

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-192541

(P2012-192541A)

(43) 公開日 平成24年10月11日(2012.10.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 4 1 J 2/045 (2006.01)	B 4 1 J 3/04 1 O 3 A	2 C O 5 7
B 4 1 J 2/055 (2006.01)	B 4 1 J 3/04 1 O 3 H	
B 4 1 J 2/16 (2006.01)		

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2011-56276 (P2011-56276)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成23年3月15日 (2011. 3. 15)		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	100090387
			弁理士 布施 行夫
		(74) 代理人	100090398
			弁理士 大淵 美千栄
		(74) 代理人	100113066
			弁理士 永田 美佐
		(72) 発明者	中山 雅夫
			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	古谷 昇
			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

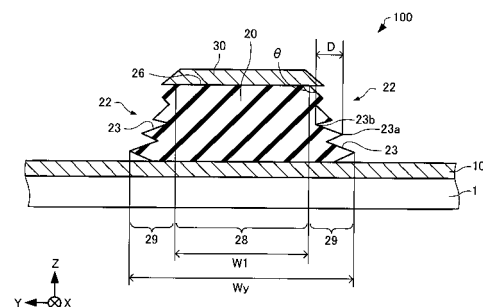
(54) 【発明の名称】 圧電素子、液体噴射ヘッド、および液体噴射装置

(57) 【要約】

【課題】 信頼性の高い圧電素子を提供する。

【解決手段】 本発明に係る圧電素子100は、第1電極10と、第1電極10の上方に、長手方向と短手方向とを有して形成された圧電体層20と、圧電体層20の上方に形成された第2電極30と、を含み、圧電体層20の前記短手方向の側面22の少なくとも一部は、凹凸面23であり、第2電極30から第1電極10に向かうに従って、圧電体層20の前記短手方向の幅Wyは、凹凸面23によって変化する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 電極と、
前記第 1 電極の上方に、長手方向と短手方向とを有して形成された圧電体層と、
前記圧電体層の上方に形成された第 2 電極と、
を含み、
前記圧電体層の前記短手方向の側面の少なくとも一部は、凹凸面であり、
前記第 2 電極から前記第 1 電極に向かうに従って、前記圧電体層の前記短手方向の幅は、
前記凹凸面によって変化する、圧電素子。

【請求項 2】

請求項 1 において、
前記圧電体層と前記第 1 電極とは、交差しており、
前記第 1 電極の外周と交差する点において前記圧電体層の前記短手方向の側面は、平坦
な面である、圧電素子。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、
前記第 2 電極の前記短手方向の幅は、前記圧電体層の前記短手方向の幅の最小値より小
さい、圧電素子。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 において、
前記第 2 電極の前記短手方向の側面は、前記圧電体層の前記短手方向の側面に接続され
ている、圧電素子。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項において、
前記圧電体層の前記短手方向の側面は、被覆層によって覆われており、
前記被覆層のヤング率は、前記圧電体層のヤング率より小さい、圧電素子。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項において、
前記圧電体層の前記短手方向の側面は、前記圧電体層の上面に接続された平坦面を有し
、
前記凹凸面は、前記平坦面に接続され、
前記平坦面および前記第 2 電極の側面は、第 1 被覆層によって覆われており、
前記凹凸面は、第 2 被覆層によって覆われており、
前記第 2 被覆層のヤング率は、前記第 1 被覆層のヤング率および前記圧電体層のヤング
率より小さい、圧電素子。

【請求項 7】

請求項 6 において、
前記第 1 被覆層の材質は、酸化アルミニウムであり、
前記第 2 被覆層の材質は、ポリイミドである、圧電素子。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の圧電素子を含む、液体噴射ヘッド。

【請求項 9】

請求項 8 項に記載の液体噴射ヘッドを含む、液体噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電素子、液体噴射ヘッド、および液体噴射装置に関する。

【背景技術】

【0002】

圧電素子は、電圧印加によりその形状を変化させる特性を有する素子であり、圧電体層

10

20

30

40

50

を上部電極および下部電極で挟んだ構造を有する。圧電素子は、例えばインクジェットプリンターの液体噴射ヘッド部分や、各種アクチュエーターなど多様な用途に用いられている。

【0003】

例えば特許文献1には、下部電極を共通電極とし、上部電極を個別電極とした形態の圧電素子が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2005-178293号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

圧電素子は、その製造時または駆動時などにおいて、圧電体層の側面に水分等が付着する場合があり、圧電体層の側面が、上部電極と下部電極との間のリークパスとなることがある。上部電極と下部電極との間にリーク電流が発生すると、圧電体層が焼損し、圧電素子の信頼性が低下することがある。

【0006】

本発明のいくつかの態様に係る目的の1つは、信頼性の高い圧電素子を提供することにある。また、本発明のいくつかの態様に係る目的の1つは、上記圧電素子を含む液体噴射ヘッド、および液体噴射装置を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る圧電素子は、

第1電極と、

前記第1電極の上方に、長手方向と短手方向とを有して形成された圧電体層と、

前記圧電体層の上方に形成された第2電極と、

を含み、

前記圧電体層の前記短手方向の側面の少なくとも一部は、凹凸面であり、

前記第2電極から前記第1電極に向かうに従って、前記圧電体層の前記短手方向の幅は、前記凹凸面によって変化する。

30

【0008】

このような圧電素子によれば、例えば、圧電体層の側面が平坦な面である場合に比べて、第1電極と第2電極との間の側面長（電極間の側面に沿った長さ）を大きくすることができる。したがって、圧電体層の側面を経由する電極間のリーク電流を低減することができる。よって、このような圧電体素子は、高い信頼性を有することができる。

【0009】

なお、本発明に係る記載では、「上方」という文言を、例えば、「特定のもの（以下「A」という）の「上方」に他の特定のもの（以下「B」という）を形成する」などと用いている。本発明に係る記載では、この例のような場合に、A上に直接Bを形成するような場合と、A上に他のものを介してBを形成するような場合とが含まれるものとして、「上方」という文言を用いている。

40

【0010】

本発明に係る圧電素子において、

前記圧電体層と前記第1電極とは、交差しており、

前記第1電極の外周と交差する点において前記圧電体層の前記短手方向の側面は、平坦な面であってもよい。

【0011】

このような圧電素子によれば、能動部と非能動部との境界である応力が集中しやすい部分において、変位を抑えることができ、応力集中によるクラック等の発生を抑制すること

50

ができる。

【0012】

本発明に係る圧電素子において、

前記第2電極の前記短手方向の幅は、前記圧電体層の前記短手方向の幅の最小値より小さくてもよい。

【0013】

このような圧電素子によれば、第2電極の大きさによって、圧電体層の能動部の大きさを決定することができる。

【0014】

本発明に係る圧電素子において、

前記第2電極の前記短手方向の側面は、前記圧電体層の前記短手方向の側面に接続されていてもよい。

【0015】

このような圧電素子によれば、被覆層を形成した場合に、前記圧電体層と前記第2電極との界面を、より確実に保護することができる。

【0016】

本発明に係る圧電素子において、

前記圧電体層の前記短手方向の側面は、被覆層によって覆われており、

前記被覆層のヤング率は、前記圧電体層のヤング率より小さくてもよい。

【0017】

このような圧電素子によれば、圧電体層の側面に被覆層が形成されていても、圧電体層の変位量が低下することを抑制できる。

【0018】

本発明に係る圧電素子において、

前記圧電体層の前記短手方向の側面は、前記圧電体層の上面に接続された平坦面を有し、

前記凹凸面は、前記平坦面に接続され、

前記平坦面および前記第2電極の側面は、第1被覆層によって覆われており、

前記凹凸面は、第2被覆層によって覆われており、

前記第2被覆層のヤング率は、前記第1被覆層のヤング率および前記圧電体層のヤング率より小さくてもよい。

【0019】

このような圧電素子によれば、圧電体層と第2電極との界面に水分等が浸入することを防ぎつつ、圧電体層の変位量が低下することを抑制できる。

【0020】

本発明に係る圧電素子において、

前記第1被覆層の材質は、酸化アルミニウムであり、

前記第2被覆層の材質は、ポリイミドであってもよい。

【0021】

このような圧電素子によれば、圧電体層と第2電極との界面に水分等が浸入することを防ぎつつ、圧電体層の変位量が低下することを抑制できる。

【0022】

本発明に係る液体噴射ヘッドは、

本発明に係る圧電素子を含む。

【0023】

このような液体噴射ヘッドによれば、本発明に係る圧電素子を含むため、高い信頼性を有することができる。

【0024】

本発明に係る液体噴射装置は、

本発明に係る液体噴射ヘッドを含む。

10

20

30

40

50

【0025】

このような液体噴射装置によれば、本発明に係る液体噴射ヘッドを含むため、高い信頼性を有することができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本実施形態に係る圧電素子を模式的に示す断面図。

【図2】本実施形態に係る圧電素子を模式的に示す平面図。

【図3】本実施形態に係る圧電素子を模式的に示す断面図。

【図4】本実施形態に係る圧電素子の製造工程を模式的に示す断面図および平面図。

【図5】本実施形態に係る圧電素子の製造工程を模式的に示す断面図および平面図。

10

【図6】本実施形態に係る圧電素子の製造工程を模式的に示す断面図および平面図。

【図7】本実施形態の第1変形例に係る圧電素子を模式的に示す断面図。

【図8】本実施形態の第1変形例に係る圧電素子の製造工程を模式的に示す断面図。

【図9】本実施形態の第1変形例に係る圧電素子の製造工程を模式的に示す断面図。

【図10】本実施形態の第2変形例に係る圧電素子を模式的に示す断面図。

【図11】本実施形態の第2変形例に係る圧電素子の製造工程を模式的に示す断面図。

【図12】本実施形態の第2変形例に係る圧電素子の製造工程を模式的に示す断面図。

【図13】本実施形態の第2変形例に係る圧電素子の製造工程を模式的に示す断面図。

【図14】本実施形態の第2変形例に係る圧電素子の製造工程を模式的に示す断面図。

【図15】本実施形態の第2変形例に係る圧電素子の製造工程を模式的に示す断面図。

20

【図16】本実施形態の第2変形例に係る圧電素子の製造工程を模式的に示す断面図。

【図17】本実施形態の第3変形例に係る圧電素子を模式的に示す断面図。

【図18】本実施形態の第4変形例に係る圧電素子を模式的に示す断面図。

【図19】本実施形態の第4変形例に係る圧電素子の製造工程を模式的に示す断面図。

【図20】本実施形態の第4変形例に係る圧電素子の製造工程を模式的に示す断面図。

【図21】本実施形態の第4変形例に係る圧電素子の製造工程を模式的に示す断面図。

【図22】本実施形態に係る実験例のSEM観察結果。

【図23】本実施形態に係る液体噴射ヘッドを模式的に示す断面図。

【図24】本実施形態に係る液体噴射ヘッドを模式的に示す分解斜視図。

【図25】本実施形態に係る液体噴射装置を模式的に示す斜視図。

30

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明の好適な実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【0028】

1. 圧電素子

まず、本実施形態に係る圧電素子について、図面を参照しながら説明する。図1は、本実施形態に係る圧電素子100を模式的に示す断面図である。図2は、本実施形態に係る圧電素子100を模式的に示す平面図である。図3は、本実施形態に係る圧電素子100を模式的に示す断面図である。なお、図1は、図2のI-I線断面図であり、図3は、図2のI I I-I I I I線断面図である。また、便宜上、図2では、第2電極30の図示を省略している。

40

【0029】

圧電素子100は、図1および図2に示すように、第1電極10と、圧電体層20と、第2電極30と、を含む。圧電素子100は、例えば、基板1上に形成されている。

【0030】

基板1は、例えば、半導体、絶縁体で形成された平板である。基板1は、単層であっても、複数の層が積層された構造であってもよい。基板1は、上面が平面的な形状であれば内部の構造は限定されず、例えば、内部に空間等が形成された構造であってもよい。

【0031】

基板1は、可撓性を有し、圧電体層20の動作によって変形（屈曲）することのできる

50

振動板を含んでいてもよい。振動板の材質としては、例えば、酸化シリコン、酸化ジルコニウム、またはこれらの積層体が挙げられる。

【0032】

第1電極10は、基板1上に形成されている。第1電極10の形状は、例えば、層状または薄膜状である。第1電極10の厚みは、例えば、50nm以上300nm以下である。第1電極10の平面形状は、第2電極30が対向して配置されたときに両者の間に圧電体層20を配置できる形状であれば、特に限定されないが、例えば、矩形ある。

【0033】

第1電極10の材質としては、例えば、ニッケル、イリジウム、白金などの各種の金属、それらの導電性酸化物（例えば酸化イリジウムなど）、ストロンチウムとルテニウムとの複合酸化物（ SrRuO_x : SrO ）、ランタンとニッケルとの複合酸化物（ LaNiO_x : LaO ）が挙げられる。第1電極層10は、上記に例示した材料の単層構造でもよいし、複数の材料を積層した構造であってもよい。

【0034】

第1電極10は、第2電極30と一対になって、圧電体層20に電圧を印加するための一方の電極（例えば、圧電体層20の下方に形成された下部電極）となることができる。

【0035】

なお、基板1が振動板を有さず、第1電極10が振動板としての機能を有していてもよい。すなわち、第1電極10は、圧電体層20に電圧を印加するための一方の電極としての機能と、圧電体層20の動作によって変形することのできる振動板としての機能と、を有していてもよい。

【0036】

また、図示はしないが、第1電極10と基板1との間には、例えば、両者の密着性を付与する層や、強度や導電性を付与する層が形成されてもよい。このような層の例としては、例えば、チタン、ニッケル、イリジウム、白金などの各種の金属、それらの酸化物の層が挙げられる。

【0037】

圧電体層20は、図1に示すように、第1電極10上に形成されている。圧電体層20の形状は、例えば、層状または薄膜状である。圧電体層20の厚みは、例えば、300nm以上3000nm以下である。

【0038】

圧電体層20は、図2に示すように平面視において、X軸方向に延出している。圧電体層20は、X軸方向に沿う長手方向と、Y軸方向に沿う短手方向と、を有している。圧電体層20は、第1電極10と交差していてもよい。圧電体層20は、複数設けられていてもよい。図示の例では、圧電体層20は、3つ設けられているが、その数は特に限定されない。複数の圧電体層20は、例えば、Y軸方向に沿って、配列している。なお、複数の圧電体層20は、図示せぬ部分で、一体的に互いに接続されていてもよい。

【0039】

圧電体層20の側面22の少なくとも一部は、図1および図2に示すように、凹凸面23である。図2に示す例では、凹凸面23の少なくとも一部は、第1電極10の外周12の内側であって、圧電体層20の長手方向（X軸方向）に沿う側面に形成されている。側面22は、短手方向の側面といえる。

【0040】

図1に示すように、圧電体層20の幅（短手方向の幅、すなわちY軸方向の長さ） W_y は、第2電極30から第1電極10に向かうに従って、凹凸面23により変化する。すなわち、圧電体層20の側面22は、第2電極30から第1電極10に向かう方向に沿って、凹凸を有しているともいえる。凹凸面23の形状は、特に限定されないが、例えば、隣り合う凸部の頂点23aと凹部の頂点23bとの間のY軸方向における距離Dは、50nm以上1000nm以下である。図示の例では、1つの側面22において凸部の頂点23aは、4つ形成されているが、その数は特に限定されない。

【0041】

圧電体層20は、実質的な変位駆動部分となる能動部28と、能動的には駆動しない非能動部29と、を有する。能動部28は、第1電極10と第2電極30とに挟まれた圧電体層20の部分であって、一定の幅（短手方向の幅）W1を有する部分である。幅W1は、第2電極30から第1電極10に向かう方向において、一定の値である。図示の例では、能動部28の幅W1は、圧電体層20の幅Wyの最小値と同じであり、より具体的には、上面26のY軸方向の長さと同じである。能動部28は、2つの非能動部29に挟まれている。凹凸面23は、非能動部29を構成している。

【0042】

図2に示すように平面視において、圧電体層20は、第1電極10の外周12を跨いで形成されている。すなわち、圧電体層20は、外周12と交差する点2を有する。外周12と重なる圧電体層20の側面22（点2における圧電体層20の側面22）は、図3に示すように、例えば、平坦な面である。外周12と重なる圧電体層20の側面22は、圧電体層20の上面26に鈍角θで接続されている。

10

【0043】

圧電体層20としては、ペロブスカイト型酸化物の圧電材料を用いることができる。より具体的には、圧電体層20の材質としては、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛（ $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$: PZT）、ニオブ酸チタン酸ジルコン酸鉛（ $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti}, \text{Nb})\text{O}_3$: PZTN）、チタン酸バリウム（ BaTiO_3 ）、ニオブ酸カリウムナトリウム（ $(\text{K}, \text{Na})\text{NbO}_3$ ）が挙げられる。

20

【0044】

圧電体層20は、圧電性を有することができ、第1電極10および第2電極30によって電圧が印加されることで変形することができる。

【0045】

第2電極30は、圧電体層20上に形成されている。第2電極30は、第1電極10と対向して配置されている。第2電極30の形状は、例えば、層状または薄膜状の形状である。第2電極30の厚みは、例えば、30nm以上300nm以下である。第2電極30の平面形状は、第1電極10に対向して配置されたときに両者の間に圧電体層20を配置できる形状であれば、特に限定されない。

【0046】

第2電極30の材質は、例えば、ニッケル、イリジウム、白金などの各種の金属、それらの導電性酸化物（例えば酸化イリジウムなど）、ストロンチウムとルテニウムとの複合酸化物（ SrRuO_x : SRO）、ランタンとニッケルとの複合酸化物（ LaNiO_x : LNO）などを例示することができる。第2電極30は、これら例示した材料の単層構造でもよいし、複数の材料を積層した構造であってもよい。

30

【0047】

第2電極30の機能の一つとしては、第1電極10と一対になって、圧電体層20に電圧を印加するための他方の電極（例えば、圧電体層20の上方に形成された上部電極）となることが挙げられる。

【0048】

第2電極30は、複数の圧電体層20に対応して複数設けられてもよい。図2に示す例では、3つの圧電体層20に対応して、第2電極30は、3つ設けられてもよい。複数の第2電極30は、互いに電氣的に分離していてもよい。一方、第1電極10は、複数の圧電体層20に対して、共通した電極であってもよい。すなわち、複数の圧電体層20に対して、第2電極30は、個別電極であり、第1電極10は、共通電極であってもよい。これにより、複数の圧電体層20の各々を、独立して駆動させることができる。第2電極30は、X軸方向に沿う長手方向と、Y軸方向に沿う短手方向と、を有していてもよい。

40

【0049】

以上のような圧電素子100は、例えば、圧力発生室内の液体を加圧する圧電アクチュエーターとして、液体噴射ヘッドや、該液体噴射ヘッドを用いた液体噴射装置（インクジ

50

ェットプリンター)などに適用されてもよいし、圧電体層の変形を電気信号として検出する圧電センサー等その他の用途として用いてもよい。

【0050】

本実施形態に係る圧電素子100は、例えば、以下の特徴を有する。

【0051】

圧電素子100によれば、圧電体層20の側面(短手方向の側面)22の少なくとも一部は、凹凸面23であり、第2電極30から第1電極10に向かうに従って、圧電体層20の幅(短手方向の幅)Wyは、凹凸面23によって変化する。そのため、例えば、圧電体層の側面が平坦な面である場合に比べて、第1電極10と第2電極30との間の側面長(電極10, 30間の側面22に沿った長さ)を大きくすることができる。したがって、側面22を経由する電極10, 30間のリーク電流を低減することができる。よって、圧電体素子100は、高い信頼性を有することができる。

10

【0052】

仮に、電極間の側面長を大きくするために、圧電体層の上面に対する側面の角度(図1に示す θ)を大きくすることも考えられる。このような形態では、平坦な圧電体層の側面であっても、電極間の側面長を大きくすることができるが、非能動部の体積も大きくなる。非能動部の体積が大きくなると、非能動部によって能動部の動作が制限され、圧電素子の変位量が低下するという問題が生じる場合がある。本実施形態に係る圧電素子100では、このような変位量の低下を回避しつつ、電極10, 30間の側面長を大きくすることができる。

20

【0053】

圧電素子100によれば、圧電体層20と第1電極10とは、平面視において、交差しており、第1電極10の外周12と重なる圧電体層20の側面22は、平坦な面であることができる。第1電極10の外周12と重なる圧電体層20は、能動部と非能動部との境界であるため応力が集中しやすい部分である。このような部分では、側面22を凹凸面23とせず平坦な面とし、変位を抑えることで、応力集中によるクラック等の発生を抑制することができる。

【0054】

2. 圧電素子の製造方法

次に、本実施形態に係る圧電素子100の製造方法について、図面を参照しながら説明する。図4～図6は、本実施形態に係る圧電素子100の製造工程を模式的に示す図である。なお、図4～図6において、(a)は、図1に対応する断面図であり、(b)は、図2に対応する平面図である。

30

【0055】

図4に示すように、基板1上に、第1電極10を形成する。第1電極10は、例えば、スパッタ法、めっき法、真空蒸着法などにより導電層(図示せず)を成膜し、該導電層をパターンニングすることによって形成される。パターンニングは、例えば、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術によって行われる。

【0056】

次に、第1電極10上に、圧電体層20aを成膜する。圧電体層20aは、例えば、ゾルゲル法、MOD(Metal Organic Deposition)法により成膜される。より具体的には、圧電体の前駆体層をスピンコートで成膜し、酸素雰囲気中で750℃程度で焼成することにより、前駆体層を結晶化させる。この成膜・焼成工程を複数回繰り返すことにより、所望の膜厚を有する圧電体層20aを得ることができる。例えば、成膜・焼成工程の回数によって、凸部の頂点23a(図1参照)の数を決定することができる。

40

【0057】

次に、圧電体層20a上に第2電極30aを成膜する。第2電極30aは、例えば、スパッタ法、めっき法、真空蒸着法により成膜される。次に、圧電体層20a上に、所望の形状を有するレジストR1を形成する。レジストR1は、公知の方法により形成される。

【0058】

50

図 5 に示すように、レジスト R 1 をマスクとして、第 2 電極 30 a および圧電体層 20 a をエッチングする。これにより、第 2 電極 30 が形成される。エッチングは、例えば、塩素系およびフッ素系の混合ガスを用いたドライエッチングより行われる。なお、レジスト R 1 は、公知の方法により除去される。

【0059】

図 6 (b) に示すように、第 1 電極 10 の外周 12 を含む領域（第 1 電極 10 と基板 1 の境界線を含む領域）に、所望の形状を有するレジスト R 2 を形成する。レジスト R 2 は、公知の方法により形成される。

【0060】

図 1 および図 2 に示すように、第 2 電極 30 およびレジスト R 2 をマスクとして、圧電体層 20 a をエッチングし、圧電体層 20 を形成する。エッチングは、ウェットエッチングにより行われる。上述のように、スピコートによる成膜・焼成を複数回繰り返して圧電体層 20 a を形成した場合、その焼成界面がウェットエッチングにより選択的に除去されやすい。そのため、圧電体層 20 の側面 22 に、凹凸面 23 を形成することができる。ウェットエッチングのエッチング液としては、例えば、20%バッファードフッ酸、硝酸、および塩酸の混合液を用いることができる。例えば、バッファードフッ酸のみでエッチングを行い、その際に生じた残渣物を硝酸で除去する 2 段階の方法で、エッチングを行ってもよい。バッファードフッ酸を使用すると、サイドエッチング量を小さくすることができる。

【0061】

なお、第 1 電極 10 の外周 12 と重なる圧電体層 20 a は、レジスト R 2 によりマスクされているため、図 3 に示すように、外周 12 と重なる圧電体層 20 の側面 22 は、ウェットエッチングによりエッチングされず、平坦な面となることができる。なお、レジスト R 2 は、公知の方法により除去される。

【0062】

以上の工程により、圧電素子 100 を製造することができる。

【0063】

圧電素子 100 の製造方法によれば、上記のとおり、圧電体層 20 の側面 22 に凹凸面 23 を形成することができるので、高い信頼性を有する圧電素子 100 を形成することができる。

【0064】

3. 圧電素子の変形例

3. 1. 第 1 変形例に係る圧電素子

次に、本実施形態の第 1 変形例に係る圧電素子について、図面を参照しながら説明する。図 7 は、本実施形態の第 1 変形例に係る圧電素子 200 を模式的に示す断面図であって、図 1 に対応するものである。

【0065】

以下、本実施形態の第 1 変形例に係る圧電素子 200 において、本実施形態に係る圧電素子 100 の構成部材と同様の機能を有する部材については同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。このことは、後述する、本実施形態の第 2 変形例に係る圧電素子 300、および本実施形態の第 3 変形例に係る圧電素子 400 においても、同様である。

【0066】

圧電素子 100 の例では、図 1 に示すように、第 2 電極 30 の幅は、圧電体層 20 の幅 W_y の最小値より大きかった。

【0067】

これに対し、圧電素子 200 では、図 7 に示すように、第 2 電極 30 の幅 W_2 （第 2 電極の短手方向の幅であって、第 2 電極 30 の幅の最大値）は、圧電体層 20 の幅 W_y の最小値より小さい。これにより、第 2 電極 30 の面積によって、圧電体層 20 の能動部 28 の面積を決定することができる。すなわち、能動部 28 の幅 W_1 は、第 2 電極 30 の幅 W_2 と同じ大きさとなる。図示の例では、第 2 電極 30 の側面（短手方向の側面）32 は、

10

20

30

40

50

圧電体層 20 の上面 26 に接続されている。

【0068】

次に、本実施形態の第1変形例に係る圧電素子200の製造方法について、図面を参照しながら説明する。図8および図9は、本実施形態の第1変形例に係る圧電素子200の製造工程を模式的に示す断面図であって、図7に対応している。なお、本実施形態の圧電素子100の製造方法と基本的に同じ工程については、その説明を簡略化ないし省略する。

【0069】

圧電素子200の製造方法では、第2電極30a上にレジストR1を形成した後（図4参照）、図8に示すように、レジストR1をマスクとして、第2電極30aをエッチングし、第2電極30を形成する。

10

【0070】

図9に示すように、第2電極30上および圧電体層20a上に、所望の形状を有するレジストR3を形成する。レジストR3は、公知の方法により形成される。レジストR3は、第2電極30の面積より大きな面積を有する。レジストR3の寸法と第2電極30の寸法との差は、後述するウェットエッチングにおいて圧電体層20aに生じるサイドエッチング量よりも大きいことが好ましい。

【0071】

図7に示すように、レジストR3をマスクとして、圧電体層20aをエッチングする。エッチングは、ウェットエッチングにより行われる。これにより、凹凸面23を有する圧電体層20を形成することができる。なお、レジストR3は、公知の方法により除去される。

20

【0072】

以上の工程により、圧電素子200を製造することができる。

【0073】

3. 2. 第2変形例に係る圧電素子

次に、本実施形態の第2変形例に係る圧電素子について、図面を参照しながら説明する。図10は、本実施形態の第2変形例に係る圧電素子300を模式的に示す断面図であって、図1に対応するものである。

【0074】

圧電素子300では、図10に示すように、圧電体層20の側面22は、凹凸面23と、平坦面24と、によって構成されている。平坦面24は、圧電体層20の上面26に接続されている。凹凸面23は、平坦面24に接続されており、さらに、圧電体層20の下面27に接続されている。図示の例では、第2電極30の側面32は、圧電体層20の側面22（平坦面24）に接続されている。平坦面24と第2電極30の側面32とは、連続しているともいえる。

30

【0075】

次に、本実施形態の第2変形例に係る圧電素子300の製造方法について、図面を参照しながら説明する。図11および図12は、本実施形態の第2変形例に係る圧電素子300の製造工程を模式的に示す断面図であって、図10に対応している。なお、本実施形態に係る圧電素子100の製造方法と基本的に同じ工程については、その説明を簡略化ないし省略する。

40

【0076】

圧電素子300の製造方法では、第2電極30a上にレジストR1を形成した後（図4参照）、図11に示すように、レジストR1をマスクとして、第2電極30aおよび圧電体層20aの一部をエッチングする。これにより、平坦面24が形成される。圧電体層20aのエッチング量によって、平坦面24の大きさを決定することができる。

【0077】

図12に示すに、第2電極30上および圧電体層20a上に、所望の形状を有するレジストR4を形成する。レジストR4は、第2電極30の面積より大きな面積をし、第2電

50

極 30 および平坦面 24 を覆うように形成される。レジスト R4 は、公知の方法により形成される。

【0078】

図 10 に示すように、レジスト R4 をマスクとして、圧電体層 20a をエッチングする。エッチングは、ウェットエッチングにより行われる。これにより、凹凸面 23 が形成され、凹凸面 23 および平坦面 24 を有する圧電体層 20 を形成することができる。なお、レジスト R4 は、公知の方法により除去される。

【0079】

以上の工程により、圧電素子 300 を製造することができる。

【0080】

次に、本実施形態の第 2 変形例に係る圧電素子 300 の別の製造方法について、図面を参照しながら説明する。図 13 ～図 16 は、本実施形態の第 2 変形例に係る圧電素子 300 の製造工程を模式的に示す断面図であって、図 10 に対応している。なお、本実施形態に係る圧電素子 100 の製造方法と基本的に同じ工程については、その説明を簡略化ないし省略する。

【0081】

圧電素子 300 の別の製造方法では、図 13 に示すように、第 1 電極 10 上に、第 1 圧電体層 320 を成膜する。第 1 圧電体層 320 は、ゾルゲル法、MOD 法により成膜される。より具体的には、圧電体の前駆体層をスピコートで成膜し、酸素雰囲気中で 750℃ 程度で焼成することにより、前駆体層を結晶化させる。この成膜・焼成工程を複数回繰り返すことにより、所望の膜厚を有する第 1 圧電体層 320 を得ることができる。次に、圧電体層 320 上に、所望の形状を有するレジスト R5 を形成する。レジスト R5 は、公知の方法により形成される。

【0082】

図 14 に示すように、レジスト R5 をマスクとして、第 1 圧電体層 320 をエッチングする。エッチングは、バッファードフッ酸をエッチング液としたウェットエッチングによって行われる。これにより、第 1 圧電体層 320 の側面に、凹凸面 23 を形成することができる。ここで、バッファードフッ酸は、少なくとも第 1 圧電体層 320 を形成する一部の材料しか溶かさないように調整される。または、バッファードフッ酸は、結晶粒界のように、第 1 圧電体層 320 のきちんとした結晶になっていない部分を選択的に溶かすように調整される。このようなバッファードフッ酸を用いたウェットエッチングにより、第 1 圧電体層 320 は全て除去されず、溶解しない元素を含んだ酸化物やエッチング溶液の成分と反応した反応物が残る。これによって、多孔質性のポーラス層 322 を形成することができる。

【0083】

図 15 に示すように、第 1 圧電体層 320 上およびポーラス層 322 上に、第 2 圧電体層 324 を成膜する。第 2 圧電体層 324 は、例えば、第 1 圧電体層 320 の同じ方法で成膜される。次に、第 2 圧電体層 324 上に、第 2 電極 30a を成膜する。次に、第 2 電極 30a 上に、所望の形状を有するレジスト R6 を形成する。レジスト R6 は、公知の方法により形成される。

【0084】

図 16 に示すように、レジスト R6 をマスクとして、第 2 電極 30a および圧電体層 324 をエッチングし、第 2 電極 30 および圧電体層 20 を形成する。エッチングは、ドライエッチングにより行われ、これにより、平坦面 24 を形成することができる。なお、レジスト R6 は、公知の方法により除去される。

【0085】

図 10 に示すように、ポーラス層 322 を、エッチングにより選択的に除去する。エッチングは、例えば、硝酸をエッチング液としたウェットエッチングにより行われる。

【0086】

以上の工程によっても、圧電素子 300 を製造することができる。図 13 ～図 16 に示

10

20

30

40

50

した製造方法によれば、第1圧電体層320の厚みによって、凹凸面23を形成する領域を決定することができる。すなわち、凹凸面23を形成する領域を、精度よく形成することができる。

【0087】

3. 3. 第3変形例に係る圧電素子

次に、本実施形態の第3変形例に係る圧電素子について、図面を参照しながら説明する。図17は、本実施形態の第3変形例に係る圧電素子400を模式的に示す断面図であって、図1に対応するものである。

【0088】

圧電素子400は、図17に示すように、被覆層40を有する。被覆層40は、第1電極10の上面14、圧電体層20の側面22、第2電極30の側面32、および第2電極30の上面34の一部を覆って形成されている。被覆層40は、水分等から圧電体層20を保護する機能を有することができる。

【0089】

被覆層40としては、圧電体層20よりヤング率の小さい材料を用いることができる。具体的には、被覆層40の材質としては、ポリイミドが挙げられる。これにより、圧電体層20の側面22に被覆層40が形成されていても、圧電体層20の変位量が低下することを抑制できる。

【0090】

第1電極10の上面14に形成された被覆層40の厚みT1は、第2電極30の上面34に形成された被覆層40の厚みT2より大きい。厚みT1は、例えば、1 μ m程度であり、厚みT2は、例えば、0.5 μ m程度である。これにより、被覆層40によって、圧電体層20の側面22を確実に保護することができ、信頼性を向上させることができる。

【0091】

第2電極30の上面34に形成された被覆層40は、開口部42を有することができる。開口部42によって、第2電極30の上面34の一部は、露出されていてもよい。開口部42により、被覆層40が形成されていても、圧電体層20の変位量が低下することを抑制できる。第2電極30の上面34と接続する被覆層40の側面44は、第2電極30の上面34に対して傾斜していてもよい。

【0092】

次に、本実施形態の第3変形例に係る圧電素子400の製造方法について説明する。なお、本実施形態に係る圧電素子100の製造方法と基本的に同じ工程については、その説明を簡略化ないし省略する。

【0093】

圧電素子400の製造方法では、圧電体層20を形成した後（図6参照）、第1電極10、圧電体層20、および第2電極30を覆うように、被覆層40を形成する。被覆層40は、スピンコートにより成膜される。また、必要に応じて、被覆膜40を硬化させるための熱処理を行ってもよい。これにより、第1電極10の上面14に形成された被覆層40の厚みT1を、第2電極30の上面34に形成された被覆層40の厚みT2より大きくすることができる。

【0094】

次に、第2電極30の上面34に形成された被覆層40をパターンニングして、開口部42を形成する。被覆層40の材質が感光性ポリイミドの場合は、エッチング工程を用いることなく、露光のみで開口部42を形成することができる。そのため、製造コストを削減することができる。

【0095】

以上の工程により、本実施形態の第3変形例に係る圧電素子400を製造することができる。

【0096】

3. 4. 第4変形例に係る圧電素子

次に、本実施形態の第４変形例に係る圧電素子について、図面を参照しながら説明する。図１８は、本実施形態の第４変形例に係る圧電素子５００を模式的に示す断面図であって、図１０に対応するものである。以下、本実施形態の第４変形例に係る圧電素子５００において、本実施形態の第２変形例に係る圧電素子３００の構成部材と同様の機能を有する部材については同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【００９７】

圧電素子５００は、図１８に示すように、被覆層５０（第１被覆層５０ともいえる）を有する。被覆層５０は、平坦面２４および第２電極３０の側面３２を覆って形成されている。平坦面２４と第２電極３０の側面３２とは、連続しているので、圧電体層２０と第２電極３０との界面に、被覆層５０を欠陥なく形成することができる。被覆層５０の厚みは、例えば、１００ｎｍ程度である。

10

【００９８】

被覆層５０の材質としては、例えば、酸化アルミニウム、窒化シリコンなどが挙げられる。これにより、圧電体層２０と第２電極３０との界面に水分等が浸入することを、より確実に抑制することができる。

【００９９】

被覆層４０（第２被覆層４０ともいえる）は、凹凸面２３および被覆層５０を覆って形成されている。被覆層４０のヤング率は、圧電体層２０のヤング率および被覆層５０のヤング率より小さい。具体的には、被覆層４０の材質としては、ポリイミドが挙げられる。これにより、圧電体層２０と第２電極３０との界面に水分等が浸入することを防ぎつつ、圧電体層２０の変位量が低下することを抑制できる。例えば、圧電体層２０の側面２２をＸＺ平面に投影させたとき、平坦面２４の面積は、凹凸面２３の面積の半分以下であってもよい。これにより、被覆層５０が形成される面積を小さくすることができ、より確実に圧電体層２０の変位量が低下することを抑制できる。なお、その他の被覆層４０の説明は、上述した本実施形態の第３変形例に係る圧電素子４００で用いた説明を適用することができる。

20

【０１００】

次に、本実施形態の第４変形例に係る圧電素子５００の製造方法について説明する。図１９～図２１は、本実施形態の第４変形例に係る圧電素子５００の製造工程を模式的に示す断面図であって、図１８に対応している。なお、本実施形態の第２変形例に係る圧電素子３００の製造方法と基本的に同じ工程については、その説明を簡略化ないし省略する。

30

【０１０１】

圧電素子５００の製造方法では、圧電体層２０ａの一部をエッチングして平坦面２４を形成した後（図１１参照）、図１９に示すように、第２電極３０上および圧電体層２０ａ上に被覆層５０ａを成膜する。被覆層５０ａは、例えば、ＣＶＤ（Chemical Vapor Deposition）法により成膜される。

【０１０２】

図２０に示すように、第２電極３０上の被覆層５０ａ、および平坦面２４上の被覆層５０ａを覆うように、レジストＲ７を形成する。レジストＲ７は、公知の方法により形成される。次に、レジストＲ７をマスクとして、被覆層５０ａをエッチングする。エッチングは、例えば、塩素系ガスを用いたドライエッチングにより行われる。なお、レジストＲ７は、公知の方法により除去される。

40

【０１０３】

図２１に示すように、被覆層５０ａをマスクとして、圧電体層２０ａをウェットエッチングし、凹凸面２３を有する圧電体層２０を形成する。

【０１０４】

図１８に示すように、被覆層５０ａをパターニングして、被覆層５０を形成する。次に、例えば、スピコートにより、開口部４２を有する被覆層４０を形成する。

【０１０５】

以上の工程により、圧電素子５００を製造することができる。

50

【0106】

4. 実験例

以下に実験例を示し、本発明をより具体的に説明する。なお、本発明は、以下の実験例によってなんら限定されるものではない。

【0107】

4. 1. 試料の作製

シリコン基板上に、スパッタ法により200nmの白金を成膜し、第1電極とした。次に、PZTの前駆体をスピコートで成膜し、酸素雰囲気中において750℃で焼成した。この成膜・焼成工程を5回繰り返して、1μmのPZTを形成し、圧電体層とした。次に、PZT上に、スパッタ法により100nmのイリジウムを成膜し、第2電極とした。

10

【0108】

次に、レジストをマスクとして、イリジウムおよびPZTをドライエッチングした。ドライエッチングは、塩素系およびフッ素系の混合ガスを用いて行った。次に、ウェットエッチングによって、PZTをエッチングした。ウェットエッチングは、20%バッファードフッ酸、硝酸、および塩素の混合液を用いて行った。

【0109】

4. 2. SEM観察結果

図22は、上記のように作製した試料のSEM観察結果である。図22より、PZTの側面に凹凸面が形成されていることがわかった。

20

【0110】

5. 液体噴射ヘッド

次に、本実施形態にかかる液体噴射ヘッドについて、図面を参照しながら説明する。図23は、液体噴射ヘッド600の要部を模式的に示す断面図である。図24は、液体噴射ヘッド600の分解斜視図であり、通常使用される状態とは上下を逆に示したものである。

【0111】

液体噴射ヘッド600は、本発明に係る圧電素子を有する。以下では、本発明に係る圧電素子として、圧電素子100を用いた例について説明する。

【0112】

液体噴射ヘッド600は、図23および図24に示すように、例えば、振動板1aと、ノズル板610と、流路形成基板620と、圧電素子100と、筐体630と、を含む。なお、図24では、圧電素子100を簡略化して図示している。

30

【0113】

ノズル板610は、図23および図24に示すように、ノズル孔612を有する。ノズル孔612からは、インクが吐出される。ノズル板610には、例えば、複数のノズル孔612が設けられている。図24に示す例では、複数のノズル孔612は、一列に並んで形成されている。ノズル板610の材質としては、例えば、シリコン、ステンレス鋼（SUS）が挙げられる。

【0114】

流路形成基板620は、ノズル板610上（図24の例では下）に設けられている。流路形成基板620の材質としては、例えば、シリコンが挙げられる。流路形成基板620がノズル板610と振動板1aとの間の空間を区画することにより、図24に示すように、リザーバー（液体貯留部）624と、リザーバー624と連通する供給口626と、供給口626と連通する圧力発生室622と、が設けられている。図24に示す例では、リザーバー624と、供給口626と、圧力発生室622と、が区別されているが、これらはいずれも液体の流路（例えば、マニホールドということもできる）であって、このような流路はどのように設計されても構わない。例えば、供給口626は、図示の例では流路の一部が狭窄された形状を有しているが、設計にしたがって任意に形成することができ、必ずしも必須の構成ではない。

40

【0115】

50

リザーバー６２４は、外部（例えばインクカートリッジ）から、振動板１ａに設けられた貫通孔６２８を通じて供給されるインクを一時貯留することができる。リザーバー６２４内のインクは、供給口６２６を介して、圧力発生室６２２に供給されることができる。圧力発生室６２２は、振動板１ａの変形により容積が変化する。圧力発生室６２２はノズル孔６１２と連通しており、圧力発生室６２２の容積が変化することによって、ノズル孔６１２からインク等が吐出される。

【０１１６】

なお、リザーバー６２４および供給口６２６は、圧力発生室６２２と連通していれば、流路形成基板６２０とは別の部材（図示せず）に設けられていてもよい。

【０１１７】

圧電素子１００は、流路形成基板６２０上（図２４の例では下）に設けられている。圧電素子１００は、駆動回路（図示せず）に電氣的に接続され、駆動回路の信号に基づいて動作（振動、変形）することができる。振動板１ａは、圧電体層２０の動作によって変形し、圧力発生室６２２の内部圧力を適宜変化させることができる。

【０１１８】

筐体６３０は、図２４に示すように、ノズル板６１０、流路形成基板６２０、振動板１ａ、および圧電素子１００を収納することができる。筐体６３０の材質としては、例えば、樹脂、金属などを挙げることができる。

【０１１９】

液体噴射ヘッド６００によれば、圧電素子１００を有する。したがって、液体噴射ヘッド６００は、高い信頼性を有することができる。

【０１２０】

なお、上記の例では、液体噴射ヘッド６００がインクジェット式記録ヘッドである場合について説明した。しかしながら、本実施形態の液体噴射ヘッドは、例えば、液晶ディスプレイ等のカラーフィルターの製造に用いられる色材噴射ヘッド、有機ＥＬディスプレイ、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、バイオチップ製造に用いられる生体有機物噴射ヘッドなどとして用いられることもできる。

【０１２１】

６． 液体噴射装置

次に、本実施形態にかかる液体噴射装置について、図面を参照しながら説明する。図２５は、本実施形態にかかる液体噴射装置７００を模式的に示す斜視図である。

【０１２２】

液体噴射装置７００は、本発明に係る液体噴射ヘッドを有する。以下では、本発明に係る液体噴射ヘッドとして、液体噴射ヘッド６００を用いた例について説明する。

【０１２３】

液体噴射装置７００は、図２５に示すように、ヘッドユニット７３０と、駆動部７１０と、制御部７６０と、を含む。さらに、液体噴射装置７００は、装置本体７２０と、給紙部７５０と、記録用紙Ｐを設置するトレイ７２１と、記録用紙Ｐを排出する排出口７２２と、装置本体７２０の上面に配置された操作パネル７７０と、を含むことができる。

【０１２４】

ヘッドユニット７３０は、上述した液体噴射ヘッド６００から構成されるインクジェット式記録ヘッド（以下単に「ヘッド」ともいう）を有する。ヘッドユニット７３０は、さらに、ヘッドにインクを供給するインクカートリッジ７３１と、ヘッドおよびインクカートリッジ７３１を搭載した運搬部（キャリッジ）７３２と、を備える。

【０１２５】

駆動部７１０は、ヘッドユニット７３０を往復動させることができる。駆動部７１０は、ヘッドユニット７３０の駆動源となるキャリッジモーター７４１と、キャリッジモーター７４１の回転を受けて、ヘッドユニット７３０を往復動させる往復動機構７４２と、を有する。

【０１２６】

10

20

30

40

50

往復動機構 742 は、その両端がフレーム（図示せず）に支持されたキャリッジガイド軸 744 と、キャリッジガイド軸 744 と平行に延在するタイミングベルト 743 と、を備える。キャリッジガイド軸 744 は、キャリッジ 732 が自在に往復動できるようにしながら、キャリッジ 732 を支持している。さらに、キャリッジ 732 は、タイミングベルト 743 の一部に固定されている。キャリッジモーター 741 の作動により、タイミングベルト 743 を走行させると、キャリッジガイド軸 744 に導かれて、ヘッドユニット 730 が往復動する。この往復動の際に、ヘッドから適宜インクが吐出され、記録用紙 P への印刷が行われる。

【0127】

なお、本実施形態では、液体噴射ヘッド 600 および記録用紙 P がいずれも移動しながら印刷が行われる液体噴射装置の例を示しているが、本発明の液体噴射装置は、液体噴射ヘッド 600 および記録用紙 P が互いに相対的に位置を変えて記録用紙 P に印刷される機構であればよい。また、本実施形態では、記録用紙 P に印刷が行われる例を示しているが、本発明の液体噴射装置によって印刷を施すことができる記録媒体としては、紙に限定されず、布、フィルム、金属など、広範な媒体を挙げることができ、適宜構成を変更することができる。

【0128】

制御部 760 は、ヘッドユニット 730、駆動部 710 および給紙部 750 を制御することができる。

【0129】

給紙部 750 は、記録用紙 P をトレイ 721 からヘッドユニット 730 側へ送り込むことができる。給紙部 750 は、その駆動源となる給紙モーター 751 と、給紙モーター 751 の作動により回転する給紙ローラー 752 と、を備える。給紙ローラー 752 は、記録用紙 P の送り経路を挟んで上下に対向する従動ローラー 752a および駆動ローラー 752b を備える。駆動ローラー 752b は、給紙モーター 751 に連結されている。制御部 760 によって供紙部 750 が駆動されると、記録用紙 P は、ヘッドユニット 730 の下方を通過するように送られる。ヘッドユニット 730、駆動部 710、制御部 760 および給紙部 750 は、装置本体 720 の内部に設けられている。

【0130】

液体噴射装置 700 によれば、液体噴射ヘッド 600 を有する。したがって、液体噴射装置 700 は、高い信頼性を有することができる。

【0131】

なお、上述した実施形態および変形例は一例であって、これらに限定されるわけではない。例えば、各実施形態および各変形例を適宜組み合わせることも可能である。

【0132】

上記のように、本発明の実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できよう。したがって、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれるものとする。

【符号の説明】

【0133】

1 基板、10 第1電極、12 第1電極の外周、14 第1電極の上面、
20 圧電体層、22 圧電体層の側面、23 凹凸面、24 平坦面、
26 圧電体層の上面、27 圧電体層の下面、28 能動部、29 非能動部、
30 第2電極、32 第2電極の側面、34 第2電極の上面、40 被覆層、
42 開口部、44 被覆層の側面、50 被覆層、100 圧電素子、
200 圧電素子、300 圧電素子、320 第1圧電体層、322 ポーラス層、
324 第2圧電体層、400 圧電素子、500 圧電素子、
600 液体噴射ヘッド、610 ノズル板、612 ノズル孔、
620 流路形成基板、622 圧力発生室、624 リザーバー、626 供給口、
628 貫通孔、630 筐体、700 液体噴射装置、710 駆動部、

10

20

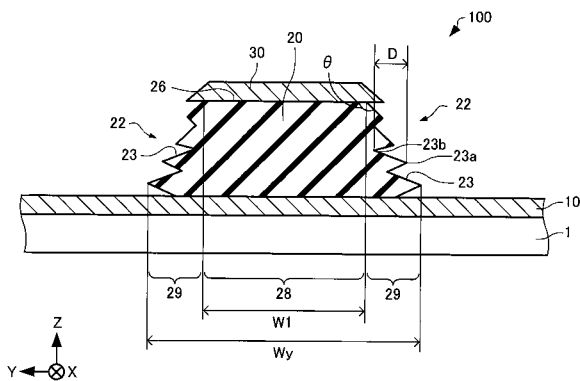
30

40

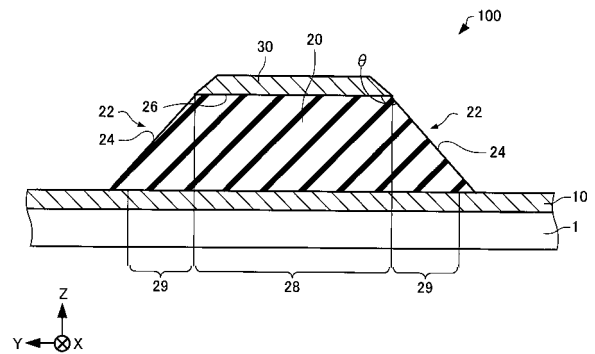
50

720 装置本体、721 トレイ、722 排出口、730 ヘッドユニット、
 731 インクカートリッジ、732 キャリッジ、741 キャリッジモーター、
 742 往復動機構、743 タイミングベルト、744 キャリッジガイド軸、
 750 給紙部、751 給紙モーター、752 給紙ローラー、
 752a 従動ローラー、752b 駆動ローラー、760 制御部、
 770 操作パネル

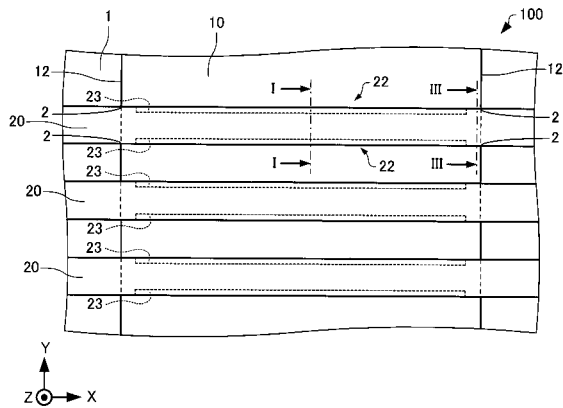
【図 1】



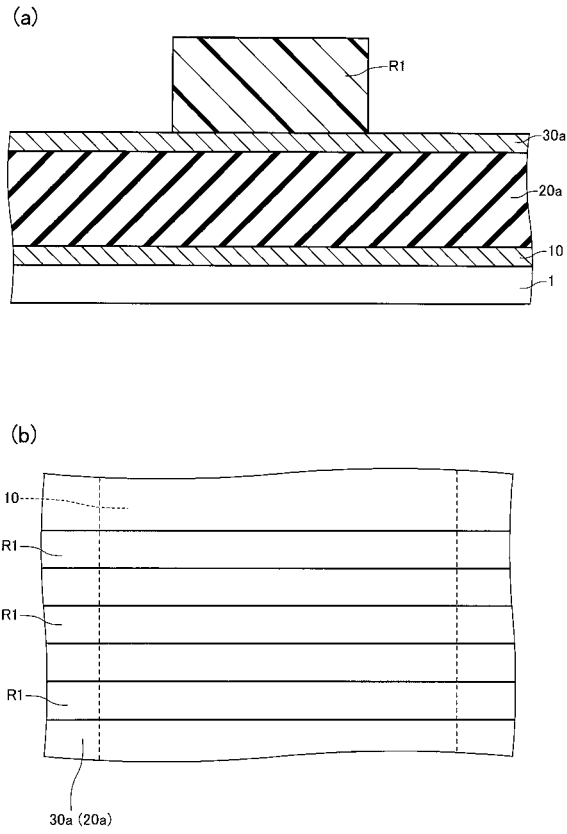
【図 3】



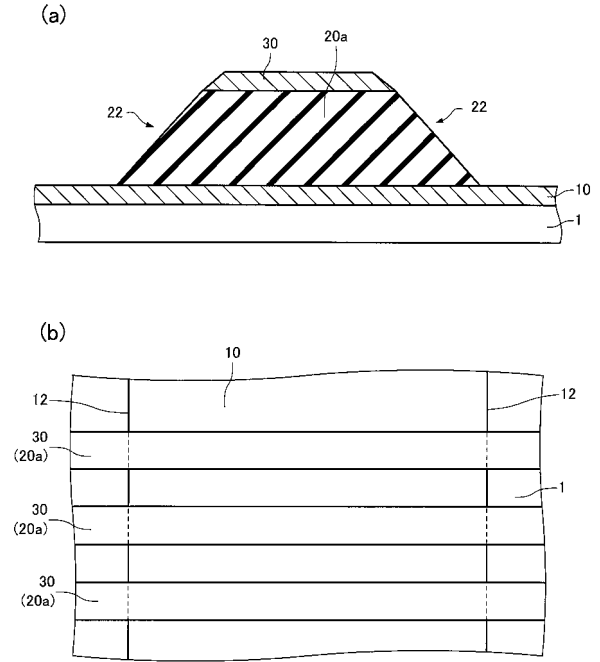
【図 2】



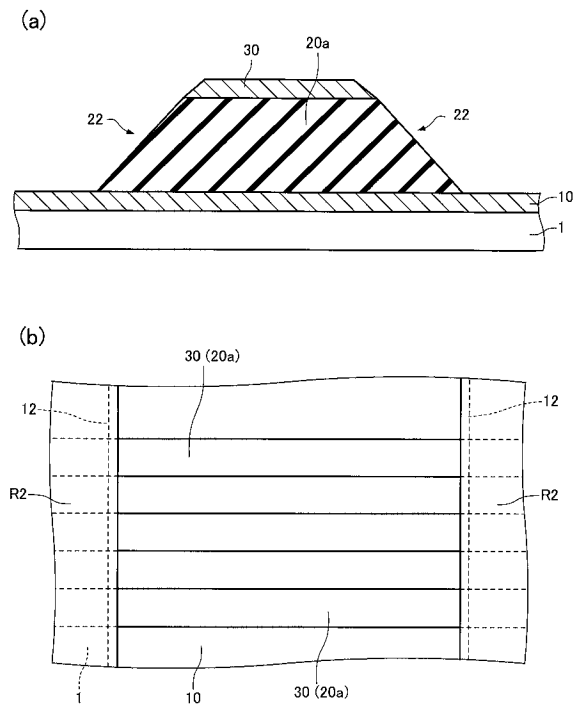
【図 4】



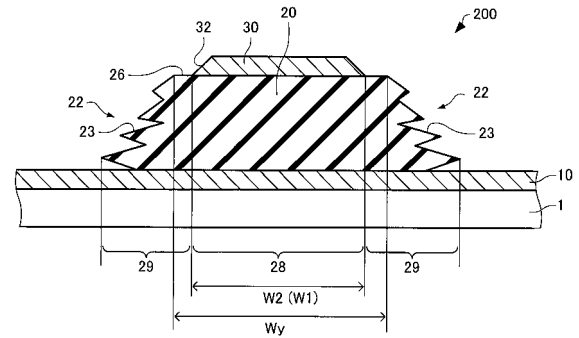
【図 5】



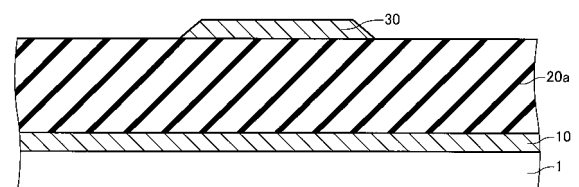
【図 6】



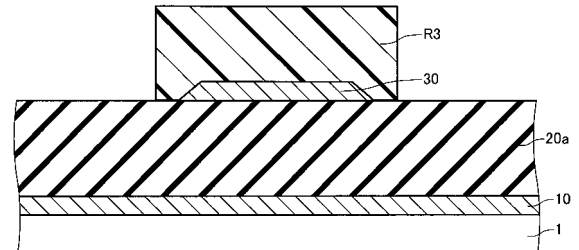
【図 7】



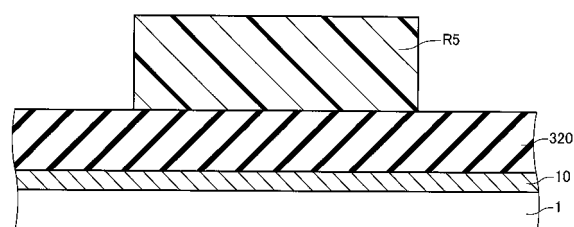
【図 8】



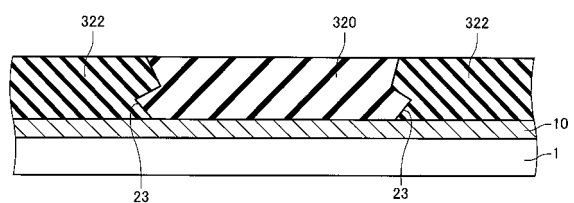
【図 9】



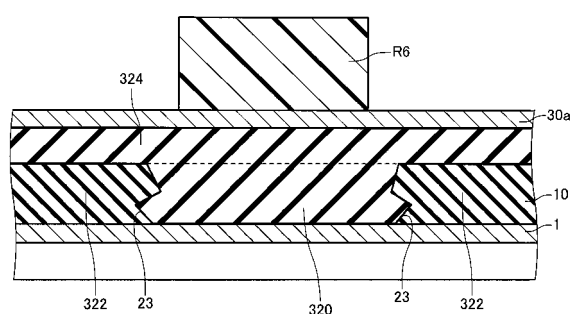
【図 13】



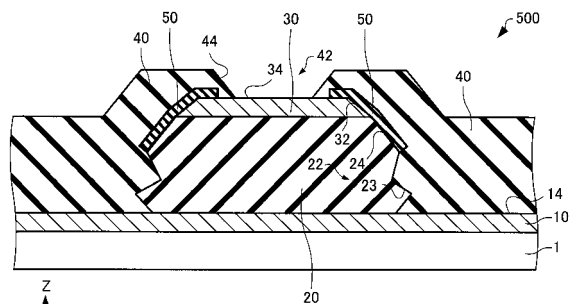
【図 14】



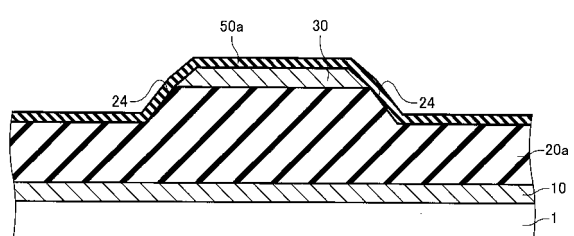
【図 15】



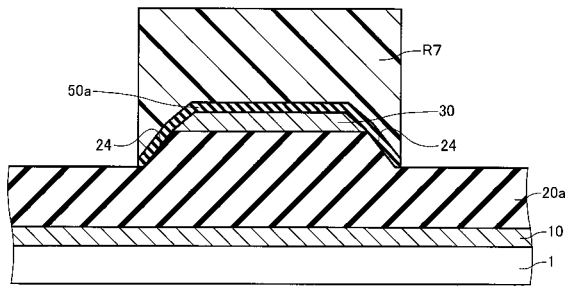
【図 18】



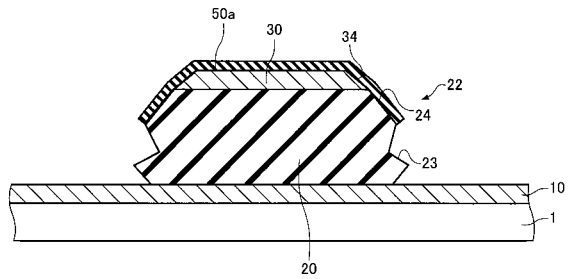
【図 19】



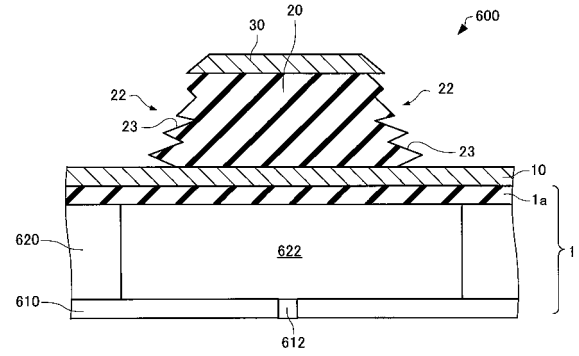
【図 20】



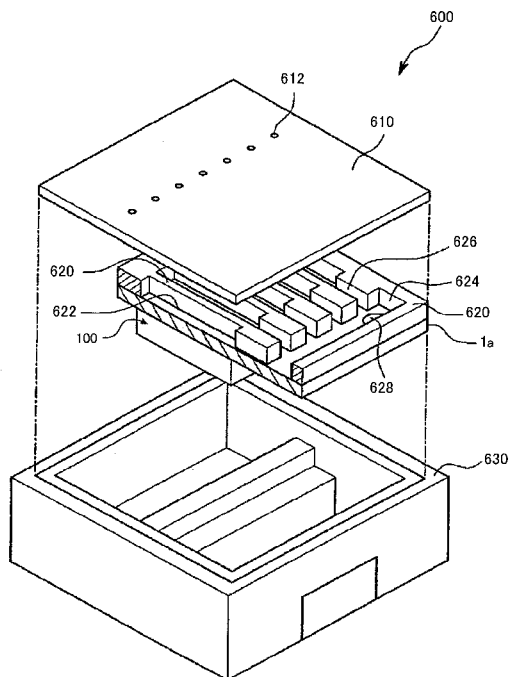
【図 21】



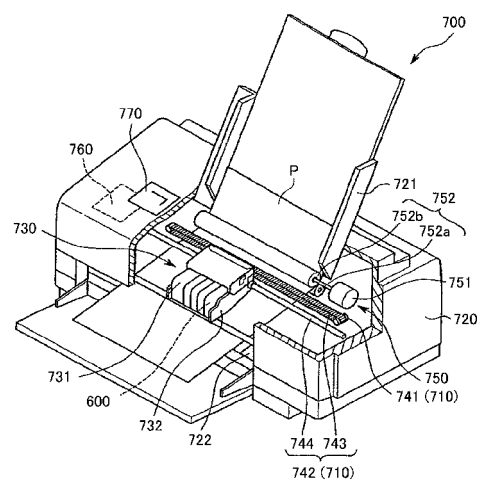
【図 23】



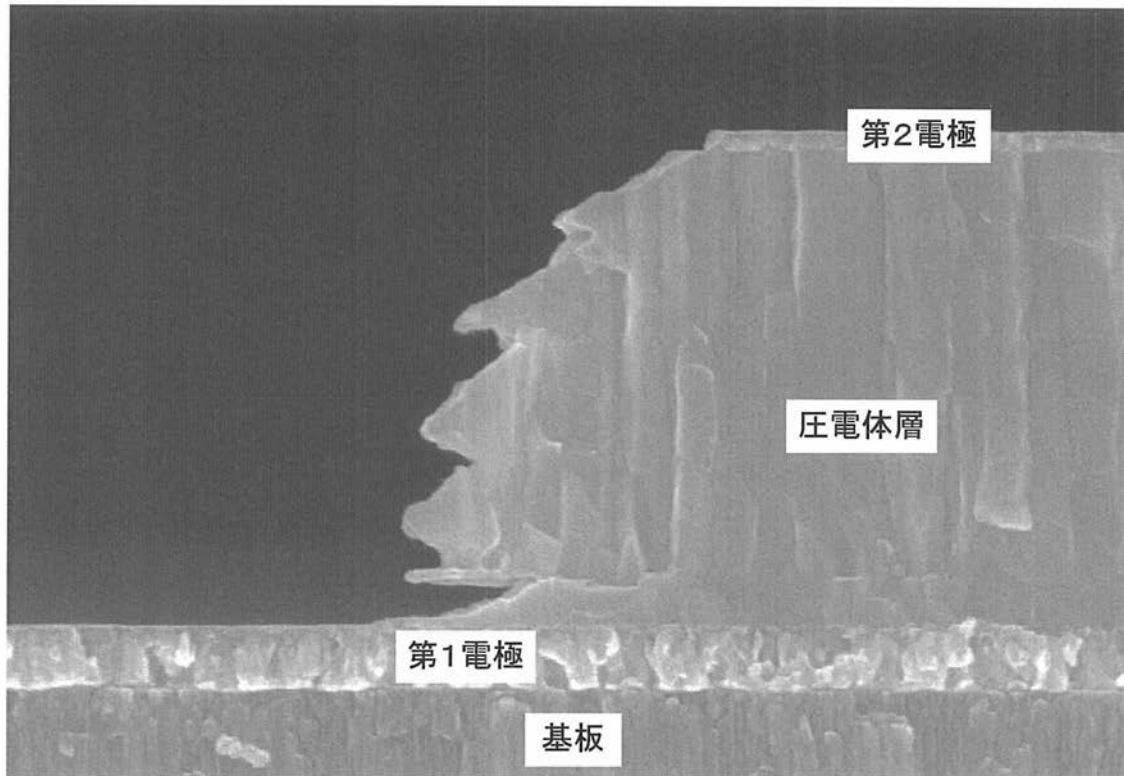
【図 24】



【図 25】



【図 2 2】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2C057 AF67 AG39 AG41 AG44 AP33 AP57 BA04 BA14