

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7567390号
(P7567390)

(45)発行日 令和6年10月16日(2024.10.16)

(24)登録日 令和6年10月7日(2024.10.7)

(51)国際特許分類	F I
B 4 1 J 2/14 (2006.01)	B 4 1 J 2/14 3 0 5
B 4 1 J 2/16 (2006.01)	B 4 1 J 2/14 6 1 3
	B 4 1 J 2/16 5 0 7
	B 4 1 J 2/16 3 0 5

請求項の数 14 (全30頁)

(21)出願番号	特願2020-191472(P2020-191472)	(73)特許権者	000002369
(22)出願日	令和2年11月18日(2020.11.18)		セイコーエプソン株式会社
(65)公開番号	特開2021-79698(P2021-79698A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43)公開日	令和3年5月27日(2021.5.27)	(74)代理人	110000028
審査請求日	令和5年9月22日(2023.9.22)		弁理士法人明成国際特許事務所
(31)優先権主張番号	特願2019-207880(P2019-207880)	(72)発明者	▲高▼部 本規
(32)優先日	令和1年11月18日(2019.11.18)		長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイ
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72)発明者	コーエブソン株式会社内
		(72)発明者	平井 栄樹
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイ
		(72)発明者	コーエブソン株式会社内
			奥井 宏明
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイ
			コーエブソン株式会社内
		審査官	高松 大治

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液体吐出ヘッドおよび液体吐出ヘッドの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

圧電体と、
前記圧電体に対して第1方向の一方側に設けられた振動板と、
前記振動板に対して前記一方側に設けられた圧力室基板であって、液体に圧力を付与する圧力室を区画する複数の区画壁を備える圧力室基板と、
が前記第1方向に並んで設けられた液体吐出ヘッドであって、
前記圧力室内の前記第1方向と交差する第2方向における2つの位置のうち、前記第2方向において最も近い位置に位置する前記区画壁までの前記第2方向の距離が長い1つの位置を第1位置とし、該距離が短い1つの位置を第2位置としたとき、
前記第1位置および前記第2位置には、いずれも、前記圧電体と前記振動板との両方が設けられ、
前記第2位置における前記振動板の厚さは、前記第1位置における前記振動板の厚さよりも小さく、
前記第2位置における前記圧電体の厚さは、前記第1位置における前記圧電体の厚さよりも小さく、
前記第2位置において、前記圧電体の厚さは、前記振動板の厚さよりも大きく、
前記第1位置において、前記圧電体の厚さは、前記振動板の厚さよりも小さく、
前記第2位置における前記振動板の厚さと前記圧電体の厚さとの差分は、前記第1位置における前記振動板の厚さと前記圧電体の厚さとの差分よりも小さい、

液体吐出ヘッド。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の液体吐出ヘッドであって、

前記第 2 位置における前記振動板の厚さと前記圧電体の厚さとの合計は、前記第 1 位置における前記振動板の厚さと前記圧電体の厚さとの合計よりも小さい、

液体吐出ヘッド。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の液体吐出ヘッドであって、

前記第 2 位置における前記振動板の厚さと前記圧電体の厚さとの合計は、前記第 1 位置における前記振動板の厚さよりも大きく、且つ、前記第 1 位置における前記圧電体の厚さよりも大きい、

液体吐出ヘッド。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 までのいずれか一項に記載の液体吐出ヘッドであって、

前記第 2 位置における前記振動板の前記一方側の端部は、前記第 1 位置における前記振動板の前記一方側の端部と同じ位置に配置され、

前記第 2 位置における前記振動板の他方側の端部は、前記第 1 位置における前記振動板の前記他方側の端部よりも前記一方側に配置されている、

液体吐出ヘッド。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 までのいずれか一項に記載の液体吐出ヘッドであって、

前記振動板は、弾性体層と、前記弾性体層に対して前記第 1 方向の他方側に設けられた絶縁層とを有し、

前記第 2 位置における前記絶縁層の厚さは、前記第 1 位置における前記絶縁層の厚さと等しく、

前記第 2 位置における前記弾性体層の厚さは、前記第 1 位置における前記弾性体層の厚さよりも小さい、

液体吐出ヘッド。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 までのいずれか一項に記載の液体吐出ヘッドであって、

前記振動板は、弾性体層と、前記弾性体層に対して前記第 1 方向の他方側に設けられた密着層と、前記密着層に対して前記他方側に設けられた絶縁層とを有し、

前記第 2 位置における前記絶縁層の厚さは、前記第 1 位置における前記絶縁層の厚さと等しく、

前記第 2 位置における前記弾性体層の厚さは、前記第 1 位置における前記弾性体層の厚さと等しく、

前記第 2 位置における前記密着層の厚さは、前記第 1 位置における前記密着層の厚さよりも小さい、

液体吐出ヘッド。

【請求項 7】

請求項 5 または請求項 6 に記載の液体吐出ヘッドであって、

前記弾性体層は、二酸化珪素により構成され、

前記絶縁層は、酸化ジルコニウムにより構成されている、

液体吐出ヘッド。

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 7 までのいずれか一項に記載の液体吐出ヘッドであって、

前記圧電体に対して前記一方側に設けられ、複数の前記圧力室に対して個別に設けられる個別電極と、

前記圧電体に対して前記第 1 方向の他方側に設けられ、複数の前記圧力室に対して共通に設けられる共通電極と、

10

20

30

40

50

をさらに有する、
液体吐出ヘッド。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 7 までのいずれか一項に記載の液体吐出ヘッドであって、
前記圧電体に対して前記一方側に設けられ、複数の前記圧力室に対して共通に設けられる共通電極と、

前記圧電体に対して前記第 1 方向の他方側に設けられ、複数の前記圧力室に対して個別に設けられる個別電極と、

をさらに有する、
液体吐出ヘッド。

10

【請求項 10】

請求項 8 または請求項 9 に記載の液体吐出ヘッドであって、

前記液体の吐出量に応じて異なる駆動電圧を前記個別電極に印加し、かつ、前記液体の吐出量によらず一定の保持電圧を前記共通電極に印加することにより、前記圧電体を駆動する駆動制御部を、さらに有する、

液体吐出ヘッド。

【請求項 11】

請求項 1 から請求項 10 までのいずれか一項に記載の液体吐出ヘッドであって、

前記第 2 方向において前記区画壁と重なる位置を第 3 位置としたとき、

前記第 3 位置には、前記圧電体と前記振動板との両方が設けられ、

前記第 3 位置における前記振動板の厚さは、前記第 1 位置における前記振動板の厚さよりも小さい、

液体吐出ヘッド。

20

【請求項 12】

請求項 1 から請求項 11 までのいずれか一項に記載の液体吐出ヘッドであって、

前記第 1 位置は、前記圧力室内の前記第 2 方向における中央部であり、

前記第 2 位置は、前記圧力室内の前記第 2 方向における端部である、

液体吐出ヘッド。

【請求項 13】

圧電体と、

前記圧電体に対して第 1 方向の一方側に設けられた振動板と、

前記振動板に対して前記一方側に設けられた圧力室基板であって、液体に圧力を付与する圧力室を区画する複数の区画壁を備える圧力室基板と、

が前記第 1 方向に並んで設けられた液体吐出ヘッドであって、

前記圧力室内の前記第 1 方向と交差する第 2 方向における中央部を第 1 位置とし、

前記第 2 方向において前記区画壁と重なる位置を第 3 位置としたとき、

前記第 1 位置および前記第 3 位置には、いずれも、前記圧電体と前記振動板との両方が設けられ、

前記第 3 位置における前記振動板の厚さは、前記第 1 位置における前記振動板の厚さよりも小さく、

30

前記第 3 位置における前記圧電体の厚さは、前記第 1 位置における前記圧電体の厚さよりも小さく、

40

前記第 3 位置において、前記圧電体の厚さは、前記振動板の厚さよりも大きく、

前記第 1 位置において、前記圧電体の厚さは、前記振動板の厚さよりも小さく、

前記第 3 位置における前記振動板の厚さと前記圧電体の厚さとの差分は、前記第 1 位置における前記振動板の厚さと前記圧電体の厚さとの差分よりも小さい、

液体吐出ヘッド。

【請求項 14】

圧電体と、

前記圧電体に対して第 1 方向の一方側に設けられた振動板と、

50

前記振動板に対して前記一方側に設けられた圧力室基板であって、液体に圧力を付与する圧力室を区画する複数の区画壁を備える圧力室基板と、

が前記第 1 方向に並んで設けられた液体吐出ヘッドであって、

前記圧力室内の前記第 1 方向と交差する第 2 方向における 2 つの位置のうち、前記第 2 方向において最も近い位置に位置する前記区画壁までの前記第 2 方向の距離が長い 1 つの位置を第 1 位置とし、該距離が短い 1 つの位置を第 2 位置としたとき、

前記第 1 位置および前記第 2 位置には、いずれも、前記圧電体と前記振動板との両方が設けられ、

前記第 2 位置における前記振動板の厚さは、前記第 1 位置における前記振動板の厚さよりも小さく、

前記振動板は、弾性体層と、前記弾性体層に対して前記第 1 方向の他方側に設けられた密着層と、前記密着層に対して前記他方側に設けられた絶縁層とを有し、

前記第 2 位置における前記絶縁層の厚さは、前記第 1 位置における前記絶縁層の厚さと等しく、

前記第 2 位置における前記弾性体層の厚さは、前記第 1 位置における前記弾性体層の厚さと等しく、

前記第 2 位置における前記密着層の厚さは、前記第 1 位置における前記密着層の厚さよりも小さい、

液体吐出ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、液体吐出ヘッドおよび液体吐出ヘッドの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

プリンターなどの液体吐出装置は、インクを収容する圧力室の容積を圧電アクチュエーターにより変化させ、圧力室と連通するノズルからインクを吐出する液体吐出ヘッドを備えている。圧電アクチュエーターは、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）などの圧電効果を示す材料により形成された圧電体と、圧電体の一方の面に形成された第 1 電極と、圧電体の他方の面に形成された第 2 電極と、振動板とを備える。例えば、特許文献 1 に記載の圧電アクチュエーターは、両電極に挟まれた領域であって両電極への電圧の印加により撓みが生じる領域である能動部に圧電体が設けられており、例えば、振動板と第 2 電極とに挟まれる領域のように、能動部ではない領域である非能動部には、圧電体が設けられていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2016 - 58467 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に記載の技術では、非能動部には圧電体が設けられていないので、圧電体に変形する際に能動部と非能動部との境界近傍に応力が集中して、圧電アクチュエーターにクラックが生じるおそれがある。したがって、能動部に加えて、非能動部にも圧電体を設けることが好ましい。また、非能動部にも圧電体を設けるに当たっては、振動板の剛性を高める等の更なる改善が望まれている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示の一実施形態によれば、液体吐出ヘッドが提供される。この液体吐出ヘッドは、圧電体と、前記圧電体に対して第 1 方向の一方側に設けられた振動板と、前記振動板に対

10

20

30

40

50

して前記一方側に設けられた圧力室基板であって、液体に圧力を付与する圧力室を区画する複数の区画壁を備える圧力室基板と、が前記第 1 方向に並んで設けられた液体吐出ヘッドであって、前記圧力室内の前記第 1 方向と交差する第 2 方向における 2 つの位置のうち、前記第 2 方向において最も近い位置に位置する前記区画壁までの前記第 2 方向の距離が長い 1 つの位置を第 1 位置とし、該距離が短い 1 つの位置を第 2 位置としたとき、前記第 1 位置および前記第 2 位置には、いずれも、前記圧電体と前記振動板との両方が設けられ、前記第 2 位置における前記振動板の厚さは、前記第 1 位置における前記振動板の厚さよりも小さく、前記第 2 位置における前記圧電体の厚さは、前記第 1 位置における前記圧電体の厚さよりも小さく、前記第 2 位置において、前記圧電体の厚さは、前記振動板の厚さよりも大きく、前記第 1 位置において、前記圧電体の厚さは、前記振動板の厚さよりも小さく、前記第 2 位置における前記振動板の厚さと前記圧電体の厚さとの差分は、前記第 1 位置における前記振動板の厚さと前記圧電体の厚さとの差分よりも小さい。

10

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図 1】本開示の一実施形態としての液体吐出ヘッドを備える液体吐出装置の概略構成を示すブロック図。

【図 2】液体吐出ヘッドの詳細構成を示す分解斜視図。

【図 3】液体吐出ヘッドの詳細構成を示す断面図。

【図 4】圧電アクチュエーターの詳細構成を模式的に示す断面図。

【図 5】圧電アクチュエーターの拡大図。

20

【図 6】液体吐出ヘッドの製造方法を示す工程図。

【図 7】液体吐出ヘッドの製造方法を示す工程図。

【図 8】液体吐出ヘッドの製造方法を示す工程図。

【図 9】液体吐出ヘッドの製造方法を示す工程図。

【図 10】第 2 実施形態における圧電アクチュエーターの詳細構成を模式的に示す断面図。

【図 11】第 3 実施形態における圧電アクチュエーターの詳細構成を模式的に示す断面図。

【図 12】第 4 実施形態における圧電アクチュエーターの詳細構成を模式的に示す断面図。

【図 13】第 5 実施形態における圧電アクチュエーターの詳細構成を模式的に示す断面図。

【発明を実施するための形態】

【0007】

30

A. 第 1 実施形態：

A1. 液体吐出装置の全体構成：

図 1 は、本開示の一実施形態としての液体吐出ヘッド 26 を備える液体吐出装置 100 の概略構成を示すブロック図である。本実施形態において、液体吐出装置 100 は、インクジェット式プリンターとして構成され、印刷用紙 P にインクを吐出して画像を形成する。なお、印刷用紙 P に代えて、樹脂フィルム、布帛等の任意の種類の媒体を、インクの吐出対象としてもよい。図 1 には、相互に直交する 3 つの軸である X 軸、Y 軸および Z 軸が表されている。Z 軸は、例えば、鉛直方向と平行に設定してもよい。他の図面に記載の X 軸、Y 軸および Z 軸は、いずれも図 1 の X 軸、Y 軸および Z 軸に対応する。向きを特定する場合には、正の方向を「+」、負の方向を「-」として、方向表記に正負の符合を併用する。正の方向および負の方向を「軸方向」とも呼ぶ。なお、Z 軸方向は、本開示における第 1 方向の下位概念に相当し、X 軸方向は、本開示における第 2 方向の下位概念に相当する。また、+Z 方向は第 1 方向の一方側の下位概念に、-Z 方向は第 1 方向の他方側の下位概念に、それぞれ相当する。なお、X 軸、Y 軸および Z 軸は、直交に限らず、任意の角度で交差していてもよい。

40

【0008】

液体吐出装置 100 は、液体吐出ヘッド 26 と、インクタンク 50 と、搬送機構 60 と、移動機構 70 と、制御ユニット 80 とを備える。

【0009】

液体吐出ヘッド 26 は、多数のノズルを有し、-Z 方向にインクを吐出して印刷用紙 P

50

上に画像を形成する。液体吐出ヘッド 26 の詳細構成は後述する。吐出するインクとしては、例えば、ブラック、シアン、マゼンタ、イエローの合計 4 色のインクを吐出してもよい。なお、上記 4 色に限らずライトシアン、ライトマゼンタ、ホワイトなど、任意の色のインクを吐出してもよい。液体吐出ヘッド 26 は、移動機構 70 が有する後述のキャリッジ 72 に搭載され、キャリッジ 72 の移動と共に主走査方向に往復移動する。本実施形態において、主走査方向は、+ Y 方向および - Y 方向である。+ Y 方向および - Y 方向を「Y 軸方向」とも呼ぶ。

【0010】

インクタンク 50 は、液体吐出ヘッド 26 から吐出するインクを収容する。インクタンク 50 は、キャリッジ 72 には搭載されていない。インクタンク 50 と液体吐出ヘッド 26 とは、樹脂製のチューブ 52 によって接続されており、かかるチューブ 52 を介してインクタンク 50 から液体吐出ヘッド 26 へとインクが供給される。なお、インクタンク 50 に代えて、可撓性フィルムで形成された袋状の液体パックを用いてもよい。

10

【0011】

搬送機構 60 は、印刷用紙 P を副走査方向に搬送する。副走査方向は、主走査方向である Y 軸方向と直交する方向であり、本実施形態では、+ X 方向および - X 方向である。+ X 方向および - X 方向を「X 軸方向」とも呼ぶ。搬送機構 60 は、3 つの搬送ローラー 62 が装着された搬送ロッド 64 と、搬送ロッド 64 を回転駆動する搬送用モーター 66 とを備える。搬送用モーター 66 が搬送ロッド 64 を回転駆動することにより、複数の搬送ローラー 62 が回転して印刷用紙 P が副走査方向である + Y 方向に搬送される。なお、搬送ローラー 62 の数は 3 つに限らず任意の数であってもよい。また、搬送機構 60 を複数備える構成としてもよい。

20

【0012】

移動機構 70 は、上述のキャリッジ 72 に加えて、搬送ベルト 74 と、移動用モーター 76 と、プーリー 77 とを備える。キャリッジ 72 は、インクを吐出可能な状態で液体吐出ヘッド 26 を搭載する。キャリッジ 72 は、搬送ベルト 74 に取り付けられている。搬送ベルト 74 は、移動用モーター 76 とプーリー 77 との間に架け渡されている。移動用モーター 76 が回転駆動することにより、搬送ベルト 74 は、主走査方向に往復移動する。これにより、搬送ベルト 74 に取り付けられているキャリッジ 72 も、主走査方向に往復移動する。

30

【0013】

制御ユニット 80 は、液体吐出装置 100 の全体を制御する。例えば、制御ユニット 80 は、キャリッジ 72 の主走査方向に沿った往復動作や、印刷用紙 P の副走査方向に沿った搬送動作を制御する。本実施形態において、制御ユニット 80 は、後述の圧電アクチュエーターの駆動制御部としても機能する。すなわち、制御ユニット 80 は、液体吐出ヘッド 26 に駆動信号を出力して圧電アクチュエーターを駆動させることにより、印刷用紙 P へのインク吐出を制御する。制御ユニット 80 は、例えば、CPU (Central Processing Unit) または FPG A (Field Programmable Gate Array) 等の処理回路と半導体メモリ等の記憶回路とにより構成されてもよい。

【0014】

40

A2. 液体吐出ヘッドの詳細構成：

図 2 は、液体吐出ヘッド 26 の詳細構成を示す分解斜視図である。図 3 は、液体吐出ヘッド 26 の詳細構成を示す断面図である。図 3 では、図 2 に示す 3 - 3 断面を表している。なお、図 2 では、一色分の液体吐出ヘッド 26 の構成を例示している。したがって、吐出するインクの色数に応じて図 2 に示す液体吐出ヘッド 26 を複数備える構成としてもよい。また、各色について図 2 に示す液体吐出ヘッド 26 を複数備える構成としてもよい。

【0015】

図 2 に示すように、液体吐出ヘッド 26 は、ノズル板 46 と、吸振体 48 と、流路基板 32 と、圧力室基板 34 と、筐体部 42 と、封止体 44 と、圧電アクチュエーター 20 とを備える。

50

【 0 0 1 6 】

ノズル板 4 6 は、多数のノズル N が Y 軸方向に沿って一列に並んで形成されている薄板状の部材である。なお、ノズル N の列の数は、1 つに限らず任意の数であってもよい。ノズル N は、ノズル板 4 6 において厚さ方向（Z 軸方向）の貫通孔として形成されている。ノズル N は、液体吐出ヘッド 2 6 からのインクの吐出口に相当する。ノズル板 4 6 は、液体吐出ヘッド 2 6 において最も - Z 方向に位置する。ノズル板 4 6 は、本実施形態では、ステンレス鋼（S U S）により形成されている。なお、ステンレス鋼に限らず、ニッケル（N i）合金などの他の種類の金属、ポリイミドやドライフィルムレジストなどの樹脂材料、および珪素の単結晶基板などの無機材料等により形成されてもよい。

【 0 0 1 7 】

吸振体 4 8 は、弾性変形可能な可撓性を有するシート状の部材である。吸振体 4 8 は、ノズル板 4 6 と同様に液体吐出ヘッド 2 6 において最も - Z 方向に位置し、ノズル板 4 6 と並んで配置されている。図 3 に示すように、吸振体 4 8 は、筐体部 4 2 の内部と流路基板 3 2 とに亘って形成される液体貯留室 R 1 の圧力変形を吸収する。吸振体 4 8 は、流路基板 3 2 に形成された後述の開口部 3 2 2 と中継流路 3 2 8 と複数の供給流路 3 2 4 とを閉塞して、液体貯留室 R 1 の底面を形成する。吸振体 4 8 としては、例えば、樹脂製のシート部材により構成してもよい。吸振体 4 8 は、コンプライアンス基板とも呼ばれる。

【 0 0 1 8 】

流路基板 3 2 は、インクの流路を形成するための板状部材である。図 3 に示すように、流路基板 3 2 の - Z 方向の面は、ノズル板 4 6 と吸振体 4 8 とにそれぞれ接合されている。かかる接合は、例えば、接着剤を用いて実現されてもよい。本実施形態において、流路基板 3 2 は、珪素（S i）の単結晶基板により構成されている。なお、珪素の単結晶基板に限らず、珪素を主成分とする基板により形成されてもよい。図 2 および図 3 に示すように、流路基板 3 2 には、開口部 3 2 2 と供給流路 3 2 4 と連通流路 3 2 6 とが形成されている。

【 0 0 1 9 】

図 2 に示すように、開口部 3 2 2 は、Z 軸方向に見たときに、X 軸方向を長手方向とする略矩形の平面視形状を有する貫通孔として形成されている。開口部 3 2 2 は、各ノズル N に対応する供給流路 3 2 4 と Y 軸方向に対応する位置をすべて含むような 1 つの貫通孔として形成されている。図 3 に示すように、開口部 3 2 2 は、筐体部 4 2 の後述する収容部 4 2 2 と共に液体貯留室 R 1 を形成する。液体貯留室 R 1 は、チューブ 5 2 を介してインクタンク 5 0 から供給されるインクを一時的に貯留する。液体貯留室 R 1 は、リザーバーとも呼ばれる。

【 0 0 2 0 】

図 2 に示すように、供給流路 3 2 4 は、各ノズル N と + Y 方向において対応する位置にそれぞれ形成されている。したがって、各供給流路 3 2 4 は、ノズル N と同様に X 軸方向に並んで一列に配置されている。供給流路 3 2 4 は、流路基板 3 2 を厚さ方向に貫く貫通孔として形成されている。図 3 に示すように、流路基板 3 2 における - Z 方向の表面、より詳細には、流路基板 3 2 における吸振体 4 8 側の表面には、開口部 3 2 2 と供給流路 3 2 4 との間に溝が形成されている。かかる溝と吸振体 4 8 とで囲まれる領域は、中継流路 3 2 8 として機能する。中継流路 3 2 8 により開口部 3 2 2（液体貯留室 R 1）と供給流路 3 2 4 とは互いに連通する。中継流路 3 2 8 は、液体貯留室 R 1 から供給流路 3 2 4 へとインクを中継する。供給流路 3 2 4 は、圧力室 3 4 1 と連通し、圧力室 3 4 1 にインクを供給する。

【 0 0 2 1 】

図 2 に示すように、連通流路 3 2 6 は、各ノズル N と + Z 方向において対応する位置、および各供給流路 3 2 4 と - Y 方向において対応する位置にそれぞれ形成されている。したがって、各連通流路 3 2 6 は、ノズル N および供給流路 3 2 4 と同様に X 軸方向に並んで一列に配置されている。図 3 に示すように、連通流路 3 2 6 は、ノズル N および圧力室 3 4 1 とそれぞれ連通し、圧力室 3 4 1 のインクをノズル N に供給する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

圧力室基板 3 4 は、圧力室 3 4 1 を形成するための板状部材である。図 3 に示すように、圧力室基板 3 4 の - Z 方向の面は、流路基板 3 2 の + Z 方向の面と接合されている。かかる接合は、接着剤を用いて実現されてもよい。本実施形態において、圧力室基板 3 4 は、流路基板 3 2 と同様に珪素の単結晶基板により構成されている。なお、珪素の単結晶基板に限らず、珪素を主成分とする基板により形成されてもよい。図 2 および図 3 に示すように、圧力室基板 3 4 には、複数の圧力室形成部 3 4 2 が形成されている。

【 0 0 2 3 】

各圧力室形成部 3 4 2 は、Z 軸方向に見たときに、Y 軸方向を長手方向とする略矩形の平面視形状を有する貫通孔として形成されている。各圧力室形成部 3 4 2 は、各ノズル N と + Z 方向において対応する位置にそれぞれ形成されている。したがって、各圧力室形成部 3 4 2 は、ノズル N と同様に X 軸方向に並んで一列に形成されている。圧力室形成部 3 4 2 は、圧電アクチュエーター 2 0 が備える後述の振動板 2 4 と接合することにより、圧力室 3 4 1 を形成する。各圧力室形成部 3 4 2 の Y 軸方向の側壁 3 4 5 および 3 4 6 は、圧力室 3 4 1 を区画する区画壁として機能する。圧力室 3 4 1 は、供給流路 3 2 4 と連通路 3 2 6 とに連通し、供給流路 3 2 4 から供給されるインクを収容する。圧力室 3 4 1 の容積は、後述の振動板 2 4 が変形することにより変化する。

【 0 0 2 4 】

筐体部 4 2 は、一面が開口した中空の略四角柱状の外観形状を有する。本実施形態において、筐体部 4 2 は、樹脂により形成されている。図 3 に示すように、筐体部 4 2 は、流路基板 3 2 の + Z 方向の面に接合されている。筐体部 4 2 の内側には収容部 4 2 2 が形成されている。収容部 4 2 2 の - Z 方向は開口しており、収容部 4 2 2 は、かかる開口において開口部 3 2 2 と連通して液体貯留室 R 1 を形成している。図 2 および図 3 に示すように、筐体部 4 2 の + Z 方向の端部（天井部）には、導入口 4 2 4 が形成されている。導入口 4 2 4 は、筐体部 4 2 の + Z 方向の端部を厚さ方向（Z 軸方向）に貫き、液体貯留室 R 1 と連通する。導入口 4 2 4 には、図 1 に示すチューブ 5 2 が接続される。なお、導入口 4 2 4 には、図示しないチューブを介して図示しないインク貯留部（例えば、サブタンク）が接続されてもよい。この構成では、インクタンク 5 0 からチューブ 5 2 を介してかかるインク貯留部にインクが供給されてもよい。

【 0 0 2 5 】

封止体 4 4 は、一面が開口した中空の略四角柱状の外観形状を有する。本実施形態において、封止体 4 4 は、樹脂により形成されている。図 3 に示すように、筐体部 4 2 は、自身の内側の空間に後述の圧電部 2 2 が収容されるように配置され、後述の振動板 2 4 の + Z 方向の面に接合されている。封止体 4 4 は、圧電部 2 2 を保護すると共に、圧力室基板 3 4、振動板 2 4 の一部の機械的強度を補強する。

【 0 0 2 6 】

図 3 に示すように、液体吐出ヘッド 2 6 において、振動板 2 4 の + Z 方向の面には、配線基板 9 0 が接続されている。配線基板 9 0 には、制御ユニット 8 0 および図示しない電源回路と接続するための複数の配線が形成されている。本実施形態において、配線基板 9 0 は、例えば、F P C（Flexible Printed Circuit）により構成されている。なお、F P C に代えて、F F C（Flexible Flat Cable）など、可撓性を有する任意の基板により構成されてもよい。配線基板 9 0 は、圧電アクチュエーター 2 0 を駆動するための駆動信号を各圧電アクチュエーター 2 0 に供給する。

【 0 0 2 7 】

圧電アクチュエーター 2 0 は、自身が変形することによって圧力室 3 4 1 の容積を変化させ、圧力室 3 4 1 からインクを流出させる。

【 0 0 2 8 】

図 4 は、圧電アクチュエーター 2 0 の詳細構成を模式的に示す断面図である。図 4 では、説明の便宜上、液体吐出ヘッド 2 6 の圧力室基板 3 4 も図示している。圧電アクチュエーター 2 0 は、振動板 2 4 と、複数の圧電部 2 2 とを備える。

【 0 0 2 9 】

振動板 2 4 は、弾性体層 2 4 1 と、絶縁層 2 4 2 とを備える。振動板 2 4 は、弾性体層 2 4 1 と絶縁層 2 4 2 とが Z 軸方向に積層された構造を有する。弾性体層 2 4 1 は、圧力室基板 3 4 の + Z 方向の面上に配置されている。絶縁層 2 4 2 は、弾性体層 2 4 1 の + Z 方向の面上に配置されている。弾性体層 2 4 1 は、二酸化珪素 (SiO_2) により形成されている。絶縁層 2 4 2 は、酸化ジルコニウム (ZrO_2) により形成されている。

【 0 0 3 0 】

圧電部 2 2 は、圧電体 2 2 0 と、第 1 電極 2 2 1 と、第 2 電極 2 2 2 とを備える。圧電部 2 2 は、振動板 2 4 と同様に、圧電体 2 2 0、第 1 電極 2 2 1 および第 2 電極 2 2 2 の各層が Z 軸方向に積層された構造を有する。

10

【 0 0 3 1 】

圧電体 2 2 0 は、圧電効果を有する材料により形成された膜状の部材であり、第 1 電極 2 2 1 および第 2 電極 2 2 2 に印加される電圧に応じて変形する。圧電体 2 2 0 は、振動板 2 4 の絶縁層 2 4 2 の + Z 方向の一部の面と、第 1 電極 2 2 1 の + Z 方向の面とを覆うように、配置されている。圧電体 2 2 0 は、X 軸方向における中央近傍の部分において、+ Z 方向の面が + Z 方向に若干突出しており、+ Z 方向から - Z 方向に向かうにしたがって X 軸方向の寸法が大きくなるテーパ形状に形成されている。

【 0 0 3 2 】

本実施形態において、圧電体 2 2 0 は、チタン酸ジルコン酸鉛 (P Z T) によって形成されている。なお、圧電体 2 2 0 は、チタン酸ジルコン酸鉛に代えて、 ABO_3 型のペロブスカイト構造を有する他の種類のセラミックス、例えば、チタン酸バリウム、チタン酸鉛、ニオブ酸カリウム、ニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウム、タングステン酸ナトリウム、酸化亜鉛、チタン酸バリウムストロンチウム (B S T)、タンタル酸ストロンチウムビスマス (S B T)、メタニオブ酸鉛、亜鉛ニオブ酸鉛、スカンジウムニオブ酸鉛等によって形成されてもよい。また、圧電体 2 2 0 は、セラミックスに限らず、ポリフッ化ビニリデン、水晶など、圧電効果を有する任意の材料により形成されてもよい。

20

【 0 0 3 3 】

第 1 電極 2 2 1 および第 2 電極 2 2 2 は、圧電体 2 2 0 を挟む一对の電極である。第 1 電極 2 2 1 は、圧電体 2 2 0 に対して振動板 2 4 側に位置し、振動板 2 4 の絶縁層 2 4 2 の + Z 方向の面に設けられている。第 1 電極 2 2 1 は、圧力室 3 4 1 の X 軸方向における中央を覆うように配置されている。第 1 電極 2 2 1 は、+ Z 方向から - Z 方向に向かうにしたがって X 軸方向の寸法が大きくなるテーパ形状に形成されている。第 2 電極 2 2 2 は、圧電体 2 2 0 に対して振動板 2 4 側とは反対側に位置し、圧電体 2 2 0 の + Z 方向の面に設けられている。第 2 電極 2 2 2 は、圧電体 2 2 0 の外形を覆っている。

30

【 0 0 3 4 】

第 1 電極 2 2 1 および第 2 電極 2 2 2 は、いずれも配線基板 9 0 と電氣的に接続され、配線基板 9 0 から供給される駆動信号に応じた電圧を、圧電体 2 2 0 に印加する。第 1 電極 2 2 1 には、インクの吐出量に応じて異なる駆動電圧が供給され、第 2 電極 2 2 2 には、インクの吐出量にかかわらず、一定の保持電圧が供給される。これにより、第 1 電極 2 2 1 と第 2 電極 2 2 2 との間に電位差が生じて、圧電体 2 2 0 が変形する。その結果、圧力室 3 4 1 が変形して、圧力室 3 4 1 に収容されているインクに圧力が付与され、連通流路 3 2 6 を介してノズル N からインクが吐出される。

40

【 0 0 3 5 】

本実施形態において、第 1 電極 2 2 1 は、配線基板 9 0 から各圧電アクチュエーター 2 0 に延びる個別配線に接続されている。第 1 電極 2 2 1 は、各圧電アクチュエーター 2 0 に個別に設けられる、いわゆる個別電極である。これに対して、第 2 電極 2 2 2 は、各圧電アクチュエーター 2 0 に共通する共通電極であり、配線基板 9 0 から延びる 1 つの共通配線に接続されている。上述の個別配線は、例えば、第 1 電極 2 2 1 の外側面に形成された絶縁層 2 4 2 に予めコンタクトホールを設けておき、かかるコンタクトホールを介して第 1 電極 2 2 1 と接してもよい。また、上述の共通電極は、例えば、第 2 電極 2 2 2 を -

50

Z方向に見たときに圧電体220よりも若干大きく形成し、第2電極222における+Z方向に圧電体220が存在しない部分に絶縁層を形成し、かかる絶縁層に予めコンタクトホールを設けておき、かかるコンタクトホールを介して各圧電アクチュエーター20の第2電極222と接してもよい。

【0036】

本実施形態において、第1電極221および第2電極222は、白金(Pt)により形成されている。なお、白金に代えて、金(Au)やイリジウム(Ir)などの導電性を有する任意の材料で形成されてもよい。

【0037】

図4に示すように、圧力室341内のX軸方向における中央部の領域Ar1には、-Z方向から+Z方向に向かって順に、振動板24、第1電極221、圧電体220および第2電極222が並んで設けられている。また、圧力室341内のX軸方向における端部の2つの領域Ar2には、それぞれ、-Z方向から+Z方向に向かって順に、振動板24、圧電体220および第2電極222が並んで設けられている。すなわち、領域Ar1および領域Ar2には、いずれも、振動板24と圧電体220との両方が設けられている。

【0038】

本実施形態において、領域Ar1は、第1電極221および第2電極222への電圧の印加により撓みが生じる能動部に対応する領域であり、例えば、圧力室341のX軸方向における中央部の領域である。領域Ar1のX軸方向の長さは、第1電極221のX軸方向の長さとはほぼ同じである。また、領域Ar2は、領域Ar1に対してX軸方向外側、すなわち、領域Ar1に対して-X方向と、領域Ar1に対して+X方向とに位置し、領域Ar1よりも圧力室341の区画壁345、346に近い領域である。領域Ar2は、非能動部に対応する領域でもある。領域Ar2としては、例えば、圧力室341のX軸方向における2つの端部の領域とすることができる。図4に示すように、領域Ar1には、圧力室341内のX軸方向の中央の位置P1が含まれる。領域Ar2には、X軸方向において区画壁345と重なる位置P3と、領域Ar1内の位置P1よりも区画壁345に近い位置に位置する位置P2とが含まれる。位置P1および位置P2は、圧力室341内のX軸方向における或る2つの位置のうち、X軸方向において最も近い位置に位置する区画壁345までのX軸方向の距離が長い位置が位置P1であり、かかる距離が短い位置が位置P2である。以降の説明において、領域Ar1を第1領域Ar1、領域Ar2を第2領域Ar2、位置P1を第1位置P1、位置P2を第2位置P2、位置P3を第3位置P3とも呼ぶ。

【0039】

図4に示すように、振動板24は、第1領域Ar1における+Z方向の面が、第2領域Ar2における+Z方向の面よりも+Z方向に若干突出した凸形状となるように形成されている。したがって、振動板24は、第1領域Ar1における厚さと、第2領域Ar2における厚さとが異なっている。また、圧電体220も同様に、第1領域Ar1における+Z方向の面が、第2領域Ar2における+Z方向の面よりも+Z方向に若干突出した凸形状となるように形成され、第1領域Ar1における厚さと、第2領域Ar2における厚さとが異なっている。本実施形態において、振動板24および圧電体220の厚さを、第1領域Ar1と第2領域Ar2とで異ならせるのは、以下の理由による。

【0040】

本開示の発明者らは、圧電体220を第1領域Ar1および第2領域Ar2に設けることを前提とした上で、振動板24の剛性を向上させることにより、クラックの発生をより抑制することを考えた。そして、本開示の発明者らは、振動板24の剛性を高めるために単に振動板24の厚さを大きくする場合、様々な不具合が生じ得ることを見出した。例えば、圧力室基板34に圧力室341を形成する際に、振動板24に反りが生じて製造工程が複雑化するといった問題や、圧電アクチュエーター20の中立軸、例えば、第2領域Ar2における中立軸が振動板24側に配置されると、振動板24の弾性体層241と絶縁層242との境界面において、絶縁層242が弾性体層241側に引っ張られてクラック

10

20

30

40

50

が発生するといった問題が生じ得る。なお、以降の説明における中立軸とは、Z軸方向における位置を示しているが、単に中立軸と記載する。

【0041】

研究の結果、本開示の発明者らは、以下の4つのことを見出した。

(1) クラックの発生を抑制するためには、第1領域Ar1および第2領域Ar2に圧電体220と振動板24との両方を設けることが好ましいこと、

(2) 第1領域Ar1においては、中立軸を圧電体220よりも振動板24側に寄った位置に配置することにより、液体吐出ヘッド26の吐出特性を保てること、

(3) 第2領域Ar2においては、中立軸を振動板24よりも圧電体220側に寄った位置に配置することにより、クラックの発生を抑制できること、

(4) 上記(2)および(3)を実現するために圧電体220の厚さを従来から大きく変更する場合には、圧電部22の圧電性能が低下し、また、製造工程が複雑になること。

【0042】

そして、本開示の発明者らは、振動板24の厚さを制御することにより、第1領域Ar1における中立軸の配置位置と、第2領域Ar2における中立軸の配置位置とを別々に制御可能であるとの新たな知見を得た。具体的には、第2領域Ar2における振動板24の厚さを、第1領域Ar1における振動板24の厚さよりも小さくすることにより、上記(2)および(3)を充足できる、というものである。以下、具体的に説明する。

【0043】

図5は、圧電アクチュエーター20の拡大図である。なお、説明の便宜上、図5では、ハッチングの図示を省略している。図5に示すように、第2位置P2における振動板24の厚さd2は、第1位置P1における振動板24の厚さd1よりも小さい。具体的には、第2位置P2における弾性体層241の厚さd21は、第1位置P1における弾性体層241の厚さd11よりも小さい。また、第2位置P2における絶縁層242の厚さd22は、第1位置P1における絶縁層242の厚さd12と等しい。なお、第1位置P1において、弾性体層241の厚さd11は、例えば、1600ナノメートルであり、絶縁層242の厚さd12は、例えば、100ナノメートルである。第2位置P2において、弾性体層241の厚さd21は、例えば、400ナノメートルであり、絶縁層242の厚さd22は、例えば、100ナノメートルである。

【0044】

第2領域Ar2において、第3位置P3における振動板24の厚さd3は、第2位置P2における振動板24の厚さd2と同じである。具体的には、第3位置P3における弾性体層241の厚さd31は、第2位置P2における弾性体層241の厚さd21と同じである。また、第3位置P3における絶縁層242の厚さd32は、第2位置P2における絶縁層242の厚さd22と同じである。したがって、第3位置P3における振動板24の厚さd3は、第2位置P2と同様に、第1位置P1における振動板24の厚さd1よりも小さい。

【0045】

図4および図5に示すように、振動板24の-Z方向の面、すなわち、弾性体層241の-Z方向の面は、X軸方向と平行である。したがって、図5に示すように、第1位置P1、第2位置P2および第3位置P3において、振動板24の-Z方向の端部E5は、Z軸方向において同じ位置に配置されている。

【0046】

これに対して、振動板24の+Z方向の面、すなわち、絶縁層242の+Z方向の面は、第1領域Ar1において、第2領域Ar2における+Z方向の位置よりも更に+Z方向に位置している。具体的には、第1位置P1における絶縁層242の+Z方向の端部E1は、第2位置P2における絶縁層242の+Z方向の端部E3よりも、圧電体220側に配置されている。換言すると、第2位置P2における絶縁層242の+Z方向の端部E3は、第1位置P1における絶縁層242の+Z方向の端部E1よりも、-Z方向に配置されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

また、弾性体層 2 4 1 の + Z 方向の面も同様に、第 1 領域 A r 1 において、第 2 領域 A r 2 における + Z 方向の位置よりも更に + Z 方向に位置している。具体的には、第 1 位置 P 1 における弾性体層 2 4 1 の + Z 方向の端部 E 2 は、第 2 位置 P 2 における弾性体層 2 4 1 の + Z 方向の端部 E 4 よりも、圧電体 2 2 0 側に配置されている。換言すると、第 2 位置 P 2 における弾性体層 2 4 1 の + Z 方向の端部 E 4 は、第 1 位置 P 1 における弾性体層 2 4 1 の + Z 方向の端部 E 2 よりも、- Z 方向に配置されている。

【 0 0 4 8 】

したがって、本実施形態では、振動板 2 4 の - Z 方向の端部 E 5 よりも + Z 方向において、第 1 領域 A r 1 の + Z 方向の端部 E 1 を第 2 領域 A r 2 の + Z 方向の端部 E 3 よりも + Z 方向に配置することにより、第 2 領域 A r 2 における振動板 2 4 の厚さを、第 1 領域 A r 1 における振動板 2 4 の厚さよりも小さくしていると言うことができる。

10

【 0 0 4 9 】

圧電体 2 2 0 の厚さについても、振動板 2 4 と同様に、第 2 位置 P 2 における圧電体 2 2 0 の厚さ d 5 は、第 1 位置 P 1 における圧電体 2 2 0 の厚さ d 4 よりも小さい。第 2 位置 P 2 における圧電体 2 2 0 の厚さ d 5 は、第 2 位置 P 2 における振動板 2 4 の厚さ d 2 よりも大きい。第 1 位置 P 1 における圧電体 2 2 0 の厚さ d 4 は、第 1 位置 P 1 における振動板 2 4 の厚さ d 1 よりも小さい。なお、第 3 位置 P 3 における圧電体 2 2 0 の厚さ d 6 は、第 2 位置 P 2 における圧電体 2 2 0 の厚さ d 5 と同じである。なお、第 1 位置 P 1 における圧電体 2 2 0 の厚さ d 4 は、例えば、1 2 0 0 ナノメートルであり、第 2 位置 P 2 における圧電体 2 2 0 の厚さ d 5 および第 3 位置 P 3 における圧電体 2 2 0 の厚さ d 6 は、例えば、6 0 0 ナノメートルである。

20

【 0 0 5 0 】

したがって、第 2 領域 A r 2 における振動板 2 4 の厚さ d 2 と圧電体 2 2 0 の厚さ d 5 との合計は、第 1 領域 A r 1 における振動板 2 4 の厚さ d 1 と圧電体 2 2 0 の厚さ d 4 との合計よりも小さくなる。また、第 2 位置 P 2 における振動板 2 4 の厚さ d 2 と第 2 位置 P 2 における圧電体 2 2 0 の厚さ d 5 との合計は、第 1 位置 P 1 における振動板 2 4 の厚さ d 1 よりも大きく、第 1 位置 P 1 における圧電体 2 2 0 の厚さ d 4 よりも大きい。したがって、第 2 位置 P 2 における振動板 2 4 の厚さ d 2 と圧電体 2 2 0 の厚さ d 5 との差分は、第 1 位置 P 1 における振動板 2 4 の厚さ d 1 と第 1 位置 P 1 における圧電体 2 2 0 の厚さ d 4 との差分よりも小さくなる。

30

【 0 0 5 1 】

以上説明したように、このような構成の圧電アクチュエーター 2 0 では、第 1 位置 P 1 を含む第 1 領域 A r 1 においては、中立軸を、圧電体 2 2 0 よりも振動板 2 4 側に寄った位置に配置することができるとともに、第 2 位置 P 2 および第 3 位置 P 3 を含む第 2 領域 A r 2 においては、中立軸を、振動板 2 4 よりも圧電体 2 2 0 側に寄った位置に配置することができる。なお、第 1 領域 A r 1 における圧電アクチュエーター 2 0 の中立軸は振動板 2 4 内に位置し、第 2 領域 A r 2 における圧電アクチュエーター 2 0 の中立軸は圧電体 2 2 0 内に位置することがより好ましい。

40

【 0 0 5 2 】

A 3 . 液体吐出ヘッドの製造方法 :

図 6、図 7、図 8 および図 9 は、液体吐出ヘッド 2 6 の製造方法を示す工程図である。図 6、図 7、図 8 および図 9 では、液体吐出ヘッド 2 6 の製造工程のうち、圧電アクチュエーター 2 0 の製造工程を示している。図 6 に示すように、工程 P 1 0 5 において、圧力室形成部 3 4 2 が形成される前の圧力室基板 3 4 の + Z 方向の面に、振動板 2 4 が形成される。具体的には、振動板 2 4 は、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) の製造に係る微細加工技術を用いて形成される。まず、熱酸化により圧力室基板 3 4 の表面に弾性体層 2 4 1 を形成する。弾性体層 2 4 1 の厚さは、例えば、1 7 0 0 ナノメートルに形成されることが好ましい。なお、熱酸化に代えて C V D (Chemical Vapor Deposition) 法により弾性体層 2 4 1 を形成してもよい。

50

【 0 0 5 3 】

次に、弾性体層 2 4 1 をパターンニングする。具体的には、フォトリソグラフィを用いたレジスト P r の形成、エッチング、およびレジスト P r の剥離といった、公知の加工技術を用いて、弾性体層 2 4 1 の、X 軸方向における中央部（上述の第 1 領域 A r 1 に相当する部分）に、圧力室基板 3 4 に対して凸となる段差が形成される。より具体的には、弾性体層 2 4 1 における中央部の X 軸方向外側の端部（上述の第 2 領域 A r 2 に相当する部分）の厚さが、中央部における厚さよりも小さくなるように、端部の表面が削られる。弾性体層 2 4 1 の端部における厚さは、例えば、5 0 0 ナノメートルに形成されることが好ましい。なお、エッチングとしては、フッ化水素（H F）を含むエッチング液を用いた液体エッチングでもよいし、ドライエッチングでもよい。

10

【 0 0 5 4 】

次に、弾性体層 2 4 1 の表面をエッチングして表面を滑らかにする。具体的には、弾性体層 2 4 1 のパターンニングによって形成された段差の角部や、レジスト P r が載置されていた部分の表面が平滑になるように加工される。このとき、弾性体層 2 4 1 の厚さは、例えば、中央部が 1 7 0 0 ナノメートル、端部が 4 0 0 ナノメートルに形成されることが好ましい。

【 0 0 5 5 】

次に、段差が形成された弾性体層 2 4 1 の表面に、絶縁層 2 4 2 を C V D 法により形成する。絶縁層 2 4 2 は、1 0 0 ナノメートルの厚さに形成されることが好ましい。このようにして、圧力室基板 3 4 の表面に振動板 2 4 が形成される。

20

【 0 0 5 6 】

図 7 に示すように、工程 P 1 1 0 において、振動板 2 4 の + Z 方向の表面に第 1 電極 2 2 1 が形成される。具体的には、白金をターゲット材としたスパッタリングにより第 1 電極 2 2 1 を形成する。第 1 電極 2 2 1 は、2 0 0 ナノメートルの厚さに形成されることが望ましい。

【 0 0 5 7 】

工程 P 1 1 5 において、第 1 電極 2 2 1 の + Z 方向の表面に圧電体 2 2 0 の第 1 層 L 2 1 が形成される。圧電体 2 2 0 は、ゾルゲル法を用いて形成される。具体的には、圧電体 2 2 0 の基材としての鉛（P b）、ジルコニウム（Z r）およびチタン（T i）を含有する有機金属化合物を溶媒に溶解させた溶液を、第 1 電極 2 2 1 の表面にスピコートし、その後、固化のための焼成を行う。これによりチタン酸ジルコン酸鉛（P Z T）の層が一層分形成される。圧電体 2 2 0 の第 1 層 L 2 1 は、2 0 0 ナノメートルの厚さに形成されることが好ましい。

30

【 0 0 5 8 】

工程 P 1 2 0 において、第 1 電極 2 2 1 および圧電体 2 2 0 の第 1 層 L 2 1 がパターンニングされる。工程 P 1 2 0 は、上述の工程 P 1 0 5 における振動板 2 4 の弾性体層 2 4 1 のパターンニングと同様の手順により行われる。このとき、第 1 電極 2 2 1 および圧電体 2 2 0 の第 1 層 L 2 1 の形状が、+ Z 方向から - Z 方向に向かうにしたがって X 軸方向の寸法が大きくなるテーパ形状となるように、第 1 電極 2 2 1 および圧電体 2 2 0 の表面が加工される。

40

【 0 0 5 9 】

図 8 に示すように、工程 P 1 2 5 において、圧電体 2 2 0 の第 2 層以降の層 L 2 n が形成される。工程 P 1 2 5 は、上述の工程 P 1 1 5 と同様の手順により行われる。具体的には、段差が形成された状態の振動板 2 4 の + Z 方向の表面と、圧電体 2 2 0 の第 1 層 L 2 1 の + Z 方向の表面とに、上述の溶液のスピコートおよび固化のための焼成を複数回繰り返してチタン酸ジルコン酸鉛の層を複数形成し、その後、結晶化のための焼成を行う。このような工程を所定の厚さを得るまで繰り返し実行することにより、圧電体 2 2 0 の層を複数積層する。圧電体 2 2 0 は、1 0 0 0 ナノメートルの厚さに形成されることが好ましい。

【 0 0 6 0 】

50

工程 P 1 3 0 において、圧電体 2 2 0 の + Z 方向の表面に第 2 電極 2 2 2 の第 1 層 L 3 1 が形成される。具体的には、白金をターゲット材としたスパッタリングにより第 2 電極 2 2 2 を形成する。第 2 電極 2 2 2 の第 1 層 L 3 1 は、1 0 ナノメートルの厚さに形成されることが好ましい。

【 0 0 6 1 】

工程 P 1 3 5 において、圧電体 2 2 0 および第 2 電極 2 2 2 の第 1 層 L 3 1 がパターンニングされる。パターンニングは、上述の工程 P 1 0 5 および工程 P 1 2 0 と同様の手順により行われる。工程 P 1 3 5 では、圧電体 2 2 0 の X 軸方向における中央部の形状が、+ Z 方向から - Z 方向に向かうにしたがって X 軸方向の寸法が大きくなるテーパ形状となるように、圧電体 2 2 0 の端部の表面が削られる。また、第 2 電極 2 2 2 が、X 軸方向における中央部にのみ配置されるように、すなわち、Z 軸方向において第 1 電極 2 2 1 と対応する位置にのみ配置されるように、第 2 電極 2 2 2 の端部が圧電体 2 2 0 の + Z 方向の表面から剥離される。圧電体 2 2 0 における端部は、6 0 0 ナノメートルの厚さに形成されることが好ましい。なお、工程 P 1 3 5 では、第 2 電極 2 2 2 のアニール処理を行ってもよい。

10

【 0 0 6 2 】

図 9 に示すように、工程 P 1 4 0 において、圧電体 2 2 0 の + Z 方向の表面および第 2 電極 2 2 2 の第 1 層 L 3 1 の + Z 方向の表面に、第 2 電極 2 2 2 の第 2 層 L 3 2 が形成される。工程 P 1 4 0 は、上述の工程 P 1 3 0 と同様の手順により行われる。第 2 電極 2 2 2 の第 2 層 L 3 2 は、3 0 ナノメートルの厚さに形成されることが好ましい。

20

【 0 0 6 3 】

工程 P 1 4 5 において、圧力室基板 3 4 に圧力室形成部 3 4 2 を形成する。圧力室形成部 3 4 2 の形成は、例えば、フォトリソグラフィを用いたレジストの形成、エッチング、およびレジストの剥離といった、公知の加工技術を用いて実行される。

【 0 0 6 4 】

図示は省略しているが、工程 P 1 4 5 の後、次の手順により液体吐出ヘッド 2 6 が製造される。具体的には、予め開口部 3 2 2、供給流路 3 2 4、連通流路 3 2 6、および中継流路 3 2 8 を構成する溝が形成された流路基板 3 2 を、圧力室基板 3 4 に接合する。開口部 3 2 2 等の形成は、上述の供給流路 3 2 4 の形成と同様に公知の加工技術を用いて実行される。流路基板 3 2 と圧力室基板 3 4 との接合は、例えば接着剤を用いて実行されてもよい。次に、ノズル板 4 6 および吸振体 4 8 が、流路基板 3 2 に接合される。次に、予め収容部 4 2 2 および導入口 4 2 4 が形成された筐体部 4 2 が流路基板 3 2 の + Z 方向の表面に接合される。次に、封止体 4 4 が振動板 2 4 の + Z 方向の表面に接合される。次に、配線基板 9 0 が振動板 2 4 の + Z 方向の表面に接合される。このようにして、液体吐出ヘッド 2 6 が完成する。

30

【 0 0 6 5 】

液体吐出ヘッド 2 6 を備えた液体吐出装置 1 0 0 の製造の際には、配線基板 9 0 と制御ユニット 8 0 とが接続され、導入口 4 2 4 とチューブ 5 2 とが接続される。

【 0 0 6 6 】

以上説明した本実施形態の液体吐出ヘッド 2 6 によれば、圧力室 3 4 1 内における X 軸方向の中央の領域を第 1 領域 A r 1 とし、第 1 領域 A r 1 の X 軸方向外側の端部の領域を第 2 領域 A r 2 としたとき、第 1 領域 A r 1 および第 2 領域 A r 2 には、いずれも圧電体 2 2 0 と振動板 2 4 との両方が設けられているので、第 1 領域 A r 1 に圧電体 2 2 0 および振動板 2 4 の両方が設けられ、第 2 領域 A r 2 には圧電体 2 2 0 のみが設けられている構成に比べて、圧電体 2 2 0 が変形する際に、第 1 領域 A r 1 と第 2 領域 A r 2 との境界近傍において振動板 2 4 に応力が集中して、振動板 2 4 にクラックが発生することを抑制できる。また、この形態の液体吐出ヘッド 2 6 によれば、第 2 領域 A r 2 における振動板 2 4 の厚さ d 2 は、第 1 領域 A r 1 における振動板 2 4 の厚さ d 1 よりも小さいので、第 1 領域 A r 1 における中立軸を圧電体 2 2 0 よりも振動板 2 4 側に寄った位置に、また、第 2 領域 A r 2 における中立軸を振動板 2 4 よりも圧電体 2 2 0 側に寄った位置に、それ

40

50

ぞれ配置できる。したがって、振動板 2 4 の中立面、すなわち、圧電体 2 2 0 により振動板 2 4 に曲げモーメントが加えられた際に振動板 2 4 が負荷を受けない部分が、第 1 領域 A r 1 においては圧電体 2 2 0 側の場所に位置し、第 2 領域 A r 2 においては、振動板 2 4 側の場所に位置することになる。このため、第 1 領域 A r 1 と第 2 領域 A r 2 とで、圧電体 2 2 0 が変形する際に応力の影響を受けない部分を異なる位置に配置することができるので、振動板 2 4 全体として剛性を高めることができる。

【 0 0 6 7 】

第 2 領域 A r 2 における振動板 2 4 の厚さ d 2 と圧電体 2 2 0 の厚さ d 5 との合計は、第 1 領域 A r 1 における振動板 2 4 の厚さ d 1 と圧電体 2 2 0 の厚さ d 4 との合計よりも小さいので、振動板 2 4 と圧電体 2 2 0 との全体の厚さに着目した場合であっても、振動板 2 4 の厚さのみに着目した場合や、圧電体 2 2 0 の厚さのみに着目した場合と同様に、第 1 領域 A r 1 における厚さを第 2 領域 A r 2 における厚さよりも大きくすることができる。

10

【 0 0 6 8 】

第 2 領域 A r 2 における圧電体 2 2 0 の厚さ d 5 は、第 1 領域 A r 1 における圧電体 2 2 0 の厚さ d 4 よりも小さいので、第 1 領域 A r 1 および第 2 領域 A r 2 に同じ厚さの圧電体を備える構成に比べて、圧電体 2 2 0 の変形効率の低下を抑制できる。

【 0 0 6 9 】

第 2 領域 A r 2 における振動板 2 4 の厚さ d 2 と圧電体 2 2 0 の厚さ d 5 との差分は、第 1 領域 A r 1 における振動板 2 4 の厚さ d 1 と圧電体 2 2 0 の厚さ d 4 との差分よりも小さいので、第 2 領域 A r 2 における中立軸を振動板 2 4 よりも圧電体 2 2 0 側に寄った場所に配置できる。

20

【 0 0 7 0 】

第 2 領域 A r 2 における振動板 2 4 の厚さ d 2 と圧電体 2 2 0 の厚さ d 5 との合計は、第 1 領域 A r 1 における振動板 2 4 の厚さ d 1 よりも大きく、且つ、圧電体 2 2 0 の厚さ d 4 よりも大きいので、第 2 領域 A r 2 における振動板 2 4 および圧電体 2 2 0 の全体の厚さを、第 1 領域 A r 1 における振動板 2 4 の厚さ d 1 と、第 1 領域 A r 1 における圧電体 2 2 0 の厚さ d 4 と、のそれぞれの厚さよりも大きくすることができる。

【 0 0 7 1 】

第 2 領域 A r 2 における振動板 2 4 の - Z 方向の端部 E 5 は、第 1 領域 A r 1 における振動板 2 4 の - Z 方向の端部 E 5 と同じ位置に配置され、第 2 領域 A r 2 における振動板 2 4 の + Z 方向の端部 E 3 は、第 1 領域 A r 1 における振動板 2 4 の + Z 方向の端部 E 1 よりも - Z 方向に配置されているので、振動板 2 4 の + Z 方向において振動板 2 4 の厚みを形成できる。このため、振動板 2 4 と圧力室基板 3 4 との物理的な密着度の低下を抑制できる。

30

【 0 0 7 2 】

第 2 領域 A r 2 における絶縁層 2 4 2 の厚さ d 2 2 は、第 1 領域 A r 1 における絶縁層 2 4 2 の厚さ d 1 2 と等しく、第 2 領域 A r 2 における弾性体層 2 4 1 の厚さ d 2 1 は、第 1 領域 A r 1 における弾性体層 2 4 1 の厚さ d 1 1 よりも小さいので、弾性体層 2 4 1 の厚さを第 1 領域 A r 1 と第 2 領域 A r 2 とで異ならせることにより、振動板 2 4 全体の厚さを第 1 領域 A r 1 と第 2 領域 A r 2 とで異ならせることができる。

40

【 0 0 7 3 】

絶縁層 2 4 2 が酸化ジルコニウムにより構成されているので、振動板 2 4 の機械的強度を向上できる。

【 0 0 7 4 】

複数の圧力室 3 4 1 に対して個別に設けられる第 1 電極 2 2 1 と、複数の圧力室 3 4 1 に対して共通に設けられる第 2 電極 2 2 2 とを有しているので、第 1 電極 2 2 1 と第 2 電極 2 2 2 とを別々に駆動制御することにより、複数の圧力室 3 4 1 を別々に制御する構成と、複数の圧力室 3 4 1 を一括して制御する構成とを容易に実現できる。

【 0 0 7 5 】

50

インクの吐出量に応じて異なる駆動電圧を第1電極221に印加し、かつ、インクの吐出量によらず一定の保持電圧を第2電極222に印加することにより、圧電体220を駆動するので、第1電極221と第2電極222との間に電位差を発生させることができる。したがって、かかる電位差により圧電体220を変形させることができるので、圧力室341に収容されているインクに圧力を付与できる。

【0076】

X軸方向において区画壁345と重なる位置を第3位置P3としたとき、第3位置P3には、圧電体220と振動板24との両方が設けられ、第3位置P3における振動板24の厚さd3は、第1領域Ar1における振動板24の厚さd1よりも小さいので、第3位置P3における中立軸の位置を、第1領域Ar1における中立軸の位置よりも振動板24側の位置に配置できる。

10

【0077】

第1領域Ar1は、圧力室341内のX軸方向における中央部であり、第2領域Ar2は、圧力室341内のX軸方向における端部であるので、圧力室341内のX軸方向における中央部と端部とで、振動板24の中立面の場所を異ならせることができる。このため、圧電体220が変形する際に、中央部と端部との境界近傍に応力が集中した場合であっても、かかる境界近傍において振動板24にクラックが発生することを抑制できる。

【0078】

以上説明した本実施形態の液体吐出ヘッド26の製造方法によれば、圧力室基板34の+Z方向の面に弾性体層241を形成し、形成された弾性体層241をエッチングすることにより、X軸方向の中央部が圧力室基板34に対して凸となるように段差を形成し、段差が形成された弾性体層241の+Z方向に圧電体220を形成するので、圧電体220におけるX軸方向の中央部が圧力室基板34に対して凸となるように圧電体220を形成できる。また、X軸方向の中央部における弾性体層241の厚さがX軸方向の端部における弾性体層241の厚さよりも大きくなるように段差が形成されるので、X軸方向の中央部の厚さがX軸方向の端部の厚さに比べて大きな振動板24を容易に形成できる。

20

【0079】

B. 第2実施形態：

以下では、上述の第1実施形態と同様の構成には同じ符号を用い、説明を省略する。図10は、第2実施形態における液体吐出ヘッドが備える圧電アクチュエーター20aの詳細構成を模式的に示す断面図である。図10では、図4に示す圧電アクチュエーター20の構成に対応する構成を示している。なお、後に参照する図においても同様である。第2実施形態の圧電アクチュエーター20aは、振動板24に代えて振動板24aを備える点において、第1実施形態の圧電アクチュエーター20と異なる。振動板24aは、弾性体層241に代えて弾性体層241aを備える点において、第1実施形態の振動板24と異なる。

30

【0080】

図4および図5と、図10とを比較して理解できるように、第1領域Ar1において、第1位置P1における振動板24aの厚さd1aは、第1実施形態の振動板24の厚さd1に比べて大きい。具体的には、第1位置P1における弾性体層241aの厚さd11aは、第1実施形態の弾性体層241の厚さd11に比べて大きい。本実施形態では、第1位置P1における弾性体層241aの厚さd11aは、弾性体層241aの第2位置P2における+Z方向の端部E4よりも+Z方向において、弾性体層241aの厚さを大きくすることにより、第1実施形態の厚さd11よりも大きくしている。第1位置P1における弾性体層241aの厚さd11aは、第2位置P2における弾性体層241aの厚さd21よりも大きい。また、第1位置P1における弾性体層241aの厚さd11aは、第2位置P2における絶縁層242の厚さd22よりも大きい。したがって、第2実施形態においても、第2領域Ar2における振動板24aの厚さd2は、第1領域Ar1における振動板24aの厚さd1aよりも小さい。

40

【0081】

50

第2実施形態の圧電アクチュエーター20aは、図6に示す工程P105において、弾性体層241aのパターニングを省略することにより形成できる。したがって、弾性体層241aのエッチングを行うことによって生じる振動板24aの変位量のばらつきを低減できる。

【0082】

C. 第3実施形態：

図11は、第3実施形態における液体吐出ヘッドが備える圧電アクチュエーター20bの詳細構成を模式的に示す断面図である。第3実施形態の圧電アクチュエーター20bは、圧電部22に代えて圧電部22bを備える点において、第1実施形態の圧電アクチュエーター20と異なる。圧電部22bは、第1電極221に代えて第1電極221bを備える点において、第1実施形態の圧電部22と異なる。第1電極221bは、形状と、X軸方向における長さとは第1実施形態の第1電極221と異なる。

10

【0083】

第1電極221bは、第1領域Ar1における振動板24の+Z方向を覆い、また、X軸方向において第1領域Ar1と第2領域Ar2とに挟まれる部分における振動板24の+Z方向を覆っている。すなわち、第1電極221bは、振動板24の+Z方向に突出した凸状の部位の外形を覆っている。第1電極221bは、第1実施形態の第1電極221に比べて、X軸方向の長さ（幅）が大きい。第1電極221bの-X方向の端部は、第1領域Ar1の-X方向に位置する第2領域Ar2の+X方向の端部と同じ位置に配置され、第1電極221bの+X方向の端部は、第1領域Ar1の+X方向に位置する第2領域Ar2の-X方向の端部と同じ位置に配置されている。したがって、第1電極221bは、第1領域Ar1と第2領域Ar2との境界近傍を覆っている。このため、かかる境界近傍において、第1電極221bが振動板24を保護することができるので、圧電体220が変形する際に振動板24にクラックが発生することを抑制できる。

20

【0084】

第3実施形態の圧電アクチュエーター20bは、図7に示す工程P120において、第1電極221bの形状と同じ形状のマスクパターンを準備して、パターニングを行うことにより形成できる。

【0085】

D. 第4実施形態：

30

図12は、第4実施形態における液体吐出ヘッドが備える圧電アクチュエーター20cの詳細構成を模式的に示す断面図である。第4実施形態の圧電アクチュエーター20cは、振動板24に代えて振動板24cを備える点において、第1実施形態の圧電アクチュエーター20と異なる。振動板24cは、弾性体層241に代えて弾性体層241cを備える点と、密着層243を追加して備える点とにおいて、第1実施形態の振動板24と異なる。

【0086】

第1実施形態において弾性体層241の+Z方向の面は、+Z方向に突出する凸状に形成されていた。これに対して、第4実施形態の弾性体層241cは、-Z方向の面と同様に、X軸方向と平行である。したがって、弾性体層241cの厚さは、X軸方向において一定である。すなわち、第1領域Ar1における弾性体層241cの厚さd11cは、第2領域Ar2における弾性体層241cの厚さd21と等しい。

40

【0087】

密着層243は、弾性体層241cと絶縁層242との間に設けられている。具体的には、密着層243は、弾性体層241cの+Z方向の面に配置され、絶縁層242は、密着層243の+Z方向の面に配置されている。密着層243は、例えば、酸化チタン（ TiO_2 ）や、酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）により形成されている。密着層243は、図4に示す第1実施形態の弾性体層241と同様に、第1領域Ar1における+Z方向の面が、第2領域Ar2における+Z方向の面よりも+Z方向に若干突出した凸形状となるように形成されている。したがって、第2領域Ar2における密着層243の厚さd23は

50

、第1領域Ar1における密着層243の厚さd13より小さい。

【0088】

したがって、第4実施形態においても、第2領域Ar2における振動板24cの厚さd2cは、第1領域Ar1における振動板24cの厚さd1cよりも小さい。

【0089】

第4実施形態の圧電アクチュエーター20cは、図6に示す工程P105において、圧力室基板34の表面に弾性体層241cを形成する際に弾性体層241のパターニングを省略し、形成された弾性体層241cの+Z方向の表面に熱酸化や、CVD法により密着層243を形成する。そして、形成された密着層243をパターニングする。密着層243のパターニングでは、第1実施形態の弾性体層241のパターニングに用いるマスクパターンと同じマスクパターンを用いてもよい。次に、密着層243上に絶縁層242を形成する。このようにして、密着層243を備える振動板24cが形成される。

【0090】

以上説明した第4実施形態の液体吐出ヘッドによれば、第2領域Ar2における絶縁層242の厚さはd22、第1領域Ar1における絶縁層242の厚さd12と等しく、第2領域Ar2における弾性体層241cの厚さd21は、第1領域Ar1における弾性体層241cの厚さd11cと等しく、第2領域Ar2における密着層243の厚さd23は、第1領域Ar1における密着層243の厚さd13より小さいので、密着層243の厚さを第1領域Ar1と第2領域Ar2とで異ならせることにより、振動板24c全体の厚さを第1領域Ar1と第2領域Ar2とで異ならせることができる。

【0091】

E．第5実施形態：

図13は、第5実施形態における液体吐出ヘッドが備える圧電アクチュエーター20dの詳細構成を模式的に示す断面図である。第5実施形態の圧電アクチュエーター20dは、圧電部22に代えて圧電部22dを備える点において、第1実施形態の圧電アクチュエーター20と異なる。圧電部22dは、第1電極221に代えて第1電極221dを備える点と、第2電極222に代えて第2電極222dを備える点とにおいて、第1実施形態の圧電部22と異なる。

【0092】

第1実施形態では、第1電極221が個別電極であり、第2電極222が共通電極であった。これに対して、第5実施形態では、第1電極221dが共通電極であり、第2電極222dが個別電極である。第1電極221dは、共通配線により配線基板90と接続され、第2電極222dが個別配線によりそれぞれ配線基板90と接続されている。第1電極221dは、振動板24の絶縁層242の+Z方向の面に設けられ、X軸方向の全域に亘って絶縁層242の外形を覆っている。第2電極222dは、第1領域Ar1において圧電体220の+Z方向の面に設けられ、+Z方向から-Z方向に向かうにしたがってX軸方向の寸法が大きくなるテーパー形状に形成されている。

【0093】

第5実施形態の圧電アクチュエーター20dは、以下の手順により形成できる。具体的には、第1電極221dは、上述の工程P120において第1電極221dのパターニングを省略することにより形成できる。すなわち、上述の工程P110において第1電極221dを形成し、上述の工程P115において圧電体220の第1層L21を形成し、上述の工程P120において圧電体220のみをパターニングする。また、第2電極222dは、上述の工程P135と、上述の工程P140との実行順序を入れ替えることにより形成できる。すなわち、上述の工程P130において第2電極222dの第1層L31を形成し、上述の工程P140において第2電極222dの第2層L32を形成し、上述の工程P135において圧電体220と第2電極222dとをパターニングする。このようにして、第1電極221dが共通電極であり、第2電極222dが個別電極である圧電部22dが形成される。

【0094】

以上説明した第5実施形態の液体吐出ヘッドによれば、複数の圧力室341に対して個別に設けられる第2電極222dと、複数の圧力室341に対して共通に設けられる第1電極221dとを有しているので、第1電極221dと第2電極222dとを別々に駆動制御することにより、複数の圧力室341を別々に制御する構成と、複数の圧力室341を一括して制御する構成とを容易に実現できる。

【0095】

F. 他の実施形態：

(F1) 上記各実施形態において、第1領域Ar1は、圧力室341内のX軸方向における中央部の領域であり、第2領域Ar2は、圧力室341内のX軸方向における端部の領域であったが、本開示はこれに限定されない。具体的には、第1領域Ar1を、圧力室341におけるX軸方向の中央部よりも端部に寄った領域、例えば、圧電体220のテーパー状に形成された部分に対応する領域とし、第2領域Ar2を、かかる第1領域Ar1よりも区画壁345、346に近い位置を含む領域としてもよい。すなわち、一般には、第1領域Ar1を圧力室341内のX軸方向における任意の領域とし、第2領域Ar2を第1領域Ar1のX軸方向外側の領域とする構成であればよい。

10

【0096】

(F2) 上記各実施形態において、第1位置P1は、圧力室341におけるX軸方向の中央の位置であったが、中央の位置に限らず、圧力室341におけるX軸方向の任意の位置としてもよい。このとき、第2位置P2は、圧力室341において第1位置P1よりも区画壁345、346に近い位置であれば、他の任意の位置としてもよい。

20

【0097】

(F3) 上記各実施形態において、第2領域Ar2における圧電体220の厚さd5は、第1領域Ar1における圧電体220の厚さd4より大きくてもよい。

【0098】

(F4) 上記各実施形態において、第2領域Ar2における振動板24の厚さd2と圧電体220の厚さd5との合計は、第1領域Ar1における振動板24の厚さd1と圧電体220の厚さd4との合計より小さくなくてもよい。

【0099】

(F5) 上記各実施形態において、第2領域Ar2における振動板24の厚さd2と圧電体220の厚さd5との差分は、第1領域Ar1における振動板24の厚さと圧電体220の厚さd4との差分より小さくなくてもよい。

30

【0100】

(F6) 上記各実施形態において、第2領域Ar2における振動板24の厚さd2と圧電体220の厚さd5との合計は、第1領域Ar1における振動板24の厚さd1以下の値、または、圧電体220の厚さd4以下の値であってもよい。

【0101】

(F7) 上記各実施形態において、第2領域Ar2において、圧電体220の厚さd5は、振動板24の厚さd1よりも小さくなくてもよい。

【0102】

(F8) 上記各実施形態において、第2領域Ar2における振動板24の+Z方向の端部E1は、第1領域Ar1における振動板24の+Z方向の端部E3よりも-X方向に配置されていなくてもよい。

40

【0103】

(F9) 上記各実施形態において、第2領域Ar2における絶縁層242の厚さd22は、第1領域Ar1における絶縁層242の厚さd12と等しくなくてもよい。また、第2領域Ar2における弾性体層241の厚さd21は、第1領域Ar1における弾性体層241の厚さd11よりも小さくなくてもよい。

【0104】

(F10) 上記第4実施形態において、第2領域Ar2における絶縁層242の厚さd22は、第1領域Ar1における絶縁層242の厚さd12と等しくなくてもよい。また

50

、第2領域Ar2における弾性体層241の厚さd21は、第1領域Ar1における弾性体層241cの厚さd11cと等しくなくてもよい。また、第2領域Ar2における密着層243の厚さd23は、第1領域Ar1における密着層243の厚さd13より小さくなくてもよい。

【0105】

(F11) 上記各実施形態において、弾性体層241は、二酸化珪素により構成され、絶縁層242は、酸化ジルコニウムにより構成されていたが、弾性体層241および絶縁層242をいずれも二酸化珪素により構成してもよいし、弾性体層241および絶縁層242をいずれも酸化ジルコニウムにより構成してもよい。

【0106】

(F12) 上記第1実施形態において、第3位置P3に振動板24の厚さd3は、第1領域Ar1における振動板24の厚さd1よりも小さくなくてもよい。

【0107】

(F13) 上記各実施形態において、ノズルNから噴射される液体は、インク以外の他の液体であってもよい。例えば、

(1) 液晶ディスプレイ等の画像表示装置用のカラーフィルターの製造に用いられる色材

(2) 有機EL(Electro Luminescence)ディスプレイや、面発光ディスプレイ(Field Emission Display、FED)等の電極形成に用いられる電極材

(3) バイオチップ製造に用いられる生体有機物を含む液体

(4) 精密ピペットとしての試料

(5) 潤滑油

(6) 樹脂液

(7) 光通信素子等に用いられる微小半球レンズ(光学レンズ)などを形成するために紫外線硬化樹脂液等の透明樹脂液

(8) 基板などをエッチングするために酸性又はアルカリ性のエッチング液を噴射する液体

(9) 他の任意の微量の液滴

であってもよい。

【0108】

なお、「液滴」とは、液体吐出装置100から噴射される液体の状態をいい、粒状、液状、糸状に尾を引くものも含むものとする。また、ここでいう「液体」とは、液体吐出装置100が消費できるような材料であればよい。例えば、「液体」は、物質が液相であるときの状態の材料であれば良く、粘性の高い又は低い液状態の材料、及び、ゾル、ゲル水、その他の無機溶剤、有機溶剤、溶液、液状樹脂、液状金属(金属融液)のような液状態の材料も「液体」に含まれる。また、物質の一状態としての液体のみならず、顔料や金属粒子などの固形物からなる機能材料の粒子が溶媒に溶解、分散または混合されたものなども「液体」に含まれる。液体の代表的な例としてはインクや液晶等が挙げられる。ここで、インクとは一般的な水性インクおよび油性インク並びにジェルインク、ホットメルトインク等の各種の液体状組成物を包含するものとする。これらの構成においても、各実施形態と同様の効果を奏する。

【0109】

(F14) 上記各実施形態においては、振動板24の厚さおよび圧電体220の厚さを、第1領域Ar1と第2領域Ar2とでそれぞれ異ならせていたが、本開示はこれに限定されない。具体的には、第1領域Ar1の全域、あるいは、第2領域Ar2の全域において、上述の振動板24の厚さの大小関係、および圧電体220の厚さの大小関係を満たしていなくてもよい。少なくとも、第1位置P1における振動板24の厚さおよび圧電体220の厚さと、第2位置P2における振動板24の厚さおよび圧電体220の厚さとが、上述の振動板24の厚さの大小関係、および圧電体220の厚さの大小関係を満たしていれば、上記各実施形態と同様な効果を奏する。また、振動板24の厚さの大小関係と、圧電体220の厚さの大小関係とをいずれも満たしていなくてもよく、少なくとも、第1位置P1における振動板24の厚さと、第2位置P2における振動板24の厚さとが、上述

10

20

30

40

50

の振動板 24 の厚さの大小関係を満たしていればよい。

【0110】

本開示は、上述の実施形態に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の構成で実現することができる。例えば、発明の概要の欄に記載した各形態中の技術的特徴に対応する実施形態中の技術的特徴は、上述の課題の一部又は全部を解決するために、あるいは、上述の効果の一部又は全部を達成するために、適宜、差し替えや、組み合わせを行うことが可能である。また、その技術的特徴が本明細書中に必須なものとして説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。

【0111】

G. 他の形態：

(1) 本開示の一実施形態によれば、液体吐出ヘッドが提供される。この液体吐出ヘッドは、圧電体と、前記圧電体に対して第1方向の一方側に設けられた振動板と、前記振動板に対して前記一方側に設けられた圧力室基板であって、液体に圧力を付与する圧力室を区画する複数の区画壁を備える圧力室基板と、が前記第1方向に並んで設けられた液体吐出ヘッドであって、前記圧力室内の前記第1方向と交差する第2方向における2つの位置のうち、前記第2方向において最も近い位置に位置する前記区画壁までの前記第2方向の距離が長い1つの位置を第1位置とし、該距離が短い1つの位置を第2位置としたとき、前記第1位置および前記第2位置には、いずれも、前記圧電体と前記振動板との両方が設けられ、前記第2位置における前記振動板の厚さは、前記第1位置における前記振動板の厚さよりも小さい。

【0112】

この形態の液体吐出ヘッドによれば、圧力室内の第1方向と交差する第2方向における2つの位置のうち、第2方向において最も近い位置に位置する区画壁までの第2方向の距離が長い1つの位置を第1位置とし、該距離が短い1つの位置を第2位置としたとき、第1位置および第2位置には、いずれも圧電体と振動板との両方が設けられているので、第1位置に圧電体および振動板の両方が設けられ、第2位置には圧電体のみが設けられている構成に比べて、圧電体が変形する際に、第1位置と第2位置との境界近傍において振動板に応力が集中して、振動板にクラックが発生することを抑制できる。また、この形態の液体吐出ヘッドによれば、第2位置における振動板の厚さは、第1位置における振動板の厚さよりも小さいので、第1位置における中立軸を圧電体よりも振動板側に寄った位置に、また、第2位置における中立軸を振動板よりも圧電体側に寄った位置に、それぞれ配置できる。したがって、振動板の中立面、すなわち、圧電体により振動板に曲げモーメントが加えられた際に振動板が負荷を受けない部分が、第1位置においては圧電体側の場所に位置し、第2位置においては、振動板側の場所に位置することになる。このため、第1位置と第2位置とで、圧電体が変形する際に応力の影響を受けない部分を異なる位置に配置することができるので、振動板全体として剛性を高めることができる。

【0113】

(2) 上記形態の液体吐出ヘッドにおいて、前記第2位置における前記振動板の厚さと前記圧電体の厚さとの合計は、前記第1位置における前記振動板の厚さと前記圧電体の厚さとの合計よりも小さくてもよい。

この形態の液体吐出ヘッドによれば、第2位置における振動板の厚さと圧電体の厚さとの合計は、第1位置における振動板の厚さと圧電体の厚さとの合計よりも小さいので、振動板と圧電体との全体の厚さに着目した場合であっても、振動板の厚さのみに着目した場合や、圧電体の厚さのみに着目した場合と同様に、第1位置における厚さを第2位置における厚さよりも大きくすることができる。

【0114】

(3) 上記形態の液体吐出ヘッドにおいて、前記第2位置における前記圧電体の厚さは、前記第1位置における前記圧電体の厚さよりも小さくてもよい。

この形態の液体吐出ヘッドによれば、第2位置における圧電体の厚さは、第1位置における圧電体の厚さよりも小さいので、第1位置および第2位置に同じ厚さの圧電体を備え

10

20

30

40

50

る構成に比べて、圧電体の変形効率の低下を抑制できる。

【 0 1 1 5 】

(4) 上記形態の液体吐出ヘッドにおいて、前記第 2 位置における前記振動板の厚さと前記圧電体の厚さとの差分は、前記第 1 位置における前記振動板の厚さと前記圧電体の厚さとの差分よりも小さくてもよい。

この形態の液体吐出ヘッドによれば、第 2 位置における振動板の厚さと圧電体の厚さとの差分は、第 1 位置における振動板の厚さと圧電体の厚さとの差分よりも小さいので、第 2 位置における中立軸を振動板よりも圧電体側に寄った位置に配置できる。

【 0 1 1 6 】

(5) 上記形態の液体吐出ヘッドにおいて、前記第 2 位置における前記振動板の厚さと前記圧電体の厚さとの合計は、前記第 1 位置における前記振動板の厚さよりも大きく、且つ、前記第 1 位置における前記圧電体の厚さよりも大きくてもよい。

10

この形態の液体吐出ヘッドによれば、第 2 位置における振動板の厚さと圧電体の厚さとの合計は、第 1 位置における振動板の厚さよりも大きく、且つ、第 1 位置における圧電体の厚さよりも大きいので、第 2 位置における振動板および圧電体の全体の厚さを、第 1 位置における振動板の厚さと、第 1 位置における圧電体の厚さと、のそれぞれの厚さよりも大きくすることができる。

【 0 1 1 7 】

(6) 上記形態の液体吐出ヘッドにおいて、前記第 2 位置において、前記圧電体の厚さは、前記振動板の厚さよりも大きくてもよい。

20

【 0 1 1 8 】

(7) 上記形態の液体吐出ヘッドにおいて、前記第 1 位置において、前記圧電体の厚さは、前記振動板の厚さよりも小さくてもよい。

【 0 1 1 9 】

(8) 上記形態の液体吐出ヘッドにおいて、前記第 2 位置における前記振動板の前記一方側の端部は、前記第 1 位置における前記振動板の前記一方側の端部と同じ位置に配置され、

前記第 2 位置における前記振動板の他方側の端部は、前記第 1 位置における前記振動板の前記他方側の端部よりも前記一方側に配置されていてよい。

この形態の液体吐出ヘッドによれば、第 2 位置における振動板の一方側の端部は、第 1 位置における振動板の一方側の端部と同じ位置に配置され、第 2 位置における振動板の他方側の端部は、第 1 位置における振動板の他方側の端部よりも一方側に配置されているので、振動板の他方側において振動板の厚みを形成できる。このため、振動板と圧力室基板との物理的な密着度の低下を抑制できる。

30

【 0 1 2 0 】

(9) 上記形態の液体吐出ヘッドにおいて、前記振動板は、弾性体層と、前記弾性体層に対して前記第 1 方向の他方側に設けられた絶縁層とを有し、前記第 2 位置における前記絶縁層の厚さは、前記第 1 位置における前記絶縁層の厚さと等しく、前記第 2 位置における前記弾性体層の厚さは、前記第 1 位置における前記弾性体層の厚さよりも小さくてもよい。

40

この形態の液体吐出ヘッドによれば、第 2 位置における絶縁層の厚さは、第 1 位置における絶縁層の厚さと等しく、第 2 位置における弾性体層の厚さは、第 1 位置における弾性体層の厚さよりも小さいので、弾性体層の厚さを第 1 位置と第 2 位置とで異ならせることにより、振動板全体の厚さを第 1 位置と第 2 位置とで異ならせることができる。

【 0 1 2 1 】

(1 0) 上記形態の液体吐出ヘッドにおいて、前記振動板は、弾性体層と、前記弾性体層に対して前記第 1 方向の他方側に設けられた密着層と、前記密着層に対して前記他方側に設けられた絶縁層とを有し、前記第 2 位置における前記絶縁層の厚さは、前記第 1 位置における前記絶縁層の厚さと等しく、前記第 2 位置における前記弾性体層の厚さは、前記第 1 位置における前記弾性体層の厚さと等しく、前記第 2 位置における前記密着層の厚さは

50

は、前記第 1 位置における前記密着層の厚さよりも小さくてもよい。

この形態の液体吐出ヘッドによれば、第 2 位置における絶縁層の厚さは、第 1 位置における絶縁層の厚さと等しく、第 2 位置における弾性体層の厚さは、第 1 位置における弾性体層の厚さと等しく、第 2 位置における密着層の厚さは、第 1 位置における密着層の厚さよりも小さいので、密着層の厚さを第 1 位置と第 2 位置とで異ならせることにより、振動板全体の厚さを第 1 位置と第 2 位置とで異ならせることができる。

【 0 1 2 2 】

(1 1) 上記形態の液体吐出ヘッドにおいて、前記弾性体層は、二酸化珪素により構成され、前記絶縁層は、酸化ジルコニウムにより構成されていてもよい。

この形態の液体吐出ヘッドによれば、絶縁層が酸化ジルコニウムにより構成されているので、振動板の機械的強度を向上できる。

10

【 0 1 2 3 】

(1 2) 上記形態の液体吐出ヘッドにおいて、前記圧電体に対して前記一方側に設けられ、複数の前記圧力室に対して個別に設けられる個別電極と、前記圧電体に対して前記第 1 方向の他方側に設けられ、複数の前記圧力室に対して共通に設けられる共通電極と、をさらに有していてもよい。

この形態の液体吐出ヘッドによれば、複数の圧力室に対して個別に設けられる個別電極と、複数の圧力室に対して共通に設けられる共通電極とを有しているので、個別電極と共通電極とを別々に駆動制御することにより、複数の圧力室を別々に制御する構成と、複数の圧力室を一括して制御する構成とを容易に実現できる。

20

【 0 1 2 4 】

(1 3) 上記形態の液体吐出ヘッドにおいて、前記圧電体に対して前記一方側に設けられ、複数の前記圧力室に対して共通に設けられる共通電極と、前記圧電体に対して前記第 1 方向の他方側に設けられ、複数の前記圧力室に対して個別に設けられる個別電極と、をさらに有していてもよい。

この形態の液体吐出ヘッドによれば、複数の圧力室に対して個別に設けられる個別電極と、複数の圧力室に対して共通に設けられる共通電極とを有しているので、個別電極と共通電極とを別々に駆動制御することにより、複数の圧力室を別々に制御する構成と、複数の圧力室を一括して制御する構成とを容易に実現できる。

【 0 1 2 5 】

30

(1 4) 上記形態の液体吐出ヘッドにおいて、前記液体の吐出量に応じて異なる駆動電圧を前記個別電極に印加し、かつ、前記液体の吐出量によらず一定の保持電圧を前記共通電極に印加することにより、前記圧電体を駆動する駆動制御部を、さらに有していてもよい。

この形態の液体吐出ヘッドによれば、液体の吐出量に応じて異なる駆動電圧を第 1 電極に印加し、かつ、液体の吐出量によらず一定の保持電圧を第 2 電極に印加することにより、圧電体を駆動するので、第 1 電極と第 2 電極との間に電位差を発生させることができる。したがって、かかる電位差により圧電体を変形させることができるので、圧力室に収容されている液体に圧力を付与できる。

【 0 1 2 6 】

40

(1 5) 上記形態の液体吐出ヘッドにおいて、前記第 2 方向において前記区画壁と重なる位置を第 3 位置としたとき、前記第 3 位置には、前記圧電体と前記振動板との両方が設けられ、前記第 3 位置における前記振動板の厚さは、前記第 1 位置における前記振動板の厚さよりも小さくてもよい。

この形態の液体吐出ヘッドによれば、第 2 方向において区画壁と重なる位置を第 3 位置としたとき、第 3 位置には、圧電体と振動板との両方が設けられ、第 3 位置における振動板の厚さは、第 1 位置における振動板の厚さよりも小さいので、第 3 位置における中立軸の位置を、第 1 位置における中立軸の位置よりも振動板側の位置に配置できる。

【 0 1 2 7 】

(1 6) 上記形態の液体吐出ヘッドにおいて、前記第 1 位置は、前記圧力室内の前記第

50

２方向における中央部であり、前記第２位置は、前記圧力室内の前記第２方向における端部であってもよい。

この形態の液体吐出ヘッドによれば、第１位置は、圧力室内の第２方向における中央部であり、第２位置は、圧力室内の第２方向における端部であるので、圧力室内の第２方向における中央部と端部とで、振動板の中立面の位置を異ならせることができる。このため、圧電体に変形する際に、中央部と端部との境界近傍に応力が集中した場合であっても、かかる境界近傍において振動板にクラックが発生することを抑制できる。

【０１２８】

（１７）本開示の他の形態によれば、液体吐出ヘッドが提供される。この液体吐出ヘッドは、圧電体と、前記圧電体に対して第１方向の一方側に設けられた振動板と、前記振動板に対して前記一方側に設けられた圧力室基板であって、液体に圧力を付与する圧力室を区画する複数の区画壁を備える圧力室基板と、が前記第１方向に並んで設けられた液体吐出ヘッドであって、前記圧力室内の前記第１方向と交差する第２方向における中央部を第１位置とし、前記第２方向において前記区画壁と重なる位置を第３位置としたとき、前記第１位置および前記第３位置には、いずれも、前記圧電体と前記振動板との両方が設けられ、前記第３位置における前記振動板の厚さは、前記第１位置における前記振動板の厚さよりも小さくてもよい。

10

この形態の液体吐出ヘッドによれば、圧力室内の第１方向と交差する第２方向における中央部を第１位置とし、第２方向において区画壁と重なる位置を第３位置としたとき、第１位置および第３位置には、いずれも、圧電体と振動板との両方が設けられているので、第３位置に圧電体のみが設けられている構成に比べて、圧電体に変形する際に第１位置と第３位置との境界近傍に応力が集中した場合に、振動板にのみ応力が集中することによってクラックが発生することを抑制できる。また、第３位置における振動板の厚さは、第１位置における振動板の厚さよりも小さいので、第１位置における中立軸を圧電体よりも振動板側に寄った位置に、第３位置における中立軸を振動板よりも圧電体側に寄った位置に、それぞれ配置できる。したがって、振動板の中立面、すなわち、圧電体により振動板に曲げモーメントが加えられた際に振動板が負荷を受けない部分が、第１位置においては圧電体側の場所に位置し、第３位置においては、振動板側の場所に位置することになる。このため、第１位置と第３位置とで、圧電体に変形する際に応力の影響を受けない部分を異なる位置に配置することができるので、振動板全体として剛性を高めることができる。

20

30

【０１２９】

（１８）本開示の他の形態によれば、液体吐出ヘッドの製造方法が提供される。この製造方法は、液体に圧力を付与する圧力室を区画する複数の区画壁が形成される圧力室基板に対して第１方向の一方側の面に弾性体層を形成し、形成された前記弾性体層をエッチングすることにより、前記第１方向と交差する第２方向の中央部が前記圧力室基板に対して凸となるように段差を形成し、前記段差が形成された前記弾性体層に対して前記第１方向の一方側に圧電体を形成する。

この形態の製造方法によれば、圧力室基板に対して第１方向の一方側の面に弾性体層を形成し、形成された弾性体層をエッチングすることにより、第１方向と交差する第２方向の中央部が圧力室基板に対して凸となるように段差を形成し、段差が形成された弾性体層に対して第１方向の一方側に圧電体を形成するので、圧電体における第２方向の中央部が圧力室基板に対して凸となるように圧電体を形成できる。

40

【０１３０】

（１９）上記形態の製造方法において、前記第２方向の中央部における前記弾性体層の厚さが前記第２方向の端部における前記弾性体層の厚さよりも大きくなるように、前記段差を形成してもよい。

この形態の製造方法によれば、第２方向の中央部における弾性体層の厚さが第２方向の端部における弾性体層の厚さよりも大きくなるように段差が形成されるので、第２方向の中央部の厚さが第２方向の端部の厚さに比べて大きな振動板を容易に形成できる。

【０１３１】

50

本開示は、上述した液体吐出ヘッドとしての形態に限らず、圧電アクチュエーター、液体吐出ヘッドを備える液体吐出装置、液体吐出ヘッドの製造方法などの種々の形態として実現可能である。

【符号の説明】

【0132】

20, 20a, 20b, 20c, 20d...圧電アクチュエーター、22, 22b, 22d...圧電部、24, 24a, 24c...振動板、26...液体吐出ヘッド、32...流路基板、34...圧力室基板、42...筐体部、44...封止体、46...ノズル板、48...吸振体、50...インクタンク、52...チューブ、60...搬送機構、62...搬送ローラー、64...搬送ロッド、66...搬送用モーター、70...移動機構、72...キャリッジ、74...搬送ベルト、76...移動用モーター、77...プーリー、80...制御ユニット、90...配線基板、100...液体吐出装置、220...圧電体、221, 221b, 221d...第1電極、222, 222d...第2電極、241, 241a, 241c...弾性体層、242...絶縁層、243...密着層、322...開口部、324...供給流路、326...連通流路、328...中継流路、341...圧力室、342...圧力室形成部、345, 346...区画壁、422...収容部、424...導入口、Ar1...第1領域、Ar2...第2領域、E1, E2, E3, E4, E5...端部、L21...第1層、L2n...第2層以降の層、L31...第1層、L32...第2層、N...ノズル、P...印刷用紙、P1...第1位置、P2...第2位置、P3...第3位置、Pr...レジスト、R1...液体貯留室

10

20

30

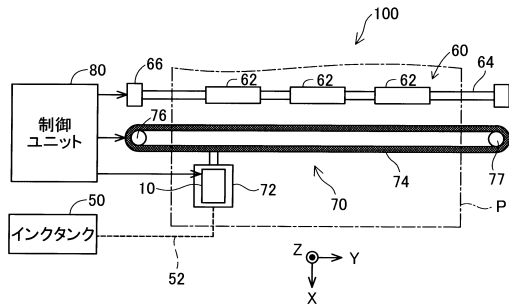
40

50

【図面】

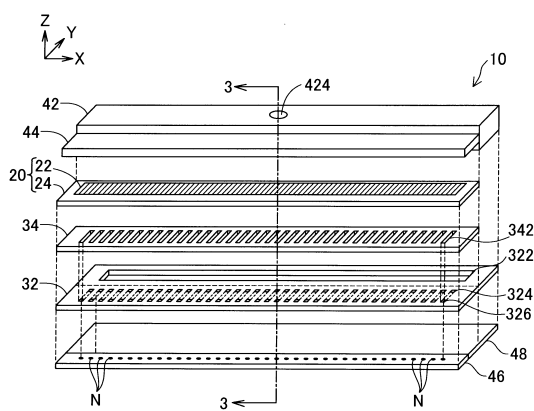
【図 1】

Fig.1



【図 2】

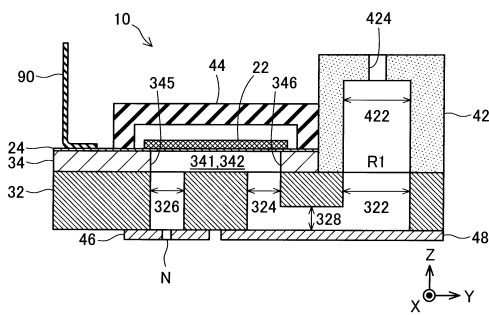
Fig.2



10

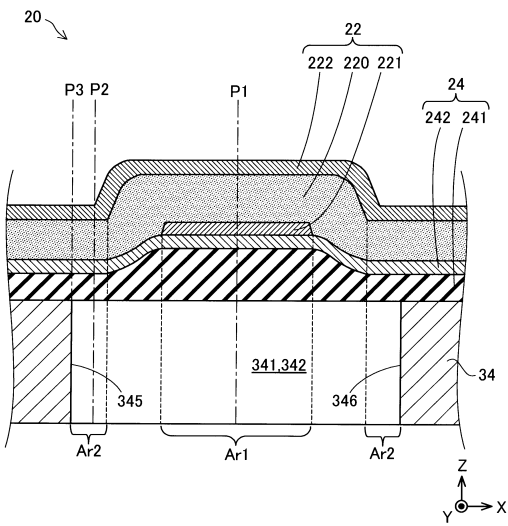
【図 3】

Fig.3



【図 4】

Fig.4



20

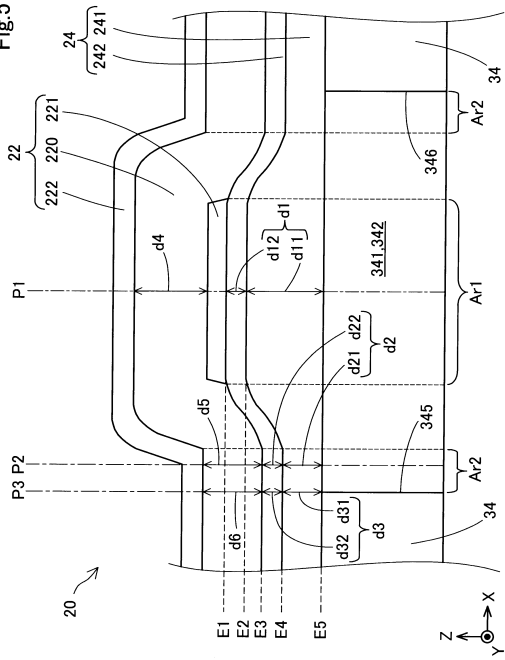
30

40

50

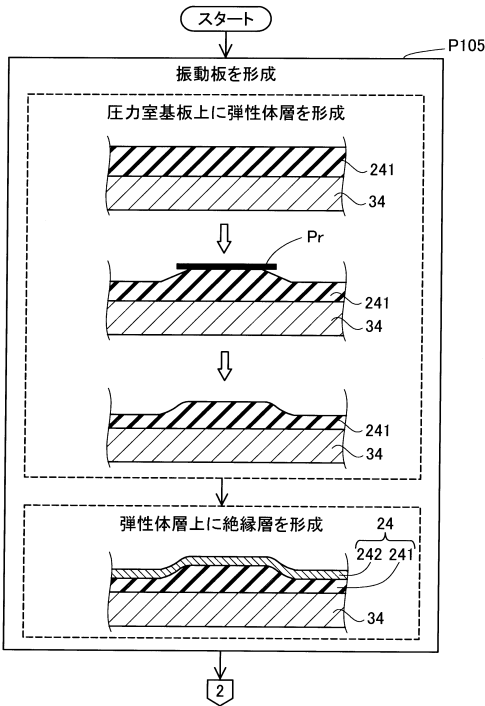
【図 5】

Fig.5



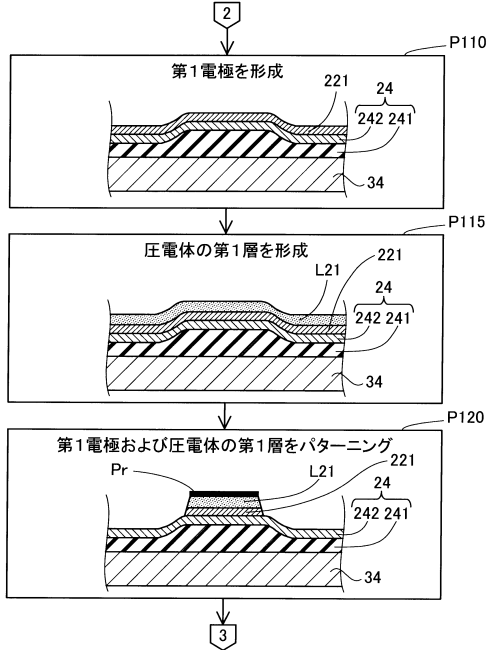
【図 6】

Fig.6



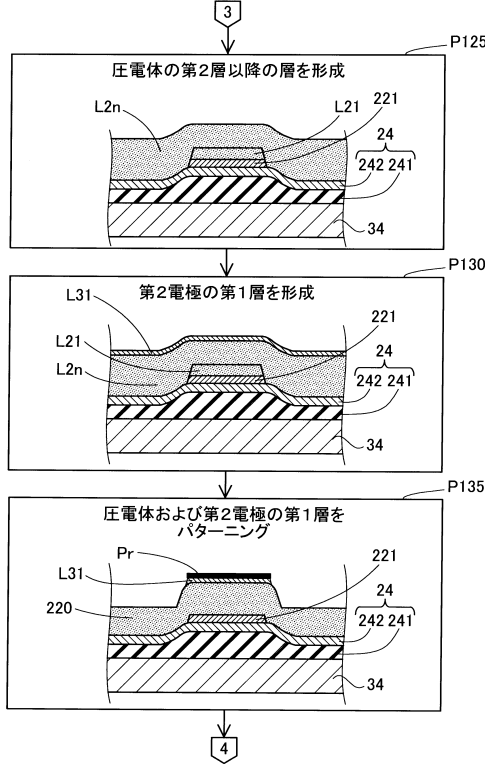
【図 7】

Fig.7



【図 8】

Fig.8



10

20

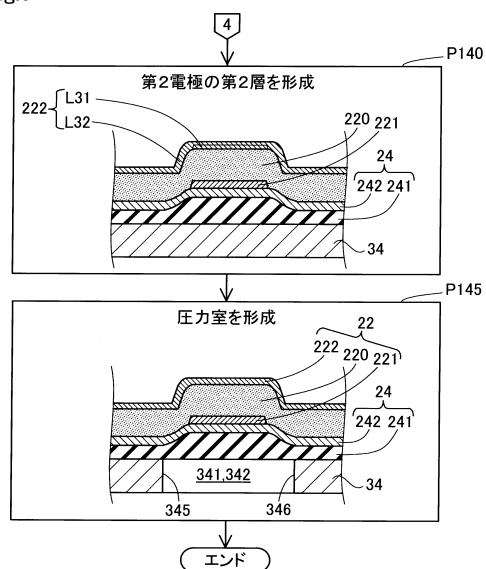
30

40

50

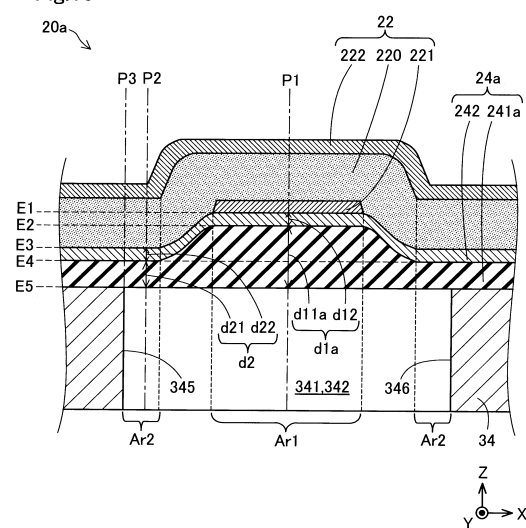
【 図 9 】

Fig.9



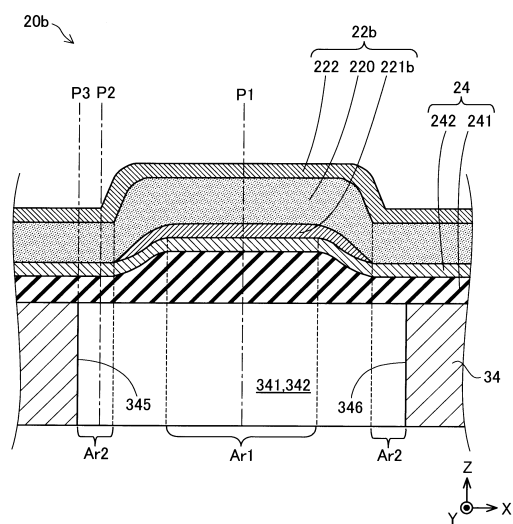
【 図 1 0 】

Fig.10



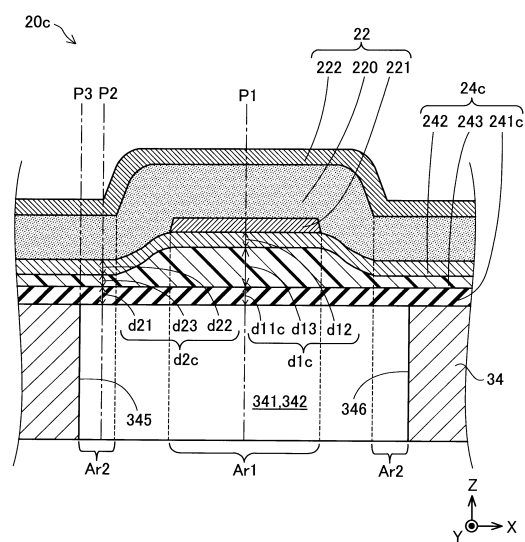
【 圖 1 1 】

Fig.11



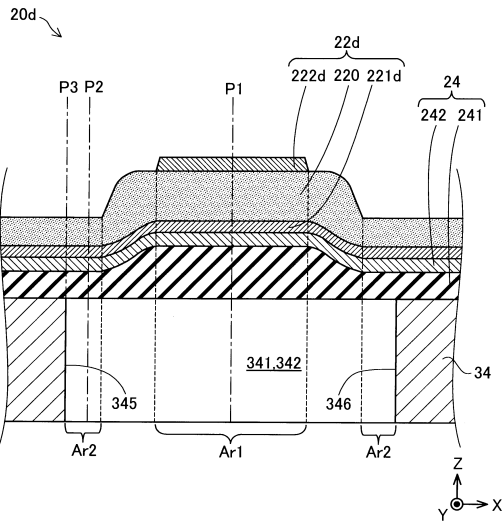
【圖 1 2】

Fig.12



【 図 1 3 】

Fig.13



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 0 9 6 0 3 4 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 0 8 3 2 6 2 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 2 3 1 5 3 0 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 3 2 6 5 0 3 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 9 6 4 1 7 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 5 3 9 7 4 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 0 9 4 6 8 8 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 0 1 6 6 0 6 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 4 1 J 2 / 0 1 - 2 / 2 1 5