

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4475042号
(P4475042)

(45) 発行日 平成22年6月9日(2010.6.9)

(24) 登録日 平成22年3月19日(2010.3.19)

(51) Int.Cl.

F I

B 4 1 J 2/16 (2006.01)

B 4 1 J 3/04 1 O 3 H

請求項の数 1 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2004-203735 (P2004-203735)
 (22) 出願日 平成16年7月9日(2004.7.9)
 (65) 公開番号 特開2006-21503 (P2006-21503A)
 (43) 公開日 平成18年1月26日(2006.1.26)
 審査請求日 平成19年4月26日(2007.4.26)

(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 100095728
 弁理士 上柳 雅誉
 (74) 代理人 100107261
 弁理士 須澤 修
 (74) 代理人 100127661
 弁理士 宮坂 一彦
 (72) 発明者 大脇 寛成
 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
 (72) 発明者 宮田 佳直
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体噴射ヘッドの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

面方位(110)のシリコン単結晶基板からなる流路形成基板の一方面側に圧電素子を形成する工程と、前記流路形成基板を所定形状のマスク膜を介してウェットエッチングすることにより、当該流路形成基板を厚さ方向に貫通する複数の圧力発生室を形成すると同時に、前記流路形成基板の他方面側に、前記流路形成基板を貫通しない非貫通部を有する溝部を複数の圧力発生室の列間に形成する工程と、前記流路形成基板の他方面側に前記圧力発生室に連通するノズル開口が穿設された前記ノズルプレートに接着剤によって接着する工程とを有し、且つ前記溝部を形成する工程では、前記マスク膜に設けられてそれぞれ独立する複数の開口部から前記流路形成基板をウェットエッチングして複数の凹部を形成すると共に隣接する各凹部を最終的に連結させて前記溝部とし、

10

複数の前記開口部を、前記溝部の長さ方向で隣接する開口部と重なるよう配置して、隣接する前記凹部同士を当該凹部のエッチングの終点付近で繋げることで前記溝部とすることを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液滴を吐出する液体噴射ヘッド及びその製造方法並びに液体噴射装置に関し、特に、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室に供給されたインクを圧電素子によって加圧することにより、ノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット

20

式記録ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット式記録装置に関する。

【背景技術】

【0002】

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、圧電素子の軸方向に伸長、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。そして、たわみ振動モードのアクチュエータを使用したものとしては、例えば、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知られている。

10

【0003】

また、このようなインクジェット式記録ヘッドでは、一般的に、圧力発生室を形成した流路形成基板に、インク滴を吐出するための複数のノズル開口を穿設したノズルプレートが接着剤によって接合された構造となっている。このため、上述したように圧力発生室（圧電素子）を高密度に配設すると、ノズルプレートと流路形成基板との接着面積が小さくなり、無駄な接着剤が圧力発生室内に過度に流れ出す虞がある。そして、圧力発生室に流れ出した接着剤によってノズル開口が塞がれ、吐出不良が発生するという問題がある。

【0004】

このような圧力発生室への接着剤の流れ出しを防止する構造としては、例えば、流路基板に複数の独立した凹部からなる接着逃げ溝を設けたものがある（例えば、特許文献1参照）。

20

【0005】

しかしながら、このような複数の接着逃げ溝を設けた場合、接着逃げ溝の容積が比較的小さくなり、接着剤が流れ込む量が制限されてしまう。したがって、無駄な接着剤が圧力発生室内等に流れ出すのを十分に抑えることはできないという問題がある。また、例えば、流路形成基板を貫通して接着逃げ溝を形成してその容積を確保することも考えられるが、流路形成基板の剛性が低くなってしまうため好ましくない。すなわち、流路形成基板の剛性が低下すると、ノズルプレート等を接合した後に加熱された場合に、熱膨張により流路形成基板に割れが生じてしまうという問題がある。なお、このような問題は、インク滴を吐出するインクジェット式記録ヘッドだけでなく、液滴を吐出する他の液体噴射ヘッドにおいても同様に存在する。

30

【0006】

【特許文献1】特開平11-157063号公報（第1図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、このような事情に鑑み、吐出不良を防止でき且つ流路形成基板の破壊を防止できる液体噴射ヘッド及びその製造方法並びに液体噴射装置を提供することを課題とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決する本発明の第1の態様は、ノズル開口が穿設されたノズルプレートと、面方位（110）のシリコン単結晶基板からなり前記ノズル開口に連通する複数の圧力発生室が異方性エッチングによって形成されると共にその一方向側に振動板を介して下電極、圧電体層及び上電極からなる圧電素子が設けられる流路形成基板とを有し、前記流路形成基板の前記ノズルプレート側の面に、前記複数の圧力発生室の列間に設けられると共に前記流路形成基板と前記ノズルプレートとを接着する接着剤が入り込んだ溝部を有し、且つ該溝部が少なくともその一部に前記流路形成基板を貫通しない非貫通部を有することを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

50

かかる第1の態様では、流路形成基板とノズルプレートとを接着する際、無駄な接着剤が溝部に流れ込むことで、圧力発生室に無駄な接着剤が入り込むのを防止することができる。また、溝部が非貫通部を有することで流路形成基板の剛性が比較的高く確保されるため、加熱時の熱膨張による流路形成基板の割れ等の発生を防止できる。また、無駄な接着剤が流れ出しやすい領域である圧力発生室の列間に溝部を設けることで、圧力発生室等への接着剤の流れ込みをより確実に防止できる。

【0009】

本発明の第2の態様は、第1の態様の液体噴射ヘッドにおいて、前記溝部が、前記非貫通部のみからなることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

かかる第2の態様では、流路形成基板の剛性がさらに高く状態に維持されるため、流路形成基板の割れ等の発生をより確実に防止できる。

【0010】

かかる第3の態様は、第1又は2の態様の液体噴射ヘッドにおいて、前記溝部が、複数の凹部を連結することで連続的に形成されていることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

かかる第3の態様では、各凹部の間では溝部の深さが浅くなるため、流路形成基板の剛性を比較的容易に高く維持することができる。

【0012】

本発明の第4の態様は、第1～3の何れか一つの態様の液体噴射ヘッドにおいて、前記溝部が、前記圧力発生室の列の周囲にその三方を囲むように連続的に設けられていることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

かかる第4の態様では、溝部の容積が大きくなるため、溝部内に無駄な接着剤を確実に流れ込ませることができる。

【0013】

本発明の第5の態様は、第1～4の何れか一つの態様の液体噴射ヘッドを具備することを特徴とする液体噴射装置にある。

かかる第5の態様では、液体の吐出特性を向上することができ且つ耐久性を向上した液体噴射装置を実現できる。

【0014】

本発明の第6の態様は、面方位(110)のシリコン単結晶基板からなる流路形成基板の一方面側に圧電素子を形成する工程と、前記流路形成基板を所定形状のマスク膜を介してウェットエッチングすることにより、当該流路形成基板を厚さ方向に貫通する複数の圧力発生室を形成すると同時に、前記流路形成基板の他方面側に、前記流路形成基板を貫通しない非貫通部を有する溝部を複数の圧力発生室の列間に形成する工程と、前記流路形成基板の他方面側に前記圧力発生室に連通するノズル開口が穿設された前記ノズルプレートを接着剤によって接着する工程とを有し、且つ前記溝部を形成する工程では、前記マスク膜に設けられてそれぞれ独立する複数の開口部から前記流路形成基板をウェットエッチングして複数の凹部を形成すると共に隣接する各凹部を最終的に連結させて前記溝部とすることを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法にある。

かかる第6の態様では、圧力発生室を形成する際に、溝部を同時に形成することができる。したがって、製造工程を煩雑化することなく溝部を形成することができる。

【0015】

本発明の第7の態様は、第6の態様の液体噴射ヘッドの製造方法において、複数の前記開口部を、前記溝部の長さ方向で隣接する開口部と重なるよう配置して、隣接する前記凹部同士を当該凹部のエッチングの終点付近で繋げることで前記溝部とすることを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法にある。

かかる第7の態様では、流路形成基板がエッチングされる量が少なく抑えられるため、非貫通部を有する溝部を圧力発生室等と同時に比較的容易に形成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

10

20

30

40

50

以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

(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、図 1 の平面図及び断面図であり、図 3 は、流路形成基板の平面図及びその B - B 断面図である。図示するように、流路形成基板 10 は、本実施形態では面方位 (1 1 0) のシリコン単結晶基板からなり、その一方の面には予め熱酸化によって形成された厚さ 0 . 5 ~ 2 μ m の二酸化シリコンからなる弾性膜 50 が設けられている。この流路形成基板 10 には、隔壁 11 によって画成された複数の圧力発生室 12 が並設された列 13 が 2 列設けられている。また、流路形成基板 10 の圧力発生室 12 の各列 13 の外側の領域にはそれぞれ連通部 14 が形成され、連通部 14 と各圧力発生室 12 とがインク供給路 15 を介して連通されている。連通部 14 は、後述する保護基板 30 のリザーバ部 32 と連通して各圧力発生室 12 の共通のインク室となるリザーバ 100 の一部を構成する。インク供給路 15 は、圧力発生室 12 よりも狭い幅で形成されており、連通部 14 から圧力発生室 12 に流入するインクの流路抵抗を一定に保持している。なお、これらの圧力発生室 12、連通部 14 及びインク供給路 15 は、面方位 (1 1 0) のシリコン単結晶基板である流路形成基板 10 を異方性エッチングすることにより形成されている。

10

【 0 0 1 7 】

さらに、この流路形成基板 10 の少なくとも圧力発生室 12 の列 13 の周囲には、図 3 (a) に示すように、溝部 16 が、圧力発生室 12 の列 13 の周囲にその三方を囲むように連続的に設けられている。例えば、本実施形態では、溝部 16 は、圧力発生室 12 の列 13 の間の領域から、圧力発生室 12 の並設方向両外側の領域まで連続的に設けられ、圧力発生室 12 の並設方向外側の領域では、インク供給路 15 及び連通部 14 に対応する領域まで連続的に形成されている。そして、この溝部 16 には、後述するノズルプレート 20 と流路形成基板 10 とを接着するための接着剤 25 が流れ込んだ状態となっている。

20

【 0 0 1 8 】

また、この溝部 16 は、少なくとも一部に流路形成基板 10 を貫通しない非貫通部を有し、例えば、本実施形態では、溝部 16 が非貫通部のみで構成されている。具体的には、図 3 (b) に示すように、溝部 16 は、複数の凹部 17 が連結されて連続的に形成され、且つ全ての領域において流路形成基板 10 を厚さ方向に貫通することなく形成されている。なお、溝部 16 は、流路形成基板 10 を異方性エッチングすることによって圧力発生室 12 等と同時に形成され、溝部 16 の内面には、圧力発生室 12 の内面と同一の結晶面で構成されている。

30

【 0 0 1 9 】

ここで、異方性エッチングは、シリコン単結晶基板のエッチングレートの違いを利用して行われる。例えば、本実施形態では、面方位 (1 1 0) のシリコン単結晶基板である流路形成基板 10 を K O H 等のアルカリ溶液に浸漬すると、流路形成基板 10 が徐々に侵食されて表面の (1 1 0) 面に垂直な第 1 の (1 1 1) 面と、この第 1 の (1 1 1) 面と約 70 度の角度をなし且つ表面の (1 1 0) 面と約 35 度の角度をなす第 2 の (1 1 1) 面とが出現する。そして、(1 1 0) 面のエッチングレートと比較して (1 1 1) 面のエッチングレートが約 1 / 180 であるため、この (1 1 1) 面が出現することで実質的にエッチングが終了する。

40

【 0 0 2 0 】

本実施形態では、各圧力発生室 12 の長辺を第 1 の (1 1 1) 面で、短辺を第 2 の (1 1 1) 面で形成している。また、この圧力発生室 12 は、流路形成基板 10 をほぼ貫通して弾性膜 50 に達するまでエッチングすることにより形成されている。なお、弾性膜 50 も、シリコン単結晶基板をエッチングするアルカリ溶液に侵される量がきわめて小さいため、弾性膜 50 に達するまで流路形成基板 10 をエッチングすることで、深さ方向のエッチングも実質的に終了する。

【 0 0 2 1 】

また、溝部 16 も圧力発生室と同様に流路形成基板 10 を異方性エッチングすることに

50

よって形成されており、溝部 16 の内面も上記第 1 の (1 1 1) 及び第 2 の (1 1 1) 面で構成されている。但し、溝部 16 は、上述したように、圧力発生室 12 等とは異なり流路形成基板 10 を厚さ方向に貫通することなく形成されるようにしている。なお、この点については、詳しく後述する。

【 0 0 2 2 】

流路形成基板 10 の厚さは、圧力発生室 12 を配列密度に合わせて最適な厚さを選択すればよく、例えば、180 d p i 程度の配列密度であれば、流路形成基板 10 の厚さは、220 μ m 程度であればよいが、本実施形態では、圧力発生室 12 を 200 d p i 以上と比較的高密度に配列しているため、流路形成基板 10 の厚さは、100 μ m 以下、本実施形態では、70 μ m 程度と比較的薄くするのが好ましい。これは、隣接する圧力発生室 12 間の隔壁 11 の剛性を保ちつつ、配列密度を高くできるからである。

10

【 0 0 2 3 】

流路形成基板 10 の開口面側には、圧力発生室 12 を形成する際のマスクとして用いられるマスク膜 52 を介して、各圧力発生室 12 のインク供給路 15 とは反対側の端部近傍に連通するノズル開口 21 が穿設されたノズルプレート 20 が接着剤 25 を介して固着されている。なお、ノズルプレート 20 は、厚さが例えば、0.01 ~ 1 mm で、線膨張係数が 300 以下で、例えば $2.5 \sim 4.5 [\times 10^{-6} /]$ であるガラスセラミックス、シリコン単結晶基板又はステンレス鋼などからなる。

【 0 0 2 4 】

一方、このような流路形成基板 10 の開口面とは反対側には、上述したように、厚さが例えば約 1.0 μ m の弾性膜 50 が形成され、この弾性膜 50 上には、酸化ジルコニウム等からなり厚さが例えば、約 0.4 μ m の絶縁体膜 55 が形成されている。さらに、この絶縁体膜 55 上には、白金及びイリジウム等からなり厚さが例えば、約 0.2 μ m の下電極膜 60 と、チタン酸ジルコン酸鉛 (P Z T) 等からなり厚さが例えば、約 1.0 μ m の圧電体層 70 と、イリジウム等からなり厚さが例えば、約 0.05 μ 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 は圧電素子 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振動板とを合わせて圧電アクチュエータと称する。上述した例では、弾性膜 50、絶縁体膜 55 及び下電極膜 60 が振動板としての役割を果たす。

20

30

【 0 0 2 5 】

また、このような各圧電素子 300 の上電極膜 80 には、例えば、金 (A u) 等からなるリード電極 90 がそれぞれ接続され、このリード電極 90 を介して各圧電素子 300 に選択的に電圧が印加されるようになっている。

40

【 0 0 2 6 】

流路形成基板 10 の圧電素子 300 側の面には、圧電素子 300 に対向する領域に圧電素子保持部 31 を有する保護基板 30 が接着剤 35 によって接着されている。この圧電素子保持部 31 は、複数の圧電素子 300 を一体的に覆う大きさと形成されており、各圧電素子 300 は、この圧電素子保持部 31 内に配置されている。これにより、各圧電素子 300 は、外部環境の影響を殆ど受けない状態に保護されている。なお、この圧電素子保持部 31 は、必ずしも密封されている必要はない。

【 0 0 2 7 】

また、保護基板 30 には、リザーバ 100 の少なくとも一部を構成するリザーバ部 32

50

が設けられている。このリザーバ部 3 2 は、上述したように流路形成基板 1 0 の連通部 1 3 と連通され、これらリザーバ部 3 2 及び連通部 1 4 によってリザーバ 1 0 0 が形成されている。なお、保護基板 3 0 の材料としては、例えば、ガラス、セラミックス材料、金属、樹脂等が挙げられるが、流路形成基板 1 0 の熱膨張率と略同一の材料で形成されていることがより好ましく、本実施形態では、流路形成基板 1 0 と同一材料のシリコン単結晶基板を用いて形成した。

【 0 0 2 8 】

保護基板 3 0 上の圧力発生室 1 2 の各列に対応する領域のそれぞれには、並設された 2 列の圧電素子 3 0 0 をそれぞれ選択的に駆動するための 2 つの駆動 IC 2 0 0 が実装されている。そして、駆動 IC 2 0 0 と各圧電素子 3 0 0 から引き出されたリード電極 9 0 とが、保護基板 3 0 に設けられた貫通孔 3 3 を介して延設されるボンディングワイヤからなる駆動配線 2 1 0 によって電氣的に接続されている。

10

【 0 0 2 9 】

また、保護基板 3 0 上のリザーバ部 3 2 に対向する領域には、封止膜 4 1 及び固定板 4 2 とからなるコンプライアンス基板 4 0 が接合されている。ここで、封止膜 4 1 は、剛性が低く可撓性を有する材料（例えば、厚さが 6 μm のポリフェニレンサルファイド（PPS）フィルム）からなり、この封止膜 4 1 によってリザーバ部 3 1 の一方向が封止されている。また、固定板 4 2 は、金属等の硬質の材料（例えば、厚さが 30 μm のステンレス鋼（SUS）等）で形成される。この固定板 4 2 のリザーバ 1 0 0 に対向する領域は、厚さ方向に完全に除去された開口部 4 3 となっているため、リザーバ 1 0 0 の一方向は可撓性を有する封止膜 4 1 のみで封止され、内部圧力の変化によって変形可能な可撓部となっている。

20

【 0 0 3 0 】

このような本実施形態のインクジェット式記録ヘッドでは、図示しない外部インク供給手段と接続したインク導入口からインクを取り込み、リザーバ 1 0 0 からノズル開口 2 1 に至るまで内部をインクで満たした後、図示しない外部の駆動回路からの記録信号に従い、圧力発生室 1 2 に対応するそれぞれの下電極膜 6 0 と上電極膜 8 0 との間に電圧を印加し、弾性膜 5 0、絶縁体膜 5 5、下電極膜 6 0 及び圧電体層 7 0 をたわみ変形させることにより、各圧力発生室 1 2 内の圧力が高まりノズル開口 2 1 からインク滴が吐出する。

【 0 0 3 1 】

以下、このようなインクジェット式記録ヘッドの製造方法について、図 4 ~ 図 8 を参照して説明する。なお、図 4 ~ 図 6 は、圧力発生室 1 2 の長手方向の断面図である。また、図 7 及び図 8 は、マスク膜 5 2 の開口部 5 3 のパターン形状を示す図である。

30

【 0 0 3 2 】

まず、図 4 (a) に示すように、シリコンウェハからなり流路形成基板 1 0 が複数一体的に形成される流路形成基板用ウェハ 1 1 0 を約 1 1 0 0 の拡散炉で熱酸化し、その表面に弾性膜 5 0 を構成する二酸化シリコン膜 5 1 を形成する。なお、本実施形態では、流路形成基板用ウェハ 1 1 0 として、膜厚が約 6 2 5 μm と比較的厚く剛性の高いシリコンウェハを用いている。

【 0 0 3 3 】

次に、図 4 (b) に示すように、弾性膜 5 0（二酸化シリコン膜 5 1）上に、酸化ジルコニウムからなる絶縁体膜 5 5 を形成する。具体的には、弾性膜 5 0（二酸化シリコン膜 5 1）上に、例えば、スパッタ法等によりジルコニウム（Zr）層を形成後、このジルコニウム層を、例えば、5 0 0 ~ 1 2 0 0 の拡散炉で熱酸化することにより酸化ジルコニウム（ ZrO_2 ）からなる絶縁体膜 5 5 を形成する。

40

【 0 0 3 4 】

次いで、図 4 (c) に示すように、例えば、白金とイリジウムとを絶縁体膜 5 5 上に積層することにより下電極膜 6 0 を形成した後、この下電極膜 6 0 を所定形状にパターンニングする。次に、図 4 (d) に示すように、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）等からなる圧電体層 7 0 と、例えば、イリジウムからなる上電極膜 8 0 とを流路形成基板用ウ

50

エハ１１０の全面に形成し、これら圧電体層７０及び上電極膜８０を、各圧力発生室１２に対向する領域にパターンニングして圧電素子３００を形成する。

【００３５】

なお、圧電素子３００を構成する圧電体層７０の材料としては、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛（ＰＺＴ）等の強誘電性圧電性材料や、これにニオブ、ニッケル、マグネシウム、ビスマス又はイッテルビウム等の金属を添加したリラクサ強誘電体等が用いられる。その組成は、圧電素子３００の特性、用途等を考慮して適宜選択すればよいが、例えば、 $PbTiO_3$ （ＰＴ）、 $PbZrO_3$ （ＰＺ）、 $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$ （ＰＺＴ）、 $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3 - PbTiO_3$ （PMN-PT）、 $Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O_3 - PbTiO_3$ （ＰＺＮ-PT）、 $Pb(Ni_{1/3}Nb_{2/3})O_3 - PbTiO_3$ （PNN-PT）、 $Pb(In_{1/2}Nb_{1/2})O_3 - PbTiO_3$ （PIN-PT）、 $Pb(Sc_{1/3}Ta_{1/2})O_3 - PbTiO_3$ （PST-PT）、 $Pb(Sc_{1/3}Nb_{1/2})O_3 - PbTiO_3$ （PSN-PT）、 $BiScO_3 - PbTiO_3$ （BS-PT）、 $BiYbO_3 - PbTiO_3$ （BY-PT）等が挙げられる。

10

【００３６】

また、圧電体層７０の形成方法は、特に限定されないが、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-ゲル法を用いて圧電体層７０を形成した。

20

【００３７】

次に、図５（ａ）に示すように、リード電極９０を形成する。具体的には、まず流路形成基板用ウェハ１１０の全面に亘って、例えば、金（Ａｕ）等からなる金属層を形成する。そして、この金属層上に、例えば、レジスト等からなるマスクパターン（図示なし）を形成し、このマスクパターンを介して金属層を圧電素子３００毎にパターンニングすることによりリード電極９０を形成する。

【００３８】

次に、図５（ｂ）に示すように、保護基板３０が複数一体的に形成される保護基板用ウェハ１３０を、流路形成基板用ウェハ１１０上に接着剤３５によって接着する。ここで、保護基板用ウェハ１３０には、圧電素子保持部３１、リザーバ部３２等が予め形成されている。また、保護基板用ウェハ１３０は、例えば、４００μｍ程度の厚さを有するシリコンウェハであり、保護基板用ウェハ１３０を接合することで流路形成基板用ウェハ１１０の剛性は著しく向上することになる。

30

【００３９】

次いで、図５（ｃ）に示すように、流路形成基板用ウェハ１１０をある程度の厚さとなるまで研磨した後、更に弗化硝酸によってウェットエッチングすることにより流路形成基板用ウェハ１１０を所定の厚みにする。例えば、本実施形態では、研磨及びウェットエッチングによって、流路形成基板用ウェハ１１０を、約７０μｍの厚さとなるように加工した。次いで、図６（ａ）に示すように、流路形成基板用ウェハ１１０上に、例えば、窒化シリコン（ＳｉＮ）からなるマスク膜５２を新たに形成し、所定形状にパターンニングする。そして、図６（ｂ）に示すように、このマスク膜５２を介して流路形成基板用ウェハ１１０を異方性エッチング（ウェットエッチング）して、流路形成基板用ウェハ１１０に圧力発生室１２、連通部１３及びインク供給路１４等を形成する。具体的には、流路形成基板用ウェハ１１０を、例えば、水酸化カリウム（ＫＯＨ）水溶液等のエッチング液によって弾性膜５０が露出するまでエッチングすることにより、圧力発生室１２、連通部１３及びインク供給路１４を同時に形成する。

40

【００４０】

また、本発明では、流路形成基板用ウェハ１１０を異方性エッチングすることにより圧力発生室１２等を形成する際に、同時に溝部１６を形成する。すなわち、マスク膜５２に形成された複数の開口部を介して流路形成基板用ウェハ１１０を異方性エッチングするこ

50

とにより、上述したように所定の領域に連続する溝部 16 が、流路形成基板用ウェハ 110 を厚さ方向に貫通することなく形成される。

【0041】

ここで、溝部 16 を形成するために形成されるマスク膜 52 の開口部の形状は、適宜決定されればよいが、溝部 16 の位置によって異なる。具体的には、圧力発生室 12 の列 13 の間の領域の溝部 16 を形成するための各開口部 53 は、例えば、本実施形態では、図 7 (a) に示すようにそれぞれ略 L 字形状となるように形成した。そして、このような各開口部 53 A は、隣接する開口部 53 A と、溝部 16 の長さ方向で若干重なるように形成する。一方、圧力発生室 12 の並設方向外側の領域の溝部 16 を形成するための開口部 53 B は、例えば、図 8 (a) に示すように略 S 字形状となるように形成した。そして、これら各開口部 53 B も、開口部 53 A と同様に、溝部 16 の長さ方向で隣接する開口部 53 B と若干重なるように形成する。なお、ここで言う溝部 16 の長さ方向とは、圧力発生室 12 の列 13 の間の領域では、圧力発生室 12 の並設方向であり、圧力発生室 12 の並設方向外側の領域では、圧力発生室 12 の並設方向に直交する方向である。

【0042】

そして、このような複数の開口部 53 A, 53 B から流路形成基板用ウェハ 110 を異方性エッチングすると、上述したように、流路形成基板用ウェハ 110 が徐々に侵食されて表面の (110) 面に垂直な第 1 の (111) 面と、この第 1 の (111) 面と約 70 度の角度をなし且つ表面の (110) 面と約 35 度の角度をなす第 2 の (111) 面とが出現して凹部 17 が形成されていく。また同時に、図 7 (b) 及び図 8 (b) に示すように、マスク膜 52 もエッチングされて開口部 53 A, 53 B の領域が徐々に広がっていく (図 7 (c) 及び図 8 (c))。そして、図 7 (d) 及び図 8 (d) に示すように、最終的に開口部 53 A, 53 B がそれぞれ繋がり、繋がった部分の流路形成基板用ウェハ 110 が除去されて各凹部 17 同士が連結される。これにより、所定の領域に溝部 16 が流路形成基板 10 を貫通することなく連続的に形成される (図 3 参照)。そして、このように形成された溝部 16 の内面は、圧力発生室 12 と同一の結晶面で構成される。

【0043】

なお、各溝部 16 (凹部 17) の深さは、開口部 53 の幅及び長さによって決まり、溝部 16 の深さに応じて適宜決定する必要がある。ただし、マスク膜 52 の各開口部 53 をあまり広い範囲で重なるようにすると、各開口部 53 が早い段階で繋がってしまい流路形成基板用ウェハ 110 がエッチングされる量が多くなって溝部 16 の深さが深くなりすぎるため好ましくない。また、各開口部 53 の大きさがあまり小さすぎても、同様の理由によって溝部 16 が深くなりすぎてしまうため好ましくない。

【0044】

このようにマスク膜 52 に設けられた所定形状の複数の開口部 53 を介して流路形成基板用ウェハ 110 を異方性エッチングして溝部 16 を形成することで、流路形成基板用ウェハ 110 を貫通することなく所定の深さの溝部 16 を比較的容易に形成することができる。また、流路形成基板用ウェハ 110 を貫通する圧力発生室 12 等の形成と同時に溝部 16 も形成することができるため、製造工程が煩雑化することもない。

【0045】

このように圧力発生室 12、溝部 16 等を流路形成基板用ウェハ 110 に形成した後は、図 6 (c) に示すように、流路形成基板ウェハ 110 とノズルプレート 20 とを接着剤 25 を介して接着する。このとき、無駄な接着剤がこの溝部 16 に流れ込み、接着剤 25 が圧力発生室 12 あるいはノズル開口 21 等に過度に流れ込むことがない。本実施形態では、特に、圧力発生室 12 の列 13 の周囲の三方を囲むように、連続的に溝部 16 を設けるようにしたので、無駄な接着剤の量が比較的多い場合でも、圧力発生室 12 等への接着剤の流れ込みを確実に防止することができる。これにより、流路形成基板用ウェハ 110 (流路形成基板 10) とノズルプレート 20 とを良好に接合することができ、接着による特性劣化を防止することができる。

【0046】

また、接着剤 25 が圧力発生室 12 内に流れ込んだ場合、接着剤 25 が振動板まで達すると、圧電素子 300 の駆動による振動板の変位量が低下するという問題が生じる。さらに、接着剤 25 の各圧力発生室 12 内への流れ込み量の違いによって、クロストークが発生するという問題も生じる。しかしながら本発明の構成によれば、このような問題の発生も確実に防止することができる。

【0047】

さらに、溝部 16 が流路形成基板用ウェハ 110 を貫通することなく形成されているため、流路形成基板用ウェハ 110 (流路形成基板 10) の剛性が比較的高く維持される。例えば、溝部 16 が流路形成基板 10 の厚さの約半分程度の深さで形成されている場合、溝部が流路形成基板 10 を貫通している場合と比較して、約 1.5 倍程度、流路形成基板 10 の剛性が向上する。したがって、流路形成基板 10 (流路形成基板用ウェハ 110) とノズルプレート 20 とを接着後に、これらが加熱された場合でも、熱膨張によって流路形成基板用ウェハ 110 (流路形成基板 10) のクラックの発生を防止することができる。

10

【0048】

なお、このように流路形成基板用ウェハ 110 とノズルプレート 20 とを接着した後は、保護基板用ウェハ 130 にコンプライアンス基板 40 を接合し、流路形成基板用ウェハ 110 等の外周縁部の不要部分を、例えば、ダイシング等により切断することによって除去する。そして、これら流路形成基板用ウェハ 110 等を図 1 に示すような一つのチップサイズに分割することによって上述した構造のインクジェット式記録ヘッドが製造される。

20

【0049】

(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。また、このような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 9 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。図 9 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。

30

【0050】

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 上を搬送されるようになっている。

【0051】

40

なお、上述した実施形態では、液体噴射ヘッドの一例としてインクジェット式記録ヘッドを挙げて説明したが、本発明は、広く液体噴射ヘッド全般を対象としたものであり、インク以外の液体を噴射する液体噴射ヘッドにも勿論適用することができる。その他の液体噴射ヘッドとしては、例えば、プリンタ等の画像記録装置に用いられる各種の記録ヘッド、液晶ディスプレイ等のカラーフィルタの製造に用いられる色材噴射ヘッド、有機 EL ディスプレー、FED (面発光ディスプレイ) 等の電極形成に用いられる電極材料噴射ヘッド、バイオ chip 製造に用いられる生体有機物噴射ヘッド等が挙げられる。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図 1】実施形態 1 に係る記録ヘッドの分解斜視図である。

50

【図 2】実施形態 1 に係る記録ヘッドの平面図及び断面図である。

【図 3】流路形成基板の平面図及び B - B 断面図である。

【図 4】実施形態 1 に係る記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【図 5】実施形態 1 に係る記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【図 6】実施形態 1 に係る記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【図 7】実施形態 1 に係るマスク膜の開口部の形状を示す概略図である。

【図 8】実施形態 1 に係るマスク膜の開口部の形状を示す概略図である。

【図 9】一実施形態に係る記録装置の概略図である。

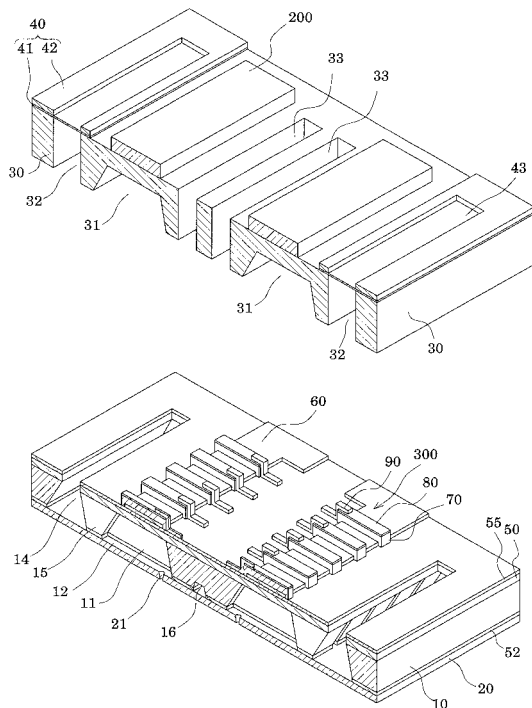
【符号の説明】

【 0 0 5 3 】

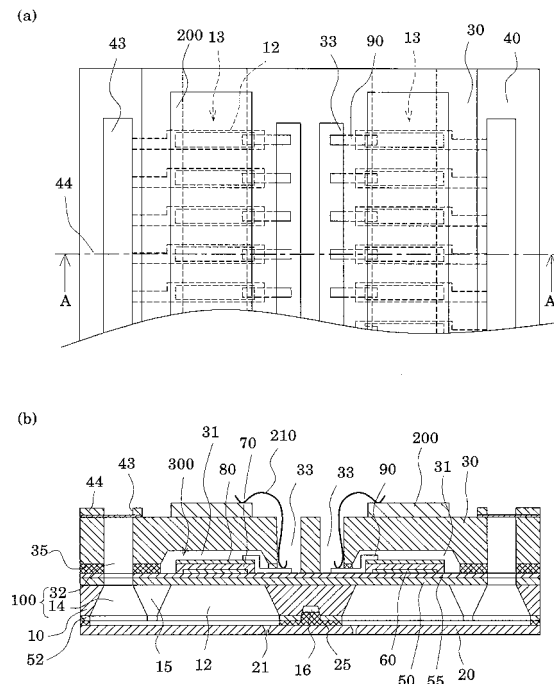
10 流路形成基板、 12 圧力発生室、 14 連通部、 15 インク供給路、
16 溝部、 17 凹部、 20 ノズルプレート、 21 ノズル開口、 30
保護基板、 31 圧電素子保持部、 32 リザーバ部、 33 貫通孔、 40 コ
ンプライアンス基板、 50 弾性膜、 52 マスク膜、 53 開口部、 55 絶
縁体膜、 60 下電極膜、 70 圧電体層、 80 上電極膜、 90 リード電極
、 100 リザーバ、 300 圧電素子

10

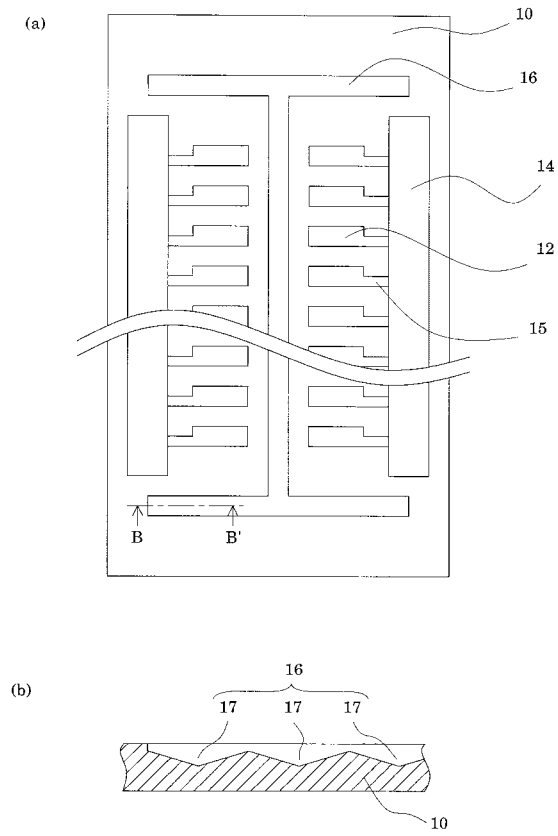
【図 1】



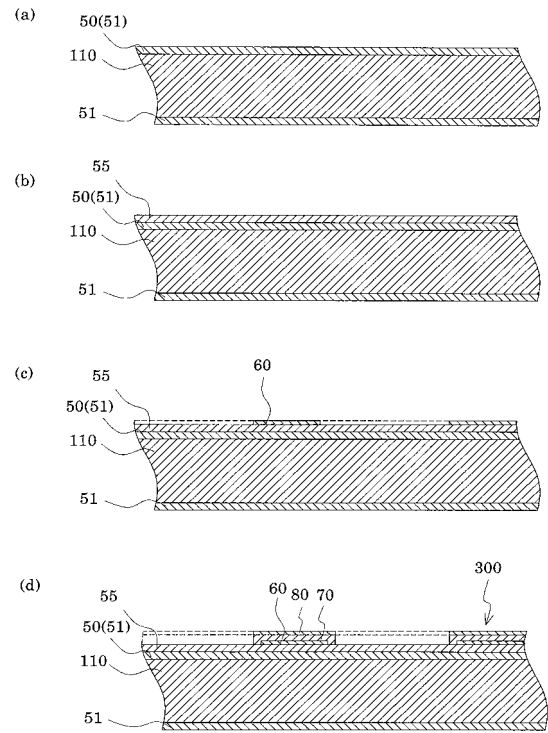
【図 2】



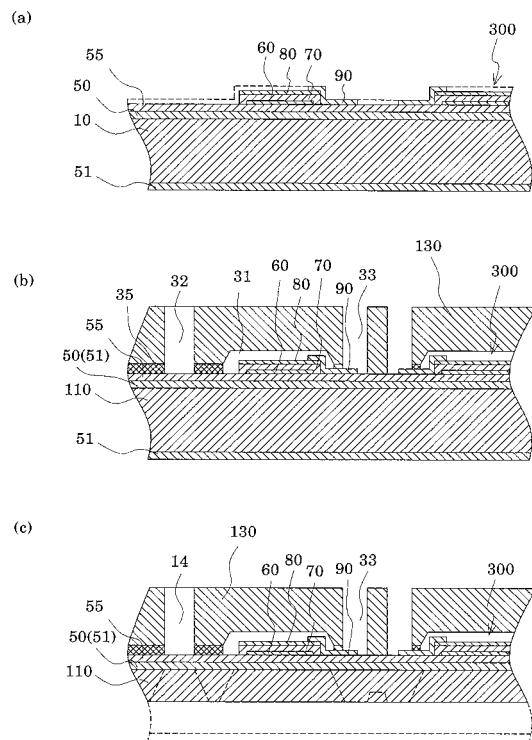
【図 3】



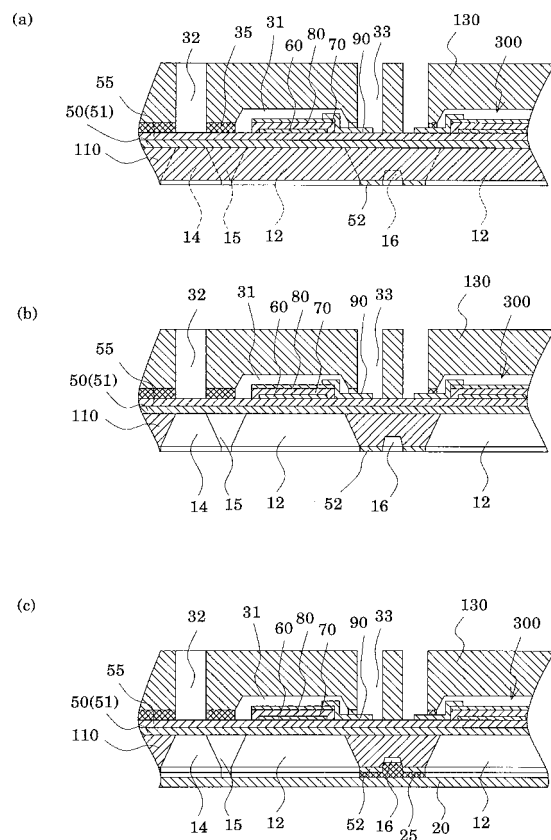
【図 4】



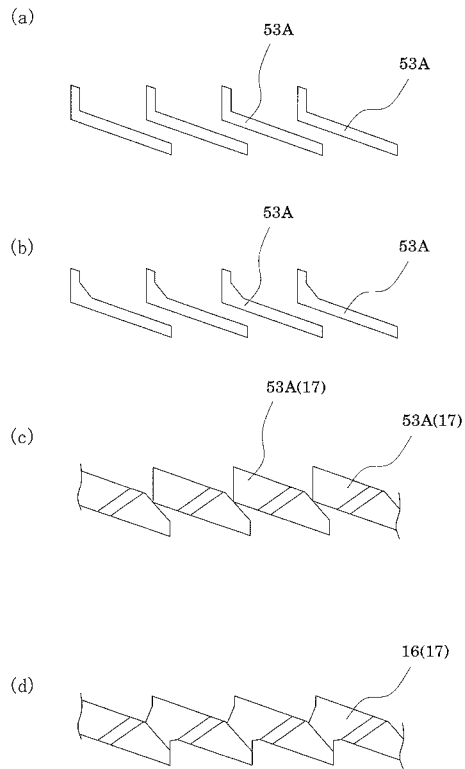
【図 5】



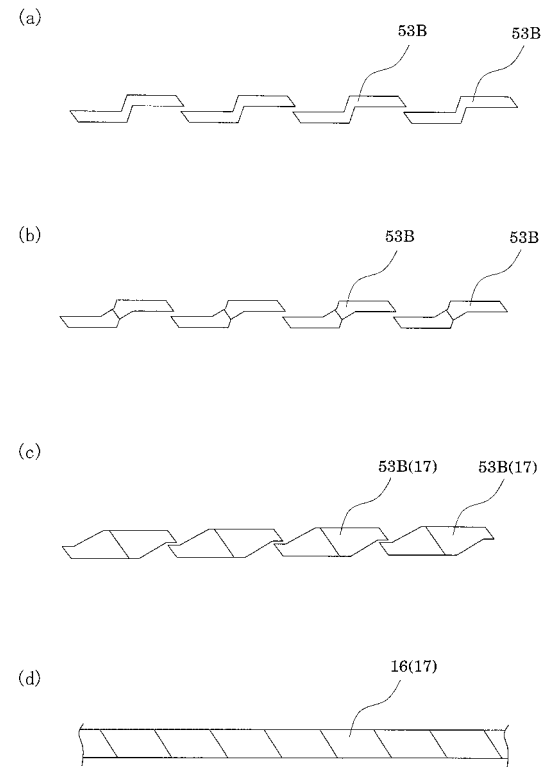
【図 6】



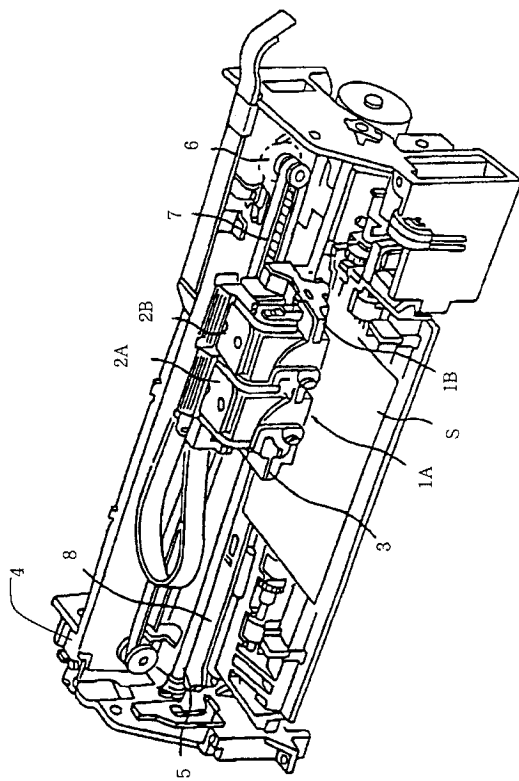
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

審査官 里村 利光

(56)参考文献 特開2001-047620(JP,A)
特開平08-174832(JP,A)
特開平11-157063(JP,A)
特開2002-096477(JP,A)
特開2002-240272(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B41J2/015-2/13