

(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2011-44582

(P2011-44582A)

(43) 公開日 平成23年3月3日(2011.3.3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 41/09 (2006.01)	H O 1 L 41/08 J	2 C 0 5 7
H O 1 L 41/187 (2006.01)	H O 1 L 41/18 1 O 1 B	
H O 1 L 41/18 (2006.01)	H O 1 L 41/18 1 O 1 D	
H O 1 L 41/22 (2006.01)	H O 1 L 41/18 1 O 1 Z	
B 4 1 J 2/045 (2006.01)	H O 1 L 41/22 Z	
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 19 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2009-191723 (P2009-191723)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成21年8月21日 (2009.8.21)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
		(74) 代理人	100095728
			弁理士 上柳 雅誉
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修
		(74) 代理人	100127661
			弁理士 宮坂 一彦
		(72) 発明者	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
		Fターム(参考)	2C057 AF65 AG42 AG44 BA04 BA14

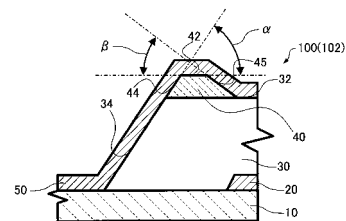
(54) 【発明の名称】 圧電素子、圧電アクチュエーター、液体噴射ヘッドおよび液体噴射装置、並びに圧電素子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 信頼性の高い圧電素子を提供すること。

【解決手段】 本発明にかかる圧電素子100は、基板10と、基板10の上方に設けられた第1導電層20と、第1導電層20の上方および側方を覆う圧電体層30と、圧電体層30の上面32に設けられ、上面32の端に沿って設けられた緩和層40と、少なくとも緩和層40、および圧電体層30を覆う第2導電層50と、を含む。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、
前記基板の上方に設けられた第 1 導電層と、
前記第 1 導電層の上方および側方を覆う圧電体層と、
前記圧電体層の上方に設けられ、該圧電体層の上面の端に沿って設けられた緩和層と、
少なくとも前記緩和層、および前記圧電体層を覆う第 2 導電層と、
を含む、圧電素子。

【請求項 2】

請求項 1 において、
前記緩和層は、該緩和層の上面および前記圧電体層の側面を接続する第 1 側面と、前記
緩和層の上面および前記圧電体層の上面を接続する第 2 側面と、を有し、
前記第 2 側面の前記緩和層の上面に対する傾斜は、前記第 1 側面の前記緩和層上面に対
する傾斜よりも小さい、圧電素子。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 において、
さらに、前記圧電体層の上面を覆い、該圧電体層と前記第 2 導電層との間に設けられた
第 3 導電層を含み、
前記緩和層は、前記第 3 導電層の上方に設けられた、圧電素子。

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか一項において、
前記緩和層の材質は、酸化アルミニウム、酸化チタン、窒化ケイ素、および酸化ランタ
ンニッケルから選択される少なくとも一種を含む、圧電素子。

【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか一項において、
前記第 1 導電層、前記圧電体層、前記緩和層および前記第 2 導電層を含む積層構造を複
数有し、
前記第 1 導電層は、各前記積層構造における個別電極となっており、前記第 2 導電層は
、複数の前記積層構造における共通電極となっている、圧電素子。

【請求項 6】

基板の上方に第 1 導電層を形成する工程と、
前記基板および前記第 1 導電層の上方に圧電体層を成膜する工程と、
前記圧電体層の上方に緩和層を成膜する工程と、
前記緩和層、および前記圧電体層をパターニングする第 1 パターニング工程と、
パターニングされた前記緩和層をさらにパターニングする第 2 パターニング工程と、
前記圧電体層および前記緩和層を被覆するように第 2 導電層を形成する工程と、
を含み、
前記第 2 パターニング工程では、前記緩和層は、前記圧電体層の上面の端に沿うように
形成される、圧電素子の製造方法。

【請求項 7】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の圧電素子を含み、
前記基板は、可撓性を有し、前記圧電体層の動作によって変形する、圧電アクチュエー
ター。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の圧電アクチュエーターと、
ノズル孔と連通し、前記圧電アクチュエーターの動作によって容積が変化する圧力室と
、
を含む、液体噴射ヘッド。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の液体噴射ヘッドを含む、液体噴射装置。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電素子、圧電アクチュエーター、液体噴射ヘッドおよび液体噴射装置、並びに、圧電素子の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

圧電素子は、圧電体が2つの電極によって挟まれた構造を含んでいる。圧電素子は、このような構造を含むため、圧電体に電界を印加して伸縮等の変形を生じさせることができる。圧電体の材質の典型としては、チタン酸ジルコン酸鉛などが知られている。

10

【0003】

圧電素子は、液体噴射ヘッド等の圧電アクチュエーターにも利用されている。圧電素子の性能は、圧電体の劣化により悪化する場合がある。圧電材料がチタン酸ジルコン酸鉛などの酸化物である場合は、水分と圧電体とが接触すると、たとえば、2つの電極間に生じる漏れ電流の増加などを発生し、圧電素子の信頼性が低下することが知られている。

【0004】

圧電体が水分と接触することを抑制する方法としては、バリア膜によって、圧電体を覆うことが行われている。このような例としては、特開2005-119199号公報（特許文献1）には、圧電体を絶縁膜で覆った構造の液体噴射ヘッドが開示されている。また、たとえば、特開2005-088441号公報（特許文献2）には、圧電体を電極で覆い、該電極にバリア膜の機能を兼ねさせ、圧電体と水分との接触を抑制した液体噴射ヘッドの開示がある。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2005-119199号公報

【特許文献2】特開2005-088441号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

30

しかしながら、圧電体を絶縁膜等で覆う場合は、絶縁膜の剛性が大きいと、圧電素子の伸縮等の変形が押さえ込まれて、圧電素子の動作性能が犠牲になることがあった。

【0007】

また、圧電体を電極で覆う場合は、電極を形成する際に、該電極の内部に成膜時の応力が残留することがあった。電極に応力が残留すると、該残留応力の集中する領域において、電極に亀裂等が生じ、水分のバリア性能が不十分となる場合があった。

【0008】

発明者は、電極層に生じる残留応力は、電極の屈曲した部位に集中しやすいという知見に基づき本発明を完成した。

【0009】

40

本発明のいくつかの態様にかかる目的の一つは、信頼性の高い圧電素子を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の態様または適用例として実現することができる。

【0011】

〔適用例1〕

本発明にかかる圧電素子の一態様は、
基板と、

50

前記基板の上方に設けられた第 1 導電層と、
前記第 1 導電層の上方および側方を覆う圧電体層と、
前記圧電体層の上方に設けられ、該圧電体層の上面の端に沿って設けられた緩和層と、
少なくとも前記緩和層、および前記圧電体層を覆う第 2 導電層と、
を含む。

【0012】

このような圧電素子は、圧電体層の圧電材料が第 2 導電層によって被覆され、かつ、該第 2 導電層の応力集中部位が圧電材料を被覆する領域から離間している。これにより、上記適用例の圧電素子は、たとえば大気などの雰囲気中の水分と、圧電材料との接触が抑制され、圧電材料が劣化しにくく信頼性が高くなっている。

10

【0013】

なお、本発明にかかる記載では、「上方」という文言を、たとえば、「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。本発明にかかる記載では、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。

【0014】

〔適用例 2〕

適用例 1 において、

前記緩和層は、該緩和層の上面および前記圧電体層の側面を接続する第 1 側面と、前記緩和層の上面および前記圧電体層の上面を接続する第 2 側面と、を有し、

20

前記第 2 側面の前記緩和層の上面に対する傾斜は、前記第 1 側面の前記緩和層上面に対する傾斜よりも小さい、圧電素子。

【0015】

このような圧電素子は、緩和層の第 2 側面と圧電体層の上面とが接続する部位において、第 2 導電層に残留応力が発生しにくいため、信頼性を高めることができる。

【0016】

〔適用例 3〕

適用例 1 または適用例 2 において、

さらに、前記圧電体層の上面を覆い、該圧電体層と前記第 2 導電層との間に設けられた第 3 導電層を含み、

30

前記緩和層は、前記第 3 導電層の上方に設けられた、圧電素子。

【0017】

このような圧電素子は、緩和層を形成する際に、第 3 導電層がエッチングストップとなるとともに、圧電体層の上方を保護することができるため、圧電体層がより水分等と接触しにくく、信頼性をより高めることができる。

【0018】

〔適用例 4〕

適用例 1 ないし適用例 3 のいずれか一例において、

前記緩和層の材質は、酸化アルミニウム、酸化チタン、窒化ケイ素、および酸化ランタンニッケルから選択される少なくとも一種を含む、圧電素子。

40

【0019】

このような圧電素子は、水分を透過しにくい緩和層を備えるため、圧電材料がさらに劣化しにくく、信頼性をさらに向上させることができる。

【0020】

〔適用例 5〕

適用例 1 ないし適用例 4 のいずれか一例において、

前記第 1 導電層、前記圧電体層、前記緩和層および前記第 2 導電層を含む積層構造を複数有し、

前記第 1 導電層は、各前記積層構造における個別電極となっており、前記第 2 導電層は

50

、複数の前記積層構造における共通電極となっている、圧電素子。

【0021】

このような圧電素子は、第2導電層が共通電極となるため、上述した圧電素子と同様に高い信頼性を有するとともに、小型でかつ製造が容易である。

【0022】

〔適用例6〕

本発明にかかる圧電素子の製造方法の一態様は、
基板の上方に第1導電層を形成する工程と、
前記基板および前記第1導電層の上方に圧電体層を成膜する工程と、
前記圧電体層の上方に緩和層を成膜する工程と、
前記緩和層および前記圧電体層をパターニングする第1パターニング工程と、
パターニングされた前記緩和層をさらにパターニングする第2パターニング工程と、
前記圧電体層および前記緩和層を被覆するように第2導電層を形成する工程と、
を含み、

前記第2パターニング工程では、前記緩和層は、前記圧電体層の上面の端に沿うように形成される。

【0023】

このような圧電素子の製造方法によれば、第2導電層における応力の集中を生じさせないように圧電素子を製造することができ、高い信頼性を有する圧電素子を容易に製造することができる。

【0024】

〔適用例7〕

本発明にかかる圧電アクチュエーターの一態様は、
適用例1ないし適用例5のいずれか一例に記載の圧電素子を含み、
前記基板は、可撓性を有し、前記圧電体層の動作によって変形する。

【0025】

このような圧電アクチュエーターは、前記圧電素子を含むため、高い信頼性を有することができる。

【0026】

〔適用例8〕

本発明にかかる液体噴射ヘッドの一態様は、
適用例7に記載の圧電アクチュエーターと、
ノズル孔と連通し、前記圧電アクチュエーターの動作によって容積が変化する圧力室と、
を含む。

【0027】

このような液体噴射ヘッドは、前記圧電アクチュエーターを含むため、高い信頼性を有することができる。

【0028】

〔適用例9〕

本発明にかかる液体噴射装置の一態様は、
適用例8に記載の液体噴射ヘッドを含む。

【0029】

このような液体噴射装置は、前記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】

【0030】

【図1】実施形態にかかる圧電素子100の断面の模式図。

【図2】実施形態にかかる圧電素子100の要部の断面の模式図。

【図3】変形例1にかかる圧電素子120の要部の断面の模式図。

【図４】変形例２にかかる圧電素子１４０の要部の断面の模式図。

【図５】変形例３にかかる圧電素子１４０の要部の断面の模式図。

【図６】実施形態にかかる圧電素子３００の断面の模式図。

【図７】変形例４にかかる圧電素子４００の断面の模式図。

【図８】変形例５にかかる圧電素子５００の断面の模式図。

【図９】実施形態にかかる圧電素子の製造工程の模式図。

【図１０】実施形態にかかる圧電素子の製造工程の模式図。

【図１１】実施形態にかかる圧電素子の製造工程の模式図。

【図１２】実施形態にかかる圧電素子の製造工程の模式図。

【図１３】実施形態にかかる液体噴射ヘッド６００の断面の模式図。

10

【図１４】実施形態にかかる液体噴射ヘッド６００を模式的に示す分解斜視図。

【図１５】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。

【発明を実施するための形態】

【００３１】

以下に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。なお以下の実施形態は、本発明の一例を説明するものである。また、本発明は、下記の実施形態に限定されるものではなく、要旨を変更しない範囲において実施される各種の変形例も含む。

【００３２】

１．圧電素子

図１は、本実施形態にかかる圧電素子１００の断面の模式図である。図２は、圧電素子１００の要部の断面の模式図である。

20

【００３３】

本実施形態にかかる圧電素子１００は、基板１０と、第１導電層２０と、圧電体層３０と、緩和層４０と、第２導電層５０と、を含む。

【００３４】

基板１０は、たとえば、導電体、半導体、絶縁体で形成された平板とすることができる。基板１０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。また、基板１０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、たとえば、内部に空間等が形成された構造であってもよい。たとえば、後述する液体噴射ヘッドのように、基板１０の下方に圧力室等が形成されているような場合においては、基板１０より下方に形成される複数の構成をまとめて一つの基板１０とみなしてもよい。

30

【００３５】

基板１０は、たとえば、可撓性を有し、圧電体層３０の動作によって変形（屈曲）することのできる振動板であってもよい。この場合、圧電素子１００は、振動板と、第１導電層２０と、圧電体層３０と、緩和層４０と、第２導電層５０と、を含む圧電アクチュエーター１０２となる。ここで、基板１０が可撓性を有するとは、基板１０がたわむことができることを指す。基板１０を振動板とした場合、基板１０のたわみは、たとえば、圧電アクチュエーター１０２を液体噴射ヘッドに使用する場合、吐出させる液体の体積と同程度に圧力室の容積を変化させうる程度である。

【００３６】

40

基板１０が振動板である場合は、基板１０の材質としては、たとえば、酸化ジルコニウム（ ZrO_2 ）、窒化シリコン、酸化シリコンなどの無機酸化物、ステンレス鋼などの合金を例示することができる。これらのうち、基板１０（振動板）の材質としては、化学的安定性および剛性の点で、酸化ジルコニウムが特に好適である。この場合においても基板１０は、例示した物質の２種以上の積層構造であってもよい。

【００３７】

本実施形態では、以下、基板１０が振動板であって、酸化ジルコニウムによって形成されている場合を例示する。したがって、圧電素子１００は、可撓性を有し、圧電体層３０の動作によって変形（屈曲）することのできる振動板を備えた圧電アクチュエーター１０２と実質的に同一である。したがって以下の説明においては、圧電素子１００および圧電

50

アクチュエーター 102 は、相互に読み替えることができる。

【0038】

基板 10（振動板）の厚みは、用いる材質の弾性率等にしがって最適に選ばれることができる。基板 10 の厚みは、たとえば、200 nm 以上 2000 nm 以下とすることができる。基板 10 の厚みが 200 nm よりも薄いと、振動等の機械的出力を取り出しにくくなる場合があり、2000 nm よりも厚いと、振動等が生じなくなる場合がある。

【0039】

第 1 導電層 20 は、基板 10 の上方に形成される。第 1 導電層 20 の材質としては、たとえば、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（たとえば酸化イリジウムなど）、ストロンチウムとルテニウムの複合酸化物（ SrRuO_x : SRO ）、ランタンとニッケルの複合酸化物（ LaNiO_x : LNO ）などを例示することができる。第 1 導電層 20 は、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。また、第 1 導電層 20 と基板 10 との間には、たとえば、密着層等が形成されていてもよい。この場合の密着層としては、たとえばチタン層などが挙げられる。第 1 導電層 20 の厚みは、たとえば、50 nm 以上 300 nm 以下とすることができる。第 1 導電層 20 の機能の一つとしては、圧電体層 30 に電圧を印加するための一方の電極（圧電体層 30 の下部に形成された下部電極）となることが挙げられる。

【0040】

圧電体層 30 は、第 1 導電層 20 の上方および側方を覆って形成される。図示の例では、圧電体層 30 は、第 1 導電層 20 の上面および側面と、基板 10 の上面 12 と、を覆って形成されている。圧電体層 30 と第 1 導電層 20 との間には、他の層が形成されてもよい。この場合の他の層としては、たとえば圧電体層 30 の結晶の配向を制御するための配向制御層（たとえばチタン層）などが挙げられる。圧電体層 30 の厚さは、たとえば、300 nm 以上 3000 nm 以下とすることができる。圧電体層 30 の厚みが前記範囲を外れると、基板 10 を変形させるために必要な伸縮が得られなくなる場合がある。

【0041】

圧電体層 30 は、上面 32 と、上面 32 に接続する側面 34 と、を有する。図 2 の例では、圧電体層 30 の上面 32 は、平坦な面（平面）であり、基板 10 の上面と略平行となっている。圧電体層 30 の上面 32 は、必ずしも平坦な面には限定されず、下地の第 1 導電層 20 の形状を反映した凸形状を有してもよい。圧電体層 30 の側面 34 は、圧電体層 30 の上面 32 と、基板 10 の上面とを接続する面となっている。圧電体層 30 の側面 34 は、一つの平坦な面で構成されてもよいし、複数の平坦な面によって構成されてもよい。また、圧電体層 30 の側面 34 は、曲面を含んで構成されてもよい。

【0042】

圧電体層 30 は、圧電材料によって形成される。そのため圧電体層 30 は、第 1 導電層 20 および第 2 導電層 50（後述）によって電界が印加されることで変形することができる。この変形により基板 10 は、たわんだり振動したりすることができる。なお、本明細書では、圧電体層 30 のうち、平面視において第 1 導電層 20 および第 2 導電層 50 が重複している領域を駆動領域 36 と称して符号を付す。

【0043】

圧電体層 30 の材質としては、一般式 ABO_3 で示されるペロブスカイト型酸化物（たとえば、A は、Pb を含み、B は、Zr および Ti を含む。）が好適である。このような材料の具体例としては、チタン酸ジルコン酸鉛（ $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ ）（以下これを「PZT」と略記することがある）、ニオブ酸チタン酸ジルコン酸鉛（ $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti}, \text{Nb})\text{O}_3$ ）（以下これを「PZTN」と略記することがある。）、チタン酸バリウム（ BaTiO_3 ）、ニオブ酸カリウムナトリウム（ $(\text{K}, \text{Na})\text{NbO}_3$ ）などが挙げられる。これらのうち、圧電体層 30 の材質として PZT および PZTN は、圧電特性が良好であるため特に好適である。

【0044】

緩和層 40 は、圧電体層 30 の上方に設けられる。図 1 および図 2 の例では、緩和層 4

10

20

30

40

50

0は、圧電体層30の上面32に設けられている。また、緩和層40は、図2に示すように、圧電体層30の上面32の端に沿って設けられ、圧電体層30の側面34に連続する第1側面44と、第1側面に連続し基板10に略平行な上面42と、上面42に連続し、平面的に見て圧電体層30の内側において圧電体層30の上面32に接続する第2側面45と、を有する。緩和層40は、圧電体層30の駆動領域36を避けて設けられることがより好ましい。すなわち、緩和層40は、第1導電層20および第2導電層50が重複した領域の外側であって、かつ、上面32の端に沿って設けられることがより好ましい。緩和層40がこのように配置で設けられると、緩和層40による圧電体層30の機械的動作（変形等）の拘束をより小さく抑えることができる。

【0045】

10

緩和層40の機能の一つとしては、圧電体層30の上面32の端において、第2導電層50に残留応力が生じにくい形状を付与すること（後述する）が挙げられる。また、緩和層40の機能の一つとしては、緩和層40の第2側面45と圧電体層30の上面32との接続部分において、第2導電層50に残留応力が生じにくい形状を付与することが挙げられる。また、緩和層40の機能の一つとしては、第2導電層50における破損しやすい部位を、圧電体層30から離間させることが挙げられる。さらに、緩和層40の機能の一つとしては、圧電体層30と水分とが接触しにくくすることが挙げられる。

【0046】

緩和層40の材質は、特に限定されないが、酸化アルミニウム、酸化ケイ素、酸化チタン、酸化イリジウム、窒化ケイ素、窒化チタン、酸化ランタンニッケル（LNO）、白金、イリジウムおよびアルミニウムから選択される少なくとも一種を挙げることができる。緩和層40の材質は、これらのうち、酸化アルミニウム、酸化チタン、窒化ケイ素、およびLNOから選択される少なくとも一種を含むことが、水分のバリア性能が高い点、および他の部材とのドライエッチングにおける選択性の点の少なくとも一方の点でより好ましい。また、緩和層40は、例示した材料の単層でもよいし、複数の材料を積層した構造であってもよい。

20

【0047】

緩和層40は、圧電体層30の上面32の端の内側に、該端に沿って設けられる。圧電素子100の圧電体層30の上面32および側面34が接合する端（エッジ）において、圧電体層30および緩和層40を覆って形成される第2導電層50の厚み方向の屈曲は、緩和層40が存在することにより、エッジの位置において緩和されることができる。また、緩和層40の上面42に対する緩和層40の第2側面45の傾斜は、緩和層の上面42に対する緩和層40の第1側面44の傾斜よりも小さくすることができる。このようにすれば、第2導電層50の厚み方向の屈曲は、緩和層40の第2側面45と圧電体層30の上面32と接続するエッジ部分において緩和されることができる。

30

【0048】

緩和層40の断面は、図2の例では、緩和層40の上面42および底面が互いに平行であって、第1側面44が緩和層40の上面42に対して、角度 α （鋭角側）で傾斜した形状となっている。そして図示の例では、圧電体層30の側面34と同じ側の緩和層40の第1側面44は、圧電体層30の側面34と傾きが等しくなっている。ここで、第1側面44の傾きと、圧電体層30の側面34の傾きは、等しくない場合もあるが、その場合には、圧電体層30の側面34の傾きよりも緩和層40の第1側面44の傾きは小さい。さらに、緩和層40の第2側面45は平面であって、緩和層40の上面42に対して、角度 β （鋭角側）で傾斜した形状となっている。そして、このときの角度 α および角度 β の関係は、 $\alpha > \beta$ となっている。そのため、図2の例においては、第2導電層50の厚み方向の屈曲は、緩和層40の第2側面45と圧電体層30の上面32と接続するエッジ部分において緩和されている。緩和層40の厚みは、たとえば、20nm以上200nm以下とすることができる。

40

【0049】

第2導電層50は、圧電体層30および緩和層40を覆って形成される。図1および図

50

2の例では、第2導電層50は、基板10の上面、圧電体層30の側面34、緩和層40の第1側面44、緩和層40の上面42、および緩和層40の第2側面45、並びに圧電体層30の上面32を覆って形成されている。

【0050】

第2導電層50の厚みは、水分のバリア性を有し、圧電素子100の動作に悪影響を与えない範囲であれば限定されない。第2導電層50の厚みは、たとえば20nm以上200nm以下とすることができる。第2導電層50の厚みが20nmよりも薄いと、電気抵抗の増大や、水分バリア能の不足を招く場合があり、200nmよりも大きいと、圧電素子100の変形を阻害してしまう場合がある。

【0051】

第2導電層50の機能の一つは、第1導電層20と対になり、圧電素子100の一方の電極（圧電体層30の上部に形成された上部電極）となることが挙げられる。また、第2導電層50の機能の一つとしては、圧電体層30の圧電材料と、外界からくる水分との接触を抑制することが挙げられる。すなわち、第2導電層50は、水分を透過させにくい水分バリア能を有する。そのため第2導電層50によって覆われた圧電体層30の圧電材料は、水分による劣化が抑制される。

【0052】

第2導電層50の材質は、水分バリア能を有し、かつ、導電性を有する限り特に限定されない。第2導電層50の材質は、たとえば、ニッケル、イリジウム、白金、タングステンなどの各種の金属、それらの導電性酸化物（たとえば酸化イリジウムなど）、 SiO_2 、 Al_2O_3 などを例示することができる。また、第2導電層50は、単層でもよいし、複数の層を積層した構造であってもよい。

【0053】

第2導電層50は、たとえば、蒸着、スパッタ等の方法により形成されることができる。このような方法により成膜された第2導電層50は、成膜時に内部に残留応力が生じる場合がある。本発明者の研究によれば、内部に残留した応力は、第2導電層50が厚み方向に屈曲している部位に集中して生じやすいことが分かってきた。第2導電層50における残留応力が集中する部位は、他の部位に比較してクラック等の破壊が生じやすい。なお、第2導電層50を蒸着やスパッタ等の方法により形成する場合は、第2導電層50の形状は、第2導電層50を形成する際の下地の形状に依存することは自明である。

【0054】

本実施形態の圧電素子100は、上述の通り、緩和層40を有する。そのため、圧電体層30の上面32の端の位置において、第2導電層50の厚み方向の屈曲が緩和される。すなわち、本実施形態の圧電素子100における第2導電層50は、圧電体層30の上面32の端の位置において、緩和層40が形成されない場合に比較して、厚み方向の屈曲の程度が緩和されている。これにより、第2導電層50は、圧電体層30の上面32の端の位置において、残留応力の集中が低減される。そのため、第2導電層50は、圧電体層30の上面32および側面34が接続する位置（上面32の端）においてクラックの生成が抑制される。また、緩和層40の第2側面45と圧電体層30の上面32との接続部は、緩和層40を有することで、新たに第2導電層50の屈曲部として形成される。本実施形態の圧電素子100では、さらに、この部分の屈曲の程度を、緩和層40の上面42に対する第2側面45の傾斜を小さくすることにより、この部分における応力の集中の程度を緩和している。これらのことにより、各位置における第2導電層50のバリア能の低下が抑制される。なお、図2の例のように、圧電体層30の側面34と、緩和層40の側面44とが同一の傾きを有する場合は、該位置における第2導電層50の屈曲が非常に小さくなり、該位置における残留応力の発生をさらに抑制することができる。

【0055】

また、本実施形態の圧電素子100は、上述の通り、緩和層40を有するため、第2導電層50が厚み方向に大きく屈曲する部位を緩和層40の上方に配置させることができる。すなわち、第2導電層50における残留応力が集中する領域を、圧電体層30から離間

10

20

30

40

50

させて配置させている。これにより、仮に、残留応力の集中により第2導電層50にクラックが生成するとしても、圧電体層30から離間した部位において、他の部位よりも先にクラックが生成することになる。そのため、緩和層40に水分を透過しにくい材料を選択した場合は、緩和層40を安全装置（フェールセーフ）として機能させることができる。したがって、この場合、仮に、第2導電層50がクラックを生じる程度の残留応力を有していたとしても、圧電体層30を水分による劣化から十分に保護することができる。

【0056】

以上説明した本実施形態の圧電素子100は、圧電体層30の圧電材料が第2導電層50によって被覆された領域において第2導電層50の残留応力の集中が抑制され、また、該第2導電層50の残留応力の集中部位が圧電体層30を被覆する領域から離間している。これらの少なくとも一方の作用により、圧電素子100は、水分と圧電材料とが接触しにくく、圧電材料の劣化が抑制されるため、信頼性が高い。

【0057】

2. 変形例

図3は、変形例1にかかる圧電素子120の要部の断面の模式図である。以下、圧電素子120において、上述の圧電素子100の部材と実質的に同一の作用、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。

【0058】

圧電素子120は、図3に示すように、第3導電層60を有し、緩和層40が第3導電層60の上方に設けられること以外は、上述の圧電素子100と同様である。

【0059】

第3導電層60は、圧電体層30の上面32を覆って設けられる。第3導電層60の平面的な外形形状は、圧電体層30の上面32の形状と一致する。第3導電層60の厚みは、たとえば、5nm以上50nm以下とすることができる。

【0060】

また、第3導電層60の断面形状は、特に限定されない。第3導電層60の断面は、図3の例では、側面64が圧電体層30の上面32に対して傾斜した形状となっている。そして図示の例では、さらに第3導電層60の側面64、および緩和層40の第1側面44は、圧電体層30の側面34と傾きが等しくなっている。そのため、圧電素子120は、上述した圧電素子100と同様の効果を得ることができる。

【0061】

なお、第3導電層60は、圧電体層30および緩和層40に比較して厚みが小さい。そのため、本変形例1においては、第3導電層60の上面の外周と圧電体層30の上面32の外周とは一致しているとしてもよい。したがって、本変形例1においても、緩和層40は、平面視において、圧電体層30の上面32の端に沿って形成されている。

【0062】

第3導電層60の機能の一つとしては、緩和層40を成膜する際における、圧電体層30の上面32の保護が挙げられる。また、第3導電層60の機能の一つとしては、緩和層40をパターニングするときのエッチングストッパとなることが挙げられる。さらに、第3導電層60の機能の一つとしては、緩和層40の第2側面45と第3導電層60との接続部において第2導電層50にクラックが入ったとしても、圧電体層30に水分が入らないようにする安全装置フェールセーフとなることが挙げられる。第3導電層60の材質としては、たとえば、ニッケル、イリジウム、白金などの各種の金属を挙げることができる。

【0063】

このような変形例1の圧電素子120は、第3導電層60を有する。そのため、上述の圧電素子100と同様の特徴を有する上に、緩和層40を成膜する際およびパターニングする際に、圧電体層30が、プラズマおよびエッチャント等と接触することがないという特徴を有する。また、緩和層40の材質のエッチング速度が、第3導電層60の材質のエッチング速度に対して大きくなるように、両者の材質を選択することもできる。その場合

には、圧電素子 120 を製造する際に、第 3 導電層 60 が、緩和層 40 をパターンニングする際のエッチングストッパとなることができる。そのため、このような場合は、圧電素子 120 は製造が容易化されることができる。さらに、第 3 導電層 60 の材質を水分のバリア性がある材料および膜厚にすることができる。その場合、緩和層 40 の第 2 側面 45 と第 3 導電層 60 との接続部において第 2 導電層 50 にクラックが入ったとしても、圧電体層 30 に水分が入らないようにすることができ、さらに高信頼性の圧電素子とすることができる。また、このときの緩和層 40 の断面形状は、緩和層 40 の第 2 側面 45 と第 3 導電層 60 との接続部の屈曲の程度を考慮しなくて良いため、特に限定されず、製造工程が容易化されることができる。

【0064】

10

図 4 は、変形例 2 にかかる圧電素子 140 の要部の断面の模式図である。以下、圧電素子 140 において、上述の変形例 1 の圧電素子 120 の部材と実質的に同一の作用、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。

【0065】

圧電素子 140 は、導電性緩和層 70 を有している。導電性緩和層 70 は、圧電素子 120 における第 3 導電層 60 および緩和層 40 が、同一の材質により一体的に形成されたものに相当する。したがって、導電性緩和層 70 の材質としては、たとえば、ニッケル、イリジウム、白金などの各種の金属を挙げることができる。

【0066】

また、導電性緩和層 70 の断面形状は、特に限定されないが、圧電素子 120 における第 3 導電層 60 および緩和層 40 を一体化した場合と同様である。導電性緩和層 70 の断面は、図 4 の例では、側面 74 が圧電体層 30 の上面 32 に対して傾斜した形状となっている。そして図示の例では、さらに導電性緩和層 70 の側面 74 は、圧電体層 30 の側面 34 と傾きが等しくなっている。そのため、圧電素子 140 は、上述した圧電素子 100 と同様の効果を得ることができる。また、実施形態の圧電素子 100 において既に述べたように、側面 74 の傾きは、圧電体層 30 の側面 34 の傾きよりも小さくしてもよい。

20

【0067】

このような変形例 2 の圧電素子 140 は、導電性緩和層 70 を有するため、圧電素子 120 と同様の特徴を有する上に、製造する際に、導電性緩和層 70 をハーフエッチングにより形成することができる。そのため、圧電素子 140 は、圧電素子 120 に比較して製造工程がより簡素化されることができる。

30

【0068】

さらに、導電性緩和層 70 として水分バリア性のある材料にし、適当な膜厚を残すように緩和層 70 を形成すれば、安全装置フェールセーフとして機能し、緩和層 70 の加工形状を考慮しなくてすむため、製造時の工程を簡略化することができる。

【0069】

図 5 は、変形例 3 にかかる圧電素子 160 の要部の断面の模式図である。以下、圧電素子 160 において、上述の実施形態の圧電素子 100 の部材と実質的に同一の作用、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。

【0070】

40

変形例 3 にかかる圧電素子 160 は、緩和層 40 の第 2 側面 45 の形状が直線状でなく、曲線状に形成されている。そして、該曲線は、断面視において、緩和層 40 に向かって凹型となっている。すなわち、緩和層 40 の第 2 側面 45 および圧電体層 30 の上面 32 は、さらに緩やかに接続している。そのため、変形例 3 の圧電素子 160 は、第 2 導電層 50 の厚み方向の屈曲は、緩和層 40 の第 2 側面 45 と圧電体層 30 の上面 32 と接続するエッジ部分において非常に緩やかになっている。このようにすれば、第 2 導電層 50 の圧電体層 30 の上面 32 および側面 34 が接続する位置（上面 32 の端）におけるクラックの生成をさらに抑制することができる。なお、このような緩和層 40 の形状は、緩和層 40 を形成する際に、液相による加工（ウェットエッチングなど）により形成することができる。

50

【0071】

本実施形態の圧電素子には、第1導電層20、圧電体層30、緩和層40、および第2導電層50を含む積層構造200が複数形成されていてもよい。図6は、圧電素子300の断面の模式図である。以下、圧電素子300において、上述の圧電素子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。

【0072】

圧電素子300では、図6に示すように、第1導電層20、圧電体層30、緩和層40および第2導電層50は、積層構造200（積層構造体200と称してもよい）を構成しており、この積層構造200が複数形成されている。図6の例では、積層構造200は、3つ設けられているが、その数は特に限定されない。より具体的には、図6の例では、圧電素子300には、複数の第1導電層20と、複数の圧電体層30と、複数の緩和層40と、1つの第2導電層50とが設けられている。第2導電層50は、複数の積層構造200において、共通する上部電極となっている。第2導電層50は、複数の積層構造200において、連続しているともいえる。第2導電層50は、複数の緩和層40の各々と、複数の圧電体層30の各々と、基板10の上面とを覆っている。第1導電層20は、複数の積層構造200において、個別の下部電極となっており、電氣的に分離されている。

10

【0073】

圧電素子300は、第2導電層50が共通電極となっているため、高い信頼性を有するとともに、積層構造200の高密度化（集積化）を図ることができ、小型かつ製造が容易な圧電素子である。

20

【0074】

本実施形態の圧電素子が複数の積層構造200を有する場合は、さらに次のような変形が可能である。図7は、変形例4にかかる圧電素子400の断面の模式図である。圧電素子400において、上述の圧電素子300の構成部材と実質的に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。

【0075】

上述の圧電素子300の例では、第2導電層50は、連続する1つの共通電極であった。圧電素子400では、図7に示すように、さらに圧電体層30を、複数の積層構造200において、共通の圧電体層30としている。すなわち、圧電素子400では、複数の第1導電層20と、1つの圧電体層30と、複数の緩和層40と、1つの第2導電層50が設けられている。圧電体層30は、複数の積層構造200において、連続しているともいえる。第2導電層50は、複数の緩和層40の各々と、圧電体層30とを覆っている。

30

【0076】

圧電素子400では、第2導電層50が基板10と接触しない。そのため、基板10として可撓性を有する振動板を用いた場合は、積層構造200の間の圧電体層30の量（厚み）を制御することによって、たとえば、共振周波数を調整することができる。

【0077】

さらに、本実施形態の圧電素子が複数の積層構造200を有する場合は、他の変形も可能である。図8は、変形例5にかかる圧電素子500の断面の模式図である。圧電素子500において、圧電素子300の構成部材と実質的に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。

40

【0078】

圧電素子300の例では、第2導電層50は、連続する1つの共通電極であった。圧電素子500では、図8に示すように、第2導電層50は、複数の圧電体層30に対応して複数設けられている。複数の第2導電層50は、配線（図示せず）によって、電氣的に接続されており共通電極となっている。

【0079】

圧電素子500では、各積層構造200の間に第2導電層50に間隙が形成されている。そのため、隣り合う積層構造200において、一方の圧電体層30の駆動が、他方の圧電体層30の駆動に及ぼす影響（クロストーク）を小さくすることができる。そのため、

50

圧電素子 500 は、より高い信頼性を有することができる。

【0080】

3. 圧電素子の製造方法

次に、圧電素子の製造方法として、上述の本実施形態の圧電素子 100 を製造する方法を例示し、図面を参照しながら説明する。図 9 ないし図 12 は、圧電素子 100 の製造工程を模式的に示す断面図である。

【0081】

まず、図 9 に示すように、基板 10 上に第 1 導電層 20 を形成する。図 9 の例では、基板 10 として、シリコン基板 12 の上にジルコニア層 14 が形成されたものを用いている。第 1 導電層 20 は、たとえば、スパッタ法、めっき法、真空蒸着法などにより形成されることができる。より具体的には、基板 10 上の全面に、導電層（図示せず）を形成し、該導電層をパターニングすることにより、第 1 導電層 20 を形成することができる。

【0082】

次に、図 10 に示すように、第 1 導電層 20 を覆うように、基板 10 の上面の全面に圧電体層 30a を形成する。これにより、第 1 導電層 20 の側方および上方に圧電体層 30a が形成される。圧電体層 30a は、たとえば、ゾルゲル法、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法、MOD (Metal Organic Deposition) 法、スパッタ法、レーザーアブレーション法などにより形成されることができる。ここで圧電体層 30a の材質が、たとえば、PZT である場合、酸素雰囲気中で 700℃ 程度のアニールを行うことにより、圧電体層 30a を結晶化することができる。なお、結晶化は、圧電体層 30a をパターニングした後に行ってもよい。

【0083】

次に、圧電体層 30a 上の全面に緩和層 40a を、スパッタ法、めっき法、真空蒸着法などにより形成する。次いで、第 1 パターニング工程を行う。第 1 パターニング工程では、図 11 に示すように、緩和層 40a および圧電体層 30a をエッチングし、第 1 導電層 20、圧電体層 30 および緩和層 40b の積層構造を形成する。第 1 パターニング工程におけるエッチングは、たとえば、ICP (Inductively Coupled Plasma) のような高密度プラズマ装置を用いたドライエッチングにより行うことができる。該高密度プラズマ装置（ドライエッチング装置）において、1.0 Pa 以下の圧力に設定すると良好なエッチングを行うことができる。緩和層 40a をエッチングするためのエッチングガスとしては、たとえば、塩素系ガスとアルゴンガスの混合ガスを用いることができる。圧電体層 30a をエッチングするためのエッチングガスとしては、たとえば、塩素系ガスとフロン系ガスとの混合ガスを用いることができる。塩素系のガスとしては、たとえば、 Cl_2 、 BCl_3 などが挙げられる。フロン系のガスとしては、たとえば、 C_4F_8 、 CF_4 などが挙げられる。なお、混合ガスを用いて圧電体層 30a をエッチングする場合は、圧電体層 30 の側面 32 を、裾を引くような形状とすることもできる。たとえば上述の圧電素子 400（圧電体層 30 が複数の積層構造 200 に共通している）を製造する場合は、このような圧電体層 30 の側面 32 に裾が形成されることを利用して製造することができる。

【0084】

次いで、緩和層 40b をさらにパターニングする第 2 パターニング工程を行う。第 2 パターニング工程では、図 12 に示すように、緩和層 40b を、緩和層 40 の第 2 側面 45 と緩和層 40 の上面 42 がなす角度 β が、緩和層 40 の上面 42 と第 1 側面 44 のなす角度 α より小さくなるようにパターニングし、圧電体層 30 の上面 32 を露出させる。第 2 パターニング工程を経ると、緩和層 40 が形成される。第 2 パターニング工程では、緩和層 40 は、圧電体層 30 の上面 32 の端に沿って残される。また、図示しないが、本工程で緩和層 40b の上に形成されるマスクのパターニングにおいては、アライメントマージンをとることができる。緩和層 40b のエッチングは、第 1 パターニング工程における緩和層 40a のエッチングと同様に行うことができる。なお、緩和層 40b のエッチングではウェットエッチングで行うこともできる。

【0085】

そして、図1に示すように、全面に第2導電層50を形成する。第2導電層50は、たとえば、スパッタ法、めっき法、真空蒸着法などにより形成されることができる。また、第2導電層50は、必要に応じてパターンニングされることができる。

【0086】

以上の工程により、圧電素子100を製造することができる。

【0087】

なお、変形例1にかかる圧電素子120の製造は、たとえば以下のように行うことができる。上述の圧電素子100の製造工程においては、圧電体層30aの上に、緩和層40aを成膜したが、圧電素子120を製造する場合には、圧電体層30aの上に、第3導電層を成膜し、その上に緩和層40aを成膜する。第3導電層は、たとえば、スパッタ法、めっき法、真空蒸着法などにより形成されることができる。その後の工程は、上述の圧電素子100の製造工程と実質的に同様に行うことができ、これにより変形例1の圧電素子120を製造することができる。なお、変形例1の圧電素子120の製造工程においては、第2パターンニング工程において、第3導電層は、緩和層40bのエッチングにおけるエッチングストップとして機能することができる。そのため、より容易に圧電素子を製造することができる。変形例3にかかる圧電素子160の製造については、上記変形例1にかかる圧電素子120の製造方法に準じて行うことができる。

【0088】

また、変形例2にかかる圧電素子140の製造は、たとえば以下のように行うことができる。上述の圧電素子100の製造工程においては、圧電体層30aの上に、緩和層40aを成膜したが、圧電素子140を製造する場合には、圧電体層30aの上に、緩和層40aを導電性の材料によって成膜する。その後、第2パターンニング工程において、緩和層40bのハーフエッチングを行う。他の工程は、上述の圧電素子100の製造工程と実質的に同様に行うことができ、これにより変形例の圧電素子140を製造することができる。このような変形例の圧電素子140の製造工程においては、緩和層40aの成膜工程がない。そのため、より少ない工程で圧電素子140を製造することができる。

【0089】

本実施形態の圧電素子の製造方法によれば、上述のように、残留応力の集中が緩和された信頼性の高い圧電素子を容易に製造することができる。

【0090】

4. 液体噴射ヘッド

次に、本発明にかかる圧電素子が圧電アクチュエーターとして機能する液体噴射ヘッド600について、図面を参照しながら説明する。図13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14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。

【0091】

液体噴射ヘッド600は、上述の圧電素子（圧電アクチュエーター）を有することができる。以下の例では、圧電アクチュエーターとして圧電素子100を有する液体噴射ヘッド600について説明する。なお、上述のとおり、圧電素子100が圧電アクチュエーターとして機能する場合、基板10は、可撓性を有し、圧電体層30の動作によって変形する振動板となっている。

【0092】

液体噴射ヘッド600は、図13および図14に示すように、ノズル孔612を有するノズル板610と、圧力室622を形成するための圧力室基板620と、圧電素子100と、を含む。さらに、液体噴射ヘッド600は、図14に示すように、筐体630を有することができる。なお、図14では、圧電素子100の積層構造200を簡略化して図示している。

【0093】

ノズル板610は、図13および図14に示すように、ノズル孔612を有する。ノズ

10

20

30

40

50

ル孔 612 からは、インクが吐出されることができる。ノズル板 610 には、たとえば、多数のノズル孔 612 が一列に設けられている。ノズル板 620 の材質としては、たとえば、シリコン、ステンレス鋼（SUS）などを挙げることができる。

【0094】

圧力室基板 620 は、ノズル板 610 上（図 14 の例では下）に設けられている。圧力室基板 620 の材質としては、たとえば、シリコンなどを例示することができる。圧力室基板 620 がノズル板 610 と基板 10 との間の空間を区画することにより、図 14 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 と連通する圧力室 622 と、が設けられている。すなわち、リザーバー 624、供給口 626 および圧力室 622 は、ノズル板 610 と圧力室基板 620 と基板 10 とによって区画されている。リザーバー 624 は、外部（たとえばインクカートリッジ）から、基板 10 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、圧力室 622 に供給されることができる。圧力室 622 は、基板 10 の変形により容積が変化する。圧力室 622 はノズル孔 612 と連通しており、圧力室 622 の容積が変化するることによって、ノズル孔 612 からインク等が吐出される。

10

【0095】

圧電素子 100 は、圧力室基板 620 上（図 14 の例では下）に設けられている。圧電素子 100 の積層構造 200 は、圧電素子駆動回路（図示せず）に電氣的に接続され、圧電素子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。基板 10 は、積層構造 200（圧電体層 30）の動作によって変形し、圧力室 622 の内部圧力を適宜変化させることができる。

20

【0096】

筐体 630 は、図 14 に示すように、ノズル板 610、圧力室基板 620 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、たとえば、樹脂、金属などを挙げることができる。

【0097】

液体噴射ヘッド 600 は、上述した信頼性の高い圧電素子 100 を有する。したがって、液体噴射ヘッド 600 は、信頼性の高いものとなっている。

【0098】

なお、ここでは、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、本発明の液体噴射ヘッドは、たとえば、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。

30

【0099】

4. 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 15 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。液体噴射装置 700 は、本発明にかかる液体噴射ヘッドを有する。以下では、液体噴射装置 700 が上述の液体噴射ヘッド 600 を有するインクジェットプリンターである場合について説明する。

40

【0100】

液体噴射装置 700 は、図 15 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。

【0101】

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

50

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。

【0102】

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。

【0103】

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。

【0104】

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。

【0105】

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 によって給紙部 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。

【0106】

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。

【0107】

液体噴射装置 700 は、信頼性の高い液体噴射ヘッド 600 を有する。したがって液体噴射装置 700 の信頼性は高いものとなっている。

【0108】

なお、上述した例では、液体噴射装置 700 がインクジェットプリンターである場合について説明したが、本発明の液体噴射装置は、工業的な液体吐出装置として用いられることもできる。この場合に吐出される液体（液状材料）としては、各種の機能性材料を溶媒や分散媒によって適当な粘度に調整したものなどを用いることができる。

【0109】

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。たとえば各実施形態および各変形例は、複数を適宜組み合わせることが可能である。

【0110】

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、さらに種々の変形が可能である。たとえば、本発明は、実施形態で説明した構成と実質的に同一の構成（たとえば、機能、方法および結果が同一の構成、あるいは目的および効果が同一の構成）を含む。また、本発明は、実施形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成または同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

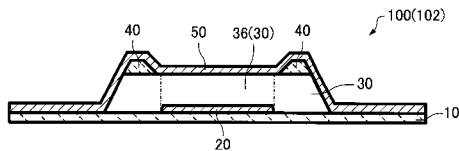
【符号の説明】

【0111】

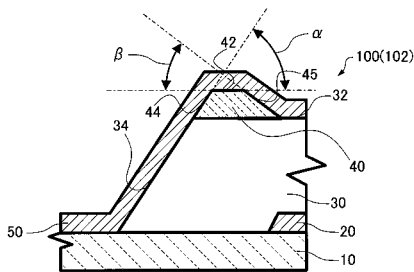
10…基板、12…ジルコニア層、14…シリコン基板、20…第1導電層、
 30, 30a…圧電体層、32…上面、34…側面、36…駆動領域、
 40, 40a, 40b, 46, 48…緩和層、42…上面、44…第1側面、
 45…第2側面、50…第2導電層、60…第3導電層、64…側面、
 70…導電性緩和層、74…側面、
 100, 120, 140, 160, 300, 400, 500…圧電素子、
 102…圧電アクチュエーター、200…積層構造、600…液体噴射ヘッド、
 610…ノズル板、612…ノズル孔、620…圧力室基板、622…圧力室、
 624…リザーバー、626…供給口、628…貫通孔、630…筐体、
 700…液体噴射装置、710…駆動部、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

10

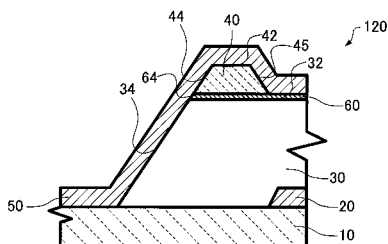
【図1】



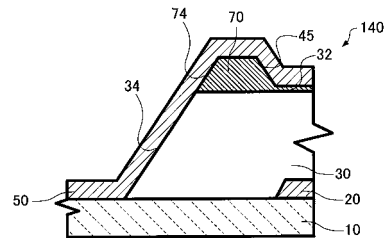
【図2】



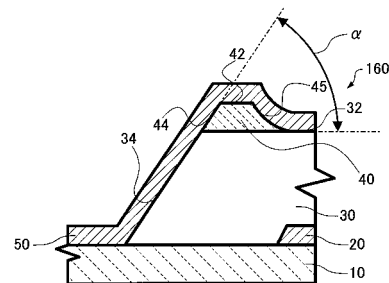
【図3】



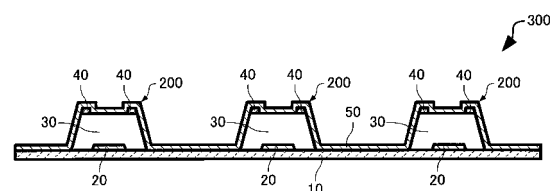
【図4】



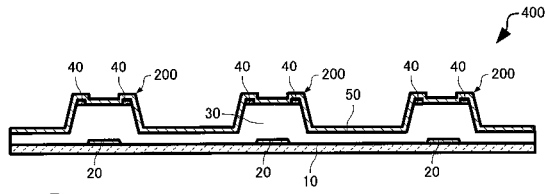
【図5】



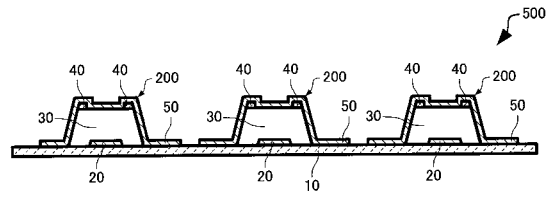
【図6】



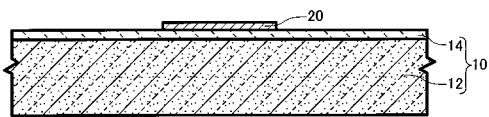
【図 7】



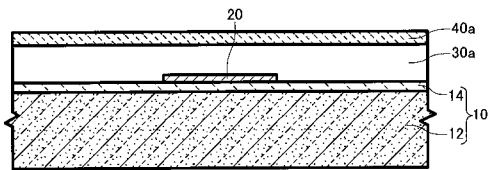
【図 8】



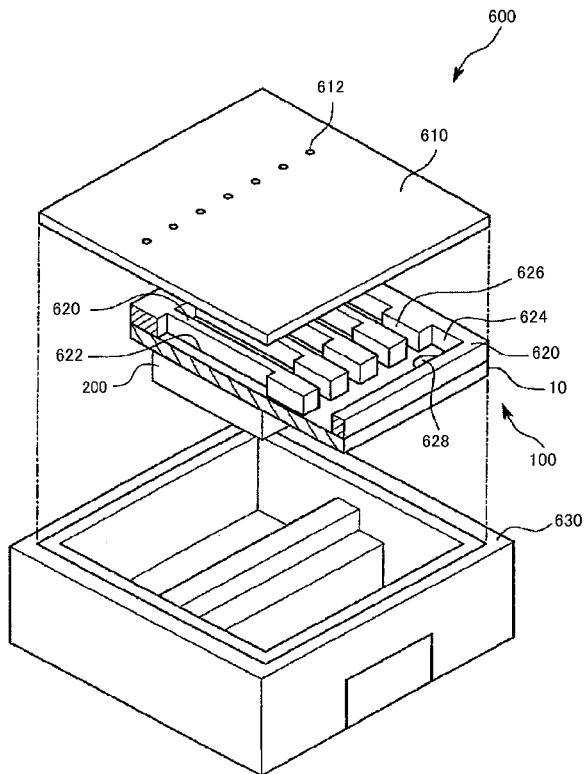
【図 9】



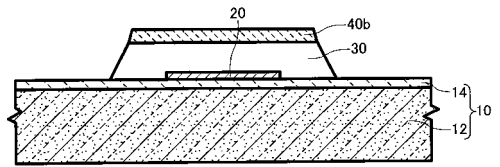
【図 10】



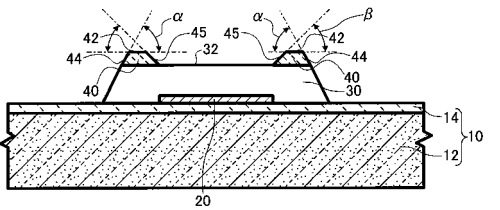
【図 14】



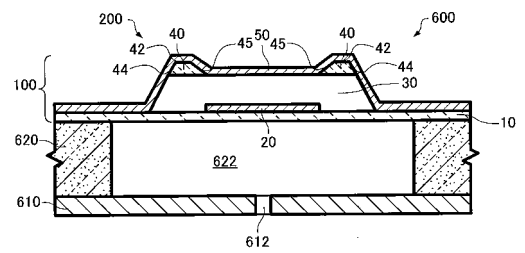
【図 11】



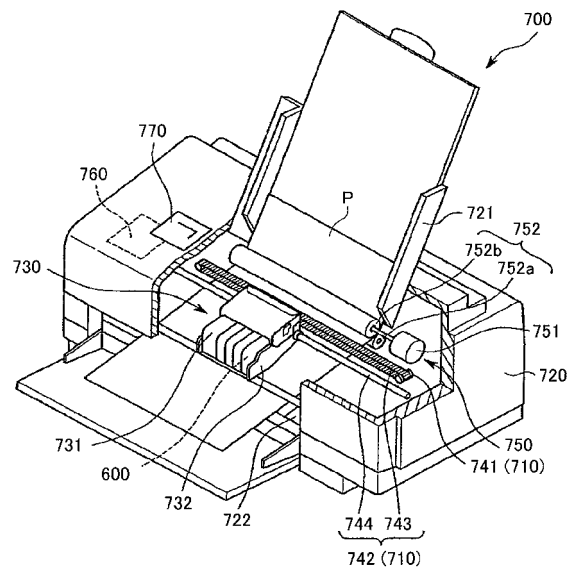
【図 12】



【図 13】



【図 15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
B 4 1 J	2/055	(2006.01)	B 4 1 J	3/04	1 0 3 A