

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6478266号
(P6478266)

(45) 発行日 平成31年3月6日(2019.3.6)

(24) 登録日 平成31年2月15日(2019.2.15)

(51) Int. Cl.

F I

B 4 1 J	2/14	(2006.01)	B 4 1 J	2/14	6 1 1
H O 1 L	41/09	(2006.01)	H O 1 L	41/09	
H O 1 L	41/113	(2006.01)	H O 1 L	41/113	
H O 1 L	41/047	(2006.01)	H O 1 L	41/047	
H O 1 L	41/29	(2013.01)	H O 1 L	41/29	

請求項の数 8 (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-11715 (P2015-11715)
(22) 出願日	平成27年1月23日 (2015.1.23)
(65) 公開番号	特開2015-193222 (P2015-193222A)
(43) 公開日	平成27年11月5日 (2015.11.5)
審査請求日	平成29年12月6日 (2017.12.6)
(31) 優先権主張番号	特願2014-55158 (P2014-55158)
(32) 優先日	平成26年3月18日 (2014.3.18)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)
(31) 優先権主張番号	特願2014-55159 (P2014-55159)
(32) 優先日	平成26年3月18日 (2014.3.18)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)
(31) 優先権主張番号	特願2014-55160 (P2014-55160)
(32) 優先日	平成26年3月18日 (2014.3.18)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)

(73) 特許権者	000116024 ローム株式会社 京都府京都市右京区西院溝崎町2-1番地
(74) 代理人	100087701 弁理士 稲岡 耕作
(74) 代理人	100101328 弁理士 川崎 実夫
(74) 代理人	100086391 弁理士 香山 秀幸
(74) 代理人	100149766 弁理士 京村 順二
(72) 発明者	長畑 隆也 京都市右京区西院溝崎町2-1番地 ローム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電体膜利用装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

キャピティと、

前記キャピティ上に配置されかつ前記キャピティの天面部を区画する振動膜を含む振動膜形成層と、

前記振動膜の前記キャピティとは反対側の表面に接して形成され、平面視において前記振動膜よりも前記キャピティの内方に後退した周縁を有する圧電素子とを含み、

前記圧電素子は、前記振動膜形成層の前記キャピティとは反対側の表面に形成された下部電極と、前記下部電極に対して前記振動膜形成層とは反対側に配置された上部電極と、前記上部電極と前記下部電極との間に設けられた圧電体膜とを含んでおり、

前記下部電極は、前記圧電素子を構成している主電極部と、前記主電極部から前記振動膜形成層の表面に沿う方向に引き出され、前記振動膜の主面に対して法線方向から見た平面視において、前記キャピティの天面部周縁を跨いで前記キャピティの外方に延びた延長部とを含み、

前記平面視において、前記主電極部は、前記下部電極における前記キャピティの天面部周縁よりも内側にある内側電極領域に含まれており、前記延長部は、前記内側電極領域に繋がりがかつ前記下部電極における前記キャピティの天面部周縁よりも外側にある外側電極領域を含んでおり、

前記下部電極は、前記内側電極領域と前記外側電極領域との境界線を跨いで薄く形成された薄肉部を有しており、

10

20

前記薄肉部は、前記下部電極における前記内側電極領域と前記外側電極領域との境界線の全域に形成されている、圧電体膜利用装置。

【請求項 2】

前記主電極部も厚さの薄い薄肉部に形成されている、請求項 1 に記載の圧電体膜利用装置。

【請求項 3】

前記下部電極における前記主電極部を含む領域の厚さが前記薄肉部の厚さよりも厚い、請求項 1 に記載の圧電体膜利用装置。

【請求項 4】

前記主電極部の全域の厚さが前記薄肉部の厚さよりも厚く、前記内側電極領域のうちの前記主電極部以外の領域の厚さが薄い、請求項 3 に記載の圧電体膜利用装置。

10

【請求項 5】

キャビティと、

前記キャビティ上に配置されかつ前記キャビティの天面部を区画する振動膜を含む振動膜形成層と、

前記振動膜の前記キャビティとは反対側の表面に接して形成され、平面視において前記振動膜よりも前記キャビティの内方に後退した周縁を有する圧電素子とを含み、

前記圧電素子は、前記振動膜形成層の前記キャビティとは反対側の表面に形成された下部電極と、前記下部電極に対して前記振動膜形成層とは反対側に配置された上部電極と、前記上部電極と前記下部電極との間に設けられた圧電体膜とを含んでおり、

20

前記下部電極は、前記圧電素子を構成している主電極部と、前記主電極部から前記振動膜形成層の表面に沿う方向に引き出され、前記振動膜の主面に対して法線方向から見た平面視において、前記キャビティの天面部周縁を跨いで前記キャビティの外方に延びた延長部とを含み、

前記平面視において、前記主電極部は、前記下部電極における前記キャビティの天面部周縁よりも内側にある内側電極領域に含まれており、前記延長部は、前記内側電極領域に繋がりがかつ前記下部電極における前記キャビティの天面部周縁よりも外側にある外側電極領域を含んでおり、

前記下部電極は、前記内側電極領域と前記外側電極領域との境界線を跨いで薄く形成された薄肉部を有しており、

30

前記薄肉部は、前記下部電極における前記内側電極領域と前記外側電極領域との境界線の一部に形成されており、

前記薄肉部は、前記下部電極における前記内側電極領域と前記外側電極領域との境界線に沿って間隔をおいて形成された複数の薄肉部を含んでおり、

前記複数の薄肉部は、前記下部電極における前記内側電極領域と前記外側電極領域との境界線に沿う方向に長い矩形形状である、圧電体膜利用装置。

【請求項 6】

前記下部電極における前記主電極部を含む領域の厚さが前記薄肉部の厚さよりも厚い、請求項 5 に記載の圧電体膜利用装置。

【請求項 7】

前記主電極部の全域の厚さが前記薄肉部の厚さよりも厚く、前記内側電極領域のうちの前記主電極部以外の領域の厚さが薄い、請求項 6 に記載の圧電体膜利用装置。

40

【請求項 8】

キャビティと、

前記キャビティ上に配置されかつ前記キャビティの天面部を区画する振動膜を含む振動膜形成層と、

前記振動膜の前記キャビティとは反対側の表面に接して形成され、平面視において前記振動膜よりも前記キャビティの内方に後退した周縁を有する圧電素子とを含み、

前記圧電素子は、前記振動膜形成層の前記キャビティとは反対側の表面に形成された下部電極と、前記下部電極に対して前記振動膜形成層とは反対側に配置された上部電極と、

50

前記上部電極と前記下部電極との間に設けられた圧電体膜とを含んでおり、

前記下部電極は、前記圧電素子を構成している主電極部と、前記主電極部から前記振動膜形成層の表面に沿う方向に引き出され、前記振動膜の主面に対して法線方向から見た平面視において、前記キャビティの天面部周縁を跨いで前記キャビティの外方に延びた延長部とを含み、

前記平面視において、前記主電極部は、前記下部電極における前記キャビティの天面部周縁よりも内側にある内側電極領域に含まれており、前記延長部は、前記内側電極領域に繋がりがつ前記下部電極における前記キャビティの天面部周縁よりも外側にある外側電極領域を含んでおり、

前記下部電極は、前記内側電極領域と前記外側電極領域との境界線を跨いで薄く形成された薄肉部を有しており、

前記平面視において、前記キャビティの天面部が一方向に長い矩形状であり、

前記主電極部は、平面視において、前記キャビティの天面部の短手方向の幅より短い幅と、前記キャビティの天面部の長手方向の長さより短い長さとを有する前記一方向に長い矩形状であり、その両端縁および両側縁が前記キャビティの天面部の両端縁および両側縁よりも前記キャビティの内方にそれぞれ後退しており、

前記延長部は、前記主電極部の各側縁から前記キャビティの天面部の対応する側縁の中間部を跨いで、当該天面部側縁の外方に延びており、

前記内側電極領域と前記外側電極領域との境界線は、前記キャビティの天面部の各側縁の中間部に対応した2つの境界線を含んでおり、

前記キャビティが複数設けられており、これらの複数のキャビティが前記キャビティの短手方向に並んで配置されており、

隣り合う2つの前記キャビティ上にそれぞれ配置された2つの前記主電極部の対向する側縁どうしは、それらから引き出された前記延長部によって連結されており、前記延長部における隣り合う2つのキャビティの間の領域のほぼ全域の厚さが、前記薄肉部の厚さよりも厚く、

複数の前記キャビティ上に配置された複数の前記主電極部から引き出された前記延長部は、前記平面視において、前記各キャビティの長手方向の一端よりも前記各キャビティの外側の位置において繋がっており、

前記下部電極には、前記平面視において、前記各キャビティの長手方向の前記一端側の端部をそれぞれ含む領域に複数の切除部が形成されている、圧電体膜利用装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、圧電体膜を用いたアクチュエータ、センサ等の圧電体膜利用装置に関する。

【背景技術】

【0002】

圧電体膜を用いたアクチュエータとして、インクジェットプリントヘッドが知られている。このようなインクジェットプリントヘッドの一例は、特許文献1に開示されている。特許文献1に開示されているインクジェットプリントヘッドは、ノズル基板と、圧力室基板と、振動膜と、振動膜に接合された圧電素子とを備えている。圧力室基板には、インクが導入される圧力室が形成されており、この圧力室に振動板が臨んでいる。圧電素子は、振動膜側から、下部電極、圧電体膜および上部電極を積層して構成されている。

【0003】

チタン酸ジルコン酸鉛 ($PZT: PbZr_xTi_{1-x}O_3$) は、ペロブスカイト型の強誘電体であり、その優れた圧電特性を利用したセンサおよびアクチュエータが提案されている。PZTを用いた圧電体膜は、スパッタ法またはゾルゲル法により形成される。ゾルゲル法によるPZT膜の形成は、たとえば、特許文献2に記載されている。ゾルゲル法は、PZTを含む前駆体溶液を塗布して塗布膜を形成する塗布工程と、その塗布膜を乾燥

10

20

30

40

50

させる乾燥工程と、乾燥工程後の塗布膜を加熱して塗布膜をゲル化させる仮焼成工程と、ゲル化した塗布膜を熱処理して焼結させる本焼成工程を含む。通常は、塗布工程と乾燥工程と仮焼成工程とからなる工程を複数回繰り返して行った後に本焼成工程が行われることにより、PZT膜が形成される。そして、このような一連の工程が、繰り返し行われることによって、目標膜厚を有する圧電体膜が形成される。したがって、圧電体膜は、積層された複数のPZT層を含んでいる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2013-215930号公報

10

【特許文献2】特開平6-40727号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載された構成では、下部電極は、一様な厚さで形成されている。振動膜の変位を大きくするためには、下部電極の厚さは薄い方が好ましいが、下部電極の厚さを薄くすると下部電極の抵抗値が高くなる。

この発明の目的は、下部電極の抵抗値を小さくできるとともに、振動膜の変位を大きくすることができる圧電体膜利用装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

20

【0006】

この発明による第1の圧電体膜利用装置は、キャビティと、前記キャビティ上に配置されかつ前記キャビティの天面部を区画する振動膜を含む振動膜形成層と、前記振動膜の前記キャビティとは反対側の表面に接して形成され、平面視において前記振動膜よりも前記キャビティの内方に後退した周縁を有する圧電素子とを含み、前記圧電素子は、前記振動膜形成層の前記キャビティとは反対側の表面に形成された下部電極と、前記下部電極に対して前記振動膜形成層とは反対側に配置された上部電極と、前記上部電極と前記下部電極との間に設けられた圧電体膜とを含んでおり、前記下部電極は、前記圧電素子を構成している主電極部と、前記主電極部から前記振動膜形成層の表面に沿う方向に引き出され、前記振動膜の主面に対して法線方向から見た平面視において、前記キャビティの天面部周縁を跨いで前記キャビティの外方に延びた延長部とを含み、前記平面視において、前記主電極部は、前記下部電極における前記キャビティの天面部周縁よりも内側にある内側電極領域に含まれており、前記延長部は、前記内側電極領域に繋がりがかつ前記下部電極における前記キャビティの天面部周縁よりも外側にある外側電極領域を含んでおり、前記下部電極は、前記内側電極領域と前記外側電極領域との境界線を跨いで薄く形成された薄肉部を有しており、前記薄肉部は、前記下部電極における前記内側電極領域と前記外側電極領域との境界線の全域に形成されている。

30

【0007】

振動膜における振動膜の周縁と圧電素子の周縁との間の領域、つまり、振動膜の周縁部は、圧電素子またはキャビティの周囲壁によって拘束されていない領域であり、大きな変形が生じる領域である。このため、圧電素子が駆動されると、振動膜の周縁部の内周縁側がキャビティの厚さ方向に変位するように振動膜の周縁部が屈曲し、これにより振動膜の周縁部に囲まれた中央部全体がキャビティの厚さ方向に変位する。

40

【0008】

平面視において、下部電極における内側電極領域と外側電極領域との境界線を跨いでいる領域のうち、キャビティの天面部周縁よりも内側にある部分は、振動膜の周縁部上に形成されている。このため、下部電極における内側電極領域と外側電極領域との境界線を跨いでいる領域は振動膜の変形を妨げるおそれがある。この発明では、下部電極は、内側電極領域と外側電極領域との境界線を跨いで薄く形成された薄肉部を有している。これにより、下部電極全体の厚さが厚い場合に比べて、振動膜の変形が妨げられにくくなる。

50

【0009】

また、この発明では、下部電極において、前記薄肉部以外の領域の厚さを、前記薄肉部よりも厚く形成することができるので、下部電極全体の厚さが薄い場合に比べて、下部電極の抵抗値を小さくすることができる。つまり、この発明によれば、下部電極の抵抗値を小さくできるとともに、振動膜の変位を大きくすることができる圧電体膜利用装置を提供できる。

【0010】

また、この構成では、下部電極における内側電極領域と外側電極領域との境界線の一部にのみ薄肉部が形成されている場合に比べて、振動膜の変位をより大きくすることができる。

この発明の一実施形態では、前記主電極部も厚さの薄い薄肉部に形成されている。この構成では、振動膜の変位をより一層大きくすることができる。

【0011】

この発明の一実施形態では、前記下部電極における前記主電極部を含む領域の厚さが前記薄肉部の厚さよりも厚い。この構成では、下部電極の抵抗値をより小さくすることができる。

この発明の一実施形態では、前記主電極部の全域の厚さが前記薄肉部の厚さよりも厚く、前記内側電極領域のうちの前記主電極部以外の領域の厚さが薄い。この構成では、下部電極の抵抗値をより小さくできるとともに、振動膜の変位をより大きくすることができる。

【0012】

この発明による第2の圧電体膜利用装置は、キャビティと、前記キャビティ上に配置されかつ前記キャビティの天面部を区画する振動膜を含む振動膜形成層と、前記振動膜の前記キャビティとは反対側の表面に接して形成され、平面視において前記振動膜よりも前記キャビティの内方に後退した周縁を有する圧電素子とを含み、前記圧電素子は、前記振動膜形成層の前記キャビティとは反対側の表面に形成された下部電極と、前記下部電極に対して前記振動膜形成層とは反対側に配置された上部電極と、前記上部電極と前記下部電極との間に設けられた圧電体膜とを含んでおり、前記下部電極は、前記圧電素子を構成している主電極部と、前記主電極部から前記振動膜形成層の表面に沿う方向に引き出され、前記振動膜の主面に対して法線方向から見た平面視において、前記キャビティの天面部周縁を跨いで前記キャビティの外方に延びた延長部とを含み、前記平面視において、前記主電極部は、前記下部電極における前記キャビティの天面部周縁よりも内側にある内側電極領域に含まれており、前記延長部は、前記内側電極領域に繋がりがかつ前記下部電極における前記キャビティの天面部周縁よりも外側にある外側電極領域を含んでおり、前記下部電極は、前記内側電極領域と前記外側電極領域との境界線を跨いで薄く形成された薄肉部を有しており、前記薄肉部は、前記下部電極における前記内側電極領域と前記外側電極領域との境界線の一部に形成されており、前記薄肉部は、前記下部電極における前記内側電極領域と前記外側電極領域との境界線に沿って間隔をおいて形成された複数の薄肉部を含んでおり、前記複数の薄肉部は、前記下部電極における前記内側電極領域と前記外側電極領域との境界線に沿う方向に長い矩形形状である。

この構成では、下部電極における内側電極領域と外側電極領域との境界線の全域に薄肉部が形成されている場合に比べて、下部電極の抵抗値を小さくすることができる。

【0013】

この発明の一実施形態では、前記下部電極における前記主電極部を含む領域の厚さが前記薄肉部の厚さよりも厚い。この構成では、下部電極の抵抗値をより小さくすることができる。

【0014】

この発明の一実施形態では、前記主電極部の全域の厚さが前記薄肉部の厚さよりも厚く、前記内側電極領域のうちの前記主電極部以外の領域の厚さが薄い。この構成では、下部電極の抵抗値をより小さくできるとともに、振動膜の変位をより大きくするこ

10

20

30

40

50

とができる。

この発明による第3の圧電体膜利用装置は、キャビティと、前記キャビティ上に配置されかつ前記キャビティの天面部を区画する振動膜を含む振動膜形成層と、前記振動膜の前記キャビティとは反対側の表面に接して形成され、平面視において前記振動膜よりも前記キャビティの内方に後退した周縁を有する圧電素子とを含み、前記圧電素子は、前記振動膜形成層の前記キャビティとは反対側の表面に形成された下部電極と、前記下部電極に対して前記振動膜形成層とは反対側に配置された上部電極と、前記上部電極と前記下部電極との間に設けられた圧電体膜とを含んでおり、前記下部電極は、前記圧電素子を構成している主電極部と、前記主電極部から前記振動膜形成層の表面に沿う方向に引き出され、前記振動膜の主面に対して法線方向から見た平面視において、前記キャビティの天面部周縁を跨いで前記キャビティの外方に延びた延長部とを含み、前記平面視において、前記主電極部は、前記下部電極における前記キャビティの天面部周縁よりも内側にある内側電極領域に含まれており、前記延長部は、前記内側電極領域に繋がりがかつ前記下部電極における前記キャビティの天面部周縁よりも外側にある外側電極領域を含んでおり、前記下部電極は、前記内側電極領域と前記外側電極領域との境界線を跨いで薄く形成された薄肉部を有しており、前記平面視において、前記キャビティの天面部が一方向に長い矩形形状であり、前記主電極部は、平面視において、前記キャビティの天面部の短手方向の幅より短い幅と、前記キャビティの天面部の長手方向の長さより短い長さを有する前記一方向に長い矩形形状であり、その両端縁および両側縁が前記キャビティの天面部の両端縁および両側縁よりも前記キャビティの内方にそれぞれ後退しており、前記延長部は、前記主電極部の各側縁から前記キャビティの天面部の対応する側縁の中間部を跨いで、当該天面部側縁の外方に延びており、前記内側電極領域と前記外側電極領域との境界線は、前記キャビティの天面部の各側縁の中間部に対応した2つの境界線を含んでおり、前記キャビティが複数設けられており、これらの複数のキャビティが前記キャビティの短手方向に並んで配置されており、隣り合う2つの前記キャビティ上にそれぞれ配置された2つの前記主電極部の対向する側縁どうしは、それらから引き出された前記延長部によって連結されており、前記延長部における隣り合う2つのキャビティの間の領域のほぼ全域の厚さが、前記薄肉部の厚さよりも厚く、複数の前記キャビティ上に配置された複数の前記主電極部から引き出された前記延長部は、前記平面視において、前記各キャビティの長手方向の一端よりも前記各キャビティの外側の位置において繋がっており、前記下部電極には、前記平面視において、前記各キャビティの長手方向の前記一端側の端部をそれぞれ含む領域に複数の切除部が形成されている。

この構成では、インクジェットプリントヘッドに適し、かつ下部電極の抵抗値のより小さい圧電体膜利用装置を提供できる。また、この構成では、各キャビティの長手方向の一端よりも各キャビティの外側の位置において、下部電極を外部に接続することができる。また、この構成では、各圧電素子の圧電体膜の変位をより大きくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】図1は、この発明の一実施形態に係る圧電体膜利用装置が適用されたインクジェットプリントヘッドの模式的な平面図である。

【図2】図2は、図1のII-II線に沿う模式的な拡大断面図である。

【図3】図3は、図1のIII-III線に沿う模式的な拡大断面図である。

【図4】前記インクジェットプリントヘッドの模式的な斜視図である。

【図5】図5は、図1の一部拡大平面図である。

【図6】図6は、前記インクジェットプリントヘッドの製造工程の一例を示す工程図である。

【図7】図7は、この発明の他の実施形態に係るインクジェットプリントヘッドの構成を説明するための平面図である。

【図8】図8は、図7のインクジェットプリントヘッドの構成を説明するための断面図である。

10

20

30

40

50

【図 9】図 9 は、この発明のさらに他の実施形態に係るインクジェットプリントヘッドの構成を説明するための平面図である。

【図 10】図 10 は、圧電体膜の模式的な断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下では、この発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

図 1 は、この発明の一実施形態に係る圧電体膜利用装置が適用されたインクジェットプリントヘッドの模式的な平面図である。図 2 は、図 1 のII-II線に沿う模式的な拡大断面図である。図 3 は、図 1 のIII-III線に沿う模式的な拡大断面図である。図 4 は、インクジェットプリントヘッドの模式的な斜視図である。ただし、図 1 および図 4 においては、図 2 および図 3 に符号 13 で示される水素バリア膜と、符号 14 で示される絶縁膜とが省略されている。

10

【0020】

図 2 を参照して、インクジェットプリントヘッド 1 は、シリコン基板 2 と、インクを吐出する吐出口 3 a を有するノズル基板 3 とを備えている。シリコン基板 2 上には、振動膜形成層 10 が積層されている。シリコン基板 2 と振動膜形成層 10 との積層体には、インク流路（インク溜まり）としての圧力室（キャピティ）5 が形成されている。圧力室 5 は、シリコン基板 2 に形成されかつシリコン基板 2 を厚さ方向に貫通する空間部 5 A と、振動膜形成層 10 の裏面（シリコン基板 2 側の表面）に形成されかつ空間部 5 A に連続する凹部 5 B とから構成されている。

20

【0021】

ノズル基板 3 は、たとえばシリコンプレートからなり、シリコン基板 2 の裏面に張り合わされ、シリコン基板 2 および振動膜形成層 10 とともに、圧力室 5 を区画している。ノズル基板 3 は、圧力室 5 に臨む凹部 3 b を有し、凹部 3 b の底面にインク吐出通路 3 c が形成されている。インク吐出通路 3 c は、ノズル基板 3 を貫通しており、圧力室 5 とは反対側に吐出口 3 a を有している。したがって、圧力室 5 の容積変化が生じると、圧力室 5 に溜められたインクは、インク吐出通路 3 c を通り、吐出口 3 a から吐出される。

【0022】

圧力室 5 は、シリコン基板 2 の裏面側から、シリコン基板 2 および振動膜形成層 10 を掘りこんで形成されている。シリコン基板 2 および振動膜形成層 10 には、さらに、圧力室 5 に連通するインク供給路 4（図 1 および図 3 を合わせて参照）が形成されている。インク供給路 4 は、圧力室 5 に連通しており、インク供給源であるインクタンク（たとえばインカートリッジ）からのインクを圧力室 5 に導くように形成されている。

30

【0023】

圧力室 5 は、図 2 の左右方向であるインク流通方向 2 1 に沿って細長く延びて形成されている。振動膜形成層 10 における圧力室 5 の天壁部分は、振動膜 10 A を構成している。振動膜 10 A（振動膜形成層 10）は、たとえば、シリコン基板 2 上に形成された酸化シリコン（ SiO_2 ）膜からなる。振動膜 10 A（振動膜形成層 10）は、たとえば、シリコン基板 2 上に形成されたシリコン（ Si ）層と、シリコン層上に形成された酸化シリコン（ SiO_2 ）層と、酸化シリコン層上に形成された窒化シリコン（ SiN ）層との積層体から構成されていてもよい。この明細書において、振動膜 10 A とは、振動膜形成層 10 のうち圧力室 5 を区画している天壁部を意味している。したがって、振動膜形成層 10 のうち、圧力室 5 の天壁部以外の部分は、振動膜 10 A を構成していない。

40

【0024】

振動膜 10 A の厚さは、たとえば、 $0.4 \mu\text{m} \sim 2 \mu\text{m}$ である。振動膜 10 A が酸化シリコン膜から構成される場合は、酸化シリコン膜の厚さは $1.2 \mu\text{m}$ 程度であってもよい。振動膜 10 A が、シリコン層と酸化シリコン層と窒化シリコン層との積層体から構成される場合には、シリコン層、酸化シリコン層および窒化シリコン層の厚さは、それぞれ $0.4 \mu\text{m}$ 程度であってもよい。

【0025】

50

圧力室 5 は、振動膜 10 A と、シリコン基板 2 と、ノズル基板 3 とによって区画されており、この実施形態では、略直方体状に形成されている。圧力室 5 の長さはたとえば 800 μm 程度、その幅は 55 μm 程度であってもよい。インク供給路 4 は、圧力室 5 の長手方向一端部（この実施形態では、吐出口 3 a とは反対側に位置する端部）に連通するように形成されている。ノズル基板 3 の吐出口 3 a は、この実施形態では、圧力室 5 の長手方向に関する他端部付近に配置されている。

【0026】

振動膜 10 A の表面には、圧電素子 6 が配置されている。圧電素子 6 は、振動膜形成層 10 上に形成された下部電極 7 と、下部電極 7 上に形成された圧電体膜 8 と、圧電体膜 8 上に形成された上部電極 9 とを備えている。言い換えれば、圧電素子 6 は、圧電体膜 8 を上部電極 9 および下部電極 7 で上下から挟むことにより構成されている。

10

下部電極 7 は、たとえば、Ti（チタン）層およびPt（プラチナ）層を振動膜 10 A 側から順に積層した 2 層構造を有している。この他にも、Au（金）膜、Cr（クロム）層、Ni（ニッケル）層などの単膜で下部電極 7 を形成することもできる。下部電極 7 は、圧電体膜 8 の下面に接した主電極部 7 A と、圧電体膜 8 の外方の領域まで延びた延長部 7 B（図 1 および図 4 も参照）とを有している。

【0027】

圧電体膜 8 としては、たとえば、ゾルゲル法またはスパッタ法によって形成された PZT ($\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$: チタン酸ジルコン酸鉛) 膜を適用することができる。このような圧電体膜 8 は、金属酸化物結晶の焼結体からなる。圧電体膜 8 の厚さは、1 μm ~ 5 μm が好ましい。振動膜 10 A の全体の厚さは、圧電体膜 8 の厚さと同程度か、圧電体膜の厚さの 2/3 程度とすることが好ましい。

20

【0028】

上部電極 9 は、圧電体膜 8 と平面視でほぼ同じ形状に形成されている。上部電極 9 は、たとえば、IrO₂（酸化イリジウム）層およびIr（イリジウム）層を圧電体膜 8 側から順に積層し、さらにPt層またはAu層等を積層した 3 層構造を有している。

振動膜形成層 10 の表面、圧電素子 6 の表面および下部電極 7 の延長部の表面は、水素バリア膜 13 によって覆われている。水素バリア膜 13 は、たとえば、Al₂O₃（アルミナ）によって覆われている。これにより、圧電体膜 8 の水素還元による特性劣化を防止することができる。水素バリア膜 13 上には、絶縁膜 14 が積層されている。絶縁膜 14 は、たとえば、SiO₂ からなる。絶縁膜 14 上には配線 15 が形成されている。配線 15 は、Al（アルミニウム）を含む金属材料からなる。

30

【0029】

配線 15 の一端部は、上部電極 9 の一端部の上方に配置されている。配線 15 と上部電極 9 との間において、水素バリア膜 13 および絶縁膜 14 を連続して貫通する貫通孔 16 が形成されている。配線 15 の一端部は、貫通孔 16 に入り込み、貫通孔 16 内で上部電極 9 に接続されている。また、水素バリア膜 13 および絶縁膜 14 は、上部電極 9 の表面における周縁部に囲まれた領域に対応する位置に切除部 17 を有している。切除部 17 とは、水素バリア膜 13 および絶縁膜 14 が切除されている部分である。

【0030】

また、下部電極 7 の延長部上の所定領域に対応する位置には、水素バリア膜 13 および絶縁膜 14 を連続して貫通する開口部 18 が形成されており、下部電極 7 の表面が開口部 18 を介して露出している。この露出部分は、下部電極 7 を外部に接続するためのパッド部 7 d を構成している。振動膜形成層 10 の表面において、圧電素子 6 のインク流通方向 21 の上流側端よりも上流側においては、インク流通方向 21 に直交する方向（シリコン基板 2 の表面に沿う方向）から見て、圧電素子 6 の上流側端に近い領域にのみ、水素バリア膜 13 および絶縁膜 14 は形成されており、それより上流側においては水素バリア膜 13 および絶縁膜 14 は形成されていない。

40

【0031】

圧電素子 6 は、振動膜 10 A を挟んで圧力室 5 に対向する位置に形成されている。すな

50

わち、圧電素子 6 は、振動膜 10 A の圧力室 5 とは反対側の表面に接するように形成されている。圧力室 5 には、図示しないインクタンクからインク供給路 4 を通って供給されるインクが充填される。振動膜 10 A は、圧力室 5 の天面部を区画して、圧力室 5 に臨んでいる。振動膜 10 A は、振動膜形成層 10 とシリコン基板 2 との積層体における圧力室 5 の周囲の部分によって支持されており、圧力室 5 に対向する方向（換言すれば振動膜 10 A の厚さ方向）に変形可能な可撓性を有している。

【0032】

配線 15 および下部電極 7 のパッド部 7 d は、駆動回路 20 に接続されている。駆動回路 20 は、シリコン基板 2 の圧力室 5 とは別の領域に形成されていてもよいし、シリコン基板 2 外に形成されていてもよい。駆動回路 20 から圧電素子 6 に駆動電圧が印加されると、逆圧電効果によって、圧電体膜 8 が変形する。これにより、圧電素子 6 とともに振動膜 10 A が変形し、それによって、圧力室 5 の容積変化がもたらされ、圧力室 5 内のインクが加圧される。加圧されたインクは、インク吐出通路 3 c を通って、吐出口 3 a から微小液滴となって吐出される。

【0033】

図 1 ~ 図 4 を参照して、シリコン基板 2 と振動膜形成層 10 との積層体には、複数の圧力室 5 が互いに平行に延びてストライプ状に形成されている。複数の圧力室 5 は、それらの幅方向に微小な間隔（たとえば $30\ \mu\text{m} \sim 350\ \mu\text{m}$ 程度）を開けて等間隔で形成されている。各圧力室 5 は、平面視において、インク供給路 4 から吐出通路 3 c に向かうインク流通方向 21 に沿って細長く延びた長方形形状を有している。つまり、圧力室 5 の天面部は、インク流通方向 21 に沿う 2 つの側縁 5 c, 5 d と、インク流通方向 21 に直交する方向に沿う 2 つの端縁 5 a, 5 b とを有している。インク供給路 4 は、圧力室 5 の一端部において、2 つの通路に分かれて形成されており、共通インク通路 19 に連通している。共通インク通路 19 は、複数の圧力室 5 に対応したインク供給路 4 に連通しており、それらのインク供給路 4 に、インクタンクからのインクを供給するように形成されている。

【0034】

圧電素子 6 は、インク流通方向 21（振動膜 10 A の長手方向と同方向）の長さが、振動膜 10 A の長手方向の長さよりも短く形成されており、平面視矩形形状を有している。そして、図 1 に示すように、圧電素子 6 の短手方向に沿う両端縁 6 a, 6 b は、振動膜 10 A の対応する両端縁 10 A a, 10 A b に対して、所定の間隔 d_1 （たとえば $5\ \mu\text{m}$ ）を開けて内側に配置されている。また、圧電素子 6 は、振動膜 10 A の長手方向に直交する短手方向（シリコン基板 2 の主面に平行な方向）の幅が、振動膜 10 A（圧力室 5 の天面部）の当該短手方向の幅よりも狭く形成されている。そして、圧電素子 6 の長手方向に沿う両側縁 6 c, 6 d は、振動膜 10 A の対応する両側縁 10 A c, 10 A d に対して、所定の間隔 d_2 （たとえば $5\ \mu\text{m}$ ）を開けて内側に配置されている。

【0035】

下部電極 7 は、平面視において、インク流通方向 21 に沿う方向に所定幅を有し、かつインク流通方向 21 と直交する方向に複数の圧力室 5 を跨いで延びた平板状であり、複数の圧電素子 6 に対して共用される共通電極である。下部電極 7 のインク流通方向 21 と直交する方向に沿う第 1 の辺 7 a は、平面視において、複数の圧電素子 6 の一方の端縁 6 a を結ぶ線と整合している。下部電極 7 の第 1 の辺 7 a に対向する第 2 の辺 7 b は、複数の圧電素子 6 の他方の端縁 6 b に対応する振動膜 10 A の端縁 10 A b よりも外側（インク流通方向 21 の下流側）に配置されている。

【0036】

下部電極 7 には、各圧電素子 6 のインク流通方向 21 の下流側に、下部電極 7 を貫通する平面視矩形形状の切除部 7 c が形成されている。各切除部 7 c は、平面視において、インク流通方向 21 に沿う 2 つの側縁（短辺）と、インク流通方向 21 に直交する方向に沿う 2 つの端縁（長辺）とを有している。切除部 7 c の一方の端縁はインク流通方向 21 に関して圧電素子 6 の端縁 6 b と整合する位置に配置され、他方の端縁は振動膜 10 A の端縁 10 A b よりも外側（インク流通方向 21 の下流側）に配置されている。切除部 7 c の一

10

20

30

40

50

方の側縁は振動膜 10 A の一方の側縁 10 A c よりも外側に配置され、切除部 7 c の他方の側縁は振動膜 10 A の他方の側縁 10 A d よりも外側に配置されている。したがって、平面視において、振動膜 10 A の端縁 10 A b 側の端部は切除部 7 c の内側に配置されている。下部電極 7 の第 2 の辺 7 b と複数の切除部 7 c との間の領域に、インク流通方向 2 1 に直交する方向に細長い矩形形状のパッド部 7 d が形成されている。

【0037】

下部電極 7 は、圧電素子 6 を構成する主電極部 7 A と、主電極部 7 A から振動膜形成層 10 の表面に沿う方向に引き出され、圧力室 5 の天面部（振動膜 10 A）の周縁を跨いで圧力室 5 の天面部の周縁の外方に延びた延長部 7 B とを含んでいる。主電極部 7 A は、振動膜 10 A の長手方向に沿って、振動膜 10 A よりも短く形成されており、その両端縁は、振動膜 10 A の対応する両端縁 10 A a , 10 A b に対して、所定の前記間隔 d 1 を開けて内側に配置されている。また、主電極部 7 A は、振動膜 10 A の短手方向に沿う幅が、振動膜 10 A の当該短手方向の幅よりも狭く形成されており、その両側縁は、振動膜 10 A の対応する両側縁 10 A c , 10 A d に対して、前記間隔 d 2 を開けて内側に配置されている。

10

【0038】

延長部 7 B は、平面視において、主電極部 7 A の各側縁から圧力室 5 の天面部の対応する側縁 5 c , 5 d を跨いで、圧力室 5 の天面部の側縁 5 c , 5 d の外方に延びている。延長部 7 B は、下部電極 7 の全領域のうちの主電極部 7 A を除いた領域である。図 5 を参照して、延長部 7 B において、平面視で、圧力室 5 の天面部の周縁（この実施形態では側縁 5 c , 5 d）を跨いでいる部分を「跨ぎ領域 7 C」という場合がある。また、下部電極 7 において、平面視で、圧力室 5 の天面部の周縁 5 a ~ 5 d の内側にある領域を「内側電極領域」といい、圧力室 5 の天面部の周縁 5 a ~ 5 d の外側にある領域を「外側電極領域」という場合がある。

20

【0039】

下部電極 7 における主電極部 7 A は、内側電極領域に含まれている。下部電極 7 における延長部 7 B は、内側電極領域のうちの主電極部 7 A 以外の領域と、外部電極領域とから構成される。内側電極領域と外側電極領域との境界部付近の領域が、跨ぎ領域 7 C となる。この実施形態では、内側電極領域と外側電極領域との境界線は、圧力室 5 の天面部の各側縁 5 c , 5 d の長さ中間部に対応した 2 つの境界線を有している。したがって、この実施形態では、下部電極 7 は、平面視において、圧力室 5 の天面部の各側縁 5 c , 5 d の長さ中間部をそれぞれ跨ぐ 2 つの跨ぎ領域 7 C を有している。

30

【0040】

この実施形態では、下部電極 7 における跨ぎ領域 7 C と、内側電極領域のうちの跨ぎ領域 7 C を除く部分との厚さが、他の領域の厚さよりも薄く形成されている。つまり、この実施形態では、下部電極 7 は、跨ぎ領域 7 C に対応した薄肉部と、内側電極領域のうちの跨ぎ領域 7 C を除く領域に対応した薄肉部と、これらの領域以外の領域に対応した厚肉部とを有している。下部電極 7 の薄肉部を、図 5 に網点領域で示す。なお、この実施形態では、各跨ぎ領域 7 C における内側電極領域に属している領域の幅が、内側電極領域における内側電極領域の対応する側縁と主電極部 7 A の対応する側縁との間の領域の幅と同じ幅に設定されている。したがって、この実施形態では、下部電極 7 は、跨ぎ領域 7 C に対応した薄肉部と、主電極部 7 A に対応した薄肉部と、これらの領域以外の領域に対応した厚肉部とを有している。なお、各跨ぎ領域 7 C における内側電極領域に属している領域の幅は、内側電極領域における内側電極領域の対応する側縁と主電極部 7 A の対応する側縁との間の領域の幅よりも短い幅に設定されていてもよい。

40

【0041】

図 1 ~ 図 4 を参照して、上部電極 9 は、振動膜 10 A の長手方向に沿って、振動膜 10 A よりも短く形成されており、その両端縁は、振動膜 10 A の対応する両端縁 10 A a , 10 A b に対して、所定の前記間隔 d 1 を開けて内側に配置されている。また、上部電極 9 は、振動膜 10 A の短手方向に沿う幅が、振動膜 10 A の当該短手方向の幅よりも狭く

50

形成されており、その両側縁は、振動膜 10 A の対応する両側縁 10 A c , 10 A d に対して、前記間隔 d 2 を開けて内側に配置されている。

【 0042 】

圧電体膜 8 は、上部電極 9 と同じパターンに形成されている。すなわち、圧電体膜 8 は、振動膜 10 A の長手方向に沿って、振動膜 10 A よりも短く形成されており、その両側縁は、振動膜 10 A の対応する両側縁 10 A a , 10 A b に対して、所定の前記間隔 d 1 を開けて内側に配置されている。また、圧電体膜 8 は、振動膜 10 A の短手方向に沿う幅が、振動膜 10 A の当該短手方向の幅よりも狭く形成されており、その両側縁は、振動膜 10 A の対応する両側縁 10 A c , 10 A d に対して、前記間隔 d 2 を開けて内側に配置されている。圧電体膜 8 の下面は下部電極 7 における圧電素子 6 を構成している部分の上面に接しており、圧電体膜 8 の上面は上部電極 9 の下面に接している。

10

【 0043 】

配線 15 は、一端部が上部電極 9 の一端部（圧電素子 6 の一方の端縁 6 a 側の端部）に接続されかつ平面視において、インク流通方向 21 と反対方向に延びた引き出し部 15 A と、引き出し部 15 A と一体化し、引き出し部 15 A の先端に接続された平面視矩形形状のパッド部 15 B とからなる。引き出し部 15 A は、上部電極 9 に接続されている部分を除いて、圧電素子 6 の上面の一端部（圧電素子 6 の一方の端縁 6 a 側の端部）とそれに連なる圧電素子 6 の端面と振動膜形成層 10 の表面とを覆う絶縁膜 14 の表面上に形成されている。パッド部 15 B は、水素バリア膜 13 および絶縁膜 14 が形成されていない振動膜形成層 10 の表面上に形成されている。

20

【 0044 】

振動膜 10 A における振動膜 10 A の周縁 10 A a ~ 10 A d と圧電素子 6 の周縁 6 a ~ 6 d との間の環状領域（この実施形態では、インク流通方向 21 に長手の矩形環状領域）は、圧電素子 6 または圧力室 5 の周囲壁によって拘束されていない領域であり、大きな変形が生じる領域である。つまり、振動膜 10 A の周縁部は、大きな変形が生じる領域である。このため、圧電素子 6 が駆動されると、振動膜 10 A の周縁部の内周縁側が圧力室 5 の厚さ方向（この実施形態では下方）に変位するように振動膜 10 A の周縁部が屈曲し、これにより振動膜 10 A の周縁部に囲まれた中央部全体が圧力室 5 の厚さ方向（この実施形態では下方）に変位する。

【 0045 】

下部電極 7 の跨ぎ領域 7 C における圧力室 5 の天面部周縁 5 a ~ 5 d （この実施形態では、天面部の側縁 5 c , 5 d ）よりも内側にある部分は、振動膜 10 A の周縁部上に形成されている。このため、下部電極 7 の跨ぎ領域 7 C は振動膜 10 A の変形を妨げるおそれがある。この実施形態では、下部電極 7 は、跨ぎ領域 7 C に対応した薄肉部を有しているので、下部電極 7 全体の厚さが厚い場合に比べて、振動膜 10 A の変形が妨げられにくくなる。また、この実施形態では、下部電極 7 は、跨ぎ領域 7 C に対応した薄肉部の他に、内側電極領域のうちの跨ぎ領域 7 C を除く領域（この実施形態では主電極部 7 A ）に対応した薄肉部を有しているので、振動膜 10 A の変形がより妨げられにくくなる。

30

【 0046 】

また、この実施形態では、下部電極 7 は、跨ぎ領域 7 C と、内側電極領域のうちの跨ぎ領域 7 C を除く領域（この実施形態では主電極部 7 A ）とを除いた領域に対応した厚肉部を有しているので、下部電極 7 全体の厚さが薄い場合に比べて、下部電極 7 の抵抗値を小さくすることができる。つまり、この実施形態によれば、下部電極 7 の抵抗値を小さくできるとともに、振動膜 10 A の変位を大きくすることができる。

40

【 0047 】

図 6 は、前記インクジェットプリントヘッド 1 の製造工程の一例を示す工程図である。まず、シリコン基板 2 の表面に振動膜形成層 10 が形成される（S1）。具体的には、シリコン基板 2 の表面に酸化シリコン層（たとえば、1.2 μm 厚）が形成される。振動膜形成層 10 が、シリコン層と酸化シリコン層と窒化シリコン層との積層体で構成される場合には、シリコン基板 2 の表面にシリコン層（たとえば 0.4 μm 厚）が形成され、シリ

50

コン層上に酸化シリコン層（たとえば $0.4\ \mu\text{m}$ 厚）が形成され、酸化シリコン層上に窒化シリコン層（たとえば $0.4\ \mu\text{m}$ 厚）が形成される。振動膜形成層10の表面には、たとえば、 Al_2O_3 、 MgO 、 ZrO_2 などの下地酸化膜が形成されてもよい。これらの下地酸化膜は、後に形成される圧電体膜8からの金属原子の抜け出しを防ぐ。金属電子が抜け出すと、圧電体膜8の圧電特性が悪くなるおそれがある。また、抜け出した金属原子が振動膜10Aを構成するシリコン層に混入すると振動膜10Aの耐久性が悪化するおそれがある。

【0048】

次に、振動膜形成層10の上（前記下地酸化膜が形成されている場合には当該下地酸化膜の上）に、下部電極7の材料層である下部電極膜が形成される（S2）。下部電極膜は、たとえば、Ti膜（たとえば $100\sim 400$ 厚）を下層としPt膜（たとえば $100\sim 4000$ 厚）を上層とするPt/Ti積層膜からなる。このような下部電極膜は、スパッタ法で形成されてもよい。

10

【0049】

次に、下部電極膜の薄肉部が形成される（S3）。つまり、フォトグラフィによって、下部電極7の薄肉部となる領域（下部電極7の跨ぎ領域7Cと内側電極領域のうちの跨ぎ領域7Cを除く領域）以外の領域を覆うレジストマスクが形成され、このレジストマスクをマスクとして、下部電極膜がエッチングされることにより、下部電極7の薄肉部が形成される。薄肉部の厚さは、たとえば、 1000 程度であり、薄肉部以外の部分（厚肉部）厚さは、たとえば 2000 程度である。

20

【0050】

次に、圧電体膜8の材料膜（圧電体材料膜）が下部電極膜上の全面に形成される（S4）。具体的には、たとえば、ゾルゲル法によって $1\ \mu\text{m}\sim 5\ \mu\text{m}$ 厚のPZT膜が形成される。このようなPZT膜は、金属酸化物結晶粒の焼結体からなる。

次に、圧電体材料膜の全面に上部電極9の材料である上部電極膜が形成される（ステップS5）。上部電極膜は、たとえば、 IrO_2 膜（たとえば $400\sim 1600$ 厚）を下層としIr膜（たとえば $500\sim 2000$ 厚）を上層とするIr/IrO₂積層膜からなる。このような上部電極膜は、スパッタ法で形成されてもよい。

【0051】

次に、上部電極膜、圧電体材料膜および下部電極膜のパターニングが行われる（S6 - S12）。まず、フォトグラフィによって、下部電極7のパターンのレジストマスクが形成され（S6）、このレジストマスクをマスクとして、上部電極膜、圧電体材料膜および下部電極膜が同一パターンにエッチングされることにより、所定パターンの下部電極膜が形成される（ステップS6 - S9）。より詳細には、上部電極膜はドライエッチングによってパターニングされ（ステップS7）、圧電体材料膜はウェットエッチングによってパターニングされ（S8）、下部電極膜はドライエッチングによってパターニングされる（ステップS9）。こうして、下部電極7が形成される。圧電体材料膜のウェットエッチングに用いるエッチャントは、塩酸を主体とした酸類であってもよい。

30

【0052】

次に、レジストマスクを剥離した後、フォトリソグラフィによって、圧電体膜8のパターンのレジストマスクが形成され（S10）、このレジストパターンを用いて、上部電極膜および圧電体材料膜が同一パターンにエッチングされる（S11 - S12）。より詳細には、上部電極膜はドライエッチングによってパターニングされ（S11）、圧電体材料膜はウェットエッチングによってパターニングされる（S12）。こうして、圧電体膜8および上部電極9が形成される。

40

【0053】

その後は、レジストマスクを剥離した後、全面を覆う水素バリア膜13が形成される（S13）。水素バリア膜13は、スパッタ法で形成された Al_2O_3 膜であってもよく、その膜厚は、 $400\sim 1600$ であってもよい。

さらに、水素バリア膜13を覆う絶縁膜14が形成される（S14）。絶縁膜14は、

50

SiO₂膜であってもよく、その膜厚は、2500 ~ 10000 であってもよい。

【0054】

次に、シリコン基板2を薄くするための裏面研削が行われる(S15)。たとえば、初期状態で670μm厚程度のシリコン基板2が、300μm厚程度に薄型化されてもよい。

その後、シリコン基板2と振動膜形成層10との積層体に対して、シリコン基板2の裏面からエッチング(ドライエッチングまたはウェットエッチング)を行うことによって、圧力室5が形成され、同時に振動膜10Aが形成される。このエッチングの際、水素バリア膜13および振動膜形成層10の表面に形成される下地酸化膜は、圧電体膜8から金属元素(PZTの場合は、Pb, Zr, Ti)が抜け出すことを防止し、圧電体膜8の圧電特性を良好に保つ。また、前述のとおり、振動膜形成層10の表面に形成される下地酸化膜は、振動膜10Aを形成するシリコン層の耐久性の維持に寄与する。

【0055】

この後、水素バリア膜13および絶縁膜14のパターニング、配線15の形成等が行われることにより、図1~図4に示されるインクジェットプリントヘッド1が得られる。

前述の実施形態では、下部電極7の跨ぎ領域7Cと、内側電極領域のうちの跨ぎ領域7Cを除く領域(この実施形態では主電極部7A)との厚さが、他の領域の厚さよりも薄く形成されている。しかし、図7および図8に示すように、内側電極領域のうちの跨ぎ領域7Cを除く領域(この実施形態では主電極部7A)の厚さを、跨ぎ領域7Cの厚さより厚く形成してもよい。言い換えれば、下部電極7のうち跨ぎ領域7Cのみを、他の領域の厚さよりも薄く形成してもよい。つまり、下部電極7は、跨ぎ領域7Cに対応した薄肉部と、跨ぎ領域7C以外の領域に対応した厚肉部とを有していてもよい。この場合の下部電極7の薄肉部を、図7に網点領域で示す。

【0056】

このような構成においても、下部電極7の抵抗値を小さくできるとともに、振動膜10Aの変位を大きくすることができる。また、このような構成では、主電極部7Aの厚さが跨ぎ領域7Cに対応した薄肉部の厚さより厚く形成されているので、下部電極7の抵抗値をより小さくすることができる。

図7および図8に示されるような構成においても、各跨ぎ領域7Cにおける内側電極領域に属している領域の幅が、内側電極領域における内側電極領域の対応する側縁と主電極部7Aの対応する側縁との間の領域の幅よりも短い幅に設定されていてもよい。このような場合には、内側電極領域のうち主電極部7Aと跨ぎ領域7Cとの間の領域の厚さは、跨ぎ領域7Cのように薄く形成されていてもよいし、主電極部7Aのように厚く形成されていてもよい。

【0057】

前述の実施形態では、跨ぎ領域7Cの全域が薄肉に形成されている。しかし、跨ぎ領域7Cの全域が薄肉に形成されている必要はなく、跨ぎ領域7Cのうちの長手方向(圧力室5の天面部の側縁5c, 5dに沿う方向)の一部のみが薄肉に形成されていてもよい。言い換えれば、下部電極7における跨ぎ領域7Cの一部のみの厚さを、他の領域の厚さよりも薄く形成してもよい。たとえば、図9に示すように、跨ぎ領域7Cは、その長手方向に沿って、圧力室5の天面部の側縁5c, 5dに沿う長手方向を有する矩形薄肉部と厚肉部とが交互に形成されるような構成であってもよい。図9に、跨ぎ領域7Cにおける矩形薄肉部を網点領域で示す。

【0058】

さらに、下部電極7は、平面視において、圧力室5の天面部の側縁5c, 5dを跨ぐ跨ぎ領域(以下、「第1の跨ぎ領域7C」という。)に加えてまたは代えて、圧力室5の天面部の端縁5a, 5bを跨ぐ跨ぎ領域(以下、「第2の跨ぎ領域7C」という。)を有していてもよい。下部電極7が、第1の跨ぎ領域に加えて第2の跨ぎ領域を有している場合には、第1の跨ぎ領域および第2の跨ぎ領域における圧力室5の天面部の周縁5a~5dに沿う方向の少なくとも一部の厚さが薄く形成される。下部電極7が、第1の跨ぎ領域に

10

20

30

40

50

代えて第2の跨ぎ領域を有している場合には、第2の跨ぎ領域における圧力室5の天面部の端縁5a, 5bに沿う方向の少なくとも一部の厚さが薄く形成される。これらの場合においても、平面視において、下部電極7における圧力室5の天面部周縁5a~5dの内側に配置された部分(内側電極領域)のうちの跨ぎ領域7Cを除く領域の厚さを薄く形成してもよい。

【0059】

次に、インクジェットプリントヘッド1に用いられている圧電体膜8の構成例について説明する。

図10は、圧電体膜8の模式的な断面図である。圧電体膜8は、シリコン基板2上に形成された下部電極(金属膜)7の表面に接して形成されている。より具体的には、シリコン基板2の表面には振動膜形成層10が形成されており、振動膜形成層10の表面に下部電極7が形成されており、下部電極7の表面に圧電体膜8が形成されている。下部電極7は、この実施形態では、Ti膜を下層としPt膜を上層とするPt/Ti積層膜からなる。圧電体膜8の上層には、上部電極9が形成されている。上部電極9は、この実施形態では、IrO₂膜を下層としIr膜を上層とするIr/IrO₂積層膜からなる。

【0060】

圧電体膜8は、下部電極7の表面に形成された密着層101と、密着層101上に形成された第1のシード層102と、第1のシード層102上に積層された複数の本焼成単位のPZT層103~106と、本焼成単位のPZT106の表面上に形成された第2のシード層107と、第2のシード層107の表面上に形成された複数の本焼成単位のPZT層108~112とを備えている。

【0061】

「本焼成単位のPZT層」とは、PZTを含む前駆体溶液を塗布する塗布工程と、その塗布膜を乾燥させる乾燥工程と、乾燥工程後の塗布膜を加熱してゲル化させる仮焼成工程とからなるゲル化膜形成工程が1または複数回行われた後に、ゲル化した塗布膜を熱処理して焼結させる本焼成工程が行われることにより形成されるPZT層をいう。つまり、本焼成単位のPZT層は、ゾルゲル法によって形成される。

【0062】

前駆体溶液には、PZTの他、溶媒が含まれる。塗布工程では、たとえば、前駆体溶液がスピコートされる。乾燥工程は、たとえば140の温度環境下で行われる。乾燥工程は、自然乾燥でもよい。仮焼成工程では、乾燥工程後の塗布膜に対して、たとえば、鉛の融点(327.5)以上の温度(たとえば400)の熱処理が行われる。仮焼成工程において、鉛の融点未満の温度(たとえば、300)の熱処理が行われてもよい。本焼成工程は、ゲル化した塗布膜に対して、たとえば700の熱処理が施される。本焼成工程は、RTA(rapid thermal annealing)によって行われてもよい。

【0063】

以下において、本焼成工程によって同時に焼結された1または複数層の塗布膜のそれぞれに対応したPZT層を、「仮焼成単位のPZT層」という場合がある。

密着層101は、圧電体膜8と下部電極7との密着性を高めるために設けられた層であり、この実施形態では、TiO層からなる。TiO層は、たとえば、ゾルゲル法、スパッタ法等によって形成することができる。

【0064】

シード層102, 107は、PZTの結晶性および密着性を向上させるために設けられた層であり、たとえば、PZTからなるPZTシード層またはTiOからなるTiOシード層から構成される。第1シード層102と第2のシード層107とは、同じ材料で構成されていてもよいし、互いに異なる材料で構成されていてもよい。PZTシード層は、PZTを含む前駆体溶液を塗布する塗布工程と、その塗布膜を乾燥させる乾燥工程と、乾燥工程後の塗布膜を加熱してゲル化させる仮焼成工程とからなるゲル化膜形成工程が1回行われた後に、ゲル化した塗布膜を熱処理して焼結させる本焼成工程が行われることにより形成される。TiOシード層は、たとえば、ゾルゲル法、スパッタ法等によって形成する

10

20

30

40

50

ことができる。

【 0 0 6 5 】

図 1 0 の構成例では、第 1 のシード層 1 0 2 と第 2 のシード層 1 0 7 との間に、4 層分の本焼成単位の P Z T 層 1 0 3 ~ 1 0 6 が積層され、第 2 のシード層 1 0 7 上に 5 層分の本焼成単位の P Z T 層 1 0 8 ~ 1 1 2 が積層されている。

本焼成単位の P Z T 層 1 0 3 ~ 1 0 6 , 1 0 8 ~ 1 1 2 のうち、最上層の本焼成単位の P Z T 層 1 1 2 以外の各本焼成単位の P Z T 層 1 0 3 ~ 1 0 6 , 1 0 8 ~ 1 1 1 は、P Z T を含む前駆体溶液を塗布する塗布工程と、その塗布膜を乾燥させる乾燥工程と、乾燥工程後の塗布膜を加熱してゲル化させる仮焼成工程とからなるゲル化膜形成工程が複数回、この実施形態では 3 回行われた後に、ゲル化した塗布膜を熱処理して焼結させる本焼成工程が行われることにより形成されている。したがって、最上層の本焼成単位の P Z T 層 1 1 2 以外の各本焼成単位の P Z T 層 1 0 3 ~ 1 0 6 , 1 0 8 ~ 1 1 1 は、3 層分の仮焼成単位の P Z T 層 1 0 0 を含んでいる。一層分の仮焼成単位の P Z T 層 1 0 0 の厚さは、この実施形態では、0 . 0 8 μ m である。

10

【 0 0 6 6 】

一方、最上層の本焼成単位の P Z T 層 1 1 2 は、P Z T を含む前駆体溶液を塗布する塗布工程と、その塗布膜を乾燥させる乾燥工程と、乾燥工程後の塗布膜を加熱してゲル化させる仮焼成工程とからなるゲル化膜形成工程が 1 回行われた後に、ゲル化した塗布膜を熱処理して焼結させる本焼成工程が行われることにより形成されている。したがって、最上層の本焼成単位の P Z T 層は、1 層分の仮焼成単位の P Z T 層 1 0 0 を含んでいる。

20

【 0 0 6 7 】

本焼成工程によって同時に焼結される塗布膜の層数が多くなるほど、つまり本焼成単位の P Z T 層に含まれる仮焼成単位の P Z T 層の層数が多くなるほど、全体として本焼成工程数が少なくなるので、製造効率が高くなる。しかしながら、本焼成工程によって同時に焼結される塗布膜の層数が多くなるほど、本焼成工程によって焼結される塗布膜全体の厚さが厚くなるため、本焼成工程後に形成される本焼成単位の P Z T 層の表面（上面）の凹凸が大きくなる。

【 0 0 6 8 】

図 1 0 の構成例では、最上層の本焼成単位の P Z T 層 1 1 2 以外の本焼成単位の P Z T 層 1 0 3 ~ 1 0 6 , 1 0 8 ~ 1 1 1 に含まれる仮焼成単位の P Z T 層は 3 層であるのに対し、最上層の本焼成単位の P Z T 層 1 1 2 に含まれる仮焼成単位の P Z T 層は 1 層である。したがって、最上層の本焼成単位の P Z T 層 1 1 2 の表面の凹凸は、他の本焼成単位の P Z T 層 1 1 2 の表面の凹凸に比べて小さい。この結果、最上層の本焼成単位の P Z T 層 1 1 2 の表面の凹凸は、当該本焼成単位の P Z T 層 1 1 2 とそれに隣接する上から 2 番目の本焼成単位の P Z T 層 1 1 2 との界面の凹凸よりも小さい。これにより、最上表面が滑らかな圧電体膜 8 が得られる。これにより、圧電体膜 8 と上部電極 9 との間の密着性を向上させることができる。また、下部電極 7 と上部電極 9 との間の平行度を向上させることができるから、圧電体膜の圧電性能を向上させることができる。

30

【 0 0 6 9 】

また、図 1 0 の構成例では、圧電体膜 8 は、最下層の本焼成単位の P Z T 層 1 0 3 の下面側に存在する第 1 のシード層 1 0 2 以外に、最下層の本焼成単位の P Z T 層 1 0 3 と最上層の本焼成単位の P Z T 層 1 1 2 の中間位置において、隣り合う本焼成単位の P Z T 層 1 0 6 , 1 0 8 の間に介在した第 2 のシード層 1 0 7 を含んでいる。したがって、最下層の本焼成単位の P Z T 層 1 0 3 の下面側にのみシード層が設けられている場合に比べて、各本焼成単位の P Z T 層 1 0 3 ~ 1 0 6 , 1 0 8 ~ 1 1 2 の結晶の方向が揃いやすくなる。これにより、安定した圧電特性を有する圧電体膜 8 が得られる。

40

【 0 0 7 0 】

このような圧電体膜 8 は、次のようにして形成される。まず、下部電極 7 上に密着層 1 0 1 を形成し、密着層 1 0 1 上に第 1 のシード層 1 0 2 を形成する。次に、第 1 のシード層 1 0 2 上に、最下層の本焼成単位の P Z T 層 1 0 3 を形成し、その上に第 2 層目 ~ 第 4

50

層目の本焼成単位のP Z T層104～106を順次形成する。次に、第4層目の本焼成単位のP Z T層106上に、第2のシード層107を形成する。次に、第2のシード層107上に、第5層目の本焼成単位のP Z T層108を形成し、その上に第6層目～第8層目の本焼成単位のP Z T層109～111を順次形成する。最後に、第8層目の本焼成単位のP Z T層111上に、最上層(9層目)の本焼成単位のP Z T層112を形成する。

【0071】

圧電体膜8の実施例について説明する。

(第1実施例)

第1実施例では、第1のシード層102および第2のシード層107が、P Z TからなるP Z Tシード層から構成されている。第1実施例では、第1のシード層102および第2のシード層107が同じ材料で構成されているので、製造効率を向上化できる。

10

(第2実施例)

第2実施例では、第1のシード層102および第2のシード層107が、T i OからなるT i Oシード層から構成されている。第2実施例では、第1のシード層102および第2のシード層107が同じ材料で構成されているので、製造効率を向上化できる。

(第3実施例)

第3実施例では、第1のシード層102がT i OからなるT i Oシード層から構成され、第2のシード層107がP Z TからなるP Z Tシード層から構成されている。

(第4実施例)

第4実施例では、第1のシード層102がP Z TからなるP Z Tシード層から構成され、第2のシード層107がT i OからなるT i Oシード層から構成されている。

20

【0072】

図10の構成例では、最上層の本焼成単位のP Z T層112以外の本焼成単位のP Z T層103～106, 108～111に含まれる仮焼成単位のP Z T層は3層である。しかし、最上層の本焼成単位のP Z T層111に隣接する上から2番目の本焼成単位のP Z T層112に含まれる仮焼成単位のP Z T層が2層以上であればよく、それより下層の本焼成単位のP Z T層103～106, 108～111に含まれる仮焼成単位のP Z T層の層数は1でもよく、3以外の複数であってもよい。

【0073】

また、圧電体膜8に含まれる本焼成単位のP Z T層の層数は、図10の構成例の層数に限られず、2以上であれば、任意に設定することができる。また、仮焼成単位のP Z T層の厚みは、図10の構成例の厚みに限られず、任意に設定することができる。

30

また、図10の構成例では、最下層の本焼成単位のP Z T層103と最上層の本焼成単位のP Z T層112との間に、所定の1つの中間位置にのみ第2のシード層107が設けられているが、異なる複数の中間位置に第2のシード層を設けてもよい。

【0074】

前述の実施形態では、この発明をインクジェットプリントヘッドに適用した場合について説明したが、この発明は、圧電体膜を用いたマイクロホン、圧力センサ、加速度センサ、角速度センサ、超音波センサ、スピーカー、I Rセンサ(熱センサ)等にも適用することができる。

40

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

【0075】

この明細書からはさらに以下のような特徴が抽出され得る。

A1. 積層された複数の本焼成単位のP Z T層を含む圧電体膜であって、最下層の本焼成単位のP Z T層の下面側に存在する第1のシード層と、最下層の本焼成単位のP Z T層と最上層の本焼成単位のP Z T層との間の中間位置において、隣接する2つの本焼成単位のP Z T層の間に介在する第2のシード層とを含む、圧電体膜。

【0076】

「本焼成単位のP Z T層」とは、P Z Tを含む前駆体溶液を塗布する塗布工程と、その

50

塗布膜を乾燥させる乾燥工程と、乾燥工程後の塗布膜を加熱してゲル化させる仮焼成工程とからなるゲル化膜形成工程が1または複数回行われた後に、ゲル化した塗布膜を熱処理して焼結させる本焼成工程が行われることにより形成されるPZT層をいう。

この構成では、最下層の本焼成単位のPZT層の下面側のみならず、最下層の本焼成単位のPZT層と最上層の本焼成単位のPZT層との間の中間位置においても、シード層が存在している。このため、最下層の本焼成単位のPZT層の下面側にのみシード層が形成されている圧電体膜に比べて、各本焼成単位のPZT層の結晶の方向が揃いやすくなる。これにより、安定した圧電特性を有する圧電体膜が得られる。

【0077】

A2. 前記第1のシード層と前記第2のシード層とが同じ材料で構成されている、「A1.」に記載の圧電体膜。この構成では、圧電体膜の製造効率を向上化できる。

10

A3. 前記第1のシード層と前記第2のシード層とが、PZTからなるPZTシード層から構成されている、「A2.」に記載の圧電体膜。

A4. 前記第1のシード層と前記第2のシード層とが、酸化チタンからなるTiOシード層から構成されている、「A2.」に記載の圧電体膜。

【0078】

A5. 前記第1のシード層と前記第2のシード層とが、異なる材料で構成されている、「A1.」に記載の圧電体膜。

A6. 前記第1のシード層が酸化チタンからなるTiOシード層から構成され、前記第2のシード層がPZTからなるPZTシード層から構成されている、「A5.」に記載の圧電体膜。

20

【0079】

A7. 前記第1のシード層がPZTからなるPZTシード層から構成され、前記第2のシード層が酸化チタンからなるTiOシード層から構成されている、「A5.」に記載の圧電体膜。

A8. 前記PZTシード層は、PZTを含む前駆体溶液を塗布する塗布工程と、その塗布膜を乾燥させる乾燥工程と、乾燥工程後の塗布膜を加熱してゲル化させる仮焼成工程とからなるゲル化膜形成工程が1回行われた後に、ゲル化した塗布膜を熱処理して焼結させる本焼成工程が行われることにより、形成されている「A3.」、「A6.」または「A7.」のいずれかに記載の圧電体膜。

30

【0080】

A9. 下部電極と、前記下部電極上に形成された「A1.」～「A8.」のいずれかに記載の圧電体膜と、前記圧電体膜上に形成された上部電極とを含む、圧電素子。この構成では、安定した圧電特性を有する圧電素子が得られる。

A10. キャピティと、前記キャピティ上に配置されかつ前記キャピティの天面部を区画する振動膜と、前記振動膜上に形成された「A9.」に記載の圧電素子とを含む、インクジェットプリントヘッド。この構成では、安定した圧電特性を有する圧電素子を用いることによって、安定した駆動特性を実現できるインクジェットプリントヘッドを提供できる。

【0081】

40

また、この明細書からはさらに以下のような特徴が抽出され得る。

B1. 積層された複数の本焼成単位のPZT層を含む圧電体膜であって、最上層の本焼成単位のPZT層の表面の凹凸が、当該最上層の本焼成単位のPZT層とそれに隣接する上から2番目の本焼成単位のPZT層との界面の凹凸よりも小さい、圧電体膜。

「本焼成単位のPZT層」とは、PZTを含む前駆体溶液を塗布する塗布工程と、その塗布膜を乾燥させる乾燥工程と、乾燥工程後の塗布膜を加熱してゲル化させる仮焼成工程とからなるゲル化膜形成工程が1または複数回行われた後に、ゲル化した塗布膜を熱処理して焼結させる本焼成工程が行われることにより形成されるPZT層をいう。この構成によれば、滑らかな最上表面を有する圧電体膜が得られる。

【0082】

50

B 2 . 前記最上層の本焼成単位の P Z T 層の厚さが、前記上から 2 番目の本焼成単位の P Z T 層の厚さよりも薄い、「B 1 .」に記載の圧電体膜。この構成によれば、滑らかな最上表面を有する圧電体膜が得られる。

B 3 . 前記最上層の本焼成単位の P Z T 層が、P Z T を含む前駆体溶液を塗布する塗布工程と、その塗布膜を乾燥させる乾燥工程と、乾燥工程後の塗布膜を加熱してゲル化させる仮焼成工程とからなるゲル化膜形成工程が 1 回行われた後に、ゲル化した塗布膜を熱処理して焼結させる本焼成工程が行われることにより形成されている、「B 1 .」または「B 2 .」に記載の圧電体膜。

【 0 0 8 3 】

塗布工程と乾燥工程と仮焼成工程とからなるゲル化膜形成工程が 1 回行われた後に本焼成工程が行われることにより形成される本焼成単位の P Z T 層では、塗布工程と乾燥工程と仮焼成工程とからなるゲル化膜形成工程が複数回行われた後に本焼成工程が行われることにより形成される本焼成単位の P Z T 層に比べて、その表面の凹凸が小さくなる。したがって、この構成では、最上層の本焼成単位の P Z T 層の表面の凹凸が小さくなる。これにより、滑らかな最上表面を有する圧電体膜が得られる。

10

【 0 0 8 4 】

B 4 . 前記上から 2 番目の本焼成単位の P Z T 層は、前記塗布工程と前記乾燥工程と前記仮焼成工程とからなるゲル化膜形成工程が複数回行われた後に、前記本焼成工程が行われることにより形成されている、「B 3 .」に記載の圧電体膜。

B 5 . 前記最上層の本焼成単位の P Z T 層以外の各本焼成単位の P Z T 層は、前記塗布工程と前記乾燥工程と前記仮焼成工程とからなるゲル化膜形成工程が複数回行われた後に、前記本焼成工程が行われることにより形成されている、「B 3 .」に記載の圧電体膜。

20

【 0 0 8 5 】

B 6 . 最下層の本焼成単位の P Z T 層の下面側に存在する第 1 のシード層を含む、「B 1 .」～「B 5 .」のいずれかに記載の圧電体膜。この構成では、各本焼成単位の P Z T 層の結晶の方向が揃いやすくなる。これにより、安定した圧電特性を有する圧電体膜が得られる。

B 7 . 最下層の本焼成単位の P Z T 層と最上層の本焼成単位の P Z T 層との間の中間位置において、隣接する 2 つの本焼成単位の P Z T 層の間に介在する第 2 のシード層を含む、「B 6 .」に記載の圧電体膜。この構成では、各本焼成単位の P Z T 層の結晶の方向がより一層揃いやすくなる。これにより、より安定した圧電特性を有する圧電体膜が得られる。

30

【 0 0 8 6 】

B 8 . 前記第 1 のシード層と前記第 2 のシード層とが同じ材料で構成されている、「B 7 .」に記載の圧電体膜。この構成では、圧電体膜の製造効率を向上化できる。

B 9 . 前記第 1 のシード層と前記第 2 のシード層とが、P Z T からなる P Z T シード層から構成されている、「B 8 .」に記載の圧電体膜。

B 1 0 . 前記第 1 のシード層と前記第 2 のシード層とが、酸化チタンからなる T i O シード層から構成されている、「B 8 .」に記載の圧電体膜。

40

【 0 0 8 7 】

B 1 1 . 前記第 1 のシード層と前記第 2 のシード層とが、異なる材料で構成されている、「B 7 .」に記載の圧電体膜。

B 1 2 . 前記第 1 のシード層が酸化チタンからなる T i O シード層から構成され、前記第 2 のシード層が P Z T からなる P Z T シード層から構成されている、「B 1 1 .」に記載の圧電体膜。

【 0 0 8 8 】

B 1 3 . 前記第 1 のシード層が P Z T からなる P Z T シード層から構成され、前記第 2 のシード層が酸化チタンからなる T i O シード層から構成されている、「B 1 1 .」に記載の圧電体膜。

50

B 1 4 . 前記 P Z T シード層は、P Z T を含む前駆体溶液を塗布する塗布工程と、その塗布膜を乾燥させる乾燥工程と、乾燥工程後の塗布膜を加熱してゲル化させる仮焼成工程とからなるゲル化膜形成工程が 1 回行われた後に、ゲル化した塗布膜を熱処理して焼結させる本焼成工程が行われることにより、形成されている「B 9 .」、「B 1 2 .」または「B 1 3 .」のいずれかに記載の圧電体膜。

【 0 0 8 9 】

B 1 5 . 下部電極と、前記下部電極上に形成された「B 1 .」～「B 1 4 .」のいずれかに記載の圧電体膜と、前記圧電体膜上に形成された上部電極とを含む、圧電素子。この構成では、圧電体膜の最上表面は滑らかであるため、圧電体膜と上部電極との間の密着性を向上させることができる。また、下部電極と上部電極との間の平行度を向上させることができるから、圧電体膜の圧電性能を向上させることができる。これにより、圧電性能の優れた圧電素子を提供できる。

10

【 0 0 9 0 】

B 1 6 . キャビティと、前記キャビティ上に配置されかつ前記キャビティの天面部を区画する振動膜と、前記振動膜上に形成された「B 1 5 .」に記載の圧電素子とを含む、インクジェットプリントヘッド。この構成では、圧電性能の優れた圧電素子を用いることにより、吐出性能の高いインクジェットプリントヘッドを提供できる。

【符号の説明】

【 0 0 9 1 】

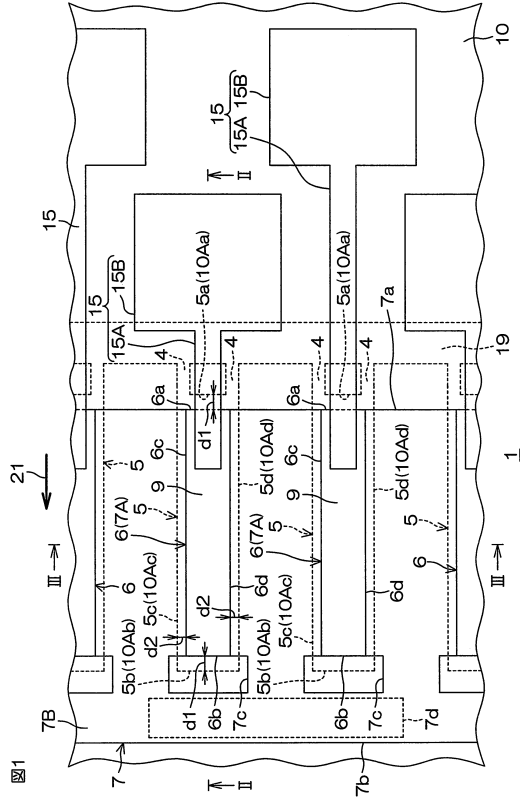
- 1 インクジェットプリントヘッド
- 2 シリコン基板
- 3 a 吐出口
- 4 インク供給路
- 5 圧電室（キャビティ）
- 5 a , 5 b 圧電室の天面部の両端縁
- 5 c , 5 d 圧電室の天面部の両側縁
- 6 圧電素子
- 6 a , 6 b 圧電素子の両端縁
- 6 c , 6 d 圧電素子の両側縁
- 7 下部電極
- 7 A 主電極部
- 7 B 延長部
- 7 C 跨ぎ領域
- 8 圧電体膜
- 9 上部電極
- 1 0 振動膜形成層
- 1 0 A 振動膜
- 1 0 A a , 1 0 A b 振動膜の両端縁
- 1 0 A c , 1 0 A d 振動膜の両側縁
- 1 0 1 密着層
- 1 0 3 ~ 1 0 6 , 1 0 8 ~ 1 1 2 本焼成単位の P Z T 層
- 1 0 2 第 1 のシード層
- 1 0 7 第 2 のシード層

20

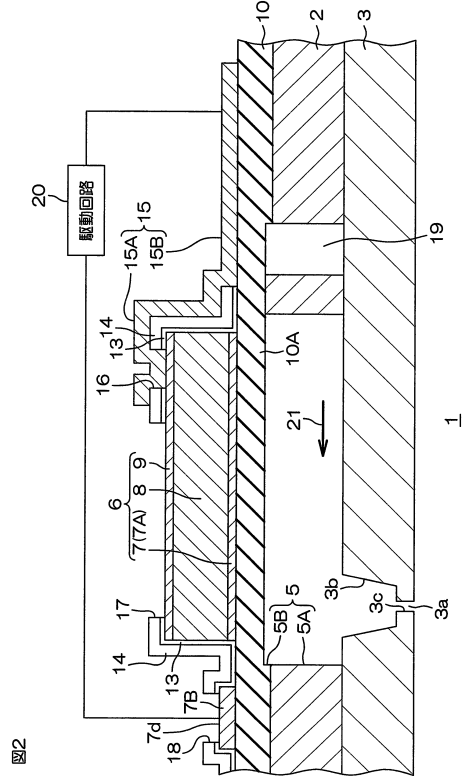
30

40

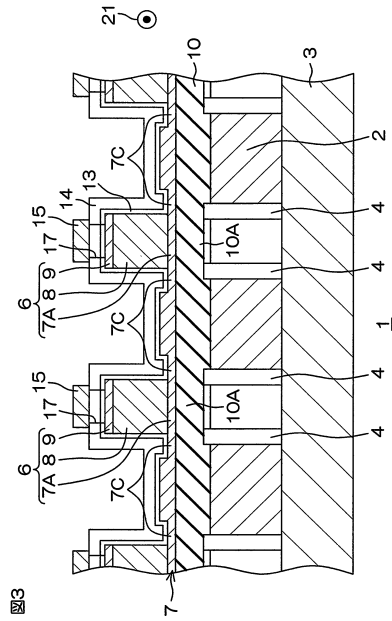
【 図 1 】



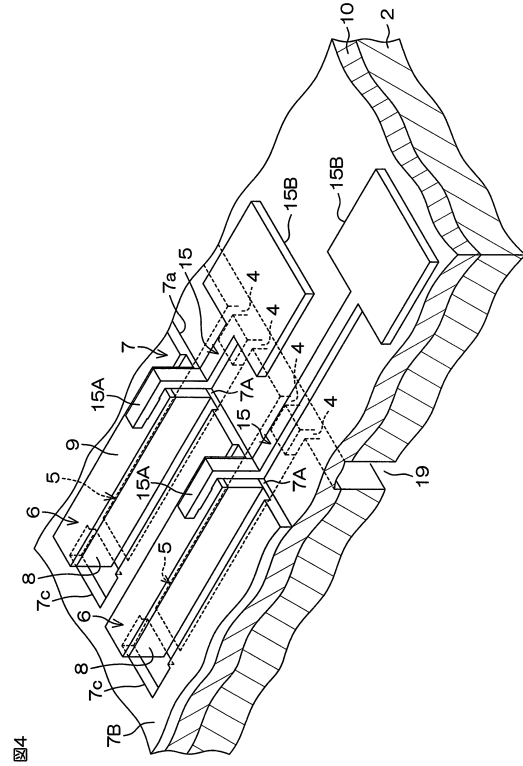
【 図 2 】



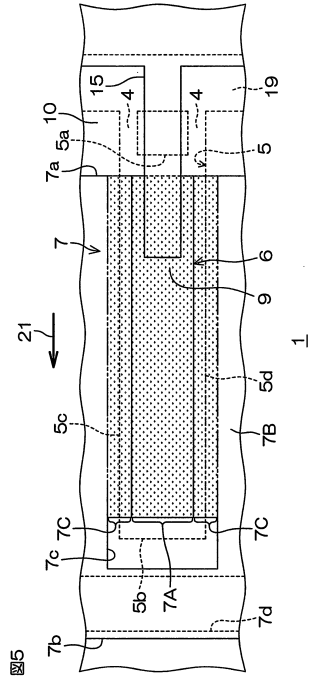
【 図 3 】



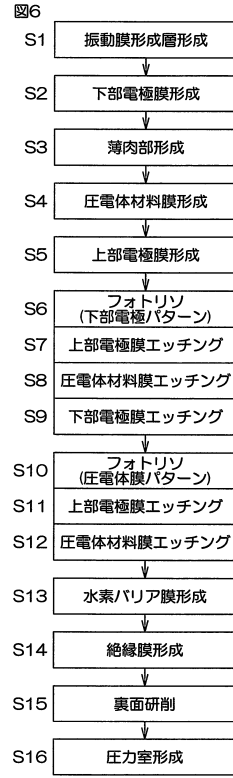
【 図 4 】



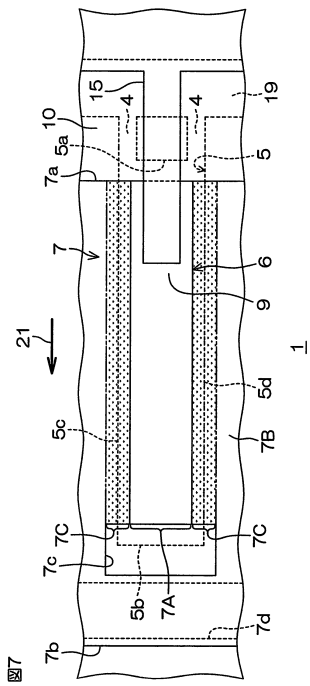
【図5】



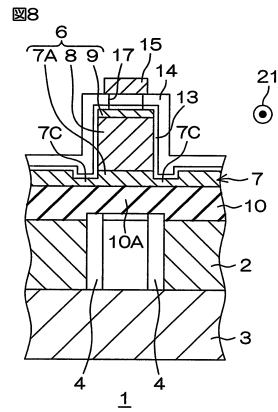
【図6】



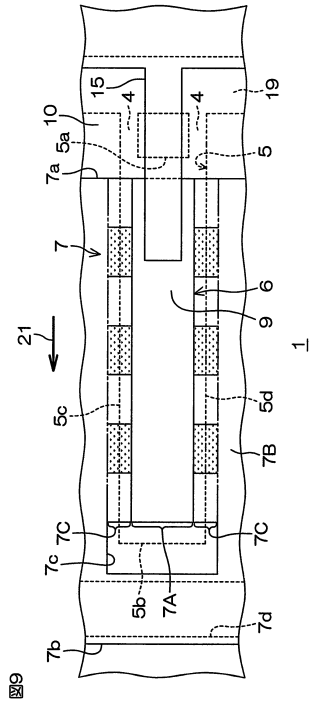
【図7】



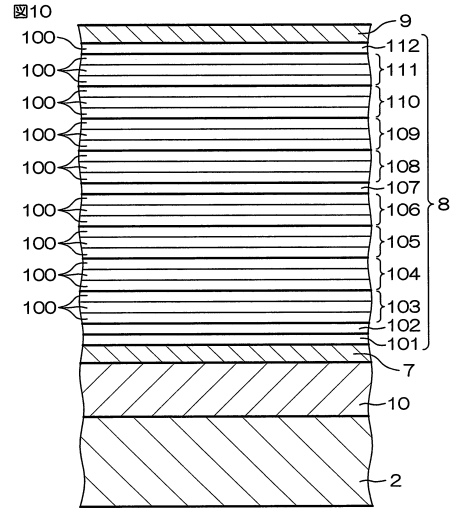
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
<i>H 0 4 R</i>	<i>17/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 4 1 J</i>	<i>2/14</i> <i>3 0 5</i>
			<i>H 0 4 R</i>	<i>17/00</i>
			<i>H 0 4 R</i>	<i>17/00</i> <i>3 3 0 H</i>

審査官 小宮山 文男

(56)参考文献 特開平 1 1 - 1 5 1 8 1 5 (J P , A)
 特開平 1 1 - 0 7 8 0 1 4 (J P , A)
 特開 2 0 0 6 - 2 1 6 6 8 5 (J P , A)
 特開 2 0 0 0 - 3 1 8 1 5 4 (J P , A)
 特開 2 0 0 0 - 1 0 8 3 4 7 (J P , A)
 特開平 0 9 - 2 8 6 1 0 4 (J P , A)
 米国特許出願公開第 2 0 0 7 / 0 1 8 6 3 9 7 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

<i>B 4 1 J</i>	<i>2 / 1 4</i>
<i>H 0 1 L</i>	<i>4 1 / 0 4 7</i>
<i>H 0 1 L</i>	<i>4 1 / 0 9</i>
<i>H 0 1 L</i>	<i>4 1 / 1 1 3</i>
<i>H 0 1 L</i>	<i>4 1 / 2 9</i>
<i>H 0 4 R</i>	<i>1 7 / 0 0</i>