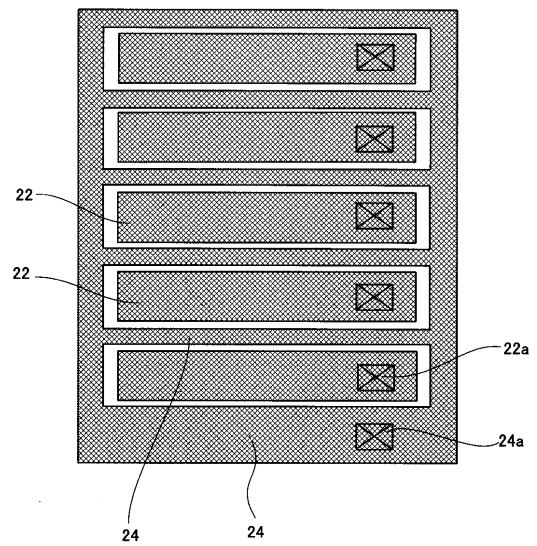
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 1 7 7 1 2 2 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 6 8 0 7 2 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 0 6 2 1 6 8 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 2 7 3 9 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/16