

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6141735号
(P6141735)

(45) 発行日 平成29年6月7日 (2017.6.7)

(24) 登録日 平成29年5月12日 (2017.5.12)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 L 41/047	(2006.01)	HO 1 L 41/047
HO 1 L 41/09	(2006.01)	HO 1 L 41/09
HO 1 L 41/273	(2013.01)	HO 1 L 41/273
HO 1 L 41/311	(2013.01)	HO 1 L 41/311
HO 1 L 41/43	(2013.01)	HO 1 L 41/43

請求項の数 5 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-200030 (P2013-200030)
 (22) 出願日 平成25年9月26日 (2013.9.26)
 (65) 公開番号 特開2015-69979 (P2015-69979A)
 (43) 公開日 平成27年4月13日 (2015.4.13)
 審査請求日 平成28年2月19日 (2016.2.19)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000006633
 京セラ株式会社
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
 (72) 発明者 小谷 圭一
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
 京セラ株式会社内

審査官 小山 満

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電アクチュエータ基板、それを用いた液体吐出ヘッドおよび記録装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の圧電セラミック層が積層された圧電セラミック積層体と、
 前記圧電セラミック層間に設けられた内部電極と、
 前記圧電セラミック積層体の貫通孔内に設けられ、前記内部電極に接続された貫通電極とを備え、
 前記内部電極は、前記貫通電極の直下に形成領域および非形成領域を有しており、
前記形成領域において前記内部電極と前記貫通電極とが接続されており、
前記非形成領域において前記内部電極の上下に位置する前記圧電セラミック層が相互に
接続していることを特徴とする圧電アクチュエータ基板。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の圧電アクチュエータ基板と、
 該圧電アクチュエータ基板が積層された流路部材と、
 前記圧電アクチュエータ基板に電氣的に接続されたフレキシブルプリント回路基板とを
 備えていることを特徴とする液体吐出ヘッド。

【請求項 3】

前記圧電アクチュエータ基板と、前記流路部材とが接着されていることを特徴とする請求項 2 に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 4】

請求項 2 または請求項 3 に記載の液体吐出ヘッドと、

20

記録媒体を搬送する搬送部と、
前記液体吐出ヘッドの動作を制御する制御部とを備えており、
前記液体吐出ヘッドは、前記記録媒体の搬送方向に交差する方向に往復移動するように制御されることを特徴とする記録装置。

【請求項 5】

請求項 2 または請求項 3 に記載の液体吐出ヘッドと、
記録媒体を搬送する搬送部と、
前記液体吐出ヘッドの動作を制御する制御部とを備えており、
前記液体吐出ヘッドは、前記記録媒体の搬送方向に交差する方向において固定されていることを特徴とする記録装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電アクチュエータ基板、それを用いた液体吐出ヘッドおよび記録装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、液体吐出ヘッドとして、例えば、液体を記録媒体上に吐出することによって、各種の印刷を行なうインクジェットヘッドが知られている。液体吐出ヘッドは、例えば、マニホールド（共通流路）およびマニホールドから複数の加圧室をそれぞれ介して繋がる吐出孔を有した平板状の流路部材と、加圧室をそれぞれ覆うように設けられた複数の変位素子を有するアクチュエータ基板とを積層して構成される（例えば、特許文献 1 を参照。）。

20

【0003】

この圧電アクチュエータ基板は、圧電セラミック層とセラミック振動板とを積層したものであり、変位素子は、圧電アクチュエータ基板の内部にある共通電極と、圧電アクチュエータ基板の表面にある複数の個別電極と、その間の圧電セラミック層とで構成されている。そして、共通電極は、圧電セラミック層に設けられている貫通孔中の導体を介して外部と導通するようになっている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2003 - 305852 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 に記載されているような圧電アクチュエータ基板は、貫通孔直下のセラミック振動板にクラックが生じることがあった。貫通孔のある部分の圧電アクチュエータ基板の厚さが、貫通孔の分薄いこと、および貫通孔があるため、セラミック振動板と内部電極という収縮挙動に差があるものが非対称に配置された状態で焼成されて応力が加わること、が原因であると考えられる。

40

【0006】

したがって、本発明の目的は、貫通孔部分にクラックの発生し難い圧電アクチュエータ基板、それを用いた液体吐出ヘッドおよび記録装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の圧電アクチュエータ基板は、複数の圧電セラミック層が積層された圧電セラミック積層体と、前記圧電セラミック層間に設けられた内部電極と、前記圧電セラミック積層体の貫通孔内に設けられ、前記内部電極に接続された貫通電極とを備え、前記内部電極は、前記貫通電極の直下に非形成領域を有していることを特徴とする。

50

【 0 0 0 8 】

また、本発明の液体吐出ヘッドは、前記圧電アクチュエータ基板と、該圧電アクチュエータ基板の前記セラミック振動板側の主面に積層されている、液体を吐出する吐出孔を有する流路部材とを含むことを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

また、本発明の記録装置は、前記液体吐出ヘッドと、記録媒体を前記液体吐出ヘッドに対して搬送する搬送部と、前記液体吐出ヘッドを制御する制御部とを備えていることを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、貫通孔の外周部分に非電極領域が存在するため、焼成収縮の応力が逃げるため、圧電アクチュエータ基板にクラックが生じ難くできる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 (a) は、本発明の一実施形態に係る液体吐出ヘッドを含む記録装置の側面図であり、 (b) は平面図である。

【 図 2 】 図 1 の液体吐出ヘッドの要部であるヘッド本体の平面図である。

【 図 3 】 図 2 の一点鎖線に囲まれた領域の拡大図であり、説明のため一部の流路を省略した図である。

【 図 4 】 図 2 の一点鎖線に囲まれた領域の拡大図であり、説明のため一部の流路を省略した図である。

【 図 5 】 本発明の一実施形態に係る圧電アクチュエータ基板の平面図である。

【 図 6 】 (a) は、図 3 の V - V 線に沿った縦断面図であり、 (b) は、図 5 の X - X 線に沿った縦断面図であり、 (c) は、 (b) の部分の平面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 2 】

図 1 (a) は、本発明の一実施形態に係る液体吐出ヘッド 2 を含む記録装置である (カラーインクジェット) プリンタ 1 の概略の側面図であり、図 1 (b) は、概略の平面図である。プリンタ 1 は、記録媒体である印刷用紙 P を搬送ローラ 8 0 a から搬送ローラ 8 0 b へと搬送することにより、印刷用紙 P を液体吐出ヘッド 2 に対して相対的に移動させる。制御部 8 8 は、画像や文字のデータに基づいて、液体吐出ヘッド 2 を制御して、記録媒体 P に向けて液体を吐出させ、印刷用紙 P に液滴を着弾させて、印刷用紙 P に印刷などの記録を行なう。

【 0 0 1 3 】

本実施形態では、液体吐出ヘッド 2 はプリンタ 1 に対して固定されており、プリンタ 1 はいわゆるラインプリンタとなっている。本発明の記録装置の他の実施形態としては、液体吐出ヘッド 2 を、印刷用紙 P の搬送方向に交差する方向、例えば、ほぼ直交する方向に往復させるなどして移動させる動作と、印刷用紙 P の搬送を交互に行なう、いわゆるシリアルプリンタが挙げられる。

【 0 0 1 4 】

プリンタ 1 には、印刷用紙 P とほぼ平行するように平板状の (ヘッド搭載) フレーム 7 0 が固定されている。フレーム 7 0 には図示しない 2 0 個の孔が設けられており、 2 0 個の液体吐出ヘッド 2 がそれぞれの孔の部分に搭載されていて、液体吐出ヘッド 2 の、液体を吐出する部位が印刷用紙 P に面するようになっている。液体吐出ヘッド 2 と印刷用紙 P との間の距離は、例えば 0 . 5 ~ 2 0 mm 程度とされる。5 つの液体吐出ヘッド 2 は、1 つのヘッド群 7 2 を構成しており、プリンタ 1 は、4 つのヘッド群 7 2 を有している。

【 0 0 1 5 】

液体吐出ヘッド 2 は、図 1 (a) の手前から奥へ向かう方向、図 1 (b) の上下方向に細長い長尺形状を有している。この長い方向を長手方向と呼ぶことがある。1 つのヘッド群 7 2 内において、3 つの液体吐出ヘッド 2 は、印刷用紙 P の搬送方向に交差する方向、

10

20

30

40

50

例えば、ほぼ直交する方向に沿って並んでおり、他の２つの液体吐出ヘッド２は搬送方向に沿ってずれた位置で、３つ液体吐出ヘッド２の間にそれぞれ一つずつ並んでいる。液体吐出ヘッド２は、各液体吐出ヘッド２で印刷可能な範囲が、印刷用紙Ｐの幅方向に（印刷用紙Ｐの搬送方向に交差する方向に）繋がるように、あるいは端が重複するように配置されており、印刷用紙Ｐの幅方向に隙間のない印刷が可能になっている。

【００１６】

４つのヘッド群７２は、記録用紙Ｐの搬送方向に沿って配置されている。各液体吐出ヘッド２には、図示しない液体タンクから液体（インク）が供給される。１つのヘッド群７２に属する液体吐出ヘッド２には、同じ色のインクが供給されるようになっており、４つのヘッド群で４色のインクが印刷できる。各ヘッド群７２から吐出されるインクの色は、例えば、マゼンタ（Ｍ）、イエロー（Ｙ）、シアン（Ｃ）およびブラック（Ｋ）である。このようなインクを、制御部８８で制御して印刷すれば、カラー画像が印刷できる。

10

【００１７】

プリンタ１に搭載される液体吐出ヘッド２の個数は、単色で、１つの液体吐出ヘッド２で印刷可能な範囲を印刷するのなら１つでもよい。ヘッドの群７２に含まれる液体吐出ヘッド２の個数や、ヘッド群７２の個数は、印刷する対象や印刷条件により適宜変更できる。例えば、さらに多色の印刷をするためにヘッドの群７２の個数を増やしてもよい。また、同色で印刷するヘッド群７２を複数配置して、搬送方向に交互に印刷することで、印刷速度（搬送速度）を速くすることができる。また、同色で印刷するヘッド群７２を複数準備して、搬送方向と交差する方向にずらして配置して、印刷用紙Ｐの幅方向の解像度を高くしてもよい。

20

【００１８】

さらに、色の付いたインクを印刷する以外に、印刷用紙Ｐの表面処理をするために、コーティング剤などの液体を印刷してもよい。

【００１９】

プリンタ１は、記録媒体である印刷用紙Ｐに印刷を行なう。印刷用紙Ｐは、給紙ローラ８０ａに巻き取られた状態になっており、２つのガイドローラ８２ａの間を通った後、フレーム７０に搭載されている液体吐出ヘッド２の下側を通り、２つの搬送ローラ８２ｂの間を通り、回収ローラ８０ｂに回収される。印刷する際には、搬送ローラ８２ｂを回転させることで印刷用紙Ｐは、一定速度で搬送され、液体吐出ヘッド２によって印刷される。回収ローラ８０ｂは、搬送ローラ８２ｂから送り出された印刷用紙Ｐを巻き取る。搬送速度は、例えば、７５ｍ／分とされる。各ローラは、制御部８８によって制御されてもよいし、人によって手動で操作されてもよい。

30

【００２０】

記録媒体は、印刷用紙Ｐ以外に、布などでもよい。また、プリンタ１を、印刷用紙Ｐの代わりに搬送ベルトを搬送する形態にし、記録媒体は、ロール状のもの以外に、搬送ベルト上に置かれた、枚葉紙や裁断された布、木材、タイルなどにしてもよい。さらに、液体吐出ヘッド２から導電性の粒子を含む液体を吐出するようにして、電子機器の配線パターンなどを印刷してもよい。またさらに、液体吐出ヘッド２から反応容器などに向けて所定量の液体の化学薬剤や化学薬剤を含んだ液体を吐出させて、反応させるなどして、化学薬品を作製してもよい。

40

【００２１】

また、プリンタ１に、位置センサ、速度センサ、温度センサなどを取り付け、制御部８８が、各センサからの情報から分かるプリンタ１各部の状態に応じて、プリンタ１の各部を制御してもよい。特に、液体吐出ヘッド２から吐出される液体の吐出特性（吐出量や吐出速度など）が外部の影響を受けるようであれば、液体吐出ヘッド２の温度や液体タンクの液体の温度、液体タンクの液体が液体吐出ヘッド２に加えている圧力に応じて、液体吐出ヘッド２において液体を吐出させる駆動信号を変えるようにしてもよい。

【００２２】

次に、本発明の一実施形態の液体吐出ヘッド２について説明する。図２は、図１に示さ

50

れた液体吐出ヘッド 2 の要部であるヘッド本体 1 3 を示す平面図である。図 3 は、図 2 の一点鎖線で囲まれた領域の拡大平面図であり、ヘッド本体 1 3 の一部である。図 3 では、説明のため、一部の流路を省略して描いている。図 4 は、図 3 と同じ位置の拡大平面図であり、図 3 とは別の一部の流路を省略して描いている。なお、図 3 および図 4 において、図面を分かり易くするために、圧電アクチュエータ基板 2 1 の下方にあって破線で描くべき加圧室 1 0 (加圧室群 9)、しぼり 1 2 および吐出孔 8 などを実線で描いている。図 5 は、圧電アクチュエータ基板 2 1 の平面図である。図 5 でも同様に、第 1 の共通電極用表面電極 3 7 や貫通孔 3 8 を実線で描いている。図 6 (a) は、図 3 の V - V 線に沿った縦断面図であり、(b) は、図 5 の X - X 線に沿った縦断面図であり、(c) は、(b) の部分の平面図である。図 6 (c) でも同様に、貫通孔の外周 (の下端) 3 8 a、貫通孔の外周 (の上端) 3 8 b、および非電極領域 3 4 b を実線で描いている。なお、図 6 (c) では、共通電極 (内部電極) 3 4 の存在する領域に網掛けをして示してある。

10

【0023】

ヘッド本体 1 3 は、平板状の流路部材 4 と、流路部材 4 上に、接着積層された圧電アクチュエータ基板 2 1 とを有している。圧電アクチュエータ基板 2 1 は台形形状を有しており、その台形の 1 対の平行対向辺が流路部材 4 の長手方向に平行になるように流路部材 4 の上面に配置されている。また、流路部材 4 の長手方向に平行な 2 本の仮想直線のそれぞれに沿って 2 つずつ、つまり合計 4 つの圧電アクチュエータ基板 2 1 が、全体として千鳥状に流路部材 4 上に配列されている。流路部材 4 上で隣接し合う圧電アクチュエータ基板 2 1 の斜辺同士は、流路部材 4 の短手方向について部分的にオーバーラップしている。このオーバーラップしている部分の圧電アクチュエータユニット 2 1 を駆動することにより印刷される領域では、2 つの圧電アクチュエータ基板 2 1 により吐出された液滴が混在して着弾することになる。

20

【0024】

流路部材 4 の内部には液体流路の一部であるマニホールド 5 が形成されている。マニホールド 5 は流路部材 4 の長手方向に沿って伸び細長い形状を有しており、流路部材 4 の上面にはマニホールド 5 の開口 5 b が形成されている。開口 5 b は、流路部材 4 の長手方向に平行な 2 本の直線 (仮想線) のそれぞれに沿って 5 個ずつ、合計 1 0 個形成されている。開口 5 b は、4 つの圧電アクチュエータ基板 2 1 が配置された領域を避ける位置に形成されている。マニホールド 5 には開口 5 b を通じて図示されていない液体タンクから液体が供給されるようになっている。

30

【0025】

流路部材 4 内に形成されたマニホールド 5 は、複数本に分岐している (分岐した部分のマニホールド 5 を副マニホールド 5 a ということがある)。開口 5 b に繋がるマニホールド 5 は、圧電アクチュエータ基板 2 1 の斜辺に沿うように延在しており、流路部材 4 の長手方向と交差して配置されている。2 つの圧電アクチュエータ基板 2 1 に挟まれた領域では、1 つのマニホールド 5 が、隣接する圧電アクチュエータ基板 2 1 に共有されており、副マニホールド 5 a がマニホールド 5 の両側から分岐している。これらの副マニホールド 5 a は、流路部材 4 の内部の各圧電アクチュエータ基板 2 1 に対向する領域に互いに隣接してヘッド本体 1 3 の長手方向に延在している。

40

【0026】

流路部材 4 は、複数の加圧室 1 0 がマトリクス状 (すなわち、2 次元的かつ規則的) に形成されている 4 つの加圧室群 9 を有している。加圧室 1 0 は、角部にアールが施されたほぼ菱形の平面形状を有する中空の領域である。加圧室 1 0 は流路部材 4 の上面に開口するように形成されている。これらの加圧室 1 0 は、流路部材 4 の上面における圧電アクチュエータ基板 2 1 に対向する領域のほぼ全面に渡って配列されている。したがって、これらの加圧室 1 0 によって形成された各加圧室群 9 は圧電アクチュエータ基板 2 1 とほぼ同一の形状の領域を占有している。また、各加圧室 1 0 の開口は、流路部材 4 の上面に圧電アクチュエータ基板 2 1 が接着されることで閉塞されている。

【0027】

50

本実施形態では、図 3 に示されているように、マニホールド 5 は、流路部材 4 の短手方向に互いに平行に並んだ 4 列の E 1 ~ E 4 の副マニホールド 5 a に分岐し、各副マニホールド 5 a に繋がった加圧室 10 は、等間隔に流路部材 4 の長手方向に並ぶ加圧室 10 の列を構成し、その列は、短手方向に互いに平行に 4 列配列されている。副マニホールド 5 a に繋がった加圧室 10 の並ぶ列は副マニホールド 5 a の両側に 2 列ずつ配列されている。

【 0 0 2 8 】

全体では、マニホールド 5 から繋がる加圧室 10 は、等間隔に流路部材 4 の長手方向に並ぶ加圧室 10 の列を構成し、その列は、短手方向に互いに平行に 16 列配列されている。各加圧室列に含まれる加圧室 10 の数は、アクチュエータである変位素子 50 の外形形状に対応して、その長辺側から短辺側に向かって次第に少なくなるように配置されている。吐出孔 8 もこれと同様に配置されている。これによって、全体として長手方向に 600 dpi の解像度で画像形成が可能となっている。

【 0 0 2 9 】

つまり、流路部材 4 の長手方向に平行な仮想直線に対して直交するように吐出孔 8 を投影すると、図 3 に示した仮想直線の R の範囲に、各副マニホールド 5 a 繋がっている 4 つの吐出孔 8、つまり全部で 16 個の吐出孔 8 が 600 dpi の等間隔になっている。また、各副マニホールド 5 a には平均すれば 150 dpi に相当する間隔で個別流路 32 が接続されている。これは、600 dpi 分の吐出孔 8 を 4 つ列の副マニホールド 5 a に分けて繋ぐ設計をする際に、各副マニホールド 5 a に繋がる個別流路 32 が等しい間隔で繋がるとは限らないため、マニホールド 5 a の延在方向、すなわち主走査方向に平均 170 μ m (150 dpi ならば $25.4 \text{ mm} / 150 = 169 \mu \text{m}$ 間隔である) 以下の間隔で個別流路 32 が形成されているということである。

【 0 0 3 0 】

圧電アクチュエータ基板 21 の上面における各加圧室 10 および後述のダミー加圧室に対向する位置には後述する個別電極 35 がそれぞれ形成されている。すなわち、個別電極 35 は、圧電アクチュエータ基板 21 の上面に、第 1 の方向および第 1 の方向とは異なる方向に渡って形成されている。個別電極 35 は加圧室 10 より一回り小さく、加圧室 10 とほぼ相似な形状を有しており、圧電アクチュエータ基板 21 の上面における加圧室 10 と対向する領域内に収まるように配置されている。

【 0 0 3 1 】

流路部材 4 の下面の液体吐出面には多数の吐出孔 8 が形成されている。これらの吐出孔 8 は、流路部材 4 の下面側に配置された副マニホールド 5 a と対向する領域を避けた位置に配置されている。また、これらの吐出孔 8 は、流路部材 4 の下面側における圧電アクチュエータ基板 21 と対向する領域内に配置されている。これらの吐出孔群は圧電アクチュエータ基板 21 とほぼ同一の形状の領域を占有しており、対応する圧電アクチュエータ基板 21 の変位素子 50 を変位させることにより吐出孔 8 から液滴が吐出できる。吐出孔 8 の配置については後で詳述する。そして、それぞれの領域内の吐出孔 8 は、流路部材 4 の長手方向に平行な複数の直線に沿って等間隔に配列されている。

【 0 0 3 2 】

以上の流路は、液滴の吐出に直接関係する流路であるが、流路部材 4 には、図では省略してあるダミー加圧室が設けられている。ダミー加圧室は、加圧室 10 が設けられている台形状の領域の周囲に一直列形成されている。ダミー加圧室により、加圧室 10 のうちの最も外側にある加圧室 10 の周囲の流路部材 4 の剛性などが、他の加圧室 10 の状態と近くなるので、液体吐出特性のばらつきを少なくできる。ダミー加圧室の形状は加圧室と同じであるが、他の流路に繋がってはいない。ダミー加圧室の配置は、加圧室 10 のマトリクス状の配置を延長するように配置される。

【 0 0 3 3 】

ヘッド本体 13 に含まれる流路部材 4 は、複数のプレートが積層された積層構造を有している。これらのプレートは、流路部材 4 の上面から順に、キャビティプレート 22、ベースプレート 23、アパーチャ(しぼり)プレート 24、サブライプレート 25、26、

10

20

30

40

50

マニホールドプレート 27、28、29、カバープレート 30 およびノズルプレート 31 である。これらのプレートには多数の孔が形成されている。各プレートは、これらの孔が互いに連通して個別流路 32 および副マニホールド 5a を構成するように、位置合わせして積層されている。ヘッド本体 13 は、図 6 に示されているように、加圧室 10 は流路部材 4 の上面に、副マニホールド 5a は内部の下面側に、吐出孔 8 は下面にと、個別流路 32 を構成する各部分が異なる位置に互いに近接して配設され、加圧室 10 を介して副マニホールド 5a と吐出孔 8 とが繋がる構成を有している。

【0034】

各プレートに形成された孔について説明する。これらの孔には、次のようなものがある。第 1 に、キャビティプレート 22 に形成された加圧室 10 である。第 2 に、加圧室 10 の一端から副マニホールド 5a へと繋がる流路を構成する連通孔である。この連通孔は、ベースプレート 23 (詳細には加圧室 10 の入り口) からサプライプレート 25 (詳細には副マニホールド 5a の出口) までの各プレートに形成されている。なお、この連通孔には、アパーチャプレート 24 に形成されたしぼり 12 と、サプライプレート 25、26 に形成された個別供給流路 6 とが含まれている。

【0035】

第 3 に、加圧室 10 の他端から吐出孔 8 へと連通する流路を構成する連通孔である。この連通孔は、以下の記載においてディセンダ (部分流路) と呼称される。ディセンダは、ベースプレート 23 (詳細には加圧室 10 の出口) からノズルプレート 31 (詳細には吐出孔 8) までの各プレートに形成されている。第 4 に、副マニホールド 5a を構成する連

【0036】

このような連通孔が相互に繋がり、副マニホールド 5a からの液体の流入口 (副マニホールド 5a の出口) から吐出孔 8 に至る個別流路 32 を構成している。副マニホールド 5a に供給された液体は、以下の経路で吐出孔 8 から吐出される。まず、副マニホールド 5a から上方向に向かって、個別供給流路 6 を通り、しぼり 12 の一端部に至る。次に、しぼり 12 の延在方向に沿って水平に進み、しぼり 12 の他端部に至る。そこから上方に向かって、加圧室 10 の一端部に至る。さらに、加圧室 10 の延在方向に沿って水平に進み、加圧室 10 の他端部に至る。そこから少しずつ水平方向に移動しながら、主に下方に向かい、下面に開口した吐出孔 8 へと進む。

【0037】

圧電アクチュエータ基板 21 は、図 6 に示されるように、2 枚の圧電セラミック層 21a、21b からなる積層構造を有している。圧電アクチュエータ基板 21 の圧電セラミック層 21a、21b の厚さは、それぞれ 15 ~ 25 μm 程度である。圧電アクチュエータ基板 21 は、流路部材 4 の加圧室 10 の開口している平面状の面に積層されており、圧電セラミック層 21a、21b のいずれの層も複数の加圧室 10 を跨ぐように延在している (図 3 参照)。これらの圧電セラミック層 21a、21b は、強誘電性を有するチタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) 系のセラミックス材料からなる。圧電セラミック層 21a は、セラミック振動板として働いており、圧電性を有する必要性は特になく、ジルコニアなどの他のセラミックス材料を用いてもよい。

【0038】

圧電アクチュエータ基板 21 は、Ag - Pd 系などの金属材料からなる、内部電極である共通電極 34、Au 系などの金属材料からなる第 1 の表面電極である個別電極 35、個別電極 35 の上に形成されている Ag 系などの金属材料からなる接続ランド 36 を有している。個別電極 35 だけを Ag 系の金属材料で形成してもよい。個別電極 35 は上述のように圧電アクチュエータ基板 21 の上面における加圧室 10 およびダミー加圧室と対向する位置に配置されている個別電極本体 35a と、個別電極本体 35a から加圧室 10 のない位置まで引き出されている接続電極 35b とを含んでいる。Au 系導体の形成する場合の個別電極 35 の厚さは、0.3 ~ 1 μm であり、Ag 系導体の形成する場合の個別電極 35 の厚さは、1 ~ 3 μm である。接続電極 35b には接続ランド 36 が形成されている

。接続ランド36は例えばガラスフリットを含む銀からなり、厚さが5～15 μm 程度で凸状に形成されている。また、接続ランド36には、必要に応じてさらに接続パンプを形成した上、図示されていないFPC(Flexible Printed Circuit)に設けられた電極と電氣的に接合されている。詳細は後述するが、個別電極35には、制御部88からFPCを通じて駆動信号(駆動電圧)が供給される。駆動信号は、印刷媒体Pの搬送速度と同期して一定の周期で供給される。

【0039】

なお、以上は、圧電アクチュエータ基板21が2層の圧電セラミック層の場合の構造であるが、3相層以上の圧電セラミック層を積層して、個別電極35と共通電極34が交互になるように配置してもよい。

【0040】

個別電極35は、圧電アクチュエータ基板21の一方の主面の略全面に渡ってマトリクス状に形成されている。すなわち、第1の方向および第1の方向とは異なる方向に渡って形成されている。

【0041】

なお、個別電極35のうち列A、B、Cの個別電極は、その直下がダミー加圧室となるダミー個別電極45である。このダミー個別電極45から引き出される接続電極の一部には、ダミー接続ランド46が形成されている。また、ダミー接続ランド46は、個別電極35(ダミー個別電極35を含む)が形成されていない部分に単独にも形成されていて、圧電アクチュエータ基板21と流路部材4を接合するときに加わる圧力を均等化することができる。

【0042】

共通電極34は、圧電セラミック層21aと圧電セラミック層21bとの間の領域に面方向のほぼ全面に渡って形成されている。すなわち、共通電極34は、圧電アクチュエータ基板21に対向する領域内の全ての加圧室10を覆うように延在している。共通電極34の厚さは0.7 μm 程度である。共通電極34は複数の貫通孔38中に入り込んでいる第2の表面電極である共通電極用表面電極37と電氣的に繋がっており、さらに外部と電氣的に繋がっている。貫通孔38の直径は50～200 μm 程度である。貫通孔38は、共通電極用表面電極37が入り込みやすいように、共通電極34と繋がっている底部の形状より、圧電セラミック層21bの上面の開口の形状が大きい方が好ましい。円形状の場合、上面の開口径が5～25%、特に5～15%、底面の開口径より大きいのが好ましい。さらに、貫通孔38の底部から上面の開口に向かって徐々に開口径が広がっていくのが好ましい。

【0043】

貫通孔38直下の圧電セラミック層(セラミック振動板)21aには、クラックが生じることがあった。貫通孔38のある部分の圧電アクチュエータ基板21の厚さが、貫通孔38の分薄いこと、および焼成時における、圧電セラミック層21と共通電極34との収縮挙動の差により応力が加わることにあると考えられる。

【0044】

そこで、共通電極34を完全なベタでなくし、一部に電極のない非電極領域34bを設けることで応力を低減させて、クラックを生じ難くする。共通電極34は、貫通孔38の外周(の下端)38aの全周囲において、貫通孔38より大きく広がっているが、貫通孔38の外周(の下端)38aに沿って、共通電極34の存在しない非電極領域34bを設ける。また、貫通孔の外周(の下端)38a全体が非電極領域34bになっていると、共通電極用表面電極37と共通電極38とが電氣的に繋がらなくなってしまうので、貫通孔の外周(の下端)38aに沿って、共通電極34が存在している電極領域34aおよび共通電極34が存在しない非電極領域34bの両方を設ける。なお、共通電極34が、貫通孔38の外周(の下端)38aの全周囲において、貫通孔38より大きく広がっていると、貫通孔38の外周付近(例えば、貫通孔38から貫通孔38の直径程度の範囲)には、貫通孔の外周(の下端)38aに存在する非電極領域34b以外に内部電極24の存在

10

20

30

40

50

していない部分がないことを表している。

【 0 0 4 5 】

貫通孔の外周（の下端）38 aの長さの30%以上を非電極領域34 bとすることで、焼成時の応力の発生を緩和して、クラックを発生させ難くすることができる。このようなクラックがあると、外部から水などの液体が侵入して、内部電極34と圧電セラミック層21 a、bとの界面が剥離するおそれがある。また、圧電アクチュエータ基板21を流路部材4と接着積層した際に、接着剤がクラックを通じて圧電アクチュエータ基板21の表面に広がり、変位素子50まで達して、その変位を少なくしてしまうことがある。クラックを発生し難くすることで、これらを抑制できる。また、貫通孔の外周（の下端）38 aの長さの82%以下を非電極領域34 bとすること、換言すれば、18%以上を電極領域34 aとすることで、導通不良を生じ難くすることができる。なお、図6（c）の非電極領域34 bの割合は、約50%である。

10

【 0 0 4 6 】

非電極領域34 bの幅（貫通孔の外周（の下端）38 aに沿った方向に直交する方向の長さ）が大きいと、共通電極34のないことにより収縮率が異なる領域が大きくなるため、圧電アクチュエータ基板21が局所的に反るおそれがある。そりを小さくするために、幅は、100 μm以下、特に50 μm以下とするのが好ましい。

【 0 0 4 7 】

非電極領域34 bは、例えば、共通電極34を形成する際に、予め形成しないことで形成すればよい。しかし、そのように形成すると、貫通孔38と位置を合わせて積層するのが難しくなる。位置合わせを容易にするためには、非電極領域34 bの幅を大きくすればよいが、そうすると、上述したように圧電アクチュエータ基板21が局所的に反るおそれがある。

20

【 0 0 4 8 】

また、貫通孔の外周（の下端）38 aは、1つの電極領域34 aと1つの非電極領域34 bとに、大きく2分割されているのが好ましい。非電極領域34 bが1つにまとまっている方が、応力緩和の効果が大きいからである。さらに、各貫通孔38に対する非電極領域34 bの配置は、圧電アクチュエータ基板21内において揃っていることが好ましい。すなわち、図6（c）のように、非電極領域34 bが、貫通孔38の左側に配置されている場合、他の貫通孔38においても非電極領域34 bが左側に配置されているのが好ましい。そのようにすれば、貫通孔38同士の間で、非電極領域34 b同士の距離が近くに配置されることがなくなり、周囲と収縮率が異なり、局所的な反りの原因となるおそれのある非電極領域34 bが集中して配置されないため、圧電アクチュエータ基板21に反りが生じ難くできる。

30

【 0 0 4 9 】

そこで、圧電セラミック層21 bとなるグリーンシートと、圧電セラミック層21 aとなるグリーンシートとを積層する際に、貫通孔下端の突起21 b aにより、共通電極34となる印刷された導体ペーストを押し退けることで、非電極領域34 bを形成するとよい。図6（b）のように、貫通孔下端の突起21 b aの大きさを、右側より左側を大きくすることにより（正確に言えば、貫通孔の外周（の下端）38 aに沿った領域において、右側から左側に向かって徐々に突起を大きくしておくことにより）、左側では、非電極領域34 bが形成され、右側では、共通電極34が屈曲するものの、電極は残って、電極領域34 aとなるようにできる。

40

【 0 0 5 0 】

図6（a）に示されるように、共通電極34と個別電極35とは、最上層の圧電セラミック層21 bのみを挟むように配置されている。圧電セラミック層21 bにおける個別電極35と共通電極34とに挟まれた領域は活性部と呼称され、その部分の圧電セラミックスには厚み方向に分極が施されている。本実施形態の圧電アクチュエータ基板21においては、最上層の圧電セラミック層21 bのみが活性部を含んでおり、圧電セラミック21 aは活性部を含んでおらず、振動板として働く。この圧電アクチュエータ基板21はいわ

50

ゆるユニモルフタイプの構成を有している。

【 0 0 5 1 】

なお、後述のように、個別電極 3 5 に選択的に所定の駆動信号が供給されることにより、この個別電極 3 5 に対応する加圧室 1 0 内の液体に圧力が加えられる。これによって、個別流路 3 2 を通じて、対応する液体吐出口 8 から液滴が吐出される。すなわち、圧電アクチュエータ基板 2 1 における各加圧室 1 0 に対向する部分は、各加圧室 1 0 および液体吐出口 8 に対応する個別の変位素子 5 0 (アクチュエータ) に相当する。つまり、2 枚の圧電セラミック層からなる積層体中には、図 6 に示されているような構造を単位構造とする変位素子 5 0 が加圧室 1 0 毎に、加圧室 1 0 の直上に位置する振動板 2 1 a、共通電極 3 4、圧電セラミック層 2 1 b、個別電極 3 5 により作り込まれており、圧電アクチュエータ基板 2 1 には変位素子 5 0 が複数含まれている。なお、本実施形態において 1 回の吐出動作によって液体吐出口 8 から吐出される液体の量は 5 ~ 7 p L (ピコリットル) 程度である。

10

【 0 0 5 2 】

多数の個別電極 3 5 は、個別に電位を制御することができるよう、それぞれが F P C 上のコンタクトおよび配線を介して、個別にアクチュエータ制御手段に電氣的に接続されている。

【 0 0 5 3 】

本実施形態における圧電アクチュエータ基板 2 1 の液体吐出時の駆動方法の一例を、個別電極 3 5 に供給される駆動電圧 (駆動信号) に関して説明する。個別電極 3 5 を共通電極 3 4 と異なる電位にして圧電セラミック層 2 1 b に対してその分極方向に電界を印加したとき、この電界が印加された部分が、圧電効果により歪む活性部として働く。電界が加わったとき、圧電セラミック層 2 1 b は、その厚み方向すなわち積層方向に伸長または収縮し、圧電横効果により積層方向と垂直な方向すなわち面方向に収縮または伸長しようとする。一方、残りの圧電セラミック層 2 1 a は、個別電極 3 5 と共通電極 3 4 とに挟まれた領域を持たない非活性層であるので、自発的に変形しない。つまり、圧電アクチュエータ基板 2 1 は、上側 (つまり、加圧室 1 0 とは離れた側) の圧電セラミック層 2 1 b を、活性部を含む層とし、かつ下側 (つまり、加圧室 1 0 に近い側) の圧電セラミック層 2 1 a を非活性層とした、いわゆるユニモルフタイプの構成となっている。

20

【 0 0 5 4 】

この構成において、電界と分極とが同方向となるように、アクチュエータ制御部により個別電極 3 5 を共通電極 3 4 に対して正または負の所定電位とすると、圧電セラミック層 2 1 b の電極に挟まれた部分 (活性部) が、面方向に収縮する。一方、非活性層の圧電セラミック層 2 1 a は電界の影響を受けないため、自発的には縮むことがなく活性部の変形を規制しようとする。この結果、圧電セラミック層 2 1 b と圧電セラミック層 2 1 a との間で分極方向への歪みに差が生じて、圧電セラミック層 2 1 b は加圧室 1 0 側へ凸となるように変形 (ユニモルフ変形) する。

30

【 0 0 5 5 】

本実施の形態における実際の駆動手順は、あらかじめ個別電極 3 5 を共通電極 3 4 より高い電位 (以下高電位と称す) にしておき、吐出要求がある毎に個別電極 3 5 を共通電極 3 4 と一旦同じ電位 (以下低電位と称す) とし、その後所定のタイミングで再び高電位とする。これにより、個別電極 3 5 が低電位になるタイミングで、圧電セラミック層 2 1 a、b が元の形状に戻り、加圧室 1 0 の容積が初期状態 (両電極の電位が異なる状態) と比較して増加する。このとき、加圧室 1 0 内に負圧が与えられ、液体がマニホールド 5 側から加圧室 1 0 内に吸い込まれる。その後再び個別電極 3 5 を高電位にしたタイミングで、圧電セラミック層 2 1 a、b が加圧室 1 0 側へ凸となるように変形し、加圧室 1 0 の容積減少により加圧室 1 0 内の圧力が正圧となり液体への圧力が上昇し、液滴が吐出される。つまり、液滴を吐出させるため、高電位を基準とするパルスを含む駆動信号を個別電極 3 5 に供給することになる。このパルス幅は、加圧室 1 0 内において圧力波がマニホールド 5 から吐出孔 8 まで伝播する時間長さである A L (Acoustic Length) が理想的である。

40

50

これによると、加圧室 10 内部が負圧状態から正圧状態に反転するときに両者の圧力が合わさり、より強い圧力で液滴を吐出させることができる。

【0056】

以上のような液体吐出ヘッド 2 は、例えば、以下のようにして作製する。ロールコータ法、スリットコーター法などの一般的なテープ成形法により、圧電性セラミック粉末と有機組成物からなるテープの成形を行ない、焼成後に圧電セラミック層 21a、21b となる複数のグリーンシートを作製する。

【0057】

グリーンシートの一部には、貫通孔 38 となる孔を、パンチングやレーザーで開ける。この際、貫通孔 38 をパンチングで開け、打ち抜き金型と受け金型のクリアランスの大きさ（金型の寸法差）を調整することで、貫通孔下端の突起 21ba の大きさを調整できる。また、打ち抜き金型と受け金型との中心をずらすことで、貫通孔の外周の位置によって、貫通孔下端の突起 21ba の大きさを変えることができる。すなわち、クリアランスを大きめにするとともに、中心をずらせば、それにより、それらが合わさって、打ち抜き金型と受け金型との間が大きく開いた部分で打ち抜かれた貫通孔下端の突起 21ba を大きくできる。

10

【0058】

続いて、グリーンシートの一部には、その表面に共通電極 34 となる電極ペーストを印刷等により形成する。さらに、各グリーンシートを積層して積層体を作製し、加圧密着を行なう。圧電セラミック層 21b となるグリーンシートと、圧電セラミック層 21a となるグリーンシートとを積層する際、貫通孔の外周の下端 38a において、貫通孔下端の突起 21ba が、共通電極 34 となる電極ペーストの一部を押し退けることで、その部分が、電極のない非電極領域 34b となる。加圧密着後の積層体を高濃度酸素雰囲気下で焼成し、圧電アクチュエータ素体を作製する。その後、Ag ペーストを用いて圧電アクチュエータ素体表面に個別電極 35 および共通電極用表面電極 37 を印刷した後、焼成する。

20

【0059】

次に、流路部材 4 と、圧延法等により得られプレート 22 ~ 31 とを、接着層を介して積層して作製する。プレート 22 ~ 31 に、マニホールド 5、個別供給流路 6、加圧室 10 およびディセンダなどとなる孔を、エッチングにより所定の形状に加工する。

【0060】

30

これらプレート 22 ~ 31 は、Fe—Cr 系、Fe—Ni 系、WC—TiC 系の群から選ばれる少なくとも 1 種の金属によって形成されていることが望ましく、特に液体としてインクを使用する場合にはインクに対する耐食性の優れた材質からなることが望ましいため、Fe—Cr 系がより好ましい。

【0061】

圧電アクチュエータ基板 21 と流路部材 4 とは、例えば接着層を介して積層接着することができる。接着層としては、周知のものを使用することができるが、圧電アクチュエータ基板 21 や流路部材 4 への影響を及ぼさないために、熱硬化温度が 100 ~ 150 のエポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリフェニレンエーテル樹脂の群から選ばれる少なくとも 1 種の熱硬化性樹脂系の接着剤を用いるのがよい。このような接着層を用いて熱硬化温度にまで加熱することによって、圧電アクチュエータ基板 21 と流路部材 4 とを加熱接合することができる。

40

【実施例】

【0062】

図 5 に示した圧電アクチュエータ基板 21 を作製して評価した。圧電アクチュエータ基板 21 は、貫通孔 38 を形成する際に、打ち抜き金型と受け金型との寸法および位置のオフセットを変えることで、貫通孔下端の突起 21ba の状態の異なるものを作製した。これにより、貫通孔 38 の外周における非電極領域 34b の比率異なる圧電アクチュエータ基板 21 を作製した。

【0063】

50

圧電アクチュエータ基板 2 1 は総厚約 40 μm と薄いため、透過光により非電極領域 3 4 b が観察できた。同一条件で作成した圧電アクチュエータ基板 2 1 の貫通孔 3 8 を 5 個測定して平均し、非電極領域 3 4 b の割合とした。なお、そのままの状態では非電極領域 3 4 b が観察し難い場合は、共通電極用表面電極 3 7 を研磨で取り除いたり、圧電セラミック層 2 1 a、b を研磨で薄くして観察してもよい。

【0064】

圧電アクチュエータ基板 2 1 は、流路部材 4 と接着積層し、圧電アクチュエータ基板 2 1 の表面に接着剤が染み出してくるかどうかを観察することで、圧電セラミック層 2 1 a にクラックが生じているかどうかを評価した。圧電アクチュエータ基板 2 1 に 30 個ある貫通孔 3 8 に一つでも接着剤の染み出しがあった場合、染み出し不良と判断した。

10

【0065】

続いて、共通電極用表面電極 3 7 を貫通孔 3 8 毎に切断して、各貫通孔 3 8 における導通を評価できるようにして、抵抗値を測定した。導通していない貫通孔 3 8 があった場合、あるいは、抵抗値が平均に対して 2 倍以上高い貫通孔 3 8 があった場合、導通不良と判断した。以上の評価結果を表 1 に示す。

【0066】

【表 1】

試料 No.	非電極 領域比率	染み出し 不良率	導通 不良率
* 1	0%	5%	0%
2	10%	3%	0%
3	18%	1%	0%
4	30%	0%	0%
5	52%	0%	0%
6	66%	0%	0%
7	82%	0%	0%
8	88%	0%	2%
* 9	100%	0%	100%

20

*印は本発明の範囲外の試料を示す。

【0067】

非電極領域 3 4 b のない、本発明の範囲外の試料 No. 1 に対して、本発明の範囲内の試料 No. 2 ~ 8 は、非電極領域 3 4 b および電極領域 3 4 a が存在することで、染み出し不良率が低くなった。非電極領域 3 4 b の比率が 88 % と高い試料 No. 8 では、導通不良が発生したが、良品率は、試料 No. 1 よりも高くなった。また、非電極領域 3 4 b の比率が 30 ~ 82 % であった試料 No. 4 ~ 8 では、染み出し不良および導通不良が発生せず、良好な圧電アクチュエータ基板 2 1 が得られた。

40

【符号の説明】

【0068】

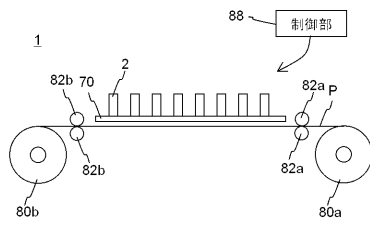
- 1・・・(カラーインクジェット)プリンタ
- 2・・・液体吐出ヘッド
- 4・・・流路部材
- 5・・・マニホールド
- 5a・・・副マニホールド
- 5b・・・マニホールドの開口
- 6・・・個別供給流路
- 8・・・吐出孔

50

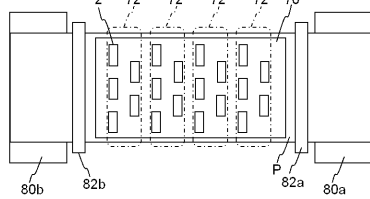
9 . . . 加圧室群	
1 0 . . . 加圧室	
1 1 a、b、c、d . . . 加圧室列	
1 2 . . . しぼり	
1 3 . . . 液体吐出ヘッド本体	
1 5 a、b、c、d . . . 吐出孔列	
2 1 . . . 圧電アクチュエータ基板	
2 1 a . . . 圧電セラミック層（セラミック振動板）	
2 1 b . . . 圧電セラミック層	
2 1 b a . . . 貫通孔下端の突起	10
2 2 ~ 3 1 . . . プレート	
3 2 . . . 個別流路	
3 4 . . . 共通電極（内部電極）	
3 4 a . . . 電極領域	
3 4 b . . . 非電極領域	
3 5 . . . 個別電極（第 1 の表面電極）	
3 5 a . . . 個別電極本体	
3 5 b . . . 接続電極	
3 6 . . . 接続ランド	
3 7 . . . 共通電極用表面電極（第 2 の表面電極）	20
3 8 . . . 貫通孔	
3 8 a . . . 貫通孔の外周（の下端）	
3 8 b . . . 貫通孔の外周（の上端）	
4 5 . . . ダミー個別電極	
4 6 . . . ダミー接続ランド	
5 0 . . . 加圧部（変位素子）	
7 0 . . . （ヘッド搭載）フレーム	
7 2 . . . ヘッド群	
8 0 a . . . 給紙ローラ	
8 0 b . . . 回収ローラ	30
8 2 a . . . ガイドローラ	
8 2 b . . . 搬送ローラ	
8 8 . . . 制御部	
P . . . 印刷用紙	

【 図 1 】

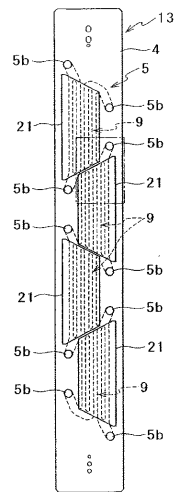
(a)



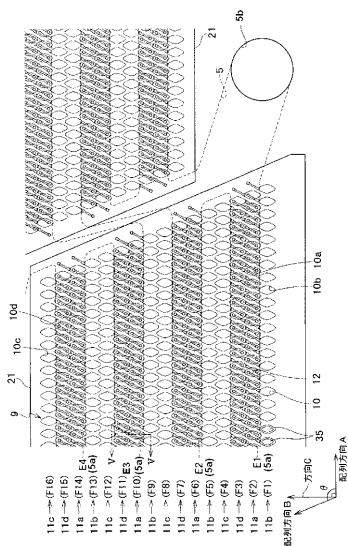
(b)



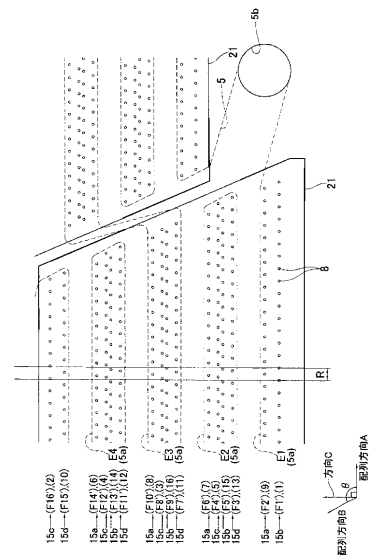
【 図 2 】



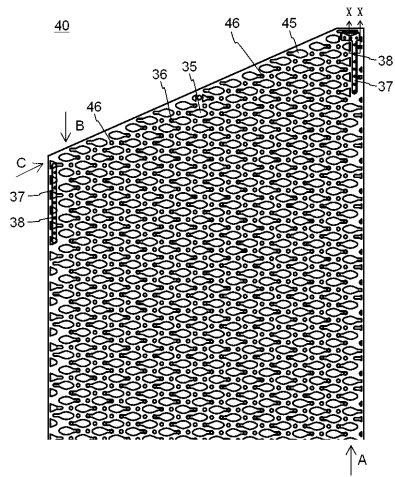
【圖 3】



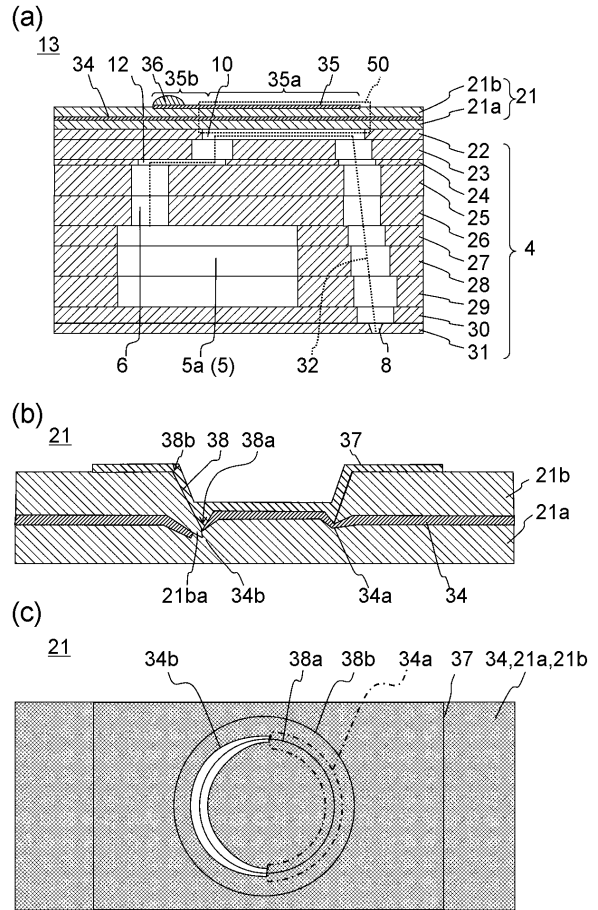
【 図 4 】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
B 4 1 J	2/045	(2006.01)	B 4 1 J	2/045	
B 4 1 J	2/14	(2006.01)	B 4 1 J	2/14	3 0 1
B 4 1 J	2/145	(2006.01)	B 4 1 J	2/14	3 0 5
B 4 1 J	2/155	(2006.01)	B 4 1 J	2/14	6 1 1
			B 4 1 J	2/145	
			B 4 1 J	2/155	

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 0 4 4 9 2 7 (J P , A)
 特開 2 0 0 9 - 1 2 6 1 6 7 (J P , A)
 特開 2 0 0 3 - 3 0 5 8 5 2 (J P , A)
 特開 2 0 0 6 - 0 3 2 4 4 2 (J P , A)
 特開平 0 6 - 1 8 1 3 8 8 (J P , A)
 特開平 0 7 - 0 9 4 5 4 9 (J P , A)
 特開 2 0 1 2 - 2 0 1 0 0 9 (J P , A)
 特開 2 0 0 5 - 0 2 2 1 4 8 (J P , A)
 特開 2 0 0 8 - 2 7 3 1 9 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L 4 1 / 0 0 - 4 1 / 4 7
 B 4 1 J 2 / 0 4 5
 B 4 1 J 2 / 1 4
 B 4 1 J 2 / 1 4 5
 B 4 1 J 2 / 1 5 5