

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3687408号

(P3687408)

(45) 発行日 平成17年8月24日(2005.8.24)

(24) 登録日 平成17年6月17日(2005.6.17)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

B 4 1 J 2/16

B 4 1 J 3/04 1 O 3 H

B 4 1 J 2/045

B 4 1 J 3/04 1 O 3 A

B 4 1 J 2/055

請求項の数 3 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平11-112521	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成11年4月20日(1999.4.20)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2000-301729(P2000-301729A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成12年10月31日(2000.10.31)	(74) 代理人	100095728
審査請求日	平成15年8月5日(2003.8.5)		弁理士 上柳 雅誉
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修
		(72) 発明者	岡村 晶子
			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
		審査官	桐畑 幸▲廣▼

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッドの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シリコン単結晶基板の一方の面から異方性エッチングを行うことで形成された圧力室と、前記シリコン単結晶基板の他方の面に形成された弾性部材と、当該弾性部材の前記圧力室とは反対側の面に形成されて、下電極、圧電体膜、上電極とからなる圧電変換手段と、ノズルプレートと、を備えたインクジェット式記録ヘッドの製造方法において、

前記他方の面上に形成された前記圧電変換手段となる膜に所定形状の開口を有する凹部を形成する工程と、

前記凹部の開口よりも小さい開口を有し、前記シリコン単結晶基板を貫通する検査用孔を前記一方の面から異方性エッチングで形成する工程と、

前記凹部と前記検査用孔との位置に基づいて前記圧力室と前記圧電変換手段との相対位置を決定する工程と、を備えることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法

。

【請求項2】

前記圧力室と前記圧電変換手段との相対位置は、前記検査用孔側から光を照射して決定されることを特徴とする請求項1記載のインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項3】

前記シリコン単結晶基板の面方位が(100)あるいは(110)面であることを特徴とする請求項1に記載のインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

20

## 【 0 0 0 1 】

## 【 発明の属する技術分野 】

本発明は、シリコン単結晶基板の一方の面から異方性エッチングを行って、弾性部材と圧力室等の流路となる凹部を形成し、弾性部材に圧電変換手段を形成したインクジェット式記録ヘッドの製造方法に関する。

## 【 0 0 0 2 】

## 【 従来技術 】

シリコン単結晶基板の一方の面から異方性エッチングを行って、弾性部材と圧力室等の流路となる凹部を形成し、弾性部材に圧電変換手段を形成したインクジェット式記録ヘッドは、流路形成基板と弾性部材とを個別に形成して、これを積層するものに比較して、弾性部材側からの圧力室の位置を確認することが困難なため、圧電変換手段と圧力室との位置にずれが生じやすく、圧電変換手段の変位効率がばらつき易いという不都合がある。

10

## 【 0 0 0 3 】

例えば、シリコン基板上に絶縁膜（例えば、シリコン酸化膜）を形成した後、一方の面に下部電極形成用の膜、圧電体部形成用の膜及び上部電極形成用の膜を順に形成した後、上電極の全表面と酸化膜の全表面に、圧電素子及び圧力室を形成するためのレジストを塗布し、レジストマスクを両面同時露光において、シリコン基板のオリフラ（OF）の面方位の面内方向ずれ角度を考慮して、OFで角度出しを、その都度行い形成する。その後、シリコン酸化膜のウエットエッチングを行い圧力室となるシリコンのエッチング用の窓を形成する。次に、上部電極形成用の膜及び圧電体部形成用の膜を選択的にエッチング除去し、上部電極及び圧電体部を形成する。その後、下部電極領域に再度レジストを形成し、これをマスクとして下部電極形成用膜を選択的にエッチングし、下部電極、圧電体部及び上部電極からなる圧電体素子を形成する。その後、シリコン異方性エッチングによりシリコン基板の所望領域に、前記圧電体部の幅より若干大きな幅を備えた圧力室を形成する等、所望の工程を行いインクジェット式記録ヘッドを完成する。

20

## 【 0 0 0 4 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、前記圧電体素子の製造方法では、両面同時露光工程において、シリコン基板の面内方向のずれに対しては、マスクと基板でのずれを補正しレジストマスクを形成している。しかし、シリコン基板面に垂直方向の結晶方位のずれを補正していないため、圧電体素子とそれに対向する圧力室の位置ずれが生じ、（１）変位効率の低下、（２）インク吐出量の減少、（３）印字品質の低下、更に（４）シリコン基板、又はシリコンロットによる、ヘッド特性のバラツキが発生するという問題がある。

30

## 【 0 0 0 5 】

本発明は、このような従来の問題点を解決することを課題とするものであり、一般的なフォトリソ工程での、位置合わせマスク形成によりシリコン異方性エッチング時に起こるシリコン基板に対する結晶面方位のずれ方向、及びずれ量を考慮し、補正して圧電変換手段とそれに対向する圧力室とを高い相対位置精度で形成できるインクジェット式記録ヘッドの製造方法を提案することを目的とする。

## 【 0 0 0 6 】

## 【 課題を解決するための手段 】

上記の目的を達成するために本発明において、シリコン単結晶基板の一方の面から異方性エッチングを行うことで形成された圧力室と、前記シリコン単結晶基板の他方の面に形成された弾性部材と、当該弾性部材の前記圧力室とは反対側の面に形成されて、下電極、圧電体膜、上電極とからなる圧電変換手段と、ノズルプレートと、を備えたインクジェット式記録ヘッドの製造方法において、前記他方の面上に形成された前記圧電変換手段となる膜に所定形状の開口を有する凹部を形成する工程と、前記凹部の開口よりも小さい開口を有し、前記シリコン単結晶基板を貫通する検査用孔を前記一方の面から異方性エッチングで形成する工程と、前記凹部と前記検査用孔との位置に基づいて前記圧力室と前記圧電変換手段との相対位置を決定する工程と、を備えることを特徴とした。

40

50

## 【 0 0 0 7 】

## 【 発明の実施の形態 】

図 1 は、本発明の製造方法が適用されるインクジェット式記録ヘッドの一例を示す断面図であって、図 1 ( a ) は、シリコン単結晶基板の結晶面方位が ( 1 1 0 ) 面の場合、図 1 ( b ) は、シリコン単結晶基板の結晶面方位が ( 1 0 0 ) 面の場合である。

## 【 0 0 0 8 】

実施の形態 1 に係るインクジェット式記録ヘッドは、図 1 ( a ) に示すように、単結晶シリコン基板 2 0 1 の第 1 の面に、振動板であるシリコン酸化膜 2 0 2 と、振動板を兼ねている下電極である白金膜 2 0 3 が形成され、この白金膜 2 0 3 上の所定領域に、P Z T 膜 2 0 4 及び上電極である白金膜 2 0 5 が形成されている。さらに、単結晶シリコン基板 2 0 1 の P Z T 膜 2 0 4 が形成されている領域に対する部分には、圧力室 1 0 5 が形成されている。一方、単結晶シリコン基板 2 0 1 の第 1 の面と反対側の第 2 の面には、圧力室 1 0 5 内に收容されたインクを吐出するノズル開口 1 1 b が形成されたノズルプレート 3 0 1 が設けられている。

10

## 【 0 0 0 9 】

圧力室 1 0 5 の配列密度を高密度にする場合には、圧力室 1 0 5 の壁は、シリコン基板の主面に対して垂直となるのが望ましいから、異方性ウエットエッチングする場合には、前記単結晶シリコン基板は、その面方位が ( 1 1 0 ) 面であることが望ましい。また、低密度でよい場合には、図 1 ( b ) に示すように ( 1 0 0 ) 面であってもよい。

## 【 0 0 1 0 】

圧力室 1 0 5 は、単結晶シリコン基板 2 0 1 の第 2 の面から第 1 の面の近傍までが異方性エッチングにより形成されており、この部分は、圧力室 1 0 5 に対して略垂直に傾くテーパー状の側壁 3 0 2 から構成されている。また、単結晶シリコン基板の面方位 ( 1 0 0 ) 面を使用した場合は、図 1 ( b ) に示すように、異方性エッチングにより圧力室の側壁はくさび形の ( 1 1 1 ) 面と成る。

20

## 【 0 0 1 1 】

図 1 ( c ) には、インクジェット式記録ヘッドの一般的な、フォトリソ工程を通して形成した時における、デバイス面側から見たシリコン基板全体表面図を示す。

## 【 0 0 1 2 】

次に、シリコン単結晶基板の一方の面から異方性エッチングを行って、シリコン結晶面方位の検査用孔を形成する製造方法について、図 2 の製造工程断面図を参照して説明する。図 2 は、図 1 に示すインクジェット式記録ヘッドの一般的な、フォトリソ工程での、位置合わせマスク形成によりシリコン異方性エッチング時に起こる、シリコン基板に対するシリコン結晶面方位のずれ方向及び、ずれ量を考慮し、補正して圧力室を形成する製造工程を示す工程断面図である。

30

## 【 0 0 1 3 】

図 2 ( a ) : まず、所定の大きさ（例えば、直径 1 0 0 m m、厚さ 2 0 0 μ m）のシリコン単結晶基板 2 0 1 に対し、その両面に熱酸化法によりシリコン酸化膜 2 0 2 を厚さ 1 . 0 μ m 形成する。この工程は酸素或いは水蒸気を含む酸化雰囲気中で高温処理することで行う。この酸化膜 2 0 2 は振動板として機能するものである。次に、シリコン単結晶基板 2 0 1 の一方の面（後述する圧電体膜 2 0 4 を形成する側の面）の酸化膜 2 0 2 の表面にスパッタ成膜法等の薄膜形成方法により下電極 2 0 3 と成る白金を例えば、5 0 0 n m の厚さで形成する。この下電極 2 0 3 は酸化膜 2 0 2 とともに振動板膜を兼ねるものである。下電極 2 0 3 としては、他にイリジウム、イリジウムと白金の合金等を適用する事ができる。この上に圧電体膜前駆体を積層する。この工程はチタン酸鉛とジルコン酸鉛のモル混合比が 4 4 : 5 6 となるような P Z T 系圧電体膜の前駆体をゾルゲル法にて 0 . 8 μ m の厚みとなるまで 8 回の塗工 / 乾燥 / 脱脂を繰り返すことにより製膜する。但し、この方法に限らず、高周波スパッタ製膜法や C V D 法を用いてもよい。この圧電体膜前駆体を製膜後、圧電体前駆体を結晶化させるために基板全体を基板の両面から赤外線放射光源を用いて加熱する。例えば、酸素雰囲気中で 6 5 0 ° C で 5 分保持した後、9 0 0 ° C で 1

40

50

分加熱し、その後自然降温させることにより圧電体膜前駆体は圧電体膜 204 となる。

【0014】

その後、圧電体膜 204 上に上電極 205 を形成する。この工程は 100 nm の白金をスパッタ製膜法にて形成する。上電極 205 としては他に、イリジウム、イリジウムと白金の合金、パラジウム、金等を適用することができる。

【0015】

図 2 (b) : 上電極 205 の全表面にレジスト A を、また他方の酸化膜 202 の全表面にレジスト B をスピコートにより塗布し、シリコン基板の流路の非形成領域に位置ずれ確認窓のパターンを備えたマスクを使用して、両面同時露光機により露光 / 現像 / ベークを行い、OF に対して位置基準が既知の窓 101、102 を両面に形成する。この工程後に、シリコン基板全体表面を見た図を図 3 に示す。

10

【0016】

これらの窓 101、102 は、エッチング後のずれが判定しやすいような形状、例えば矩形、円、楕円、多角形等で形成され、望ましくは異方性エッチングが行われる側の窓、この実施例では窓 101 の面積が、他方の窓 102 の 1/2 以下であることが望ましい。

【0017】

図 2 (c) : レジスト A 上に有機膜からなる保護膜 206 をスピコーティング法により、 $1.0 \mu\text{m}$  形成する。この保護膜 206 はシリコン基板 201 の下面 (圧電体膜 204 が形成されている面と反対側の面) を除去するウェットエッチングをする際に保護膜として機能するためのものである。次にレジスト B をマスクとして酸化膜 202 を弗化水素酸と水の混合溶液によりエッチングし、シリコン基板 201 のエッチング用の窓 101 を形成する。この工程では表面に露出している酸化膜 202 を全て除去する。

20

【0018】

図 2 (d) : 酸化膜 202 のエッチング終了後、レジスト B 及び保護膜 206 を剥離する。そして表面に露出したレジスト A をマスクとして上電極 205、圧電体膜 204、下電極 203 をドライエッチング方法であるイオンミリング法を用いてエッチングを行い、シリコン異方性エッチング時に起こるシリコン基板面に対するシリコン結晶方位のずれ方向及び、ずれ量を透過観察により測定するための窓 102 を形成する。またドライエッチング法として反応性イオンエッチング法を用いても良い。

【0019】

図 2 (e) : 次に、シリコン基板上部の表面全体を覆うように保護膜 207 を CVD 法、スピコーティング法等により製膜する。この工程では保護膜 207 として窒化シリコン膜、フッ素樹脂等を適用できる。この保護膜 207 は次の工程でシリコン基板 201 の下面を異方性ウェットエッチングする際の保護膜として機能する。その後、異方性エッチング液、例えば、80 に保温された濃度 10% の水酸化カリウム水溶液を用いて窓 101 の面からシリコン基板 201 をエッチングしてデバイス形成面下にまで到達する略貫通状の検査用孔 110 を形成する。また異方性エッチング液として、テトラアンモニウムヒドロキシド (TMAH) 水溶液を用いても良い。

30

【0020】

図 2 (f) : 次に、保護膜 207 を剥離し、検査用孔 110 側に光源 L を配置して光を照射すると、異方性エッチングにより形成された検査用孔 110 の形状に対応したパターン 101' が酸化膜 202 に投影されるから、これと窓 102 との相対位置関係から、異方性エッチングによる検査用孔 110 のずれの角度、及びずれ量  $d$  を判断する。また、図 4 は、デバイス面表面に形成した窓 102 から観た透過光観察により、シリコン基板面に対するシリコン結晶方位のずれ方向及び、ずれ量を示す。

40

【0021】

このようにしてずれの方向とずれ量とが判明した段階で、両面同時露光時に位置ずれを補正し、例えば特開平 10 - 181010 号公報に見られるように圧電体素子が、圧力室の形成領域に収まるように他方の面に流路形成用の凹部を作り付けるための異方性エッチング用のパターンを形成する。

50

## 【 0 0 2 2 】

これにより、結晶面がシリコン基板表面に対してずれていたとしても、圧電体素子と圧力室との相対位置を規定の精度で形成することができ、印刷品質の高いインクジェット式記録ヘッドを高い歩留まりで製造することができる。

## 【 0 0 2 3 】

なお、上述の実施例においては、圧電体素子を先に形成するようにしているが、流路を形成してから圧電体素子を形成してもよいことは明らかである。

## 【 0 0 2 4 】

また、上述の実施例においては、圧電体素子側に酸化シリコンの膜を残し、投影像を写すようにしているが、酸化膜を除去して完全な貫通孔として測定してもよい。

10

## 【 0 0 2 5 】

## 【 発明の効果 】

本発明によれば、あらかじめ位置合わせマスクを形成することにより、シリコン異方性エッチング時に起こる、シリコン結晶面方位のずれ方向、及びずれ量を考慮し、補正することができる。この補正により、圧電変換手段とそれに対向する圧力室の位置ずれから生ずる、変位効率の低下、及びインク吐出量の減少、印字品質の低下を防止することが可能である。また、両面同時露光においてシリコン結晶面方位のずれ方向、及びずれ量を考慮し、補正することができるため、シリコン基板、又はシリコンロットによる、ヘッド特性バラツキが発生するという問題が解決される。

## 【 図面の簡単な説明 】

20

【 図 1 】 ( a )、( b ) は、それぞれ本発明の製造方法を適用するのに適したインクジェット式記録ヘッドの一例を示す断面図であり、( c ) は同上インクジェット式記録ヘッドに使用するシリコン基板に作り付けられたデバイスの配置例を示す上面図である。

【 図 2 】 ( a ) 乃至 ( b ) は、それぞれ本発明のインクジェット式記録ヘッドの製造方法のうち、位置合わせ確認窓の形成工程を、位置合わせ確認窓の近傍を拡大して示す図である。

【 図 3 】 本発明のインクジェット式記録ヘッドの製造方法のうち、位置合わせ確認窓のマスク形成を行った、シリコン基板表面全体図である。

【 図 4 】 本発明のインクジェット式記録ヘッドの製造方法のうち、デバイス面側の位置合わせ確認窓から見た、ずれ方向及び、ずれ量を拡大して示す図である。

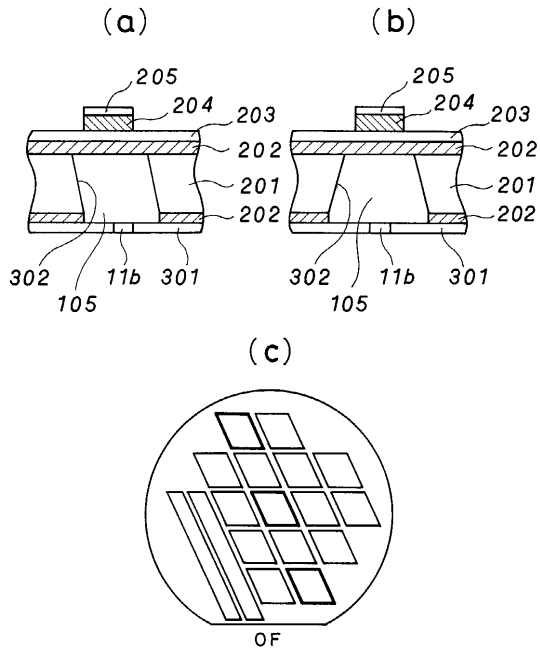
30

## 【 符号の説明 】

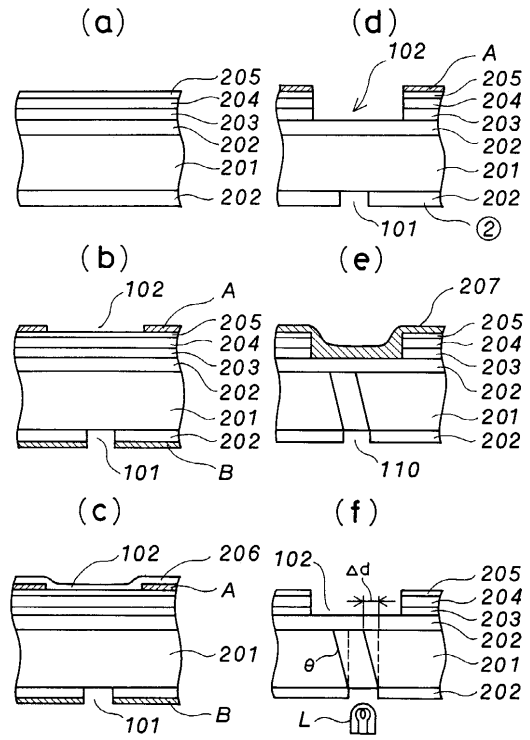
- 2 0 1 シリコン単結晶基板
- 2 0 2 酸化膜
- 2 0 3 下電極
- 2 0 4 圧電体膜
- 2 0 5 上電極
- 2 0 6 保護膜
- 2 0 7 保護膜
- 3 0 1 ノズルプレート
- 3 0 2 側壁
- 1 0 1 窓
- 1 0 2 窓
- 1 0 5 圧力室
- 1 1 0 検査用孔
- 1 1 b ノズル開口
- ずれ角度
- d ずれ量
- L 光源

40

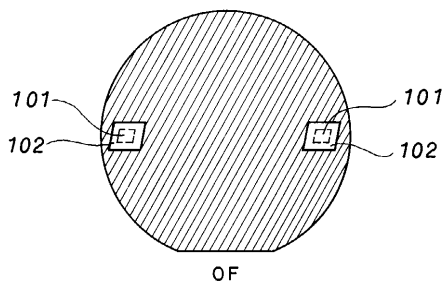
【 図 1 】



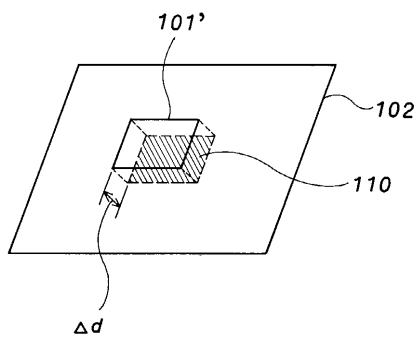
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

B41J 2/16

B41J 2/045

B41J 2/055