

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3846552号  
(P3846552)

(45) 発行日 平成18年11月15日(2006.11.15)

(24) 登録日 平成18年9月1日(2006.9.1)

(51) Int. Cl. F I  
**B 4 1 J 2/16 (2006.01)** B 4 1 J 3/04 1 O 3 H  
**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)**

請求項の数 10 (全 21 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2001-60745 (P2001-60745)                  (22) 出願日 平成13年3月5日(2001.3.5)                  (65) 公開番号 特開2002-254659 (P2002-254659A)                  (43) 公開日 平成14年9月11日(2002.9.11)                  審査請求日 平成16年4月13日(2004.4.13)</p>	<p>(73) 特許権者 000002369                  セイコーエプソン株式会社                  東京都新宿区西新宿2丁目4番1号                  (74) 代理人 100101236                  弁理士 栗原 浩之                  (72) 発明者 守谷 壮一                  長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内                  審査官 桐畑 幸▲廣▼                  (56) 参考文献 特開平05-229128 (JP, A)</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッドの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ノズル開口に連通する圧力発生室が画成される流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に振動板を介して成膜及びリソグラフィ法により形成された薄膜からなる下電極、圧電体層及び上電極からなる圧電素子とを有するインクジェット式記録ヘッドの製造方法において、

前記流路形成基板に圧力発生室を形成する工程と、少なくともも一方面側に設けられた多孔質シリコン層又は水素イオンを含有する水素イオン層と、該多孔質シリコン層又は水素イオン層上に設けられた単結晶シリコン又は酸化シリコンからなる接合層とを有する振動板母材の前記接合層側を前記流路形成基板に接着剤を介さずに接合する工程と、前記振動板母材の前記多孔質シリコン層又は前記水素イオン層を除去して前記接合層と当該接合層以外の領域とを剥離して前記振動板を形成する工程と、前記振動板上に前記下電極膜、圧電体膜及び上電極膜を積層及びパターンニングすることにより前記圧電素子を形成する工程とを有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

10

【請求項2】

前記流路形成基板は前記圧力発生室が形成された単結晶シリコンからなる流路形成層を有し、該流路形成層に前記振動板母材を接合することを特徴とする請求項1記載のインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項3】

前記振動板母材が絶縁体層の両側に単結晶シリコンからなるシリコン層を有するSOI

20

基板からなり、前記接合層が前記絶縁体層と前記シリコン層の一方とからなることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項 4】

前記接合層がボロンの拡散された単結晶シリコンからなることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項 5】

前記振動板母材が p n 接合を持つ単結晶シリコンからなり、前記接合層が n 型単結晶シリコンであることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項 6】

前記振動板母材が不純物濃度の異なる 2 層の単結晶シリコンからなると共に前記接合層が低濃度の層からなることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

10

【請求項 7】

前記振動板母材を前記流路形成基板に接合する工程では、両者を直接接合又は常温接合により接合することを特徴とする請求項 1 ~ 6 の何れかに記載のインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項 8】

前記振動板母材を前記流路形成基板に接合する工程では、両者を陽極接合により接合することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

20

【請求項 9】

前記振動板を形成する工程では、前記流路形成基板を保護層で覆った後、前記振動板母材の前記接合層以外の領域を除去することを特徴とする請求項 1 ~ 8 の何れかに記載のインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項 10】

前記圧力発生室を形成する工程では、当該圧力発生室を前記流路形成基板を貫通することなく形成することを特徴とする請求項 1 ~ 9 の何れかに記載のインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

30

【発明の属する技術分野】

本発明は、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を介して圧電素子を設けて、圧電素子の変位によりインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドの製造方法に関する。

【0002】

【従来技術】

インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を圧電素子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、圧電素子が軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電アクチュエータを使用したものと、たわみ振動モードの圧電アクチュエータを使用したものの 2 種類が実用化されている。

40

【0003】

前者は圧電素子の端面を振動板に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができ、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電素子をノズル開口の配列ピッチに一致させて櫛歯状に切り分けるといった困難な工程や、切り分けられた圧電素子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

【0004】

これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で振動板に圧電素子を作り付けることができるも

50

の、たわみ振動を利用する関係上、ある程度の面積が必要となり、高密度配列が困難であるという問題がある。

【0005】

一方、後者の記録ヘッドの不都合を解消すべく、特開平5-286131号公報に見られるように、振動板の表面全体に亘って成膜技術により均一な圧電材料層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状に切り分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電素子を形成したものが提案されている。

【0006】

これによれば圧電素子を振動板に貼付ける作業が不要となって、リソグラフィ法という精密で、かつ簡便な手法で圧電素子を作り付けることができるばかりでなく、圧電素子の厚みを薄くできて高速駆動が可能になるという利点がある。

10

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このようなインクジェット式記録ヘッドでは、圧力発生室を高密度で配列した場合、各圧力発生室間の隔壁の厚さが薄くなることによって隔壁の剛性が不足し、各圧力発生室間のクロストークが発生するという問題がある。

【0008】

一方、縦振動モードの圧電アクチュエータでは、圧力発生室の振動板側に幅広部を設け、それ以外の部分の圧力発生室の幅を低くして隔壁の厚さを大きくする構造が考えられているが、この場合には、圧力発生室の幅広部の加工や貼り合わせ等の作業が必要で作業性及び精度が低いという問題がある。

20

【0009】

本発明はこのような事情に鑑み、高密度且つ各圧力発生室間のクロストークを低減すると共に製造工程を簡略化して製造コストを低減することができるインクジェット式記録ヘッドの製造方法を提供することを課題とする。

【0032】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決する本発明の第1の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室が画成される流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に振動板を介して成膜及びリソグラフィ法により形成された薄膜からなる下電極、圧電体層及び上電極からなる圧電素子を有するインクジェット式記録ヘッドの製造方法において、前記流路形成基板に圧力発生室を形成する工程と、少なくとも一方面側に設けられた多孔質シリコン層又は水素イオンを含有する水素イオン層と、該多孔質シリコン層又は水素イオン層上に設けられた単結晶シリコン又は酸化シリコンからなる接合層とを有する振動板母材の前記接合層側を前記流路形成基板に接着剤を介さずに接合する工程と、前記振動板母材の前記多孔質シリコン層又は前記水素イオン層を除去して前記接合層と当該接合層以外の領域とを剥離して前記振動板を形成する工程と、前記振動板上に前記下電極膜、圧電体膜及び上電極膜を積層及びパターンニングすることにより前記圧電素子を形成する工程とを有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

30

【0033】

かかる第1の態様は、流路形成基板上に接合層を容易に接合でき、製造コストを低減できる。

40

【0034】

本発明の第2の態様は、前記流路形成基板は前記圧力発生室が形成された単結晶シリコンからなる流路形成層を有し、該流路形成層に前記振動板母材を接合することを特徴とする第1の態様のインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0035】

かかる第2の態様は、高精度の圧力発生室を形成することができると共に流路形成基板と振動板母材とを容易に且つ確実に接合できる。

【0036】

50

本発明の第3の態様は、前記振動板母材が絶縁体層の両側に単結晶シリコンからなるシリコン層を有するSOI基板からなり、前記接合層が前記絶縁体層と前記シリコン層の一方とからなることを特徴とする第1又は2の態様のインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0037】

かかる第3の態様は、振動板母材の接合層以外の領域を容易に除去することができる。

【0038】

本発明の第4の態様は、前記接合層がボロンの拡散された単結晶シリコンからなることを特徴とする第1又は2の態様のインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0039】

かかる第4の態様は、ボロンの拡散された単結晶シリコンからなる接合層を用いることで、振動板母材の接合層以外の領域を容易且つ確実に除去して振動板を容易に形成できる。

【0040】

本発明の第5の態様は、前記振動板母材がpn接合を持つ単結晶シリコンからなり、前記接合層がn型単結晶シリコンであることを特徴とする第1又は2の態様のインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0041】

かかる第5の態様は、n型単結晶シリコンからなる接合層を用いることで、振動板母材の接合層以外の領域を容易且つ確実に除去して振動板を容易に形成できる。

【0042】

本発明の第6の態様は、前記振動板母材が不純物濃度の異なる2層の単結晶シリコンからなると共に前記接合層が低濃度の層からなることを特徴とする第1又は2の態様のインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0043】

かかる第6の態様は、接合層に低濃度の単結晶シリコンを用いることで、振動板母材の接合層以外の領域を容易且つ確実に除去して振動板を容易に形成できる。

【0044】

本発明の第7の態様は、前記振動板母材を前記流路形成基板に接合する工程では、両者を直接接合又は常温接合により接合することを特徴とする第1～6の何れかの態様のインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0045】

かかる第7の態様は、振動板母材と流路形成基板とを直接接合又は常温接合により容易且つ確実に接合することができる。

【0046】

本発明の第8の態様は、前記振動板母材を前記流路形成基板に接合する工程では、両者を陽極接合により接合することを特徴とする第1又は2の態様のインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0047】

かかる第8の態様は、振動板母材と流路形成基板とを陽極接合により容易且つ確実に接合することができる。

【0048】

本発明の第9の態様は、前記振動板を形成する工程では、前記流路形成基板を保護層で覆った後、前記振動板母材の前記接合層以外の領域を除去することを特徴とする第1～8の何れかの態様のインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0049】

かかる第9の態様は、振動板母材の接合層以外の領域を除去する際に、流路形成基板が除去されることがなく、高精度の振動板を形成することができる。

【0050】

本発明の第10の態様は、前記圧力発生室を形成する工程では、当該圧力発生室を前記

10

20

30

40

50

流路形成基板を貫通することなく形成することを特徴とする第1～9の何れかの態様のインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0051】

かかる第10の態様は、圧力発生室を画成する隔壁の剛性を向上して圧力発生室間のクロストークを防止することができ、インク吐出特性を向上することができる。

【0052】

【発明の実施の形態】

以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0053】

(実施形態1)

図1は、本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドを示す分解斜視図であり、図2は、インクジェット式記録ヘッドの1つの圧力発生室の長手方向における断面構造を示す図である。

【0054】

図示するように、圧力発生室12が形成される流路形成基板10は、例えば、150 $\mu$ m～1mmの厚さのシリコン単結晶基板からなり、その一方面側の表層部分には、異方性エッチングにより複数の隔壁11によって区画された圧力発生室12が形成されている。

【0055】

また、各圧力発生室12の長手方向一端部には、後述するリザーバ15と圧力発生室12とを接続するための中継室であるインク連通部13が圧力発生室12よりも幅の狭い狭隘部14を介して連通されている。また、これらインク連通部13及び狭隘部14は、圧力発生室12と共に異方性エッチングによって形成されている。なお、狭隘部14は、圧力発生室12のインクの流出入を制御するためのものである。

【0056】

この異方性エッチングは、ウェットエッチング又はドライエッチングの何れの方法を用いてもよいが、シリコン単結晶板を厚さ方向に途中までエッチング(ハーフエッチング)することにより圧力発生室12は浅く形成されており、その深さは、ハーフエッチングのエッチング時間によって調整することができる。

【0057】

なお、本実施形態では、インク連通部13を各圧力発生室12毎に設けるようにしたが、これに限定されず、例えば、インク連通部13を各圧力発生室12に共通するようにしてもよく、この場合、このインク連通部13が後述するリザーバ15の一部を構成するようにしてもよい。

【0058】

一方、流路形成基板10の他方面側には、各インク連通部13に連通し、各圧力発生室12にインクを供給するリザーバ15が形成されている。このリザーバ15は、例えば、流路形成基板10の他方面側から、保護膜55bをマスクとして異方性エッチングすることによって形成されている。

【0059】

このような流路形成基板10の圧力発生室12側には、単結晶シリコン又は酸化シリコンからなる、厚さが略1 $\mu$ m以下の弾性膜50が接着剤を介さずに接合されて設けられている。この弾性膜50は、その一方の面で圧力発生室12の一壁面を構成している。なお、本実施形態では、弾性膜50は酸化シリコン( $\text{SiO}_2$ )からなり、弾性膜50と流路形成基板10とは、詳しくは後述するが陽極接合により接合した。なお、流路形成基板10の弾性膜50との接合面には、酸化シリコンからなる保護膜55aが形成されている。この保護膜55aは流路形成基板10に圧力発生室12を形成する際のマスクとして使用されたものであり、弾性膜50と流路形成基板10とを陽極接合する際にも用いられる。

【0060】

このような弾性膜50上の各圧力発生室12に相対向する領域には、厚さが例えば、約0.5 $\mu$ mの下電極膜60と、厚さが例えば、約1 $\mu$ mの圧電体層70と、厚さが例えば、

10

20

30

40

50

約 $0.1\mu\text{m}$ の上電極膜80とが、後述するプロセスで積層形成されて、圧電素子300を構成している。ここで、圧電素子300は、下電極膜60、圧電体層70及び上電極膜80を含む部分をいう。一般的には、圧電素子300の何れか一方の電極を共通電極とし、他方の電極及び圧電体層70を各圧力発生室12毎にパターンニングして構成する。そして、ここではパターンニングされた何れか一方の電極及び圧電体層70から構成され、両電極への電圧の印加により圧電歪みが生じる部分を圧電体能動部という。本実施形態では、下電極膜60を圧電素子300の共通電極とし、上電極膜80を圧電素子300の個別電極としているが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はない。何れの場合においても、各圧力発生室毎に圧電体能動部が形成されていることになる。また、ここでは、圧電素子300と当該圧電素子300の駆動により変位が生じる弾性膜とを合わせて圧電アクチュエータと称する。なお、本実施形態では、弾性膜50及び下電極膜60を振動板とした。

10

**【0061】**

また、流路形成基板10の圧電素子300側、本実施形態では、弾性膜50及び下電極膜60上には、圧電素子300に対向する領域にその運動を阻害しない程度の空間を確保した状態でこの空間を密封可能な圧電素子保持部22を有する封止板20が接合されている。

**【0062】**

なお、この封止板20には、本実施形態では、各圧力発生室12と連通するノズル開口21が穿設されており、ノズルプレートの役割も兼ねている。また、ノズル開口21と圧力発生室12とは、弾性膜50及び下電極膜60を除去することにより設けられたノズル連通孔51を介して連通されている。

20

**【0063】**

ここで、本実施形態のインクジェット式記録ヘッドの製造工程、特に、流路形成基板10に圧力発生室12を形成する工程及びこの圧力発生室12に対応する領域に圧電素子300を形成する工程について説明する。なお、図3～図5は、圧力発生室12の長手方向の断面図である。

**【0064】**

まず、図3(a)に示すように、流路形成基板10となるシリコン単結晶基板のウェハを約 $1100^\circ\text{C}$ の拡散炉で熱酸化して、酸化シリコンからなる保護膜55a及び55bを形成すると共に一方の保護膜55aの圧力発生室12を形成する領域に開口12aを形成する。

30

**【0065】**

次いで、図3(b)に示すように、保護膜55aをマスクとして流路形成基板10を異方性エッチングすることにより圧力発生室12、インク連通部13及び狭隘部14を形成する。

**【0066】**

次に、図3(c)に示すように、流路形成基板10の圧力発生室12が開口する面に、例えば、厚さが $220\mu\text{m}$ の単結晶シリコンからなる弾性膜母材150を接合する。この弾性膜母材150は、流路形成基板10との接合面に、例えば、熱酸化、TEOS-CVD法又はウェット酸化等により形成された酸化シリコンからなる酸化シリコン層151を有する。

40

**【0067】**

この酸化シリコン層151は、後の工程で、流路形成基板10と接合後、弾性膜母材150の酸化シリコン層151以外の領域を除去することにより弾性膜50となるため、略 $1\mu\text{m}$ 以下の厚さで形成されている。

**【0068】**

また、流路形成基板10と弾性膜母材150との接合方法は、接着剤を介さずに接合できれば、特に限定されず、例えば、直接接合、常温接合及び陽極接合等を挙げることができる。本実施形態では、陽極接合により両者を接合した。

50

## 【0069】

詳しくは、相対する面を鏡面状に研磨したシリコン単結晶基板からなる流路形成基板10の保護膜55aと、弾性膜母材150の酸化シリコン層151とを当接させた状態で、全体を450 近くに昇温させ、200～1000Vの電位を両方の基板に印加する。このとき、酸化シリコンからなる保護膜55a及び酸化シリコン層151中の正の $H^+$ イオンは酸化シリコンの中で動きやすくなるため、負の電界に引かれてそれぞれ保護膜55a及び酸化シリコン層151の表面に到達する。一方、保護膜55a及び酸化シリコン層151中のそれぞれに残った負のイオンが両者の接着面に空間電荷層を形成して、流路形成基板10と弾性膜母材150との間に強い吸引力が生じることにより、両者が化学結合される。

10

## 【0070】

なお、このように弾性膜母材150と流路形成基板10とを陽極接合により接合した際に、表面に微少なゴミや汚れがあるとその部分は接着せずに接合界面にボイド層が形成されてしまう。

## 【0071】

次に、図3(d)示すように、弾性膜母材150の余分な領域を除去する。本実施形態では、酸化シリコン層151以外の領域、すなわち、単結晶シリコンのみを除去した。

## 【0072】

この単結晶シリコンの除去は、本実施形態では、例えば、KOH等のアルカリ水溶液を用いたウェットエッチングにより行った。

20

## 【0073】

このように弾性膜母材150の酸化シリコン層151以外の領域を除去することにより、流路形成基板10上に接合されて残った酸化シリコン層151が弾性膜50となる。

## 【0074】

このような方法によると略1 $\mu m$ 以下という薄膜からなる弾性膜50を、浅い圧力発生室12が形成された流路形成基板10に接着剤を介さずに接合することができるので、製造工程を簡略化することができ、製造コストを低減することができる。

## 【0075】

また、単結晶シリコンの除去方法は、エッチングや研磨など、酸化シリコン層151のみを残留できる方法であれば、特に限定されず、単結晶シリコンを剥離するようにしてもよい。

30

## 【0076】

例えば、弾性膜母材150の酸化シリコン層151と単結晶シリコンとの境界部分に多孔質シリコン層を設けておき、流路形成基板10と弾性膜母材150とを接合後、この多孔質シリコン層をエッチング等によって除去することにより、酸化シリコン層151から単結晶シリコンを容易に剥離することができる。なお、このような弾性膜母材150は、単結晶シリコンからなる弾性膜母材150の表面に陽極化成処理によって多孔質シリコン層を形成し、この上にエピタキシャル成長法により薄いシリコン層を形成して表面を酸化処理することによって形成できる。

## 【0077】

また、例えば、弾性膜母材150の単結晶シリコンと酸化シリコン層151との間に水素イオンを注入した水素イオン層を設けておき、流路形成基板10と弾性膜母材150とを接合後に500～600 に加熱することによっても、酸化シリコン層151から単結晶シリコンを容易に剥離することができる。

40

## 【0078】

このように、弾性膜母材150の単結晶シリコンを剥離することによって除去すれば、剥離した単結晶シリコンを再使用することができ、製造コストを削減することができる。

## 【0079】

次に、各圧力発生室12に対応して弾性膜50上に圧電素子300を形成する。

## 【0080】

50

圧電素子 300 を形成する工程としては、まず、図 4 ( a ) に示すように、スパッタリングで下電極膜 60 を流路形成基板 10 の圧力発生室 12 側に全面に亘って形成すると共に所定形状にパターニングし、下電極膜 60 を形成する。この下電極膜 60 の材料としては、白金、イリジウム等が好適である。これは、スパッタリング法やゾル - ゲル法で成膜する後述の圧電体層 70 は、成膜後に大気雰囲気下又は酸素雰囲気下で 600 ~ 1000 程度の温度で焼成して結晶化させる必要があるからである。すなわち、下電極膜 60 の材料は、このような高温、酸化雰囲気下で導電性を保持できなければならず、殊に、圧電体層 70 としてチタン酸ジルコン酸鉛 ( P Z T ) を用いた場合には、酸化鉛の拡散による導電性の変化が少ないことが望ましく、これらの理由から白金、イリジウムが好適である。

【 0081 】

次に、図 4 ( b ) に示すように、圧電体層 70 を成膜する。例えば、本実施形態では、金属有機物を触媒に溶解・分散したいわゆるゾルを塗布乾燥してゲル化し、さらに高温で焼成することで金属酸化物からなる圧電体層 70 を得る、いわゆるゾル - ゲル法を用いて形成した。圧電体層 70 の材料としては、P Z T 系の材料がインクジェット式記録ヘッドに使用する場合には好適である。なお、この圧電体層 70 の成膜方法は、特に限定されず、例えば、スパッタリング法又は M O D 法 ( 有機金属熱塗布分解法 ) 等のスピンコート法により成膜してもよい。

【 0082 】

さらに、ゾル - ゲル法又はスパッタリング法もしくは M O D 法等によりチタン酸ジルコン酸鉛の前駆体膜を形成後、アルカリ水溶液中での高圧処理法にて低温で結晶成長させる方法を用いてもよい。

【 0083 】

何れにしても、このように成膜された圧電体層 70 は、バルクの圧電体とは異なり結晶が優先配向しており、且つ本実施形態では、圧電体層 70 は、結晶が柱状に形成されている。なお、優先配向とは、結晶の配向方向が無秩序ではなく、特定の結晶面がほぼ一定の方向に向いている状態をいう。また、結晶が柱状の薄膜とは、略円柱体の結晶が中心軸を厚さ方向に略一致させた状態で面方向に亘って集合して薄膜を形成している状態をいう。勿論、優先配向した粒状の結晶で形成された薄膜であってもよい。なお、このように薄膜工程で製造された圧電体層の厚さは、一般的に 0 . 2 ~ 5 μ m である。

【 0084 】

次に、図 4 ( c ) に示すように、上電極膜 80 を成膜する。上電極膜 80 は、導電性の高い材料であればよく、アルミニウム、金、ニッケル、白金等の多くの金属や、導電性酸化物等を使用できる。本実施形態では、白金をスパッタリングにより成膜している。

【 0085 】

次いで、図 4 ( d ) に示すように、圧電体層 70 及び上電極膜 80 のみをエッチングして圧電素子 300 のパターニングを行う。また、本実施形態では、同時に、圧力発生室 12 の長手方向のインク連通部 13 とは反対側の端部近傍の弾性膜 50 及び下電極膜 60 をパターニングしてノズル連通孔 51 を形成する。

【 0086 】

次に、図 5 ( a ) に示すように、リード電極 90 を流路形成基板 10 の全面に亘って形成すると共に各圧電素子 300 毎にパターニングして、各圧電素子 300 の上電極膜 80 から弾性膜 50 上に延びるリード電極 90 を形成する。

【 0087 】

次に、図 5 ( b ) に示すように、流路形成基板 10 の圧力発生室 12 とは反対側の面に設けられた保護膜 55 b のリザーバ 15 となる領域をパターニングにより除去して開口部 56 を形成すると共に、この開口部 56 からインク連通部 13 に達するまで流路形成基板 10 を異方性エッチング、例えば、ウェットエッチングすることにより、リザーバ 15 を形成する。

【 0088 】

以上のような工程で、圧力発生室 12 及び圧電素子 300 が形成される。

10

20

30

40

50

## 【0089】

その後、流路形成基板10の圧電素子300側、本実施形態では、下電極膜60及び弾性膜50上に封止板20を接合する。

## 【0090】

このように製造された本実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、図示しない外部インク供給手段からリザーバ15にインクを取り込み、リザーバ15からノズル開口21に至るまで内部をインクで満たした後、図示しない外部配線から出力された記録信号に従い、圧力発生室12に対応するそれぞれの下電極膜60と上電極膜80との間に電圧を印加し、弾性膜50、下電極膜60及び圧電体層70をたわみ変形させることにより、各圧力発生室12内の圧力が高まりノズル開口21からインク滴が吐出する。

10

## 【0091】

このように圧力発生室12を流路形成基板10を貫通することなく形成することで隔壁11の剛性を向上でき、圧力発生室12を高密度に配設しても圧力発生室12間のクロストークを防止することができる。

## 【0092】

なお、本実施形態では、インク連通部13及び狭隘部14を介して各圧力発生室12とリザーバ15とを連通するようにしたが、これに限定されず、例えば、図6(a)に示すように、各圧力発生室12とリザーバ15とを直接連通するようにしてもよい。

## 【0093】

また、本実施形態では、狭隘部14を圧力発生室12よりも細い幅で形成して、圧力発生室12のインクの流出入を制御するようにしたが、これに限定されず、例えば、図6(b)に示すように、圧力発生室12と同一幅として、深さを調整した狭隘部14Aとしてもよい。

20

## 【0094】

(実施形態2)

図7は、実施形態2に係るインクジェット式記録ヘッドの製造方法を示す圧力発生室の長手方向の断面図である。

## 【0095】

本実施形態は、弾性膜50Aが不純物の拡散された単結晶シリコンからなる例である。

## 【0096】

ここで、このように弾性膜50Aを設ける方法を詳細に説明する。なお、上述した実施形態1の製造方法と同様の工程については、重複する説明を省略する。

30

## 【0097】

まず、図7(a)に示すように、上述した実施形態1と同様の工程で流路形成基板10に圧力発生室12を形成する。

## 【0098】

次いで、図7(b)に示すように、圧力発生室12の形成された流路形成基板10に、弾性膜母材150Aを接合する。

## 【0099】

この弾性膜母材150Aは、本実施形態では、単結晶シリコンからなり、流路形成基板10との接合面に、不純物を拡散した不純物層151Aを有する。この不純物層151Aは、本実施形態では、例えば、単結晶シリコンの表面にボロンをドーピング又は単結晶シリコンの表面にボロンの拡散された単結晶シリコンをエピタキシャル形成することにより設けることができる。

40

## 【0100】

そして、このように不純物層151Aの形成された弾性膜母材150Aと流路形成基板10との接合方法は、特に限定されず、例えば、直接接合又は常温接合等を挙げることができる。本実施形態では、直接接合により両者を接合した。

## 【0101】

具体的には、流路形成基板10及び弾性膜母材150Aの接合面を鏡面に研磨して、表面

50

を洗浄してごみや汚れを除去して乾燥させ、清浄な雰囲気下で互いの表面を接触させることにより両者が接着される。

【0102】

なお、弾性膜母材150Aと流路形成基板10とを直接接合により接合する場合、それぞれの結晶格子を整合させることは困難であり、接合界面には結晶格子不整合面が形成される。また、両者の結晶格子のずれを1度以内の精度で接合した場合には、接合界面で結晶格子がつながり、エピタキシャル同様の連続性が保たれるが、転移面が形成される。さらに、上述した実施形態1と同様に接合界面にポイド層が形成されることもある。

【0103】

次に、図7(c)に示すように、弾性膜母材150Aの余分な領域を除去する。本実施形態では、不純物層151A以外の領域、すなわち、他方面側の単結晶シリコンのみを除去した。本実施形態では、KOHによるウェットエッチングにより単結晶シリコンを除去した。

10

【0104】

ここで、KOHによるウェットエッチングでは、ボロンの拡散された不純物層151Aのエッチングの速度が、単結晶シリコンの領域に比べボロン濃度の比の4乗倍で減少するという特性から、単結晶シリコンのみをエッチングにより除去し、不純物層151Aのみを残すことができる。

【0105】

なお、本実施形態では、このようなウェットエッチングにより流路形成基板10上に不純物層151Aのみを形成後、不純物層151Aの表面を電解研磨により平滑にすることで、弾性膜50Aを形成した。

20

【0106】

その後の圧電素子300及びリザーバ15等を形成する工程は、上述した実施形態1と同様である。

【0107】

このように、弾性膜母材150Aにボロンの拡散された不純物層151Aを有する単結晶シリコンを用いても、上述した実施形態1と同様の効果を得ることができる。

【0108】

(実施形態3)

図8は、実施形態3に係るインクジェット式記録ヘッドの製造方法を示す圧力発生室の長手方向の断面図である。

30

【0109】

本実施形態は、弾性膜母材150Bをpn接合を持つ単結晶シリコンとし、弾性膜50Bがn型の単結晶シリコンからなる例である。

【0110】

ここで、このように弾性膜50Bを設ける方法を詳細に説明する。なお、上述した実施形態1の製造方法と同様の工程については、重複する説明を省略する。

【0111】

まず、図8(a)に示すように、上述した実施形態1と同様の工程で流路形成基板10に圧力発生室12を形成する。

40

【0112】

次に、図8(b)に示すように、圧力発生室12の形成された流路形成基板10に、弾性膜母材150Bを接合する。

【0113】

この弾性膜母材150Bは、pn接合を持つ単結晶シリコン、すなわちn型シリコン層151Bとp型シリコン層152Bとで構成されていれば、特に限定されず、例えば、p型シリコン層152Bにリン等をドーピング又はp型シリコン層152の表面にn型シリコン層151Bをエピタキシャル形成することによりn型シリコン層151Bとp型シリコン層152Bとで構成されるpn接合を持つ弾性膜母材150Bを形成することができる

50

。

#### 【0114】

そして、このように形成された弾性膜母材150Bと流路形成基板10との接合方法は、特に限定されず、例えば、直接接合及び陽極接合等により両者を接合することができる。本実施形態では、上述した実施形態2と同様に直接接合により接合した。

#### 【0115】

次に、図8(c)に示すように、弾性膜母材150Bの余分な領域を除去する。本実施形態では、n型シリコン層151B以外の領域、すなわち、p型シリコン層152Bのみを除去した。本実施形態では、KOH等のアルカリ水溶液による電気化学エッチングによりp型シリコン層152Bを除去した。

10

#### 【0116】

ここで、電気化学エッチングは、pn接合を持つ単結晶シリコンからなる弾性膜母材150Bに印加する電圧の大きさを変化させてp型シリコン層152Bのみをエッチングし、n型シリコン層151Bのみを残すものである。

#### 【0117】

詳しくは、n型シリコン層151B及びp型シリコン層152Bはパシベーション電圧(電流がピーク値になるよりも少し高い)よりも高い電圧を印加したときに、シリコンのエッチング速度が著しく小さくなる。この性質を利用して、エッチングを進行させたいp型シリコン層152Bにパシベーション電圧よりも低い電圧を印加し、エッチングを停止させたいn型シリコン層151Bにパシベーション電圧よりも高い電圧を印加してKOH等のアルカリ水溶液でエッチングを行うことにより、p型シリコン層152Bのみをエッチングしてn型シリコン層151Bを残すことができる。

20

#### 【0118】

なお、本実施形態では、このような電気化学エッチングにより流路形成基板10上にn型シリコン層151Bのみを形成後、n型シリコン層151Bの表面を電解研磨により平滑にすることで弾性膜50Bを形成した。

#### 【0119】

その後の圧電素子300及びリザーバ15等を形成する工程は、上述した実施形態1と同様である。

#### 【0120】

このように、弾性膜母材150Bにpn接合を持つ単結晶シリコンを用いても、上述した実施形態1と同様の効果を得ることができる。

30

#### 【0121】

なお、本実施形態では、弾性膜母材150Bと流路形成基板10とを直接接合によって接合したため、上述した実施形態2と同様に、弾性膜50Bと流路形成基板10との接合界面に結晶格子不整合面、転移面又はボイド層を有する。

#### 【0122】

(実施形態4)

図9は、実施形態4に係るインクジェット式記録ヘッドの製造方法を示す圧力発生室の長手方向の断面図である。

40

#### 【0123】

本実施形態は、弾性膜母材150Cとして不純物濃度の異なる単結晶シリコンからなる高不純物層152C及び低不純物層151Cを有する単結晶シリコンを用い、弾性膜50Cが低不純物層151Cからなる例である。

#### 【0124】

ここで、このように弾性膜50Cを設ける方法を詳細に説明する。なお、上述した実施形態1の製造方法と同様の工程については、重複する説明を省略する。

#### 【0125】

まず、図9(a)に示すように、上述した実施形態1と同様の工程で流路形成基板10に圧力発生室12を形成する。

50

## 【0126】

次いで、図9(b)に示すように、圧力発生室12の形成された流路形成基板10に、弾性膜母材150Cを接合する。

## 【0127】

この弾性膜母材150Cは、本実施形態では、高濃度で不純物を含む高不純物層152Cと、これに対して低濃度で不純物を含む低不純物層151Cとを有する単結晶シリコンを用いた。この不純物を含む低不純物層151Cと高不純物層152Cとの組み合わせは、特に限定されず、例えば、N/N<sup>+</sup>、N/P<sup>+</sup>、P/N<sup>+</sup>、P/P<sup>+</sup>の全ての組み合わせを用いることができる。

## 【0128】

そして、このような弾性膜母材150Cと流路形成基板10との接合方法は、特に限定されず、例えば、直接接合又は常温接合等を挙げることができる。本実施形態では、上述した実施形態2と同様に直接接合により両者を接合した。

## 【0129】

次に、図9(c)に示すように、弾性膜母材150Cの余分な領域を除去する。

## 【0130】

本実施形態では、HF-HNO<sub>3</sub>系を用いた電気化学エッチングにより、低不純物層151C以外の領域、すなわち、高不純物層152Cのみを除去した。

## 【0131】

ここで、HF-HNO<sub>3</sub>系を用いた電気化学エッチングとは、まず、弾性膜母材150Cをエッチング液に対してプラス側にバイアスするように電極を配置する。一方、エッチング液の電位を固定するためにマイナス側にバイアスした白金電極を溶液中に置く、このエッチング液としてはHFとH<sub>2</sub>Oとの混合液が用いられている。H<sub>2</sub>Oは、HNO<sub>3</sub>に比べ酸化作用が小さいために、単結晶シリコンのエッチング速度は電流を流さない状態ではきわめて小さい。しかしプラスの電圧を単結晶シリコンに印加したとき、電極からホールが注入されるために、溶液中のOH<sup>-</sup>イオンが付着して単結晶シリコンの酸化が起こる。この酸化物はHF溶液中に容易に反応してエッチング溶液に溶けるため単結晶シリコンの溶解が進行する。このとき、高濃度の不純物を有する高不純物層152Cでは抵抗が小さいために大きな電流が流れ、シリコン表面の酸化が早く進みエッチング速度が大きくなる。反対に低濃度の不純物の低不純物層151Cでは、エッチング速度が減少する。このようにHF-HNO<sub>3</sub>系を用いた電気化学エッチングでは、高濃度の不純物を含む高不純物層152Cをエッチングして、低濃度の不純物を含む低不純物層151Cのみを残すことができる。

## 【0132】

なお、本実施形態では、このようなHF-HNO<sub>3</sub>系を用いた電気化学エッチングにより流路形成基板10上に低不純物層151Cのみを形成後、表面を電解研磨により平滑にすることで、弾性膜50Cを形成した。

## 【0133】

その後の圧電素子300及びリザーバ15等を形成する工程は、上述した実施形態1と同様である。

## 【0134】

このように、弾性膜母材150Cに高濃度の不純物を含む高不純物層152Cとそれに比べ低濃度の不純物を含む低不純物層151Cを用いて、弾性膜50Cを低不純物層151Cで形成しても上述した実施形態1と同様の効果を得ることができる。

## 【0135】

なお、本実施形態では、弾性膜母材150Cと流路形成基板10とを直接接合によって接合したため、上述した実施形態2と同様に弾性膜50Cと流路形成基板10との接合界面に結晶格子不整合面、転移面又はボイド層を有する。

## 【0136】

(実施形態5)

10

20

30

40

50

図10は、実施形態5に係るインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す圧力発生室の長手方向の断面図である。

【0137】

本実施形態は、弾性膜50Dとして流路形成基板10の圧力発生室12側に単結晶シリコンからなるシリコン層52と、下電極膜60側に酸化シリコンからなる絶縁体層53とを有する例である。

【0138】

ここで、このように弾性膜50Dを設ける方法について詳細に説明する。なお、上述した実施形態1の製造方法と同様の工程については、重複する説明を省略する。

【0139】

まず、図10(a)に示すように、上述した実施形態1と同様の工程で流路形成基板10に圧力発生室12を形成する。また、流路形成基板10上のマスクパターンである保護膜55aをフッ酸等により除去し、流路形成基板10の接合面に単結晶シリコンが露出するようにした。

【0140】

次いで、図10(b)に示すように、圧力発生室12の形成された流路形成基板10に弾性膜母材150Dを接合する。

【0141】

弾性膜母材150Dは、本実施形態では、酸化シリコンからなる絶縁体層53の両側にそれぞれ単結晶シリコンからなるシリコン層52及び54とを有するSOI基板を用いて、一方のシリコン層52が流路形成基板10側となるように接合した。なお、本実施形態では、シリコン層52及び絶縁体層53が弾性膜50Dとなるため、シリコン層52の厚さが略1 $\mu$ m以下のSOI基板を用いた。

【0142】

この流路形成基板10と弾性膜母材150Dとの接合方法は、特に限定されず、例えば、常温接合、直接接合等を挙げることができる。本実施形態では、常温接合により両者を接合した。

【0143】

具体的には、流路形成基板10と弾性膜母材150Dとの表面にアルゴン高速原子ビーム(FAB)を照射して自然酸化膜等の表面層を取り除くことにより表面活性化を行い、超高真空中でその表面を加圧接触させることで両者が接合される。

【0144】

なお、弾性膜母材150Dと流路形成基板10とを常温接合により接合する場合であっても、上述した実施形態2~4の直接接合の場合と同様に、弾性膜母材150Dと流路形成基板10との接合界面に、結晶格子不整合面、転移面又はボイド層が形成される。

【0145】

次に、図10(c)に示すように、弾性膜母材150Dの余分な領域を除去する。本実施形態では、シリコン層52及び絶縁体層53以外の領域、すなわち、他方面に設けられたシリコン層54のみを除去した。

【0146】

このシリコン層54の除去では、本実施形態では、KOH等のアルカリ水溶液によるウェットエッチングにより行った。なお、このウェットエッチングでは単結晶シリコンからなる流路形成基板10がエッチングにより溶解しないように流路形成基板10の接合面とは反対側の面等に保護膜を形成するのが好ましい。この保護膜としては、例えば、パリレン(商品名;ポリパラキシリレン)が挙げられる。このパリレンからなる保護膜はCVD法によって均一な厚さで容易に成膜することができる。

【0147】

そして、このようにシリコン層54を除去することで、シリコン層52及び絶縁体層53からなる弾性膜50Dとなる。

【0148】

10

20

30

40

50

その後の圧電素子300及びリザーバ15等を形成する工程は、上述した実施形態1と同様である。

【0149】

このように、弾性膜母材150DにSOI基板を用いても、上述した実施形態1と同様の効果を得ることができる。

【0150】

なお、本実施形態では、流路形成基板10と弾性膜母材150Dとを、常温接合により接合したが、これに限定されず、例えば、上述した実施形態1と同様に陽極接合により接合するようにしてもよい。この陽極接合では、流路形成基板及び弾性膜母材のそれぞれの接合面に酸化シリコン層を形成する必要があり、これにより弾性膜50Dは、単結晶シリコンと、その両面に形成された酸化シリコン層との三層となる。

10

【0151】

(他の実施形態)

以上、本発明の各実施形態を説明したが、インクジェット式記録ヘッドの基本的構成は上述したものに限定されるものではない。

【0152】

例えば、上述した実施形態1～5では、圧力発生室12を流路形成基板10を貫通することなく浅く設けるようにしたが、これに限定されず、厚さの薄い流路形成基板に圧力発生室を貫通して設けるようにしても、圧力発生室を画成する隔壁の剛性を保って、圧力発生室間のクロストークを防止することができ、インク吐出特性を向上することができる。なお、このように流路形成基板に圧力発生室を貫通して設ける場合も、上述の製造方法で製造することにより、略1μm以下の弾性膜を接着剤を介さずに接合により設けることができる。これにより、製造工程を簡略化して製造コストを低減することができる。

20

【0153】

また、上述した実施形態1～5では、流路形成基板10にシリコン単結晶基板を用いて、圧力発生室12をハーフエッチングにより浅く形成したが、これに限定されず、例えば、流路形成基板に、SOI基板を用いて、SOI基板の一方面側の単結晶シリコンからなる流路形成層に、この流路形成層を貫通する圧力発生室を形成するようにしてもよい。これにより、圧力発生室の深さを容易に制御することができ、高精度の圧力発生室を形成することができる。

30

【0154】

さらに、上述した実施形態1～5では、陽極接合、直接接合及び常温接合のそれぞれを例示したが、接着剤を介さずに流路形成基板と弾性膜とを接合できれば、本発明はこれに限定されるものではない。

【0155】

また、上述した実施形態1～5の弾性膜50～50Dの形成では、弾性膜母材150～150Dの余分な領域を除去する際にエッチングを行ったが、これに限定されず、例えば、途中まで機械研磨により除去し、その後エッチングを行うようにすれば、製造時間を短縮して製造コストを低減することができる。

【0156】

さらに、上述した実施形態1～5では、流路形成基板10の圧電素子300側にノズル開口21を有するインクジェット式記録ヘッドとしたが、これに限定されず、例えば、流路形成基板の圧電素子とは反対側にノズル開口を有するインクジェット式記録ヘッドとしてもよい。このような例を図11に示す。なお、図11は、圧力発生室の長手方向の断面図である。

40

【0157】

図示するように、流路形成基板10Aには、圧力発生室12の両端のそれぞれに連通して、圧電素子300とは反対側まで貫通するノズル連通路16とインク供給路17とが設けられている。このノズル連通路16及びインク供給路17は、例えば、圧電素子300とは反対側からウェットエッチングすることにより形成されている。

50

## 【0158】

一方、流路形成基板10Aのノズル連通路16及びインク供給路17の開口する面側には、ノズル連通路16に連通するノズル開口21Aと、インク供給路17に連通するインク供給孔23とを有するノズルプレート20Aが接合されている。

## 【0159】

また、ノズルプレート20Aのインク供給孔23に対向する領域には、リザーバ15Aを画成するリザーバ形成基板30及びコンプライアンス基板40が順次接合されており、圧力発生室12とリザーバ15Aとはノズルプレート20Aに設けられたインク供給孔23を介して連通されている。

## 【0160】

さらに、リザーバ15Aに供給されるインクは、ノズルプレート20Aのリザーバ15Aに対向する領域に形成されたインク導入口24により供給される。

## 【0161】

リザーバ形成基板30は、リザーバ15Aの周壁を形成するものであり、ノズル開口数、インク滴吐出周波数に応じた適正な厚みのステンレス板を打ち抜いて作製されたものである。

## 【0162】

インク室側板40は、ステンレス基板からなり、一方の面でリザーバ15Aの一壁面を構成するものである。また、インク室側板40には、他方の面の一部にハーフエッチングにより凹部40aを形成することにより薄肉壁41が形成されている。なお、薄肉壁41は、インク滴吐出の際に発生するノズル開口21Aと反対側へ向かう圧力を吸収するためのもので、他の圧力発生室12Aに、リザーバ15Aを経由して不要な正又は負の圧力が加わるのを防止する。

## 【0163】

このような構成のインクジェット式記録ヘッドとしても、上述した実施形態1～5と同様の効果を得ることができる。

## 【0164】

また、これら各実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、インクカートリッジ等と連通するインク流路を具備する記録ヘッドユニットの一部を構成して、インクジェット式記録装置に搭載される。図12は、そのインクジェット式記録装置の一例を示す概略図である。

## 【0165】

図12に示すように、インクジェット式記録ヘッドを有する記録ヘッドユニット1A及び1Bは、インク供給手段を構成するカートリッジ2A及び2Bが着脱可能に設けられ、この記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3は、装置本体4に取り付けられたキャリッジ軸5に軸方向移動自在に設けられている。この記録ヘッドユニット1A及び1Bは、例えば、それぞれブラックインク組成物及びカラーインク組成物を吐出するものとしている。

## 【0166】

そして、駆動モータ6の駆動力が図示しない複数の歯車およびタイミングベルト7を介してキャリッジ3に伝達されることで、記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3はキャリッジ軸5に沿って移動される。一方、装置本体4にはキャリッジ軸5に沿ってプラテン8が設けられており、図示しない給紙ローラなどにより給紙された紙等の記録媒体である記録シートSがプラテン8に巻き掛けられて搬送されるようになっている。

## 【0167】

## 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、振動板の圧力発生室に対向する接合層を単結晶シリコン又は酸化シリコンで形成し、流路形成基板と接合層とを接着剤を介さずに接合するようにしたため、製造工程を簡略化して製造コストを低減することができる。

## 【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【図 1】本発明の実施形態 1 に係るインクジェット式記録ヘッドの概略を示す斜視図である。

【図 2】本発明の実施形態 1 に係るインクジェット式記録ヘッドの圧力発生室の長手方向の断面図である。

【図 3】本発明の実施形態 1 に係るインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【図 4】本発明の実施形態 1 に係るインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【図 5】本発明の実施形態 1 に係るインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

10

【図 6】本発明の実施形態 1 に係るインクジェット式記録ヘッドの変形例を示す圧力発生室の長手方向の断面図である。

【図 7】本発明の実施形態 2 に係るインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【図 8】本発明の実施形態 3 に係るインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【図 9】本発明の実施形態 4 に係るインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【図 10】本発明の実施形態 5 に係るインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

20

【図 11】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの変形例を示す圧力発生室の長手方向の断面図である。

【図 12】本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録装置の概略図である。

【符号の説明】

10, 10A 流路形成基板

11 隔壁

12, 12A 圧力発生室

13 インク連通部

14 狭隘部

15, 15A リザーバ

30

20 封止板

20A ノズルプレート

21 ノズル開口

22 圧電素子保持部

23 インク供給孔

24 インク導入口

30 リザーバ形成基板

40 コンプライアンス基板

50, 50A, 50B, 50C, 50D 弾性膜

51 ノズル連通孔

40

52 シリコン層

53 絶縁層

54 シリコン層

60 下電極膜

70 圧電体層

80 上電極膜

90 リード電極

150, 150A, 150B, 150C, 150D 弾性膜母材

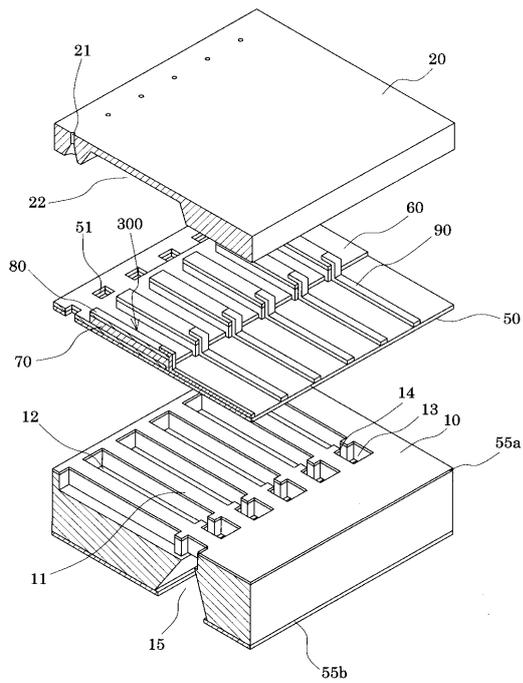
151 酸化シリコン層

151A 不純物層

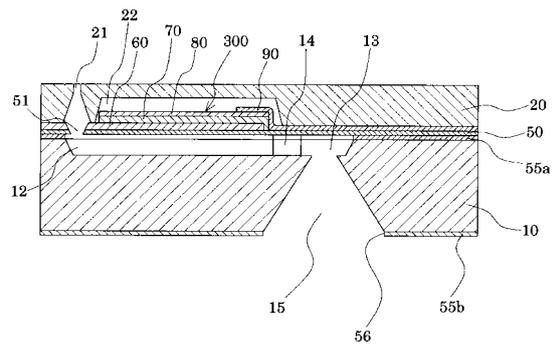
50

- 1 5 1 B n型シリコン層
- 1 5 1 C 低不純物層
- 1 5 2 B p型シリコン層
- 1 5 2 C 高不純物層
- 3 0 0 圧電素子

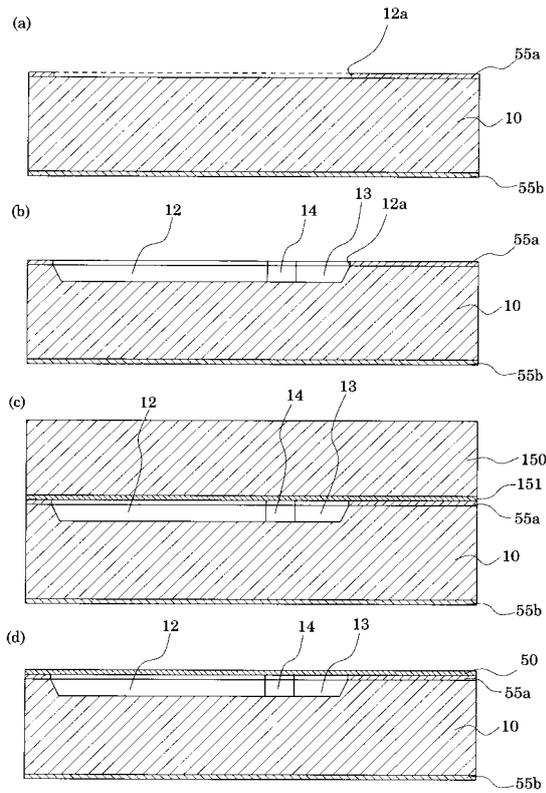
【図1】



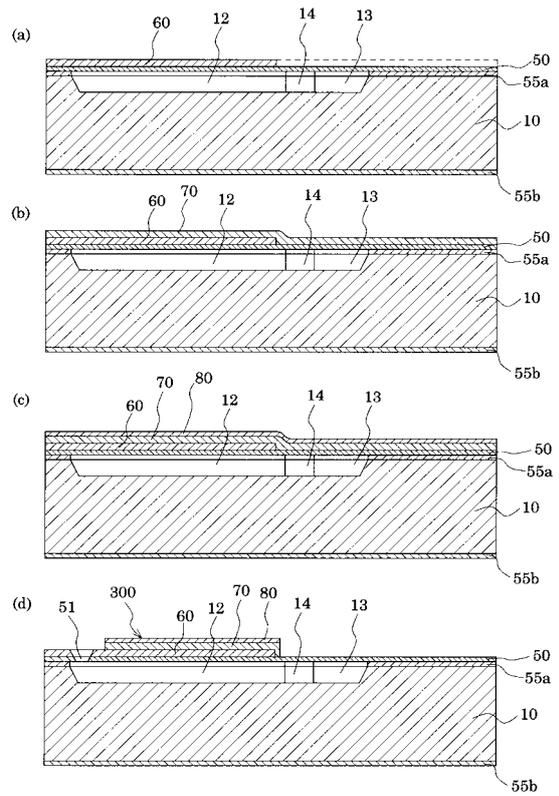
【図2】



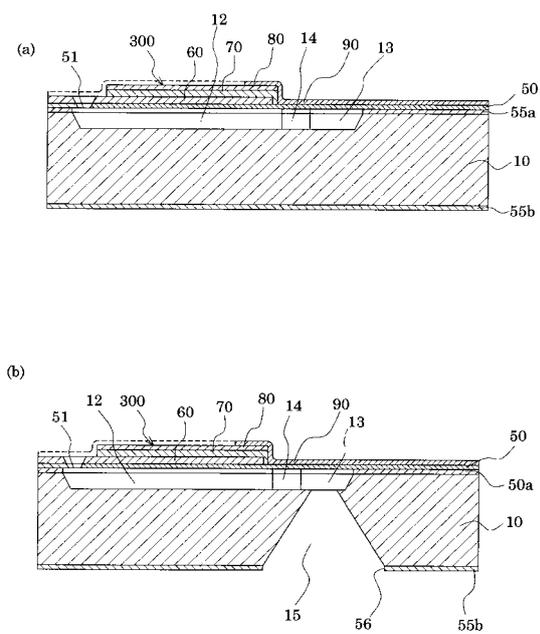
【 図 3 】



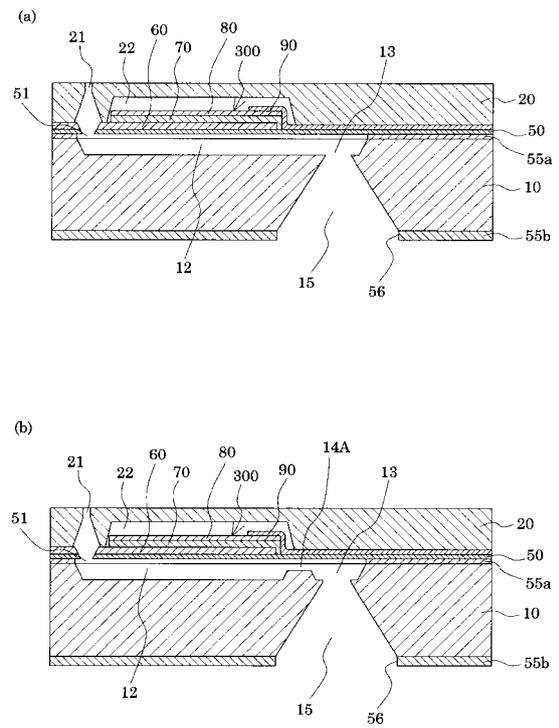
【 図 4 】



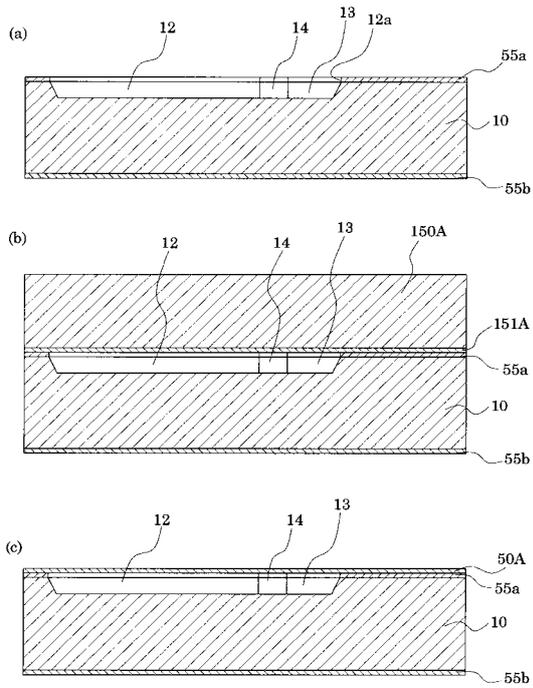
【 図 5 】



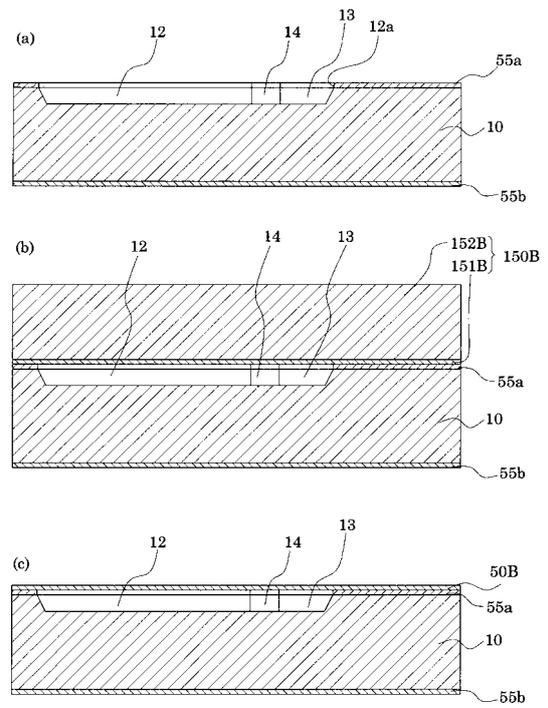
【 図 6 】



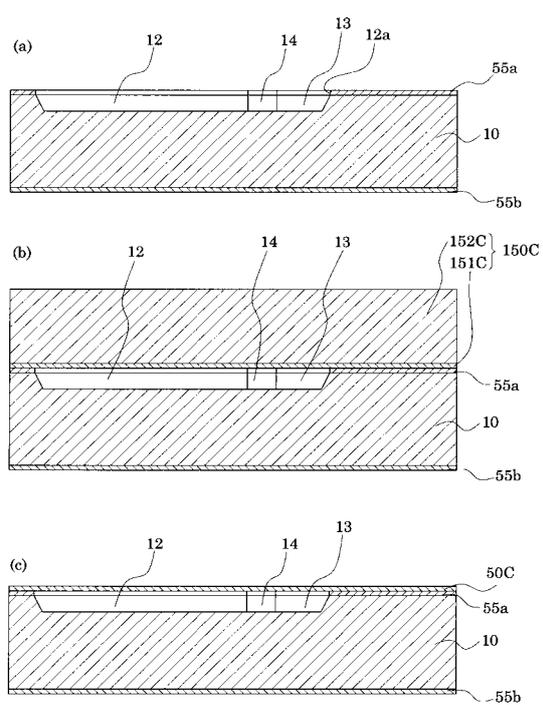
【 図 7 】



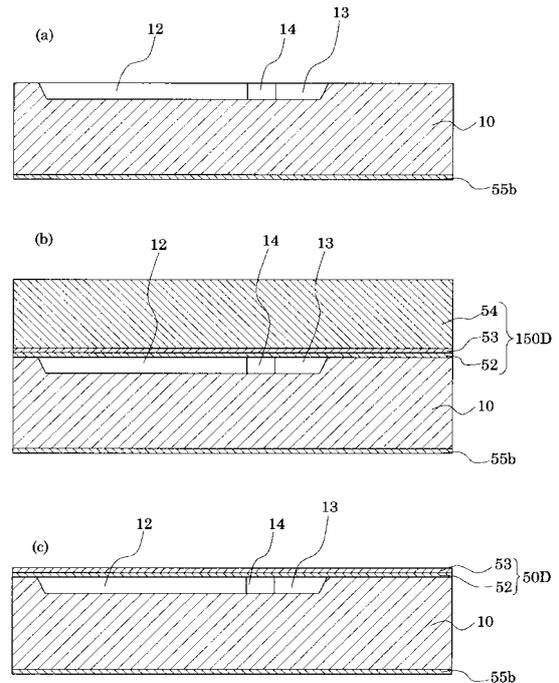
【 図 8 】



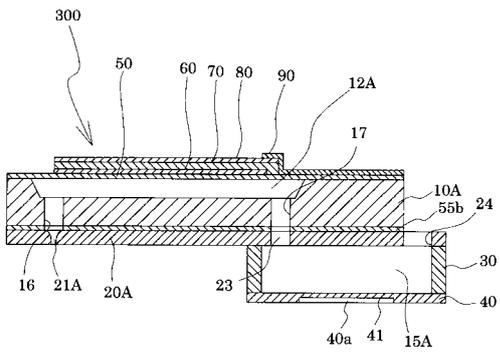
【 図 9 】



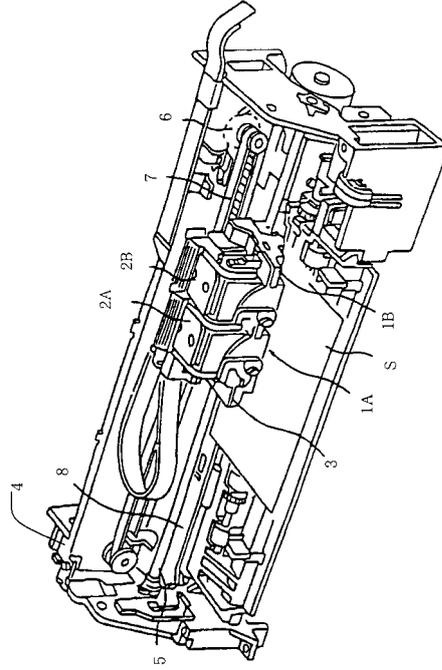
【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B41J 2/16

B41J 2/045

B41J 2/055