

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7006380号
(P7006380)

(45)発行日 令和4年1月24日(2022.1.24)

(24)登録日 令和4年1月11日(2022.1.11)

(51)国際特許分類

F I

B 4 1 J 2/14 (2006.01)

B 4 1 J 2/14 6 0 3

B 4 1 J 2/16 (2006.01)

B 4 1 J 2/16 3 0 5

B 4 1 J 2/14 3 0 5

B 4 1 J 2/16 5 0 7

請求項の数 6 (全21頁)

(21)出願番号 特願2018-37308(P2018-37308)
 (22)出願日 平成30年3月2日(2018.3.2)
 (65)公開番号 特開2019-151003(P2019-151003
 A)
 (43)公開日 令和1年9月12日(2019.9.12)
 審査請求日 令和2年11月18日(2020.11.18)

(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 100090527
 弁理士 館野 千恵子
 (72)発明者 黒田 隆彦
 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 牧島 元

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液体吐出ヘッド、液体吐出ユニット、液体を吐出する装置、及び基板部材の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

液滴を吐出するノズル孔が形成された第1の基板部材と、
 前記第1の基板部材に接合され、前記ノズル孔と連通する液室が形成された第2の基板部材と、
 前記第2の基板部材に接合され、前記液室に液体を供給するための流路が形成された第3の基板部材と、を備えた液体吐出ヘッドであって、
 前記第3の基板部材は、一方向に配列された複数の貫通溝を有し、
 隣接する前記貫通溝を画成する側壁部は、前記貫通溝の配列方向と直交する方向の一方の端部が基板本体と接続された片持ち梁形状であり、
 前記側壁部は、前記基板本体の厚み方向端部の端面の面積が、一方と他方とで異なっていることを特徴とする液体吐出ヘッド。

【請求項2】

液滴を吐出するノズル孔が形成された第1の基板部材と、
 前記第1の基板部材に接合され、前記ノズル孔と連通する液室が形成された第2の基板部材と、
 前記第2の基板部材に接合され、前記液室に液体を供給するための流路が形成された第3の基板部材と、を備えた液体吐出ヘッドであって、
 前記第3の基板部材は、一方向に配列された複数の貫通溝を有し、
 隣接する前記貫通溝を画成する側壁部は、前記貫通溝の配列方向と直交する方向の一方の

端部が基板本体と接続された片持ち梁形状であり、
前記側壁部は、前記基板本体の厚み方向端部のうち一方の端部の端面が、前記基板本体の端面よりも凹んだ位置にあることを特徴とする液体吐出ヘッド。

【請求項 3】

前記側壁部は、前記基板本体の厚み方向端部のうち前記基板本体の端面よりも凹んだ位置にある一方の端部の端面の面積が、他方の端部の端面の面積よりも小さい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 1 から 3 のいずれかに記載の液体吐出ヘッドを備えていることを特徴とする液体吐出ユニット。

【請求項 5】

請求項 1 から 3 のいずれかに記載の液体吐出ヘッドを備えていることを特徴とする液体を吐出する装置。

【請求項 6】

一方向に配列された複数の貫通溝が形成された基板部材の製造方法であって、
隣接する前記貫通溝を画成する側壁部を、前記貫通溝の配列方向と直交する方向の一方の端部が基板本体と接続された片持ち梁形状となるようにエッチングする工程を含み、
前記側壁部を、
前記基板本体の厚み方向端部の端面の面積が一方と他方とで異なる形状、及び／又は前記基板本体の厚み方向端部のうち一方の端部の端面が、前記基板本体の端面よりも凹んだ位置となる形状、となるようにエッチングするとともに、
前記側壁部のエッチングにおいて、前記基板本体の厚み方向端部のうち一方の端部の端面に対し、他の部材と接触させない状態でエッチングを行うことを特徴とする基板部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板部材、液体吐出ヘッド、液体吐出ユニット、液体を吐出する装置、及び基板部材の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

インクなどの液体の液滴を吐出するノズル孔と、このノズル孔に連通し液体を収容する液室（以下、「個別液室」、「加圧液室」等ともいう）と、各個別液室に連通する共通液室と、各個別液室に圧力変動を発生させる圧電素子などの電気機械変換素子とを備えた液体吐出ヘッドが知られている。

【0003】

このような液体吐出ヘッドでは、共通液室を介して各個別液室に液体を供給し、電圧が印加された圧電素子によって個別液室内に圧力変動を生じさせることにより、ノズルから液滴を吐出させることができる。

【0004】

上述の液滴吐出ヘッドは、ノズル孔が形成されたノズル板や、液室が形成される基板に接合される基板であって、外部から液室に液体を供給するための流路の一部となる開口部が形成された基板部材を備えている。このような基板部材は、例えば、シリコン基板にエッチングを適用して形成される。

【0005】

近年、特に微細な液滴を精度良く吐出できる液体吐出ヘッドが求められており、基板に微細な加工が施されるとともに、各部材は小型化され、高密度に実装されるようになってきている。

しかしながら、ノズルを高密度に配列した液体吐出ヘッドでは、複数の個別液室のうち一の個別液室内で生じた圧力変動が個別液室に連通する共通液室に伝播して、隣接する他の

10

20

30

40

50

個別液室内の液体の圧力に影響が及ぶ相互干渉（クロストーク）が発生するおそれがある。このような個別液室間の相互干渉が発生すると、個別液室内の液体が液滴として吐出されるとき吐状態が不安定になる。

【0006】

この問題を解決するために、個別液室と共通液室との間に最適な流体抵抗部を設け、液滴吐出後の加圧液室の残留圧力を収束させ、自身の残留圧力及び隣接する加圧液室への残留圧力伝搬を抑制し、クロストークを抑えるインクジェットヘッドが提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0007】

特許文献1のインクジェットヘッドのように、クロストークを抑制するために流体抵抗部等の微細構造を開口部内に形成する場合、製造工程においてその微細構造が破壊されてしまうことがある。

【0008】

例えば、基板にドライエッチング装置で貫通溝を形成する場合、基板が貫通した時に装置サセプターをプラズマに晒してダメージを与えないように、後の工程で剥離可能な樹脂テープを用いてサポート基板を貼り付けることがあるが、ドライエッチング後に樹脂テープを剥離するとき、樹脂テープの粘着力によって形成された微細パターンが折れや欠け等のダメージを受けることがある。

20

【0009】

近年の液体吐出ヘッドの高密度化に伴い、形成されるパターンもより微細化されるため、上記のような問題は解消されることがなく、高精度な基板部材を歩留まり良く製造することがますます困難となる。

【0010】

そこで本発明は、貫通溝等の微細構造が形成された基板部材において、当該微細構造が破壊されることなく、歩留まりよく製造される基板部材を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

かかる目的を達成するため、本発明に係る液体吐出ヘッドは、液滴を吐出するノズル孔が形成された第1の基板部材と、前記第1の基板部材に接合され、前記ノズル孔と連通する液室が形成された第2の基板部材と、前記第2の基板部材に接合され、前記液室に液体を供給するための流路が形成された第3の基板部材と、を備えた液体吐出ヘッドであって、前記第3の基板部材は、一方向に配列された複数の貫通溝を有し、隣接する前記貫通溝を画成する側壁部は、前記貫通溝の配列方向と直交する方向の一方の端部が基板本体と接続された片持ち梁形状であり、前記側壁部は、前記基板本体の厚み方向端部の端面の面積が、一方と他方とで異なっていることを特徴とする液体吐出ヘッドである。

30

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、貫通溝等の微細構造が形成された基板部材において、当該微細構造が破壊されることなく、歩留まりよく製造される基板部材を提供することを目的とする。

40

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明にかかる基板部材の一例を示す平面図及び断面図である。

【図2】側壁部の厚み方向端部のうち一方の端部の形状の例を示す側面図である。

【図3】本発明にかかる液体吐出ヘッドのノズル面側からの平面図である。

【図4】本発明にかかる液体吐出ヘッドの断面図であって、図3のX1-X2断面図、Y1-Y2断面図、及びY3-Y4断面図である。

【図5】本発明にかかる液体吐出ヘッドのサブフレーム基板の一例を示す平面図である。

【図6】本発明にかかる液体吐出ヘッドのサブフレーム基板の一例を示す断面図である。

50

【図 7】実施例 1 の基板部材の製造工程（工程 A ～ D）を示す説明図である。
【図 8】実施例 1 の基板部材の製造工程（工程 E ～ H）を示す説明図である。
【図 9】実施例 2 の基板部材の製造工程（工程 A ～ D）を示す説明図である。
【図 10】実施例 2 の基板部材の製造工程（工程 E ～ H）を示す説明図である。
【図 11】実施例 3 及び実施例 4 の基板部材の断面図である。
【図 12】従来の基板部材の一例を示す平面図及び断面図である。
【図 13】本発明にかかる液体を吐出する装置の一例の要部平面説明図である。
【図 14】本発明にかかる液体を吐出する装置の一例の要部側面説明図である。
【図 15】本発明にかかる液体吐出ユニットの一例の要部平面説明図である。
【図 16】本発明にかかる液体吐出ユニットの一例の正面説明図である。
【発明を実施するための形態】

10

【0014】

以下、本発明に係る基板部材、液体吐出ヘッド、液体吐出ユニット、液体を吐出する装置、及び基板部材の製造方法について、図面を参照して説明する。なお、本発明は以下に示す実施形態に限定されるものではなく、他の実施形態、追加、修正、削除など、当業者が想到することができる範囲内で変更することができ、いずれの態様においても本発明の作用・効果を奏する限り、本発明の範囲に含まれるものである。

【0015】

本発明にかかる基板部材の一例を図 1 に示す。

図 1（A）は基板部材の平面図（上面図）であり、図 1（B）及び図 1（C）は、製造工程における図 1（A）の Y-Y 断面図である。

20

図 1 に示すように、本実施形態の基板部材 200 は、複数の貫通溝 62 及び該貫通溝 62 を画成する複数の側壁部 63 からなる 歯部 61 と、貫通孔 60 とを有する。

貫通溝 62 を画成する側壁部 63 は、貫通溝 62 の配列方向（Y 方向）と直交する方向（X 方向）の一方の端部が基板本体と接続された片持ち梁形状である。

【0016】

図 1（B）の断面図に示す第一の実施形態の基板部材 200 においては、側壁部 63 の基板本体の厚み方向（Z 方向）の端部（64, 65）の端面（64a, 65a）の面積が、一方と他方とで異なっている。

図 1（B）に示す断面図では、製造工程において基板部材 200 に樹脂テープ 610 を介して、サポート基板 600 が貼り付けられた状態を示しているが、樹脂テープ 610 と当接する側壁部 63 の端部 64 の端面 64a の面積が、他方の端部 65 の端面 65a の面積よりも小さい。

30

【0017】

なお、図 1（B）では、側壁部 63 の一方の端部 64 側の形状が楔型である例を示しているが、端面 64a の面積が、端面 65a の面積よりも小さくなる形状であればこれに限定されない。側壁部 63 の端部 64 の他の形状の例を図 2 に示す。例えば、図 2（A）のように、端部 64 の断面に段差が形成された形状であってもよく、図 2（B）のように、切欠部 64b が形成された形状であってもよい。

なお、後述するように基板部材 200 を液体吐出ヘッドに適用する場合、端部 64 は流路又は液室中の液体に含まれる気泡がトラップされない形状であることが好ましい。

40

【0018】

図 1（C）の断面図に示す第二の実施形態の基板部材 200 においては、側壁部 63 の基板本体の厚み方向（Z 方向）の端部（64, 65）のうち一方の端部 64 の端面 64a が、基板本体の端面よりも凹んだ位置にある。

図 1（C）に示す断面図では、製造工程において樹脂テープ 610 を介して、サポート基板 600 が貼り付けられた状態を示しているが、樹脂テープ 610 と対向する端面 64a の位置が、基板本体の端面よりも内側に位置している。

【0019】

なお、図 1（C）では、側壁部 63 の一方の端部 64 側の形状は、他方の端部 65 側の形

50

状と同じであり、この場合端面 6 4 a の面積も端面 6 5 a の面積と等しいが、端部 6 4 の形状は、図 1 (B) や図 2 に示すような形状であってもよい。

すなわち、側壁部 6 3 は、基板本体の厚み方向 (Z 方向) において基板本体の端面よりも貫通孔の内部側へ凹んだ位置にある一方の端部 6 4 の端面 6 4 a の面積が、他方の端部 6 5 の端面 6 5 a の面積よりも小さくなるような形状であってもよい。

【0020】

図 1 2 に従来の基板部材 2 0 1 の例を示す。図 1 2 (B) に示すように、従来の基板部材 2 0 1 の貫通孔に形成された側壁部 6 3 の端面 6 4 a は樹脂テープ 6 1 0 と密着しているため、樹脂テープ 6 1 0 の剥離時に樹脂テープ 6 1 0 の粘着力によって側壁部 6 3 に折れや欠け等のダメージが生じることがある。

【0021】

これに対し、図 1 (B) 及び図 1 (C) に示す本実施形態の基板部材 2 0 0 は、形成された微細構造の側壁部 6 3 の端部 6 4 の端面 6 4 a と樹脂テープ 6 1 0 との接触面積が極めて少ないか、端面 6 4 a が 6 3 と樹脂テープ 6 1 0 とが接触していないため、樹脂テープ 6 1 0 の剥離時に側壁部 6 3 が破壊されることなく、歩留まりよく製造される。

【0022】

また、高精度に製造された側壁部 6 3 からなる 歯部 6 1 を備える本実施形態の基板部材 2 0 0 は、耐久性及び信頼性にも優れるため、液体吐出ヘッドを構成する基板部材として適用することにより、残留圧力の伝播を効果的に抑制することができ、クロストークの低減を実現することができる。

以下、本実施形態の基板部材 2 0 0 を備えた液体吐出ヘッド、及び基板部材 2 0 0 の製造方法について説明する。

【0023】

本実施形態の液体吐出ヘッドの一例として、圧電型アクチュエータを有し、ノズル孔から液滴を吐出させる液体吐出ヘッドについて図 3 及び図 4 に基づき説明する。

図 3 はノズル面側の平面図である。図 4 (A) は図 3 の X 1 - X 2 断面、図 4 (B) は図 3 の Y 1 - Y 2 断面、及び図 4 (C) は図 3 の Y 3 - Y 4 断面をそれぞれ示している。

【0024】

本実施形態の液体吐出ヘッドは、液滴を吐出するノズル孔 6 が形成された第 1 の基板部材 (ノズル基板) 3 0 0 と、第 1 の基板部材 3 0 0 に接合され、ノズル孔 6 と連通する液室 5 が形成された第 2 の基板部材 (アクチュエータ基板) 1 0 0 と、第 2 の基板 1 0 0 に接合され、液室 5 に液体を供給するための流路が形成された第 3 の基板部材 (サブフレーム基板) 2 0 0 と、共通液室 9 の一部が形成されたフレーム 4 0 0 を備えている。

【0025】

第 3 の基板部材 2 0 0 は、前記流路を構成する貫通孔 6 0 と、複数の貫通溝 6 2 を有する。複数の貫通溝 6 2 は複数の側壁部 6 3 により画成され、複数の側壁部 6 3 により 歯部 6 1 が形成されている。

側壁部 6 3 は、貫通溝 6 2 の配列方向と直交する方向の一方の端部が基板本体と接続された片持ち梁形状である。

【0026】

第一の実施形態では、側壁部 6 3 の基板本体の厚み方向 (Z 方向) の端部 (6 4, 6 5) の端面 (6 4 a, 6 5 a) の面積が、一方と他方とで異なっている。

第二の実施形態では、側壁部 6 3 の基板本体の厚み方向 (Z 方向) の端部 (6 4, 6 5) のうち一方の端部 6 4 の端面 6 4 a が、基板本体の端面よりも凹んだ位置にある。この場合、側壁部 6 3 は、基板本体の厚み方向 (Z 方向) において基板本体の端面よりも貫通孔の内部側へ凹んだ位置にある一方の端部 6 4 の端面 6 4 a の面積が、他方の端部 6 5 の端面 6 5 a の面積よりも小さくなるような形状であってもよい。

【0027】

本実施形態の液体吐出ヘッドは、図 4 に示すように、アクチュエータ基板 1 0 0、サブフレーム基板 2 0 0、およびノズル基板 3 0 0 を接合することにより形成されている。

また引き出し配線 40 を保護するパッシベーション膜 50、及び開口部である引き出し配線パッド 41 が形成され、配線パターン 42 は、サブフレーム基板 200 との接合部となる箇所形成されている。

【0028】

アクチュエータ基板 100 は、液体吐出エネルギーを発生する圧電体素子 2、振動板 3 を備え、加圧液室隔壁 4、液室（加圧液室） 5、流体抵抗部 7、及び液体導入孔 8 が形成されている。各加圧液室 5 は、加圧液室隔壁 4 で仕切られている。

アクチュエータ基板 100 の加圧液室 5、流体抵抗部 7、液体導入孔 8、並びにサブフレーム基板 200 の貫通溝 62 が個別流路を構成している。すなわち、サブフレーム基板 200 の貫通溝 62 は、アクチュエータ基板 100 の加圧液室に連通している。

ノズル基板 300 には、個々の加圧液室 5 に対応した位置にノズル孔 6 が形成されている。

【0029】

加圧液室 5 の一部壁面を形成する振動板 3 と振動板 3 を介して加圧液室 5 と対向する側に圧電体素子 2 が形成されている。

また、サブフレーム基板 200 に接合されるフレーム 400 には、共通液室 9 の一部が形成されている。すなわち、サブフレーム基板 200 の貫通孔 60 とフレーム 400 に形成された流路とで共通液室 9 を構成している。

【0030】

振動板 3 を介して加圧液室 5 に対向する側に形成されている圧電体素子 2 は、共通電極 10 と個別電極 11 に圧電体 12 から形成されている。

【0031】

図 4（B）に示すように、サブフレーム基板 200 の側壁部 63 は、基板本体の厚み方向の端面のうち面積が大きい端面 65a が、アクチュエータ基板 100、具体的にはアクチュエータ基板 100 上に形成された（成膜された）絶縁膜（パッシベーション膜 50）に接合されている。また、側壁部 63 の基板本体の厚み方向の端面のうち面積が小さい端面が、共通液室 9 に面している。（図 4（B）に示す先細り形状の端部側が共通液室 9 に面している。）

これにより、サブフレーム基板 200 とアクチュエータ基板 100 の接合面積を確保するとともに、共通液室 9 から貫通溝 62 へ液体をスムーズに供給することができる。

【0032】

サブフレーム基板 200 の貫通溝 62 が、共通液室 9 と液体導入孔 8 との間を接続することにより、加圧液室 5 で発生した圧力波の残留圧力成分が共通液室 9 へ伝搬することを抑制することができるので、隣接する加圧液室 5 間のクロストークを低減することができる。

【0033】

液滴吐出ヘッドにおいては、各加圧液室 5 内に液体、例えば記録液（インク）が満たされた状態で、図示しない制御部から画像データに基づいて、記録液の吐出を行いたいノズル孔 6 に対応する個別電極 11 に対し、発振回路により、引き出し配線 40 及び層間絶縁膜 45 に形成された接続孔 30 を介して電圧パルス（例えば、20V のパルス）が印加される。電圧パルスの印加による電歪効果で圧電体 12 そのものが振動板 3 と平行方向に縮み、振動板 3 が加圧液室 5 方向に撓む。これにより、加圧液室 5 内の圧力が急激に上昇し、加圧液室 5 に連通するノズル孔 6 から記録液が吐出される。

パルス電圧の印加後は、縮んだ圧電体 12 が元に戻るのに伴い、振動板 3 も元の位置に戻り、加圧液室 5 内が液体導入孔 8 内に比べて負圧となり、外部から液滴供給口 66 を介して供給されているインクが共通液室 9、液体導入孔 8 から流体抵抗部 7 を介して加圧液室 5 に供給される。

上記の動作繰り返すことにより液滴が連続的に吐出され、例えば、液滴吐出ヘッドに対向して配置された被記録媒体（用紙）に画像が形成される。

【0034】

本実施形態の基板部材の製造方法は、一方向に配列された複数の貫通溝 62 が形成された基板部材 200 の製造方法であって、隣接する貫通溝 62 を画成する側壁部 63 を、貫通

10

20

30

40

50

溝 6 2 の配列方向と直交する方向の一方の端部が基板本体と接続された片持ち梁形状となるようにエッチングする工程を含む。

【 0 0 3 5 】

そして、側壁部 6 3 の形成において、以下の (1) 及び／又は (2) の工程を含む。

(1) 基板本体の厚み方向端部 (6 4 , 6 5) の端面 (6 4 a , 6 5 a) の面積が一方と他方とで異なる形状となるようにエッチングする工程

(2) 基板本体の厚み方向端部のうち一方の端部 6 4 の端面 6 4 a が、基板本体の端面よりも凹んだ位置となる形状となるようにエッチングする工程

【 0 0 3 6 】

側壁部 6 3 の形成においては、基板本体の厚み方向の一方の端部 6 4 の端面 6 4 a は、他の部材 (例えば、樹脂テープ 6 1 0) との接触面積が最小限となる状態、又は接触させない状態でエッチングを行うことが好ましい。

【 0 0 3 7 】

歯部 6 1 をドライエッチングで形成する場合、基板貫通時にエッチャーのサセプターをプラズマに晒さないように、サポート基板 6 0 0 を後に剥がすことができる樹脂テープ 6 1 0 (例えば熱剥離テープ) で貼り付ける。ドライエッチングで形成された歯部 6 1 は、各歯を構成する側壁部 6 3 の幅が小さく、長さもあるため、樹脂テープ 6 1 0 の剥離時のストレスで破損してしまうことがある。

これに対し本実施形態においては、上述のように樹脂テープ 6 1 0 と接触する側壁部 6 3 の端面 6 4 a の接触面積を極力小さくする、あるいは接触しないようにすることにより、

歯部 6 1 を破壊することなく樹脂テープ 6 1 0 を剥離することが可能となる。

【 0 0 3 8 】

このように作製された微細構造である歯部 6 1 を有する基板部材 2 0 0 を液体吐出ヘッドに適用することにより、隣接する個別加圧液室からの残留圧力の伝搬を効果的に抑制できるため、隣接する個別加圧液室の駆動状態に影響されることなく、安定した液滴吐出特性が得られる。

【 0 0 3 9 】

(実施例 1)

本実施例に係る液体吐出ヘッドを構成する基板部材 (サブフレーム基板) 2 0 0 の平面図を図 5、断面図を図 6 に示す。

図 6 の左側の (a) は、図 5 中 A - A で示す歯部 6 1 (貫通溝 6 2 及び側壁部 6 3) の断面図であり、図 6 の右側の (b) は、図 5 中 B - B で示すザグリ部 6 7 の断面図である。

【 0 0 4 0 】

以下、図 5 及び図 6 に示す基板部材 2 0 0 の第一の製造方法について説明する。

本実施形態の基板部材 2 0 0 を、液体吐出ヘッドを構成するサブフレーム基板として製造する場合には、ウェハ上に複数のチップに相当するパターンを形成するが、ここでは、歯部 6 1 (貫通溝 6 2 及び側壁部 6 3) と、アクチュエータ基板 1 0 0 のアクチュエータ部 6 8 に位置するザグリ部 6 7 を形成する製造工程について図 7 及び図 8 に基づき説明する。

【 0 0 4 1 】

なお、図 7 及び図 8 は、図 6 と同様、左側の (a) が図 5 中 A - A で示す歯部 6 1 (貫通溝 6 2 及び側壁部 6 3) の断面図であり、右側の (b) が図 5 中 B - B で示すザグリ部 6 7 の断面図である。

【 0 0 4 2 】

〔工程 A〕

図 7 の工程 A について説明する。

サブフレーム基板 2 0 0 として面方位 (1 1 0) のシリコン単結晶基板 (例えば、板厚 4 0 0 μm) の表面に、シリコン酸化膜 5 1 を P - C V D 法により成膜 (例えば、膜厚 1 μm) する。シリコン酸化膜 5 1 は、後のザグリ部 6 7 の空隙形成時のドライエッチングのマスク材とする。

【0043】

なお、表面に形成される膜は、ドライエッチングのマスクとなり、かつ簡便な方法で除去できるものであれば、シリコン酸化膜以外であってもよい。

また、膜厚はザグリ部67の空隙のエッチング時になくなる膜厚であればよい。

【0044】

〔工程B〕

図7の工程Bについて説明する。

歯部61のドライエッチング時、サブフレーム基板200を貫通した際にエッチング装置のサセプターをプラズマのダメージから保護するために、サブフレーム基板200の裏面に、後に剥離可能な樹脂テープ610を介してサポート基板600（例えば、シリコン基板）を貼り付ける。樹脂テープ610としては、例えば、熱剥離タイプのものを適用することができる。

10

【0045】

なお、樹脂テープ610のみで、貫通時のダメージからエッチング装置のサセプターを保護できる場合は、サポート基板600を貼り付けなくてもよい。

【0046】

〔工程C〕

図7の工程Cについて説明する。

シリコン酸化膜51上にレジスト52を塗布し、歯部61及びザグリ部67の空隙となる箇所のシリコン酸化膜51をリソエッチ法で除去する。その後、レジスト52を除去する。

20

【0047】

〔工程D〕

図7の工程Dについて説明する。

再度レジスト52を塗布し、(a)に示す歯部61に相当する部分を露光、現像する。(b)に示すザグリ部67では、空隙を貫通溝62の形成後にエッチングするため、ここではレジスト52で被覆しておく。

【0048】

〔工程E〕

図8の工程Eについて説明する。

30

(a)に示す歯部61では、ドライエッチングにより歯部61のバルクSiをエッチングし、貫通させる。ドライエッチングの方法としては、例えば、ICPEッチャーでボッシュプロセスを用いることができる。

【0049】

この時、歯部61を構成する側壁部63の端部64の端面64aと、樹脂テープ610との接触面積が極力小さくなるような形状にエッチングする。

例えば、樹脂テープ610が露出した後、若干等方的エッチング条件になるようにエッチング条件を変更するなどして、側壁部63の端部64がサイドエッチされるようにする。これにより、側壁部63の端部64の端面64aの面積は、他方の端部65の端面65aの面積よりも小さくなる。そのような端部64側の断面形状としては、図に示すような楔型が挙げられるが、これに限定されない。

40

(b)に示すザグリ部67では、工程Dと同様、レジスト52で被覆しておく。

【0050】

〔工程F〕

図8の工程Fについて説明する。

(b)に示すザグリ部67において、シリコン酸化膜51をエッチングマスクとして、ザグリ部67の空隙のシリコン基板を20μm程度エッチングする。

【0051】

〔工程G〕

図8の工程Gについて説明する。

50

樹脂テープ 610 及びサポート基板 600 を剥離、除去する。

樹脂テープ 610 として熱剥離テープを適用した場合、ホットプレート等により剥離温度（例えば 150℃）以上に加熱することで、サポート基板 600 をサブフレーム基板 200 から容易に剥離することができる。

【0052】

歯部 61 を構成する側壁部 63 は微細なパターンであるため、接着した樹脂テープ 610 を剥離する時、破損してしまうことがある。本実施形態においては、工程 E で端部 64 の端面 64a が樹脂テープ 610 との接触面積が極力小さくなるようにエッチングされているため、粘着力の影響が低減されて側壁部 63 の破損を防ぐことができる。

【0053】

〔工程 H〕

図 8 の工程 H について説明する。

シリコン酸化膜 51 を HF 溶液で除去し、本実施形態の基板部材 200 が得られる。

【0054】

なお、本実施形態の基板部材 200 を液体吐出ヘッドに適用するにあたり、吐出させる液体がシリコンを侵食する液体である場合は、当該液体に耐性があり、かつシリコン基板との密着性が十分な膜を形成することが好ましい。例えば、適切な膜厚のシリコン酸化膜やタンタル系酸化膜等を、得られた基板部材 200 の表面全体に被覆するように形成することが好ましい。

【0055】

上述のように、本実施形態の基板部材 200 は、微細構造である 歯部 61 が破壊されることなく、歩留まりよく製造される。また、製造された基板部材 200 をサブフレーム基板として液体吐出ヘッドに適用することにより、安定した液滴吐出特性が得られる。

【0056】

（実施例 2）

基板部材 200 の第二の製造方法について説明する。

実施例 1 と同様、 歯部 61（貫通溝 62 及び側壁部 63）と、アクチュエータ基板 100 のアクチュエータ部 68 に位置するザグリ部 67 を形成する製造工程について図 9 及び図 10 に基づき説明する。

なお、図 9 及び図 10 は、図 6 と同様、左側の（a）が図 5 中 A-A で示す 歯部 61（貫通溝 62 及び側壁部 63）の断面図であり、右側の（b）が図 5 中 B-B で示すザグリ部 67 の断面図である。

【0057】

〔工程 A〕

図 9 の工程 A について説明する。

サブフレーム基板 200 として面方位（110）のシリコン単結晶基板（例えば、板厚 400 μm）の両面に、ドライエッチングのマスクとなるシリコン酸化膜 51 を熱酸化法により成膜（例えば、各膜厚 1 μm）する。

【0058】

なお、表面に形成される膜は、ドライエッチングのマスクとなり、かつ簡便な方法で除去できるものであれば、シリコン酸化膜以外であってもよい。

また、膜厚はザグリ部 67 の空隙のエッチング時になくなる膜厚であればよい。

【0059】

〔工程 B〕

図 9 の工程 B について説明する。

（a）に示す 歯部 61 において、 歯部 61 が形成される領域の一方の面（裏面）のシリコン酸化膜 51 をリソエッチ法により除去する。図中、除去された領域を 51a で示している。

当該領域にシリコン酸化膜 51 が残存していると、 歯部 61 をエッチングしてサブフレーム基板 200 を貫通した時、シリコン酸化膜 51 の圧縮応力のために座屈し、割れてし

10

20

30

40

50

まうことがあるためである。

【0060】

〔工程C〕

図9の工程Cについて説明する。

歯部61のドライエッチング時、サブフレーム基板200を貫通した際にエッチング装置のサセプターをプラズマのダメージから保護するために、サブフレーム基板200の裏面に、後に剥離可能な樹脂テープ610を介してサポート基板600（例えば、シリコン基板）を貼り付ける。樹脂テープ610としては、例えば、熱剥離タイプのものを適用することができる。

【0061】

なお、樹脂テープ610のみで、貫通時のダメージからエッチング装置のサセプターを保護できる場合は、サポート基板600を貼り付けなくてもよい。

【0062】

〔工程D〕

図9の工程Dについて説明する。

レジスト52を塗布し、歯部61及びザグリ部67の空隙となる箇所のシリコン酸化膜51をリソエッチ法で除去する。その後、レジスト52を除去する。

【0063】

〔工程E〕

図10の工程Eについて説明する。

再度レジスト52を塗布し、(a)に示す歯部61に相当する部分を露光、現像する。(b)に示すザグリ部67では、空隙を貫通溝62の形成後にエッチングするため、ここではレジスト52で被覆しておく。

【0064】

〔工程F〕

図10の工程Fについて説明する。

(a)に示す歯部61では、ドライエッチングにより歯部61のバルクSiをエッチングし、貫通させる。ドライエッチングの方法としては、例えば、ICPエッチャーでボッシュプロセスを用いることができる。

【0065】

この時、歯部61を構成する側壁部63の端部64側の断面形状が、図に示すような楔型となるようにエッチングする。例えば、樹脂テープ610が露出した後、若干等方的エッチング条件になるようにエッチング条件を変更するなどして、側壁部63の端部64がサイドエッチされるようにする。

これにより、側壁部63の端部64の端面64aの面積は、他方の端部65の端面65aの面積よりも小さくなる。

(b)に示すザグリ部67では、工程Dと同様、レジスト52で被覆しておく。

【0066】

本実施形態では、上記工程Bにおいて歯部61のシリコン酸化膜51を除去したことによる段差があり、側壁部63の端面64aは樹脂テープ610と接触していない。

なお、側壁部63の端部64側の断面形状は、端面64aの面積が、他方の端部65の端面65aの面積よりも小さくなる形状であれば楔型に限定されない。

【0067】

〔工程G〕

図10の工程Gについて説明する。

樹脂テープ610及びサポート基板600を剥離、除去する。

樹脂テープ610として熱剥離テープを適用した場合、ホットプレート等により剥離温度（例えば150℃）以上に加熱することで、サポート基板600をサブフレーム基板200から容易に剥離することができる。

【0068】

10

20

30

40

50

歯部 6 1 を構成する側壁部 6 3 は微細なパターンであるため、接着した樹脂テープ 6 1 0 を剥離する時に破損してしまうことがあるが、本実施形態においては、側壁部 6 3 の端部 6 4 は樹脂テープ 6 1 0 と接触していないため、樹脂テープ 6 1 0 の粘着力の影響を受けることがなく、側壁部 6 3 の破損を防ぐことができる。

【 0 0 6 9 】

〔工程 H〕

図 8 の工程 H について説明する。

シリコン酸化膜 5 1 を H F 溶液で除去し、本実施形態の基板部材 2 0 0 が得られる。

【 0 0 7 0 】

なお、本実施形態の基板部材 2 0 0 を液体吐出ヘッドに適用するにあたり、吐出させる液体がシリコンを侵食する液体である場合は、当該液体に耐性があり、かつシリコン基板との密着性が十分な膜を形成することが好ましい。例えば、適切な膜厚のシリコン酸化膜やタンタル系酸化膜等を、得られた基板部材 2 0 0 の表面全体に被覆するように形成することが好ましい。

【 0 0 7 1 】

本実施形態の基板部材 2 0 0 は、微細構造である 歯部 6 1 が樹脂テープ 6 1 0 の剥離時に破損することを確実に防止することができ、歩留まりよく製造される。

また、製造された基板部材 2 0 0 をサブフレーム基板として液体吐出ヘッドに適用することにより、高品質で信頼性の高いアクチュエータを実現することができ、安定した液滴吐出特性が得られる。

【 0 0 7 2 】

（実施例 3）

図 5 中 A - A で示す 歯部 6 1 （貫通溝 6 2 及び側壁部 6 3 ）の断面が、図 1 1 （ A ）に示す形状を有する基板部材 2 0 0 の製造方法について説明する。

本実施形態の基板部材 2 0 0 は、側壁部 6 3 の基板本体の厚み方向の一方の端部 6 4 の端面 6 4 a が、基板本体の端面よりも凹んだ位置にある。すなわち、図中 d で示す長さ分、内側に位置している。

【 0 0 7 3 】

上述の実施例 2 の製造工程の図 9 に示す工程 B において、 歯部 6 1 が形成される領域の一方の面（裏面）のシリコン酸化膜 5 1 をリソエッチ法により除去した後、エッチングを行うことにより、 d で示す長さ分の凹みを形成する。

その他の工程については、工程 F において端部 6 4 側の形状が楔型となるようにエッチングする工程を行わない以外は実施例 2 と同様にして製造することができる。

【 0 0 7 4 】

（実施例 4）

図 5 中 A - A で示す 歯部 6 1 （貫通溝 6 2 及び側壁部 6 3 ）の断面が、図 1 1 （ B ）に示す形状を有する基板部材 2 0 0 の製造方法について説明する。

本実施形態の基板部材 2 0 0 は、側壁部 6 3 の基板本体の厚み方向の一方の端部 6 4 の端面 6 4 a が、基板本体の端面よりも凹んだ位置にあり、端部 6 4 の端面 6 4 a の面積が、他方の端部 6 5 の端面 6 5 a の面積よりも小さい。

【 0 0 7 5 】

上述の実施例 2 の製造工程の図 9 に示す工程 B において、 歯部 6 1 が形成される領域の一方の面（裏面）のシリコン酸化膜 5 1 をリソエッチ法により除去した後、エッチングを行うことにより、 d で示す長さ分の凹みを形成する。

その他の工程については、実施例 2 と同様にして製造することができる。

【 0 0 7 6 】

実施例 3 及び実施例 4 の基板部材 2 0 0 は、微細構造である 歯部 6 1 が樹脂テープ 6 1 0 の剥離時に破損することを確実に防止することができ、歩留まりよく製造される。

また、製造された基板部材 2 0 0 をサブフレーム基板として液体吐出ヘッドに適用することにより、高品質で信頼性の高いアクチュエータを実現することができ、安定した液滴吐

10

20

30

40

50

出特性が得られる。

【００７７】

次に、本発明に係る液体吐出ユニット、及び液体を吐出する装置について説明する。

本実施形態の液体吐出ユニットは、上述の本実施形態の基板部材または液体吐出ヘッドを備えている。

また、本実施形態の液体を吐出する装置は、上述の本実施形態の基板部材または液体吐出ヘッドを備えている。

【００７８】

本発明に係る液体を吐出する装置の一例について図１３及び図１４を参照して説明する。

図１３は同装置の要部平面説明図、図１４は同装置の要部側面説明図である。

10

【００７９】

この装置は、シリアル型装置であり、主走査移動機構４９３によって、キャリッジ４０３は主走査方向に往復移動する。主走査移動機構４９３は、ガイド部材４０１、主走査モータ４０５、タイミングベルト４０８等を含む。ガイド部材４０１は、左右の側板４９１Ａ、４９１Ｂに架け渡されてキャリッジ４０３を移動可能に保持している。そして、主走査モータ４０５によって、駆動プーリ４０６と従動プーリ４０７間に架け渡したタイミングベルト４０８を介して、キャリッジ４０３は主走査方向に往復移動される。

【００８０】

このキャリッジ４０３には、本発明に係る液体吐出ヘッド４０４及びヘッドタンク４４１を一体にした液体吐出ユニット４４０を搭載している。液体吐出ユニット４４０の液体吐出ヘッド４０４は、例えば、イエロー（Ｙ）、シアン（Ｃ）、マゼンタ（Ｍ）、ブラック（Ｋ）の各色の液体を吐出する。また、液体吐出ヘッド４０４は、複数のノズル孔６からなるノズル列を主走査方向と直交する副走査方向に配置し、吐出方向を下方に向けて装着している。

20

【００８１】

液体吐出ヘッド４０４の外部に貯留されている液体を液体吐出ヘッド４０４に供給するための供給機構４９４により、ヘッドタンク４４１には、液体カートリッジ４５０に貯留されている液体が供給される。

【００８２】

供給機構４９４は、液体カートリッジ４５０を装着する充填部であるカートリッジホルダ４５１、チューブ４５６、送液ポンプを含む送液ユニット４５２等で構成される。液体カートリッジ４５０はカートリッジホルダ４５１に着脱可能に装着される。ヘッドタンク４４１には、チューブ４５６を介して送液ユニット４５２によって、液体カートリッジ４５０から液体が送液される。

30

【００８３】

この装置は、用紙４１０を搬送するための搬送機構４９５を備えている。搬送機構４９５は、搬送手段である搬送ベルト４１２、搬送ベルト４１２を駆動するための副走査モータ４１６を含む。

【００８４】

搬送ベルト４１２は用紙４１０を吸着して液体吐出ヘッド４０４に対向する位置で搬送する。この搬送ベルト４１２は、無端状ベルトであり、搬送ローラ４１３と、テンションローラ４１４との間に掛け渡されている。吸着は静電吸着、あるいは、エア吸引などで行うことができる。

40

【００８５】

そして、搬送ベルト４１２は、副走査モータ４１６によってタイミングベルト４１７及びタイミングプーリ４１８を介して搬送ローラ４１３が回転駆動されることによって、副走査方向に周回移動する。

【００８６】

さらに、キャリッジ４０３の主走査方向の一方側には搬送ベルト４１２の側方に液体吐出ヘッド４０４の維持回復を行う維持回復機構４２０が配置されている。

50

維持回復機構 420 は、例えば液体吐出ヘッド 404 のノズル面（ノズル孔 6 が形成された面）をキャッピングするキャップ部材 421、ノズル面を払拭するワイパ部材 422 などで構成されている。

【0087】

主走査移動機構 493、供給機構 494、維持回復機構 420、搬送機構 495 は、側板 491A、491B、背板 491C を含む筐体に取り付けられている。

【0088】

このように構成したこの装置においては、用紙 410 が搬送ベルト 412 上に給紙されて吸着され、搬送ベルト 412 の周回移動によって用紙 410 が副走査方向に搬送される。そこで、キャリッジ 403 を主走査方向に移動させながら画像信号に応じて液体吐出ヘッド 404 を駆動することにより、停止している用紙 410 に液体を吐出して画像を形成する。

10

【0089】

このように、本実施形態にかかる液体を吐出する装置は、上述の本実施形態の液体吐出ヘッドを備えているので、高画質画像を安定して形成することができる。

【0090】

次に、本発明に係る液体吐出ユニットについて図 15 を参照して説明する。図 15 は液体吐出ユニットの一例の要部平面説明図である。

【0091】

この液体吐出ユニットは、前記液体を吐出する装置を構成している部材のうち、側板 491A、491B 及び背板 491C で構成される筐体部分と、主走査移動機構 493 と、キャリッジ 403 と、液体吐出ヘッド 404 で構成されている。

20

【0092】

なお、この液体吐出ユニットの例えば側板 491B に、前述した維持回復機構 420、及び供給機構 494 の少なくともいずれかを更に取り付けた液体吐出ユニットを構成することもできる。

【0093】

次に、本発明に係る液体吐出ユニットの更に他の例について図 16 を参照して説明する。図 16 は同ユニットの正面説明図である。

【0094】

この液体吐出ユニットは、流路部品 444 が取付けられた液体吐出ヘッド 404 と、流路部品 444 に接続されたチューブ 456 で構成されている。

30

【0095】

なお、流路部品 444 はカバー 442 の内部に配置されている。流路部品 444 に代えてヘッドタンク 441 を含むこともできる。また、流路部品 444 の上部には液体吐出ヘッド 404 と電氣的接続を行うコネクタ 443 が設けられている。

【0096】

本願において、「液体を吐出する装置」は、液体吐出ヘッド又は液体吐出ユニットを備え、液体吐出ヘッドを駆動させて、液体を吐出させる装置である。液体を吐出する装置には、液体が付着可能なものに対して液体を吐出することが可能な装置だけでなく、液体を気中や液中に向けて吐出する装置も含まれる。

40

【0097】

この「液体を吐出する装置」は、液体が付着可能なものの給送、搬送、排紙に係わる手段、その他、前処理装置、後処理装置なども含むことができる。

【0098】

例えば、「液体を吐出する装置」として、インクを吐出させて用紙に画像を形成する装置である画像形成装置、立体造形物（三次元造形物）を造形するために、粉体を層状に形成した粉体層に造形液を吐出させる立体造形装置（三次元造形装置）がある。

【0099】

また、「液体を吐出する装置」は、吐出された液体によって文字、図形等の有意な画像が

50

可視化されるものに限定されるものではない。例えば、それ自体意味を持たないパターン等を形成するもの、三次元像を造形するものも含まれる。

【0100】

上記「液体が付着可能なもの」とは、液体が少なくとも一時的に付着可能なものであって、付着して固着するもの、付着して浸透するものなどを意味する。具体例としては、用紙、記録紙、記録用紙、フィルム、布などの被記録媒体、電子基板、圧電素子などの電子部品、粉体層（粉末層）、臓器モデル、検査用セルなどの媒体であり、特に限定しない限り、液体が付着するすべてのものが含まれる。

【0101】

上記「液体が付着可能なもの」の材質は、紙、糸、繊維、布帛、皮革、金属、プラスチック、ガラス、木材、セラミックス、壁紙や床材などの建材、衣料用のテキスタイルなど液体が一時的でも付着可能であればよい。

10

【0102】

また、「液体」は、インク、処理液、DNA試料、レジスト、パターン材料、結着剤、造形液、又は、アミノ酸、たんぱく質、カルシウムを含む溶液及び分散液なども含まれる。

【0103】

また、「液体を吐出する装置」は、液体吐出ヘッドと液体が付着可能なものとが相対的に移動する装置があるが、これに限定するものではない。具体例としては、液体吐出ヘッドを移動させるシリアル型装置、液体吐出ヘッドを移動させないライン型装置などが含まれる。

20

【0104】

また、「液体を吐出する装置」としては他にも、用紙の表面を改質するなどの目的で用紙の表面に処理液を塗布するために処理液を用紙に吐出する処理液塗布装置、原材料を溶液中に分散した組成液をノズルを介して噴射させて原材料の微粒子を造粒する噴射造粒装置などがある。

【0105】

「液体吐出ユニット」とは、液体吐出ヘッドに機能部品、機構が一体化したものであり、液体の吐出に関連する部品の集合体である。例えば、「液体吐出ユニット」は、ヘッドタンク、キャリッジ、供給機構、維持回復機構、主走査移動機構の構成の少なくとも一つを液体吐出ヘッドと組み合わせたものなどが含まれる。

30

【0106】

ここで、一体化とは、例えば、液体吐出ヘッドと機能部品、機構が、締結、接着、係合などで互いに固定されているもの、一方が他方に対して移動可能に保持されているものを含む。また、液体吐出ヘッドと、機能部品、機構が互いに着脱可能に構成されていても良い。

【0107】

例えば、液体吐出ユニットとして、図14で示した液体吐出ユニット440のように、液体吐出ヘッドとヘッドタンクが一体化されているものがある。また、チューブなどで互いに接続されて、液体吐出ヘッドとヘッドタンクが一体化されているものがある。ここで、これらの液体吐出ユニットのヘッドタンクと液体吐出ヘッドとの間にフィルタを含むユニットを追加することもできる。

40

【0108】

また、液体吐出ユニットとして、液体吐出ヘッドとキャリッジが一体化されているものがある。

【0109】

また、液体吐出ユニットとして、液体吐出ヘッドを走査移動機構の一部を構成するガイド部材に移動可能に保持させて、液体吐出ヘッドと走査移動機構が一体化されているものがある。また、図15で示したように、液体吐出ユニットとして、液体吐出ヘッドとキャリッジと主走査移動機構が一体化されているものがある。

【0110】

また、液体吐出ユニットとして、液体吐出ヘッドが取り付けられたキャリッジに、維持回

50

復機構の一部であるキャップ部材を固定させて、液体吐出ヘッドとキャリッジと維持回復機構が一体化されているものがある。

【0111】

また、液体吐出ユニットとして、図16で示したように、ヘッドタンク若しくは流路部品が取付けられた液体吐出ヘッドにチューブが接続されて、液体吐出ヘッドと供給機構が一体化されているものがある。

【0112】

主走査移動機構は、ガイド部材単体も含むものとする。また、供給機構は、チューブ単体、装填部単体も含むものとする。

【0113】

また、「液体吐出ヘッド」は、使用する圧力発生手段が限定されるものではない。例えば、上記実施形態で説明したような圧電アクチュエータ（積層型圧電素子を使用するものでもよい。）以外にも、発熱抵抗体などの電気熱変換素子を用いるサーマルアクチュエータ、振動板と対向電極からなる静電アクチュエータなどを使用するものでもよい。

【0114】

また、本願の用語における、画像形成、記録、印字、印写、印刷、造形等はいずれも同義語とする。

【符号の説明】

【0115】

2	圧電体素子	20
3	振動板	
4	加圧液室隔壁	
5	液室（加圧液室）	
6	ノズル孔	
7	流体抵抗部	
8	共通液室	
9	共通液滴供給路	
10	共通電極	
11	個別電極	
12	圧電体	30
30	接続孔	
40	引き出し配線	
41	引き出し配線パッド	
42	配線パターン	
45	層間絶縁膜	
50	パッシベーション膜	
51	シリコン酸化膜	
52	レジスト	
60	貫通孔	
61	歯部	40
62	貫通溝	
63	側壁部	
64	端部（厚み方向の一方の端部）	
64a	端面	
65	端部（厚み方向の他方の端部）	
65a	端面	
66	液滴供給口	
67	空隙部	
68	アクチュエータ部	
100	アクチュエータ基板（第3の基板部材）	50

2 0 0 基板部材（第 2 の基板部材、サブフレーム基板）
2 0 1 サブフレーム基板
3 0 0 ノズル基板（第 1 の基板部材）
4 0 0 フレーム
4 0 4 液体吐出ヘッド
6 0 0 サポート基板
6 1 0 樹脂テープ

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 1 1 6 】

【文献】特開 2 0 0 3 - 2 3 7 0 6 5 号公報

10

20

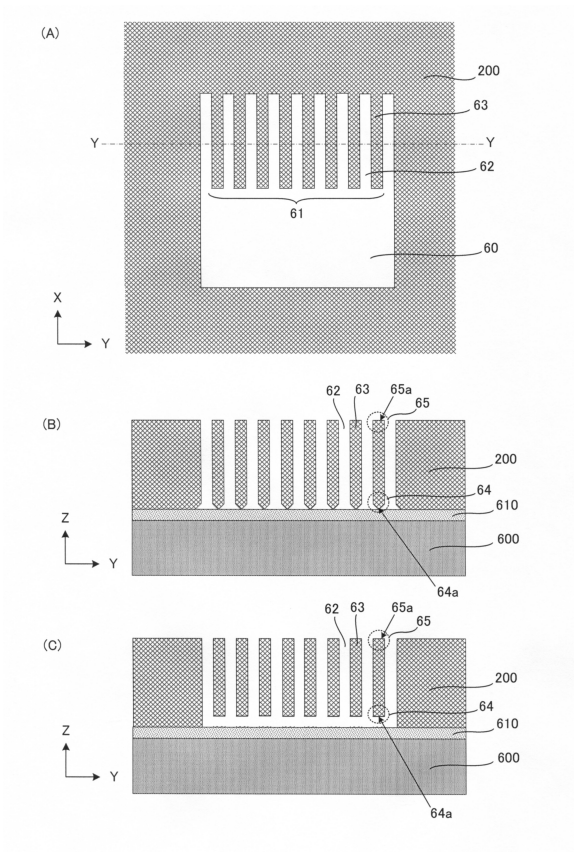
30

40

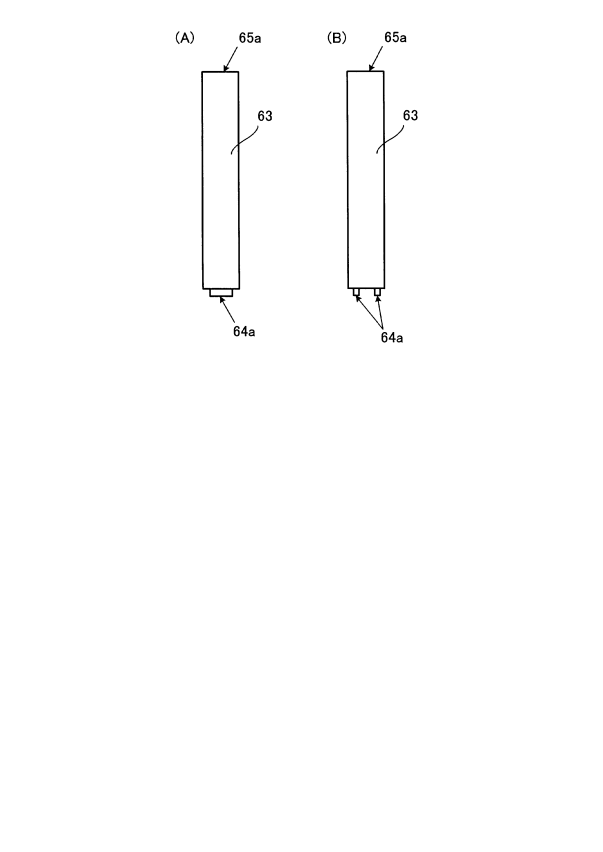
50

【図面】

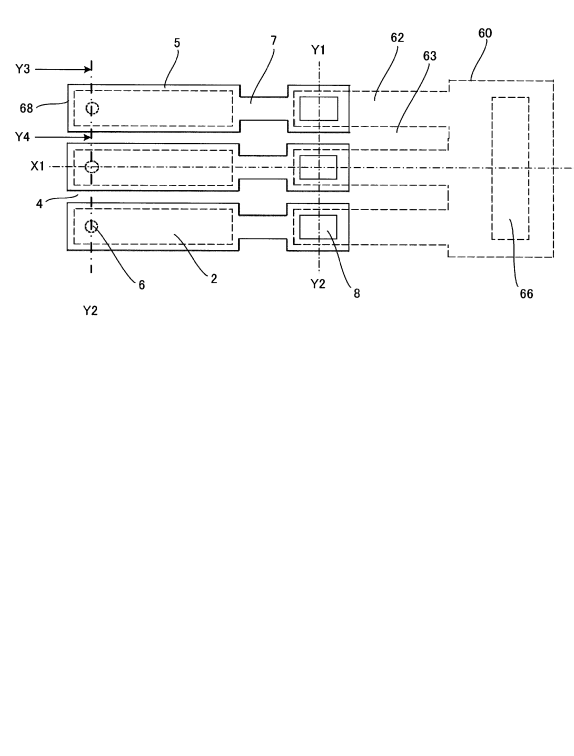
【図 1】



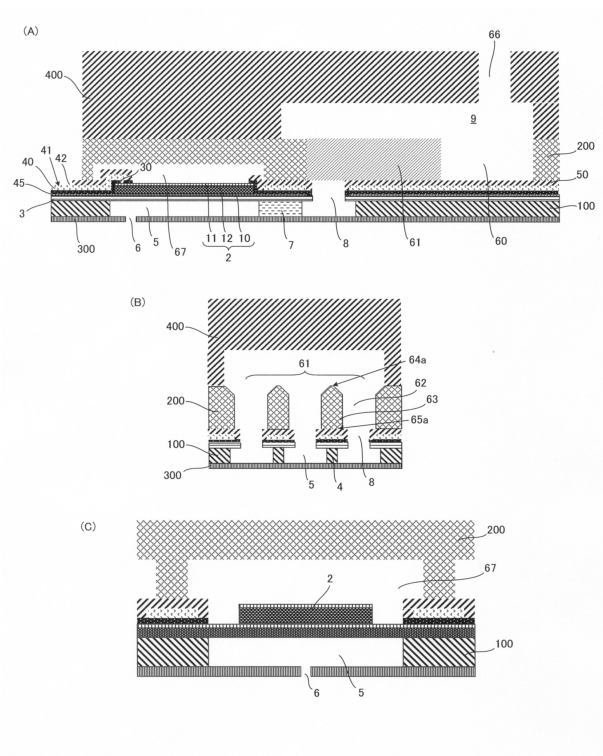
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

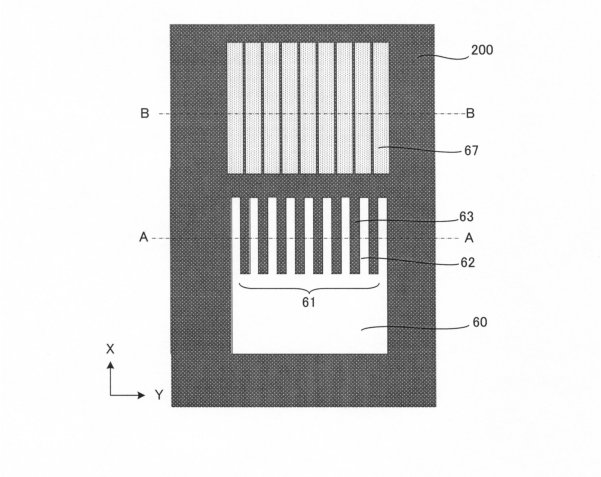
20

30

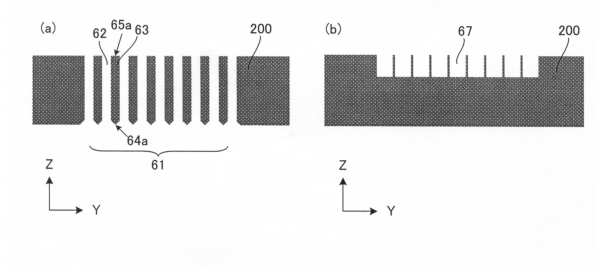
40

50

【図 5】

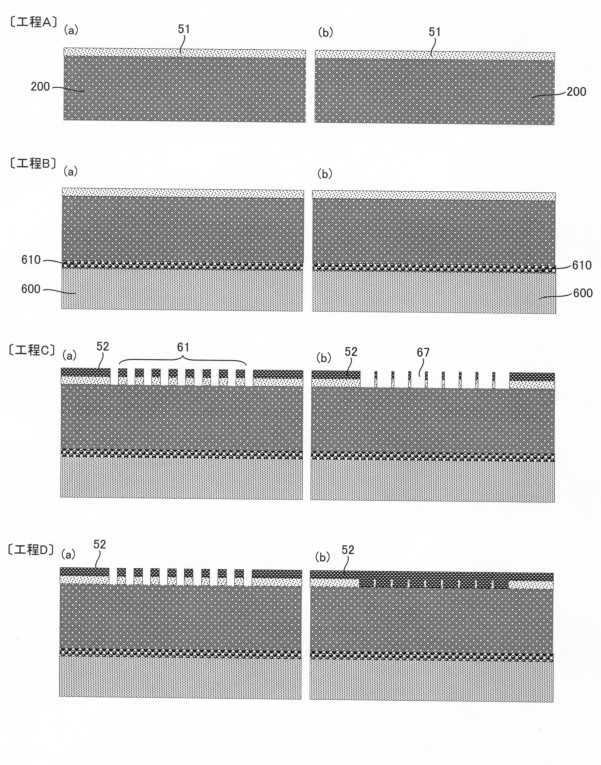


【図 6】

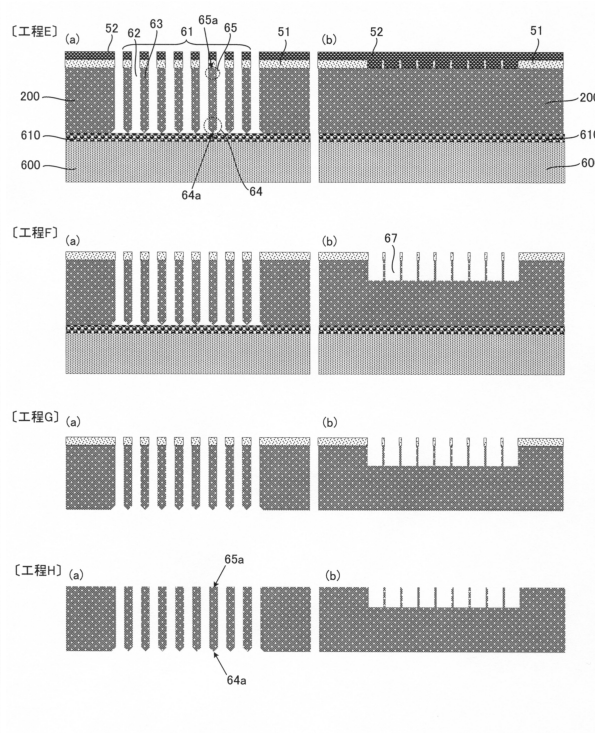


10

【図 7】



【図 8】



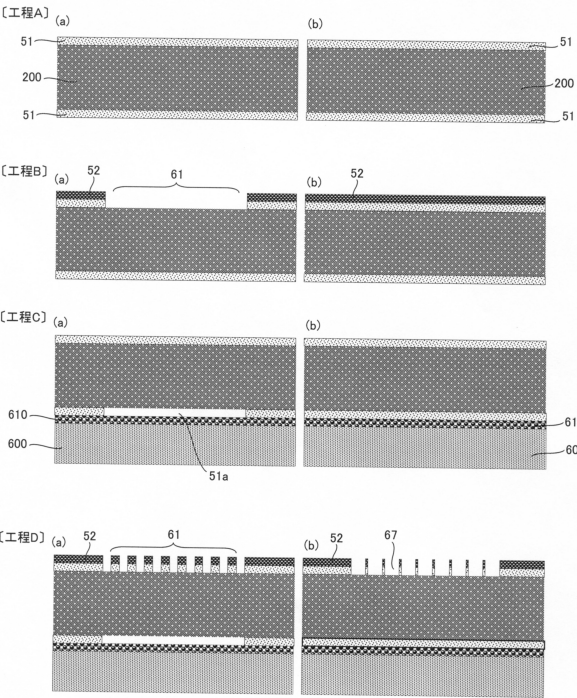
20

30

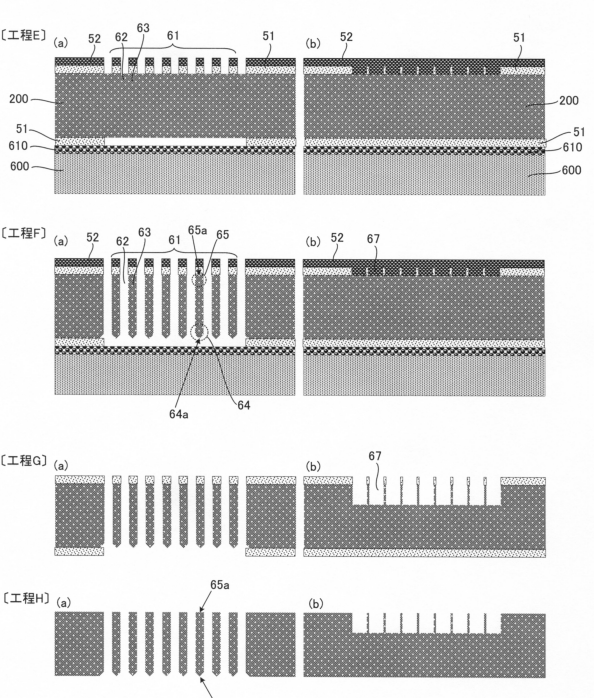
40

50

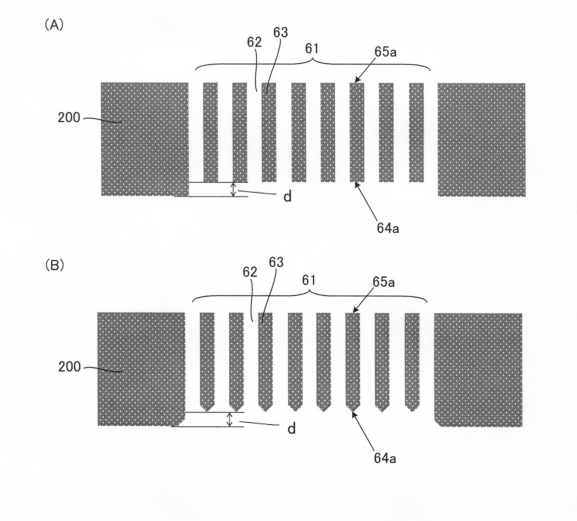
【図 9】



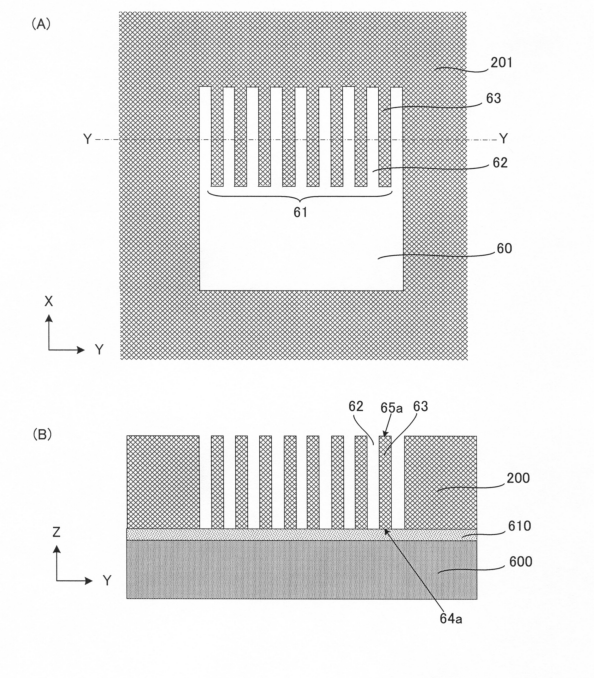
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

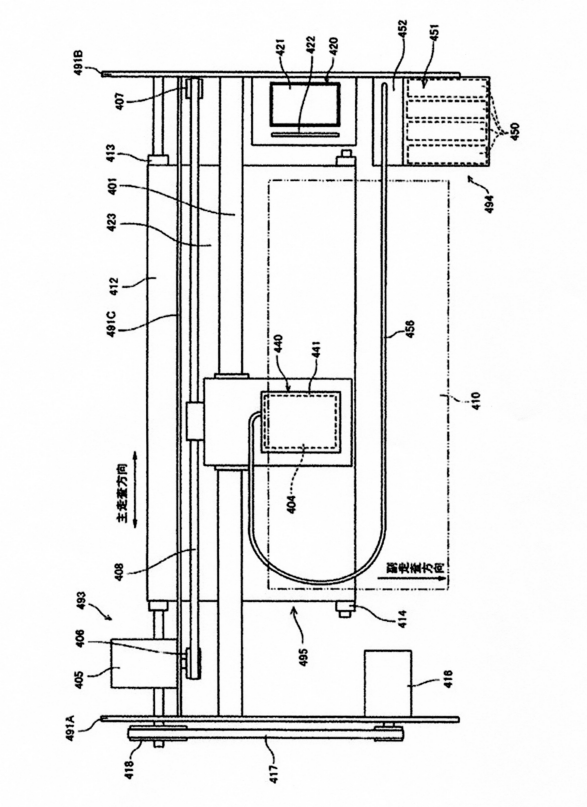
20

30

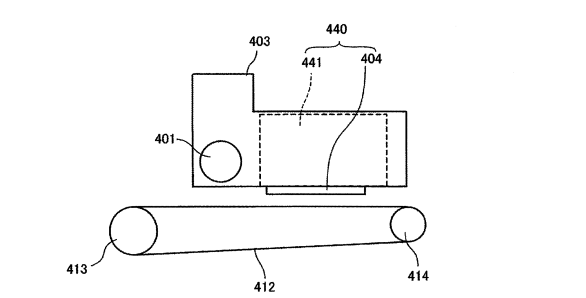
40

50

【図 13】



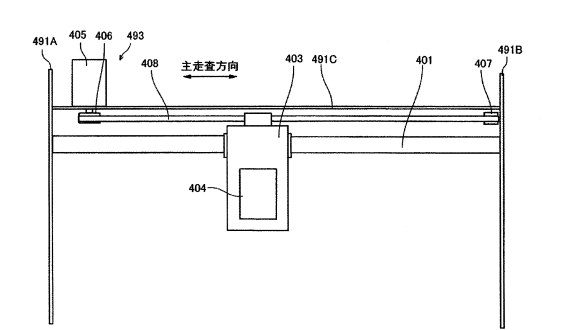
【図 14】



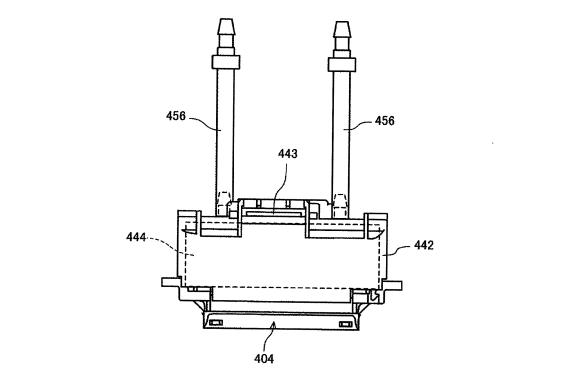
10

20

【図 15】



【図 16】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開２００７－２１６４７４（ＪＰ，Ａ）
 特開２０１５－００６７５５（ＪＰ，Ａ）
 特開２００５－１５３２４３（ＪＰ，Ａ）
 特開２００３－２７６２０７（ＪＰ，Ａ）
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 B 4 1 J 2／0 1－2／2 1 5