

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5058717号
(P5058717)

(45) 発行日 平成24年10月24日(2012.10.24)

(24) 登録日 平成24年8月10日(2012.8.10)

(51) Int.Cl.		F I			
B 4 1 J	2/045	(2006.01)	B 4 1 J	3/04	1 O 3 A
B 4 1 J	2/055	(2006.01)	B 4 1 J	3/04	1 O 3 H
B 4 1 J	2/16	(2006.01)			

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2007-222486 (P2007-222486)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成19年8月29日(2007.8.29)	(74) 代理人	100123788 弁理士 官崎 昭夫
(65) 公開番号	特開2008-87471 (P2008-87471A)	(74) 代理人	100106138 弁理士 石橋 政幸
(43) 公開日	平成20年4月17日(2008.4.17)	(74) 代理人	100127454 弁理士 緒方 雅昭
審査請求日	平成22年8月23日(2010.8.23)	(72) 発明者	徳永 博之 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2006-244150 (P2006-244150)	(72) 発明者	中西 宏一郎 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(32) 優先日	平成18年9月8日(2006.9.8)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体吐出ヘッドおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

液体を吐出する吐出口に連通し液体を加圧するための複数の圧力室と、該複数の圧力室の各々に対応して設けられ、該圧力室の側から順に積層された下電極、圧電体層及び上電極を有する複数の圧電素子と、を有し、前記複数の圧力室同士の間に対応する領域にまで前記下電極が設けられた液体吐出ヘッドであって、

少なくとも前記複数の圧力室同士の間に対応する領域に設けられた前記下電極をすべて覆う絶縁体層が形成されており、

前記絶縁体層のうちの、前記複数の圧力室同士の間に対応する領域に設けられた部分の厚さは、前記絶縁体層のうちの、前記圧電体層に対応する領域に設けられた部分の厚さより薄いことを特徴とする液体吐出ヘッド。

【請求項2】

前記圧電体層の少なくとも一端は前記圧力室に対応する領域外へ延設されており、前記圧電体層は幅が前記上電極より広く前記下電極より狭く、前記絶縁体層は少なくとも前記圧電素子の長手方向の外縁に沿って形成されており、前記下電極と前記圧電体層とを電気的に接触させるための、前記絶縁体層が形成されていない部分が設けられている請求項1に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項3】

前記絶縁体層は少なくとも前記圧電素子のすべての外周に沿って形成されている請求項2に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 4】

前記絶縁体層は前記圧電体層より厚さが薄い請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 5】

液体を吐出する吐出口に連通し液体を加圧するための複数の圧力室と、該複数の圧力室の各々に対応して設けられ、該圧力室の側から順に積層された下電極、圧電体層及び上電極を有する複数の圧電素子と、を有し、前記複数の圧力室同士の間に対応する領域にまで前記下電極が設けられ、少なくとも前記領域に設けられた前記下電極を絶縁体層がすべて覆う液体吐出ヘッドの製造方法であって、

前記下電極の上に絶縁体層を形成する工程と、

前記絶縁体層の上に前記圧電体層の材料層を形成する工程と、

前記圧電体層の材料層のうちの、前記複数の圧力室同士の間に対応する部分をエッチングして前記複数の圧電体層を形成するとともに、前記絶縁体層のうちの、前記複数の圧力室の間に対応する領域に設けられた部分を露出させ、該部分の厚さを、前記絶縁体層のうちの、前記圧電体層に対応する領域に設けられた部分の厚さよりも薄くする工程と、を含むことを特徴とする液体吐出ヘッドの製造方法。

10

【請求項 6】

前記エッチングはドライエッチングであり、前記下電極は Pt を含む請求項 5 に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体に外部からエネルギーを加えることによって、所望の液体を吐出する液体吐出ヘッドおよびその製造方法に関する。本発明に係る液体吐出ヘッドは、紙、布、革、不織布、OHPシート等に印刷するインクジェット記録ヘッドや、基板、板材等の固体物に液体を付着させるパターンニング装置や塗布装置等に適用可能である。以下、代表的にインクジェット記録ヘッドについて説明する。

【背景技術】

【0002】

パソコンの印刷装置としてインクジェット記録装置を用いたプリンタが、印字性能が良く、低コストなので広く利用されるようになっている。このインクジェット記録装置には、熱エネルギーによってインクに気泡を発生させ、その気泡による圧力波によりインク滴を吐出させるもの、静電力によりインク滴を吸引吐出させるもの、圧電素子のような振動子による圧力波を利用したもの等が開発されている。

30

【0003】

上記インクジェット記録装置のうち、圧電素子を用いたものは、インク吐出口に連通したインク流路と、そのインク流路に連通した圧力発生室とを有する。そして、この圧力発生室に設けられ、圧電体薄膜が接合された振動板膜圧電体薄膜に所定の電圧を印加すると、圧電体薄膜が伸縮する。この圧電体薄膜の伸縮によって、圧電体薄膜と振動板膜とが一体となって振動を起こして圧力発生室内のインクが加圧されて圧縮され、それによりインク吐出口からインク液滴が吐出するような構成である。

40

【0004】

このようなインクジェット記録ヘッドにおいては、近年の画像形成の高精細化の要求に伴い、流路基板のインク圧力室、及び圧電素子等の圧力発生源を高密度かつ多数配列した高集積化が行われている。

【0005】

これらの要求に応えるため、ピエゾ型のインクジェット記録ヘッドにおいては、例えば振動板の全面に成膜技術により電極や圧電体を形成し、フォトリソグラフィ技術を用いてインク圧力室に対応した電極や圧電体を加工するものが提案されている。成膜技術とフォ

50

トリソグラフィ技術を用いることにより高密度なインクジェット記録ヘッドが実現されている。また流路基板やオリフィスプレートにSi基板や金属部材を用いることで高精度な流路や吐出口の形成が可能となっている。

【0006】

一般的に、圧電体は各々のインク圧力室に対応しインク圧力室幅より狭い幅になるよう加工される。インク圧力室に対応しない圧電体はすべて除去される。またこれらの圧電体の加工は、近年、塩素系ガス等を用いたドライエッチング技術が導入されている。フッ酸や酸系の溶液でのウェットエッチングに比べてエッチングレートやエッチング形状が制御しやすく、高精度な加工が可能となっている。

【0007】

圧電素子の絶縁耐圧を向上させる方法として、特許文献1では、Pb含有ペロブスカイト材料と非Pb含有ペロブスカイト材料を積層させる技術が開示されている。また、特許文献2には、圧電体層を階段状に形成して、下電極を覆うようにして保護する技術が開示されている。

【0008】

また、特許文献3においては、圧電素子から外部へ引き出される電極の上電極と下電極の間に層間絶縁層を入れることにより、圧電体層の破壊を防ぐ技術が開示されている。

【特許文献1】特開平2004-186574号公報

【特許文献2】特開平9-277519号公報

【特許文献3】特開2000-37868号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ドライエッチング法による圧電体の加工の際、下電極がパターニングされていない構成の場合は下電極がエッチングストップ層となる。このような構成で圧電体の加工を行うと下電極も僅かながらエッチングされることとなる。特に下電極にPt電極を用いている場合は、圧電体加工に用いる塩素ガスでPt表面をたたき相当量のPt電極がエッチングされてしまう。

【0010】

特に圧電体としてチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)のような難エッチング材料を用いる場合には、スパッタ的要素が強いエッチング条件を使うことが多い。この際、圧電体のエッチングの際に下電極が露出してしまうと、下電極材料がスパッタされ、加工された圧電体の端面に付着することがある。圧電体端面に金属が付着すると上下電極間のショートや圧電体薄膜の破壊を引き起こす原因となる。

【0011】

また駆動部となる圧電体薄膜近傍の下電極が露出していると、駆動中に上下電極間でショートが生じたり、電極や圧電体薄膜の破壊を招く原因になるという問題点がある。

【0012】

さらに、圧電体は一般的に高い誘電率を有するため、素子としての静電容量が大きく、駆動波形に対する応答速度が遅く、精密な吐出のための駆動波形に追従しきれない場合がある。特に配線のための引出部分に於ける静電容量は本質的に不要であり、低減することを求められている。

【0013】

そこで、本発明の目的は前記課題を解決し、電極や圧電体の破壊や上下電極間のショートの発生が抑制された、信頼性が高く、また高速応答が可能で精密な吐出制御が可能な液体吐出ヘッド及びその製造方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の液体吐出ヘッドは、液体を吐出する吐出口に連通し液体を加圧するための複数の圧力室と、該複数の圧力室の

10

20

30

40

50

各々に対応して設けられ、該圧力室の側から順に積層された下電極、圧電体層及び上電極を有する圧電素子の複数と、を有し、前記複数の圧力室同士の間に対応する領域にまで前記下電極が設けられた液体吐出ヘッドであって、少なくとも前記複数の圧力室同士の間に対応する領域に設けられた前記下電極をすべて覆う絶縁体層が形成されており、前記絶縁体層のうちの、前記複数の圧力室同士の間に対応する領域に設けられた部分の厚さは、前記絶縁体層のうちの、前記圧電体層に対応する領域に設けられた部分の厚さより薄いことを特徴とする。

【0015】

更に、本発明の液体吐出ヘッドの製造方法は、

液体を吐出する吐出口に連通し液体を加圧するための複数の圧力室と、該複数の圧力室の各々に対応して設けられ、該圧力室の側から順に積層された下電極、圧電体層及び上電極を有する複数の圧電素子と、を有し、前記複数の圧力室同士の間に対応する領域にまで前記下電極が設けられ、少なくとも前記領域に設けられた前記下電極を絶縁体層がすべて覆う液体吐出ヘッドの製造方法であって、前記下電極の上に絶縁体層を形成する工程と、前記絶縁体層の上に前記圧電体層の材料層を形成する工程と、前記圧電体層の材料層のうちの、前記複数の圧力室同士の間に対応する部分をエッチングして前記複数の圧電体層を形成するとともに、前記絶縁体層のうちの、前記複数の圧力室の間に対応する領域に設けられた部分を露出させ、該部分の厚さを、前記絶縁体層のうちの、前記圧電体層に対応する領域に設けられた部分の厚さよりも薄くする工程と、を含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

以上述べたように本発明によれば、液体吐出ヘッドの加工時に不純物が圧電体側壁に付着することが無くなり、また上下電極間の耐圧が向上し、歩留まり良く耐久性の高くなる。さらに、信頼性が高く、また高速応答が可能で精密な吐出制御が可能な液体吐出ヘッドが得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

[第1の実施形態]

図1は本実施形態の液体吐出ヘッドとしてのインクジェット記録ヘッドの断面模式図である。基板としてはSiウエハが用いられる。Si基板101上に、SiO₂層(ボックス層)102、振動板としてSi単結晶層(SOI層)103、SiO₂層104、圧電素子として下電極105、絶縁体層(以下、「絶縁層」とも称す)106、圧電体層109、上電極108が順次形成されている。

【0018】

絶縁層106としては、Al₂O₃、AlN、Si₃N₄、SiO₂、MgO、Ta₂O₅、SiC、YSZ、ZrO₂、HfAlO、HfO₂などの高温に耐えうる電氣的に絶縁性の高い膜が用いられる。また絶縁層106は、圧電体層107と積層されたときに圧電体層107の方に大きい電界強度がかかるように、誘電率が圧電体層107より高い方が望ましい。更に絶縁層106は、エッチングストップ層として用いられるので、圧電体層107より被エッチング速度が高いことが望ましい。加えて絶縁層106は、薄ければ薄いほど電圧がかからないので望ましいが、膜として成り立って強電界で破壊されない程度の膜厚をもつことが望まれる。具体的には、膜厚は20~200nmが望ましく、40~200nmがより望ましい。

【0019】

圧電体層107としては、チタン酸ジルコン酸鉛系、リラクサ系またはチタン酸バリウム系を主成分としたペロブスカイト構造を持つ圧電体が用いられる。

【0020】

基板101には振動板の下にインク圧力室111を形成するためにエッチングによって穴が空けられている。さらに、オリフィス用Si基板113を貼り合わせ、インク圧力室

10

20

30

40

50

111に合わせてインク吐出口112が形成されている。

【0021】

インクを加圧するためのインク圧力室111は、エッチングと貼り合わせを組み合わせで作製され、有効にインクに吐出力を待たせられるものであれば、構造はここに記したものに限らない。

【0022】

振動板は、インク圧力室111、インク圧力室111を区切る隔壁及び隔壁上に形成されている。また、絶縁層106は、隣接する圧電素子間の隔壁上にも形成されている。すなわち、絶縁層106は複数のインク圧力室同士の間に対応する領域に設けられた下電極105をすべて覆うように形成されている。

10

【0023】

また、図2のように下電極上の絶縁体層106に加えて、絶縁体層106が上電極108の下に位置してもかまわない。図2は別の実施形態の記録ヘッドの長手方向の断面模式図である。本実施形態では、図中に示す配線部において上電極108の下にも絶縁層106を設けている。この構成により、下電極105と上電極108間のショートの発生防止をより確実にするとともに、配線部の静電容量を大幅に低減することができる。

【0024】

次に、本発明によるインクジェット記録ヘッドのプロセス例を図3Aおよび図3Bを用いて順を追って説明する。

(1) SOI層103を有するシリコン基板101に、熱酸化処理により熱酸化膜(SiO₂層)104を形成する。

20

(2) この熱酸化膜104の上に、下電極105としてPt/Tiをスパッタ法などで成膜し、さらにその上にLPCVD法、スパッタ法などにより、絶縁膜106を堆積する。下電極105の厚さは、300~1000、絶縁層106の厚さは1000~1μm程度である。

(3) 絶縁膜106の上に、スパッタやCVD等の方法でチタン酸ジルコン酸鉛系またはチタン酸バリウム系を主成分とした薄膜を堆積し、600~800で焼成し圧電体層107の材料層とする。圧電体層107上に、Pt/Tiなどの金属を堆積し、パターンニングして上層電極108を形成する。

(4) 圧電体層107をエッチングして圧電体素子109を形成する。この際に、ドライエッチング法で絶縁層106をエッチングストップ層に用いる。絶縁層106をエッチングストップ層に用いることによって、下電極105のPt/Tiなどがオーバーエッチされてしまい圧電体素子109の端面に付着してしまう、といったことが防止できる。このドライエッチングによって少なくとも圧電素子同士の間部分の絶縁体層が露出する。

30

【0025】

また、ドライエッチングによって表面が暴露(露出)された部分の絶縁層106は、圧電体層107の下の絶縁層106より薄くなっている方が好ましい。これは、暴露された絶縁層106部分が薄いほど振動板全体の拘束が小さくなるためである。

(5) レジストパターンニング後に、ICP(Inductively Coupled Plasma)エッチング法を用いて、圧電素子部の下部にインク圧力室111を形成する。

40

(6) 別のシリコン基板に、同じくICP法を用いてインク吐出口112を形成し、オリフィスプレート113とする。

(7) 前述したパーツを接合し、インクジェット記録ヘッド114が完成する。

[実施例1-1]

図1は本実施例を示すインクジェット記録ヘッドの断面模式図である。基板としてはシリコンSOIウエハが用いられる。200μm厚のSi基板101上に、SiO₂層(ボックス層)102が1μm、振動板としてSi単結晶層(SOI層)103が5μm、SiO₂層104が3000を形成した。また、圧電素子として、下電極105、絶縁膜106、圧電体層109、上電極108を以下の厚みで順次形成した。下電極105はP

50

$t / T i = 3000 / 300$ 、絶縁膜106は $Al_2O_3 = 4000$ とした。また、圧電体層109は $Pb(Zr, Ti)O_3$ ペロブスカイト型酸化物(PZT) = $2.7 \mu m$ 、上電極108は $Pt / Ti = 3000 / 300$ とした。

【0026】

基板101には振動板の下にインク圧力室111を形成するためにエッチングによって穴を空けた。さらに、 $200 \mu m$ 厚のオリフィス用シリコン基板113を貼り合わせ、インク圧力室に合わせて直径 $40 \mu m$ のインク吐出口112を形成した。

【0027】

インク圧力室の幅は $100 \mu m$ 、奥行きは $3 mm$ 、素子間のピッチは $120 \mu m$ とした。

10

【0028】

このヘッドを使い、粘度 $2 c p$ の水性インクを用いて、 $30 KHz$ で $3 p l$ の液滴、幅 $12.5 mm$ で印字テストを行ったところ、 2×10^{10} 回まで不吐出のない高品位な印字物が得られた。

[比較例1-1]

図4は、本発明との比較のために作製したインクジェット記録ヘッドの模式的な断面図である。絶縁膜106を設けない点以外は実施例1と同様の素子を作製した。このヘッドを使い、粘度 $2 c p$ の水性インクを用いて、 $30 KHz$ で $3 p l$ の液滴、幅 $12.5 mm$ で印字テストを行ったところ、 5×10^9 回で不吐出の部分が発生した。

[実施例1-2]

図5のように、絶縁層106をオーバーエッチングして、圧電体層107下以外の部分の膜厚114を 2000 と薄くした。他の構造は、実施例1-1と同様にした。アクチュエータ部の変形を測定したところ、 $30 V$ の電圧を印可したときの変位が、実施例1のものに比べて、 8% 大きくなっていった。印字テストでは、 2×10^{10} 回まで不吐出のない高品位な印字物が得られた。

20

[実施例1-3]

次に、本発明によるインクジェット記録ヘッドのプロセスを再び図3A、図3Bを用いて順を追って説明する。

(1) $1 \mu m$ のボックス層102、 $5 \mu m$ のSOI層103を持った、厚さ $200 \mu m$ のシリコン基板101に、熱酸化で 3000 の熱酸化膜(SiO_2 層)104を形成した

30

(2) この上に、下電極105として $Pt / Ti = 3000 / 300$ をスパッタ法で成膜し、さらにその上にスパッタ法により、絶縁膜106として Ta_2O_5 を 3000 堆積した。

(3) この絶縁膜106に、スパッタ法で PZT を $3 \mu m$ 堆積し、 700 で5時間焼成し圧電体層107とした。圧電体層107上に電極として、 $Pt / Ti = 3000 / 300$ をスパッタ法で成膜し、パターンニングして上電極108を形成した。

(4) 圧電体層107を C_4F_8 と Cl_2 を使ってドライエッチングして圧電体素子109を形成した。この際に、 Ta_2O_5 層がエッチングストップ層として機能した。

(5) レジストパターンニング後に、 SF_6 と C_4F_8 を交互に導入しICP(Inductively Coupled Plasma)エッチング法を用いて、 Si をボックス層まで掘り込み、圧電素子部の下部にインク圧力室111を形成した。

40

(6) 厚さ $150 \mu m$ の別のシリコン基板に、同じくICP法を用いて直径 $40 \mu m$ のインク吐出口112を形成し、オリフィスプレート113とする。

(7) 前述したパーツに $Au / Ti = 1000 / 300$ スパッタで成膜し、真空接合機にて 300 で $3 MPa$ の圧力を掛け接合した。これで、インクジェット記録ヘッド114が完成する。

【0029】

ヘッド各部の寸法は、実施例1-1のものと同様とした。このヘッドを使い、粘度 $2 c p$ の水性インクを用いて、 $30 KHz$ で $3 p l$ の液滴、幅 $12.5 mm$ で印字テストを行

50

ったところ、 3×10^{10} 回まで不吐出のない高品位な印字物が得られた。

【0030】

以上本実施形態によれば、圧電体膜と下電極の間に積層した絶縁層によって、圧電素子エッチング後に形成される圧電素子の端面部の電気的リークによる故障が抑制される。また、圧電材料とエッチング速度の異なる絶縁層を下電極上に設けることにより、下電極がオーバーエッチされることがなくなり、下電極物質の飛散による素子部の汚染が抑制される。

[第2の実施形態]

図6(A)は本実施形態のインクジェット記録ヘッドの断面模式図であり、図6(B)のA-A'部における断面を示している。基板としてはSiウエハが用いられる。Si基板101上に、SiO₂層(ボックス層)102、振動板としてSi単結晶層(SOI層)103、圧電素子として下電極105、絶縁層106、圧電体層107、上電極108が順次形成されている。

10

【0031】

絶縁層106としては、第1の実施形態に記載した通りである。

【0032】

圧電体層107としては、チタン酸ジルコン酸鉛系、リラクサ系またはチタン酸バリウム系を主成分としたペロブスカイト構造を持つ圧電体が用いられる。

【0033】

基板101には振動板の下にインク圧力室111がエッチングによって穴が空けられて形成されている。さらにインク連通部115、インク吐出口112が形成されたオリフィスプレート113が接合されてインクジェット記録ヘッドが形成されている。オリフィスプレート113としてはSUS基板やSi基板を用いることができる。

20

【0034】

インク圧力室は、液体であるインクに有効に吐出力を持たせられるものであれば、構造や材質、製法はここに記したものに限らない。また、電極材料や絶縁膜、圧電体の形成方法も適宜適当な形成方法を用いることができる。

【0035】

振動板は、インク圧力室を区切る隔壁及び隔壁上に形成されている。また、絶縁層106は、隣接する圧電素子間の隔壁上にも形成されている。

30

【0036】

また、図6(B)は本発明によるインクジェット記録ヘッドの圧電素子部の俯瞰模式図である。ここで、圧電素子部とは、インク圧力室111に対応する部分の下電極105、圧電体層107、上電極108を意味する。上電極108の幅は圧電体層107の幅よりも狭く、下電極105の幅は圧電体層107の幅よりも広い。絶縁層106は、圧電体層107と下電極105との間に設けられており、圧電体層107の下部分の圧電体下絶縁層106cと、下電極105と圧電体層107とを電気的に接触させるための非形成領域106dとが形成されている。また、図6(A)、図6(B)に示すように、圧電素子部の外周部に絶縁層106が形成され、下電極105を被覆している構造になっている。

【0037】

また、図7のように圧電素子部においては、圧電素子部の長手方向の外縁に沿って絶縁膜で覆い、短手方向周辺を絶縁膜で覆わない構造も取りうる。この場合、図6(B)に示す構造に比べ、圧電素子部の短手方向周辺の下電極105が露出するため、上下電極間のショート発生確率が若干上昇してしまう。しかしながら、絶縁層106による圧電素子部の拘束が弱まるため、同じ電圧をかけたときの変位は向上する。

40

【0038】

図6(B)、図7のいずれの構造においても、引出電極などのために圧電体層107は圧電素子部以外の部分にも延長され、また、圧電体層107の一端の少なくとも一端はインク圧力室の一端を跨いでインク圧力室の領域外にも延設されている(不図示)。この圧電素子部以外に存在する圧電体層107と下電極105の間には絶縁層106を設けるこ

50

とにより、電極間の間に絶縁層 106 のみ、または圧電体層 107 のみが存在する場合よりも静電容量を低減できるため、高速な駆動が可能となる。特に、本実施形態の場合、非形成領域 106d が形成されていることで下電極 105 と圧電体層 107 とが電氣的に接触している。絶縁層を介して電極と圧電体層が存在する構成のほうが圧電体層に電界はかかるものの、下電極 105 と圧電体層 107 とが接触する本実施形態のほうが圧電素子としての性能がよりよい。

【0039】

図 8 は本実施形態によるインクジェット記録ヘッドの長手方向断面図であり、図 6 (B) の B - B' 断面の模式図である。図 8 においてはオリフィスプレートなどの構造は省略している。図 8 に示すように、インク圧力室上以外の圧電体層 107 や下電極 105 の存在する部分は、単に配線のために存在する。配線部分においては、上電極 108、圧電体層 107、下電極 105 の構造はコンデンサとなり、不要な静電容量が生じる。従って、この部分の下電極 105 と圧電体層 107 は絶縁層 106 によって完全に遮断しておくことが望ましい。絶縁層 106 として、圧電体層 107 よりも誘電率の低い材料を選択することにより、この部分の静電容量を低減することができ、より高速な応答が可能となる。

【0040】

次に、本発明によるインクジェット記録ヘッドのプロセス例を図 9 A、図 9 B を用いて順を追って説明する。

(A) SOI 層である振動板層 103、ボックス層である酸化膜 102 を持ったシリコン基板 101 に、下電極 105 として Pt / Ti を形成し、さらにその上に絶縁層 106 を形成する。絶縁層としては、 Al_2O_3 、AlN、 Si_3N_4 、 SiO_2 、MgO、 Ta_2O_5 、SiC などが適用可能である。

(B) 形成した絶縁層 106 をパターニングし、非形成領域 106d を形成する。

(C) パターニングした絶縁層 106 上に、チタン酸ジルコン酸鉛系またはチタン酸バリウム系を主成分とした薄膜を堆積し、600 ~ 800 で焼成し圧電体層 107 とする。圧電体層 107 上に下電極 106 として、Pt / Ti などの金属を形成する。

(D) 上電極 108 のパターニングを行う。

(E) 圧電体層 107 をエッチングして素子分離を行い、圧電素子 109 を形成する。この際に、ドライエッチング法で絶縁層 106 をエッチングストップ層に用いる。絶縁層 106 をエッチングストップ層に用いることによって、下電極 105 の Pt / Ti などがスパッタされて、圧電体素子端面に付着することが防止できる。

【0041】

また、ドライエッチングによって表面が暴露された部分の絶縁層 106 は、圧電体層 107 の下の絶縁層 106c より薄くなっている方が好ましい。これは、暴露された絶縁層部分が薄いほど振動板全体の拘束が小さくなるためである。

(F) レジストパターニング後に、シリコン基板 101 を、圧電素子 109 が形成された面と対向する側からエッチングを行い、圧電素子 109 の下部にインク圧力室 111 を形成する。

(G) 別のシリコン基板に、インク連通部 115 及びインク吐出口 112 を形成し、オリフィスプレート 113 とする。

(H) 前述したパーツを接合し、インクジェット記録ヘッド 114 が完成する。

[実施例 2 - 1]

図 6 は本発明による実施例を示すインクジェット記録ヘッドの断面模式図である。基板としてはシリコン SOI ウエハを用いた。200 μ m 厚の Si 基板 101 上に、 SiO_2 層 (ボックス層) 102 が 1 μ m、振動板として Si 単結晶層 (SOI 層) 103 が 5 μ m である。この SOI 層 103 の上に熱酸化膜 SiO_2 層を 300 nm 形成している (不図示)。その上に下電極 105 として Pt 300 nm / Ti 30 nm、絶縁層 106 として SiO_2 を 300 nm を形成し、絶縁層 106 の一部をエッチングによって除去し、非形成領域を形成した。その後、チタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) 2.7 μ m の圧電体層 107、Pt / Ti = 300 / 30 nm の上電極 108 を順次形成し、上電極 108、圧電

10

20

30

40

50

体層 107 を順次エッチングして圧電素子 109 を形成した。本実施例に上げた振動板や P Z T、電極、絶縁膜などの厚さは一例を示したのみであり、用途に応じて適宜変更することが可能である。絶縁層 106 は変位の阻害、エッチングストップ層としての機能を考えると SiO_2 を用いた場合には $10\text{ nm} \sim 1000\text{ nm}$ あたりが適当である。

【0042】

基板 101 には振動板の下にインク圧力室 111 を形成するためにエッチングによって穴を空けた。さらに、インク連通部 115、インク吐出口 112 を有する $200\text{ }\mu\text{m}$ 厚のオリフィス用シリコン基板 113 を貼り合わせ、インクジェット記録ヘッドを作製した。

【0043】

インク圧力室の幅は $100\text{ }\mu\text{m}$ 、奥行きは 3 mm 、素子間のピッチは $220\text{ }\mu\text{m}$ とした。

【0044】

このヘッドを使い、粘度 2 cp の水性インクを用いて、 30 KHz で 3 pl の液滴、幅 12.5 mm で印字テストを行ったところ、 2×10^{10} 回まで不吐出のない高品位な印字物が得られた。

[比較例 2 - 1]

絶縁層 106 を形成しない以外は実施例 2 - 1 と同様の素子を作製し、このヘッドを使って、粘度 2 cp の水性インクを用いて、 30 KHz で 3 pl の液滴、幅 12.5 mm で印字テストを行った。その結果、 5×10^9 回で上下電極間でショートが発生し、不吐出となった。

[実施例 2 - 2]

図 10 のように、絶縁層 106 をオーバーエッチングして、圧電体層 107 下以外の部分の絶縁層 106 b を 200 nm と薄くした。他の構造は、実施例 2 - 1 と同様にした。圧電素子部の変形を測定したところ、 30 V の電圧を印可したときの変位が、実施例 2 - 1 のものに比べて、 8% 大きくなっていった。印字テストでは、 2×10^{10} 回まで不吐出のない高品位な印字物が得られた。

[実施例 2 - 3]

次に、本発明によるインクジェット記録ヘッドの製造方法を図 9 A、図 9 B を使って順を追って説明する。

(A) $1\text{ }\mu\text{m}$ の SiO_2 層であるボックス層 102、 $5\text{ }\mu\text{m}$ の SOI 層 103 を持った、厚さ $200\text{ }\mu\text{m}$ のシリコン基板 101 に下電極 105 として $\text{Pt}/\text{Ti} = 300/30\text{ nm}$ をスパッタ法で成膜した。さらにその上にスパッタ法により、絶縁層 106 として Ta_2O_5 を 300 nm 堆積した。

(B) 次に形成した絶縁層 106 の一部をエッチングによって除去し、非形成領域 109 を形成した。

(C) 非形成領域 109 を形成した絶縁層 106 上にスパッタ法で P Z T を $3\text{ }\mu\text{m}$ 堆積し、酸素雰囲気中にて 700°C で 5 時間焼成し圧電体層 107 とした。さらに圧電体層上に電極として、 $\text{Pt}/\text{Ti} = 300/30\text{ nm}$ をスパッタ法で成膜した。

(D) 形成した $\text{Pt}/\text{Ti} = 300/30\text{ nm}$ をパターンニングして上電極 108 を形成した。

(E) 圧電体層 107 を C_4F_8 と Cl_2 をエッチングガスとして用いたドライエッチングを行い、圧電素子 109 を形成した。この際に、 Ta_2O_5 層がエッチングストップ層として機能した。

(F) レジストパターンニング後に、シリコン基板 101 を、圧電素子が形成された面と対向する面からボックス層 102 をストップエッチング層として使い、エッチングを行った。エッチング方法としては垂直深掘りが可能な方法が好適である。本実施例においてはプラズマ源として高密度プラズマを生成できる ICP (Inductively Coupled Plasma) を使い、エッチングガスとして SF_6 及び C_4F_8 を用いた、いわゆるボッシュプロセスを用いてエッチングを行った。ボックス層 102 が露出するまでエ

10

20

30

40

50

ッチングを行った後、バッファードフッ酸を用いて露出したボックス層を除去し、インク圧力室 111 を形成した。

(G) 厚さ 150 μm の別のシリコン基板に、同じく ICP 法を用いてインク連通部 115 と直径 30 μm のインク吐出口 112 を形成し、オリフィスプレート 113 とする。

(H) 前述したパーツに Au/Ti = 100/30 nm スパッタ法で成膜し、真空接合機にて 300 で 3 MPa の圧力を掛け接合した。これで、インクジェット記録ヘッドが完成する。

【0045】

ヘッド各部の寸法は、実施例 2 - 1 と同様とした。このヘッドを使って、粘度 2 cp の水性インクを用いて、30 KHz で 3 pl の液滴、幅 12.5 mm で印字テストを行ったところ、 3×10^{10} 回まで不吐出のない高品位な印字物が得られた。

10

【0046】

以上本実施形態によれば、一部が圧電体の下部まで延長されるように絶縁層を下電極上に設けることにより、下電極が圧電体のエッチングの際に露出してスパッタされることがなく、下電極物質の飛散による素子部の汚染が抑制される。また、圧電体よりも誘電率の低い絶縁体を圧電体と下電極の間に介在させることにより、素子としての静電容量を低減することができ、駆動波形に対してより高速に応答できるため、精密な吐出制御が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0047】

20

【図 1】本発明の第 1 の実施形態によるインクジェット記録ヘッドの断面図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施形態によるインクジェット記録ヘッドの他の例の断面図である。

【図 3 A】本発明の第 1 の実施形態におけるインクジェット記録ヘッドの作製フローである。

【図 3 B】本発明の第 1 の実施形態におけるインクジェット記録ヘッドの作製フローである。

【図 4】比較例のインクジェット記録ヘッドの断面図である。

【図 5】本発明の実施例 1 - 2 によるインクジェット記録ヘッドの断面図である。

【図 6】本発明の第 2 の実施形態によるインクジェット記録ヘッドの断面図および上面図である。

30

【図 7】本発明の第 2 の実施形態によるインクジェット記録ヘッドの他の例の上面図である。

【図 8】本発明の第 2 の実施形態によるインクジェット記録ヘッドの長手方向断面図である。

【図 9 A】本発明の第 2 の実施形態におけるインクジェット記録ヘッドの作製フローである。

【図 9 B】本発明の第 2 の実施形態におけるインクジェット記録ヘッドの作製フローである。

【図 10】本発明の実施例 2 - 2 におけるインクジェット記録ヘッドの断面図である。

40

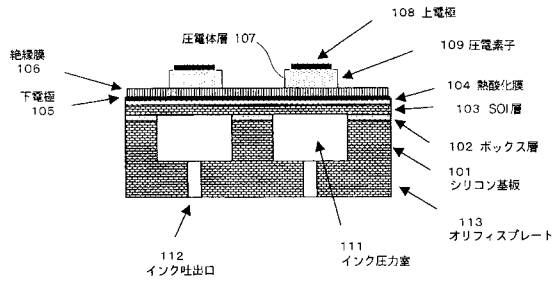
【符号の説明】

【0048】

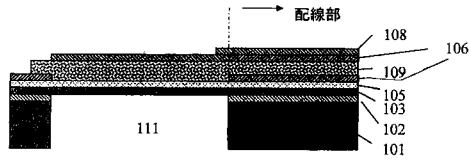
- 105 下電極
- 106 絶縁膜
- 107 圧電体層
- 108 上電極
- 109 圧電素子
- 111 インク圧力室
- 112 インク吐出口
- 114 インクジェット記録ヘッド

50

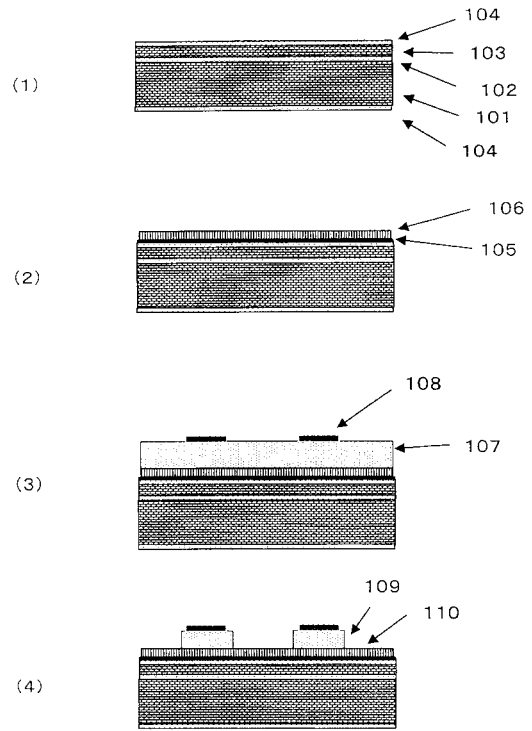
【図 1】



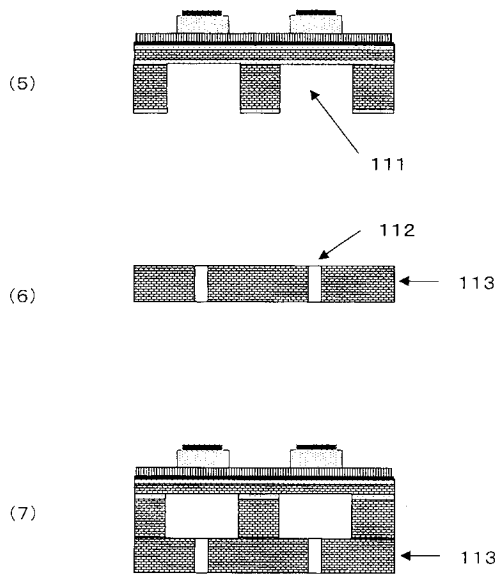
【図 2】



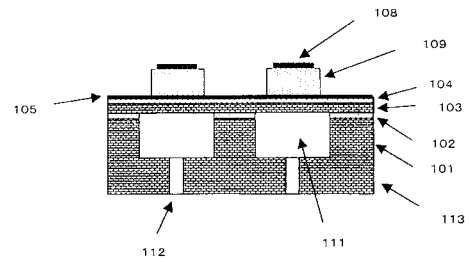
【図 3 A】



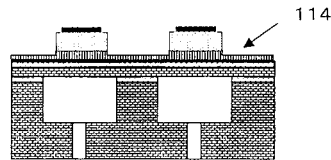
【図 3 B】



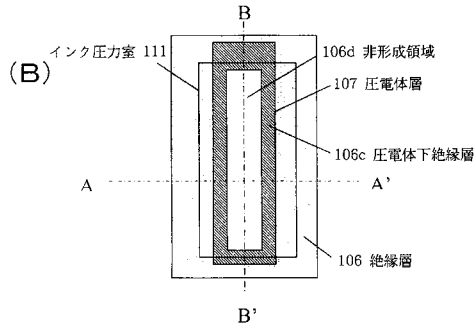
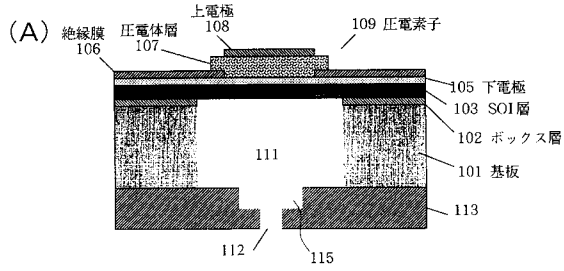
【図 4】



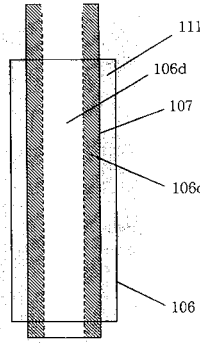
【図 5】



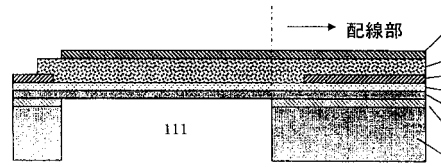
【図6】



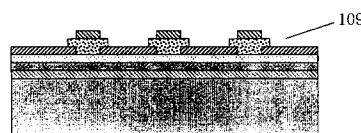
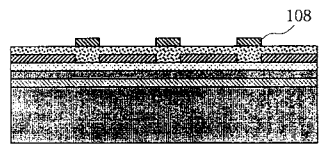
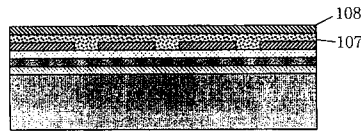
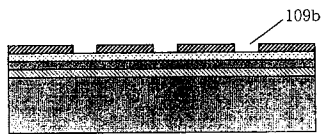
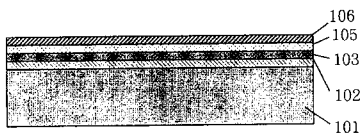
【図7】



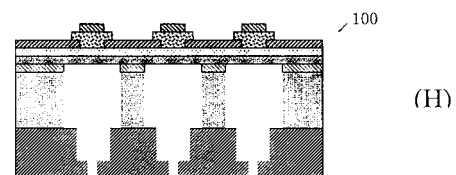
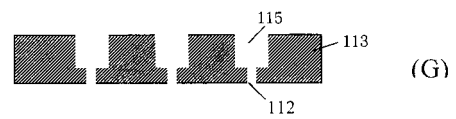
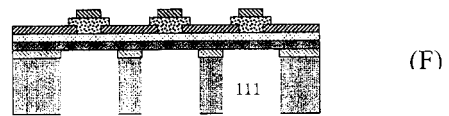
【図8】



【図9A】



【図9B】



(A)

(B)

(C)

(D)

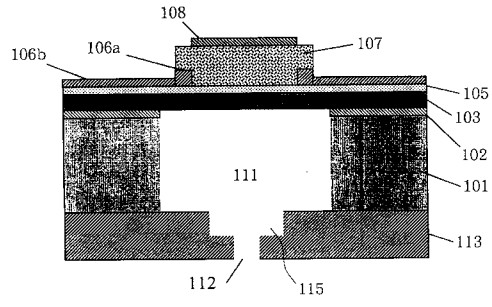
(E)

(F)

(G)

(H)

【図10】



フロントページの続き

審査官 柳澤 智也

- (56)参考文献 特開2000-037868(JP,A)
特開平10-166571(JP,A)
特開平11-300961(JP,A)
特開2002-370356(JP,A)
国際公開第98/018632(WO,A1)
特開2006-281777(JP,A)
特開2003-163387(JP,A)
特開2005-212289(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B41J 2/045
B41J 2/055
B41J 2/16