

(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2014-117819

(P2014-117819A)

(43) 公開日 平成26年6月30日(2014.6.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 4 1 J 2/045 (2006.01)	B 4 1 J 3/04 1 O 3 A	2 C 0 5 7
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)		

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2012-272539 (P2012-272539)	(71) 出願人	501167725 エスアイアイ・プリンテック株式会社 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
(22) 出願日	平成24年12月13日(2012.12.13)	(74) 代理人	100154863 弁理士 久原 健太郎
		(74) 代理人	100142837 弁理士 内野 則彰
		(74) 代理人	100123685 弁理士 木村 信行
		(72) 発明者	堀口 悟史 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 エ スアイアイ・プリンテック株式会社内
		(72) 発明者	久保田 禅 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 エ スアイアイ・プリンテック株式会社内 最終頁に続く

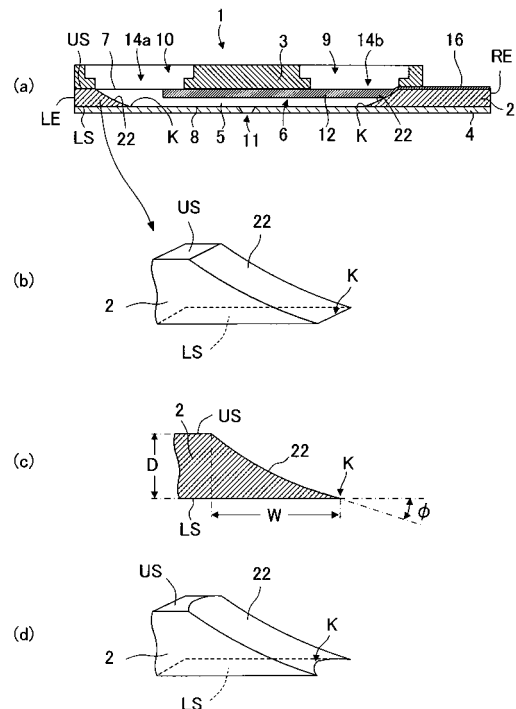
(54) 【発明の名称】 液体噴射ヘッド、液体噴射装置及び液体噴射ヘッドの製造方法

(57) 【要約】

【課題】液体噴射ヘッドを小型化し、製造の容易な液体噴射ヘッドを提供する。

【解決手段】本発明の液体噴射ヘッド1は、基板の上面から下面に貫通する細長い溝6が複数配列するアクチュエータ基板2を備え、溝6は、アクチュエータ基板2の一方側の外周端LEの手前から他方側の外周端REに向けて形成され、溝6の長手方向の端部はアクチュエータ基板2の下面LSから上面USに向けて切り上がる傾斜面22をなし、傾斜面22と下面LSが交差する交差部Kにおける傾斜面22と下面LSの交差角が3度~80度の範囲内にあることとした。これにより、アクチュエータ基板2の溝6方向の長さを短縮させて小型化するとともに、裏面側の加工性を向上させて高い歩留りで製造可能な液体噴射ヘッド1を提供する。

【選択図】図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板の上面から下面に貫通する細長い溝が複数配列するアクチュエータ基板を備え、前記溝は、前記アクチュエータ基板の一方側の外周端の手前から他方側に向けて形成され、

前記溝の長手方向の端部は前記アクチュエータ基板の下面から上面に向けて切り上がる傾斜面をなし、前記傾斜面と前記下面とが交差する交差部における交差角が3度～80度の範囲内にある液体噴射ヘッド。

## 【請求項 2】

前記溝の一方側の端部において、前記傾斜面の前記長手方向の幅 $W$ と、前記アクチュエータ基板の厚さ $D$ とは、 $0.2 < (W/D) < 1.1$ 、の関係を満たす請求項1に記載の液体噴射ヘッド。

10

## 【請求項 3】

前記溝は、交互に配列する吐出溝と非吐出溝を含む請求項1又は2に記載の液体噴射ヘッド。

## 【請求項 4】

前記吐出溝は、前記アクチュエータ基板の一方側の外周端の手前から他方側の外周端の手前まで形成され、

前記非吐出溝は、前記アクチュエータ基板の一方側の外周端の手前から他方側の外周端まで延設され、前記他方側の外周端近傍の底部に前記アクチュエータ基板が残る上げ底部が形成され、

20

前記上げ底部の一方側の端部は、前記アクチュエータ基板の下面から前記上げ底部の上面にかけて切り上がる傾斜面をなし、前記傾斜面が前記非吐出溝の長手方向の端部を構成する請求項3に記載の液体噴射ヘッド。

## 【請求項 5】

前記吐出溝及び前記非吐出溝の上面開口を部分的に覆うように設置され、前記吐出溝の一方側に連通する第一スリットと、前記吐出溝の他方側に連通する第二スリットとを有するカバープレートと、

前記吐出溝及び非吐出溝の下面開口を覆うように設置され、前記吐出溝に連通するノズルを有するノズルプレートと、を備える請求項3又は4に記載の液体噴射ヘッド。

30

## 【請求項 6】

前記第一及び第二スリットの前記吐出溝の側に開口する開口部のそれぞれは、前記下面開口と一部が重なる位置に設置される請求項5に記載の液体噴射ヘッド。

## 【請求項 7】

請求項1に記載の液体噴射ヘッドと、

前記液体噴射ヘッドと被記録媒体とを相対的に移動させる移動機構と、

前記液体噴射ヘッドに液体を供給する液体供給管と、

前記液体供給管に前記液体を供給する液体タンクと、を備える液体噴射装置。

## 【請求項 8】

圧電体基板に複数の溝を並列に形成し、前記溝の長手方向の端部を前記溝の底面から前記圧電体基板の上面に向けて切り上がる傾斜面とする溝形成工程と、

40

前記圧電体基板に導電体を堆積する導電体堆積工程と、

前記導電体をパターンニングして電極を形成する電極形成工程と、

前記圧電体基板の上面にカバープレートを設置するカバープレート設置工程と、

前記圧電体基板の上面とは反対側の下面を研削し、前記傾斜面と前記下面とが交差する交差部における交差角を3度～80度の範囲内に形成する圧電体基板研削工程と、

前記圧電体基板の下方にノズルプレートを設置するノズルプレート設置工程と、を備える液体噴射ヘッドの製造方法。

## 【請求項 9】

前記圧電体基板研削工程は、前記溝の一方側の端部において、前記傾斜面の前記溝の長

50

手方向の幅 $W$ と、前記圧電体基板の厚さ $D$ とが、 $0.2 < (W/D) < 1.1$ 、の関係を満たすように前記圧電体基板の下面を研削する工程である請求項8に記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項10】

圧電体基板の上面から下面に貫通させて溝の長手方向の端部を前記下面から前記上面に向けて切り上がる傾斜面に形成し、前記傾斜面と前記下面とが交差する交差部における交差角を3度～80度の範囲内に形成する溝形成工程と、

前記圧電体基板に導電体を堆積する導電体堆積工程と、

前記導電体をパターンングして電極を形成する電極形成工程と、

前記圧電体基板の上面にカバープレートを設置するカバープレート設置工程と、

前記圧電体基板の下方にノズルプレートを設置するノズルプレート設置工程と、を備える液体噴射ヘッドの製造方法。

10

【請求項11】

前記溝形成工程は、吐出溝と非吐出溝とを交互に形成する工程である請求項8～10のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液滴を吐出して被記録媒体に記録する液体噴射ヘッド、この液体噴射ヘッドを用いた液体噴射装置及び液体噴射ヘッドの製造方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、記録紙等にインク滴を吐出して文字や図形を記録する、或いは素子基板の表面に液体材料を吐出して機能性薄膜を形成するインクジェット方式の液体噴射ヘッドが利用されている。この方式は、インクや液体材料などの液体を液体タンクから供給管を介してチャンネルに導き、チャンネルに充填される液体に圧力を印加してチャンネルに連通するノズルから液体を吐出する。液体の吐出の際には、液体噴射ヘッドや被記録媒体を移動させて文字や図形を記録する、或いは所定形状の機能性薄膜を形成する。

【0003】

図15は、特許文献1に記載される液体噴射ヘッド101の断面模式図である。図15(a)が液体に圧力波を生じさせるための深溝105aの溝方向の断面模式図であり、図15(b)が溝105に直交する方向の断面模式図である。液体噴射ヘッド101は、圧電体からなる圧電プレート104と、その一方側の表面に接着されるカバープレート108と、カバープレート108の上に接着される流路部材111と、圧電プレート104の他方側の表面に接着されるノズルプレート102とからなる積層構造を有する。圧電プレート104には、溝105を構成する深溝105aと浅溝105bが交互に並列して形成され、深溝105aは圧電プレート104の一方側の表面から他方側の表面に貫通し、浅溝105bは一方側の表面に開口し、他方側には圧電体材料が残してある。深溝105aと浅溝105bの間には側壁106a～106cが形成される。深溝105aの側面には駆動用電極116a、116cが形成され、浅溝105bの側面には116b、116d

30

40

【0004】

カバープレート108には液体供給口109と液体排出口110が形成され、液体供給口109が深溝105aの一方の端部に、液体排出口110が当該深溝105aの他方の端部に連通する。流路部材111には液体供給室112と液体排出室113が形成され、液体供給室112が液体供給口109に連通し、液体排出室113が液体排出口110に連通する。ノズルプレート102にはノズル103が形成され、ノズル103は深溝105aに連通する。

【0005】

この液体噴射ヘッド101は次のように駆動される。流路部材111に設置される供給

50

用継手 114 から供給される液体は、液体供給室 112、液体供給口 109 を介して深溝 105a に充填される。深溝 105a に充填された液体は、更に、液体排出口 110、液体排出室 113 を介して排出用継手 115 から外部に排出される。そして、駆動用電極 116c と 116b の間、及び駆動用電極 116c と 116d の間に電位差を与えると側壁 106b と 106c は厚みすべり変形し、深溝 105a に圧力波が生じてノズル 103 から液滴が吐出される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2011-104791 号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献 1 の液体噴射ヘッド 101 では液滴吐出用の深溝 105a と液滴非吐出用の浅溝 105b が交互に形成される。浅溝 105b は圧電プレート 104 のノズルプレート 102 側には開口せず、深溝 105a は圧電プレート 104 のノズルプレート 102 側に開口する。深溝 105a 及び浅溝 105b は円盤の外周部にダイヤモンド等の砥粒が埋め込まれたダイシングブレード（ダイヤモンドカッターともいう）を用いて形成する。そのため、溝 105 の両端部にはダイシングブレードの外形形状が転写される。通常、ダイシングブレードは直径が 2 インチ以上の大きさのものを使用する。例えば、溝 105 の深さを 360  $\mu\text{m}$  とし、浅溝 105b の深さを 320  $\mu\text{m}$  として浅溝 105b の底部に 40  $\mu\text{m}$  の圧電プレート 104 を残すとすると、浅溝 105b の両端部にはその長手方向に合計約 8 mm の円弧形状が形成されることになる。浅溝 105b の両端部の円弧形状は不要な領域であり、この長さを短縮することができれば、液体噴射ヘッド 101 を小型に形成することができ、圧電体ウエハーからの取個数も増加させることができる。

20

【0008】

また、特許文献 1 の液体噴射ヘッド 101 では、液滴吐出溝である深溝 105a の両端部に形成される円弧形状が、液体供給口 109 と液体排出口 110 の間のカバープレート 108 と重なる位置まで伸びている。そのため、深溝 105a の実効的なポンプ長が短縮され、吐出効率を低下させる原因となっている。

30

【0009】

本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、各溝を圧電プレートの一方側の表面から他方側の表面に貫通させて各溝の端部に形成される円弧形状の幅を縮小し、全体を小型化するとともに高い歩留りで製造可能な液体噴射ヘッドを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の液体噴射ヘッドは、基板の上面から下面に貫通する細長い溝が複数配列するアクチュエータ基板を備え、前記溝は、前記アクチュエータ基板の一方側の外周端の手前から他方側に向けて形成され、前記溝の長手方向の端部は前記アクチュエータ基板の下面から上面に向けて切り上がる傾斜面をなし、前記傾斜面と前記下面とが交差する交差部における交差角が 3 度～80 度の範囲内にあることとした。

40

【0011】

また、前記溝の一方側の端部において、前記傾斜面の前記長手方向の幅  $W$  と、前記アクチュエータ基板の厚さ  $D$  とは、 $0.2 < (W/D) < 1.1$  の関係を満たすこととした。

【0012】

また、前記溝は、交互に配列する吐出溝と非吐出溝を含むこととした。

【0013】

また、前記吐出溝は、前記アクチュエータ基板の一方側の外周端の手前から他方側の外周端の手前まで形成され、前記非吐出溝は、前記アクチュエータ基板の一方側の外周端の手前から他方側の外周端まで延設され、前記他方側の外周端近傍の底部に前記アクチュエ

50

ータ基板が残る上げ底部が形成され、前記上げ底部の一方側の端部は、前記アクチュエータ基板の下面から前記上げ底部の上面にかけて切り上がる傾斜面をなし、前記傾斜面が前記非吐出溝の長手方向の端部を構成することとした。

【0014】

また、前記吐出溝及び前記非吐出溝の上面開口を部分的に覆うように設置され、前記吐出溝の一方側に連通する第一スリットと、前記吐出溝の他方側に連通する第二スリットとを有するカバープレートと、前記吐出溝及び非吐出溝の下面開口を覆うように設置され、前記吐出溝に連通するノズルを有するノズルプレートと、を備えることとした。

【0015】

また、前記第一及び第二スリットの前記吐出溝の側に開口する開口部のそれぞれは、前記下面開口と一部が重なる位置に設置されることとした。

10

【0016】

本発明の液体噴射装置は、上記の液体噴射ヘッドと、前記液体噴射ヘッドと被記録媒体とを相対的に移動させる移動機構と、前記液体噴射ヘッドに液体を供給する液体供給管と、前記液体供給管に前記液体を供給する液体タンクと、を備えることとした。

【0017】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法は、圧電体基板に複数の溝を並列に形成し、前記溝の長手方向の端部を前記溝の底面から前記圧電体基板の上面に向けて切り上がる傾斜面とする溝形成工程と、前記圧電体基板に導電体を堆積する導電体堆積工程と、前記導電体をパターンニングして電極を形成する電極形成工程と、前記圧電体基板の上面にカバープレートを設置するカバープレート設置工程と、前記圧電体基板の上面とは反対側の下面を研削し、前記傾斜面と前記下面とが交差する交差部における交差角を3度～80度の範囲内に形成する圧電体基板研削工程と、前記圧電体基板の下方にノズルプレートを設置するノズルプレート設置工程と、を備えることとした。

20

【0018】

また、前記圧電体基板研削工程は、前記溝の一方側の端部において、前記傾斜面の前記溝の長手方向の幅 $W$ と、前記圧電体基板の厚さ $D$ とが、 $0.2 < (W/D) < 1.1$ 、の関係を満たすように前記圧電体基板の下面を研削する工程であることとした。

【0019】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法は、圧電体基板の上面から下面に貫通させて溝の長手方向の端部を前記下面から前記上面に向けて切り上がる傾斜面に形成し、前記傾斜面と前記下面とが交差する交差部における交差角を3度～80度の範囲内に形成する溝形成工程と、前記圧電体基板に導電体を堆積する導電体堆積工程と、前記導電体をパターンニングして電極を形成する電極形成工程と、前記圧電体基板の上面にカバープレートを設置するカバープレート設置工程と、前記圧電体基板の下方にノズルプレートを設置するノズルプレート設置工程と、を備えることとした。

30

【0020】

また、前記溝形成工程は、吐出溝と非吐出溝とを交互に形成する工程であることとした。

【発明の効果】

40

【0021】

本発明の液体噴射ヘッドは、基板の上面から下面に貫通する細長い溝が複数配列するアクチュエータ基板を備え、溝は、アクチュエータ基板の一方側の外周端の手前から他方側に向けて形成され、溝の長手方向の端部はアクチュエータ基板の下面から上面に向けて切り上がる傾斜面をなし、傾斜面と下面とが交差する交差部における交差角が3度～80度の範囲内にあることとした。これにより、アクチュエータ基板の吐出溝方向の長さを短縮させて小型化するとともに、裏面側の加工性を向上させて高い歩留りで製造可能な液体噴射ヘッドを提供する。

【図面の簡単な説明】

【0022】

50

- 【図 1】本発明の第一実施形態に係る液体噴射ヘッドの断面模式図である。
- 【図 2】本発明の第二実施形態に係る液体噴射ヘッドの分解斜視図である。
- 【図 3】本発明の第二実施形態に係る液体噴射ヘッドの断面模式図である。
- 【図 4】本発明の第三実施形態に係る液体噴射ヘッドの製造方法の製造工程の流れ図である。
- 【図 5】本発明の第三実施形態に係る液体噴射ヘッドの圧電体基板の断面模式図である。
- 【図 6】本発明の第三実施形態に係る液体噴射ヘッドの溝形成工程の説明図である。
- 【図 7】本発明の第三実施形態に係る液体噴射ヘッドのマスク設置工程の説明図である。
- 【図 8】本発明の第三実施形態に係る液体噴射ヘッドの導電体堆積工程の説明図である。
- 【図 9】本発明の第三実施形態に係る液体噴射ヘッドの電極形成工程の説明図である。 10
- 【図 10】本発明の第三実施形態に係る液体噴射ヘッドのカバープレート設置工程の説明図である。
- 【図 11】本発明の第三実施形態に係る液体噴射ヘッドの圧電体基板研削工程の説明図である。
- 【図 12】本発明の第三実施形態に係る液体噴射ヘッドのノズルプレート設置工程の説明図である。
- 【図 13】本発明の第四実施形態に係る液体噴射ヘッドの溝形成工程の説明図である。
- 【図 14】本発明の第五実施形態に係る液体噴射装置の模式的な斜視図である。
- 【図 15】従来公知の液体噴射ヘッドの断面模式図である。
- 【発明を実施するための形態】 20
- 【0023】  
 (第一実施形態)  
 図 1 は本発明の第一実施形態に係る液体噴射ヘッド 1 の説明図である。図 1 ( a ) は液体噴射ヘッド 1 の断面模式図であり、図 1 ( b ) は傾斜面 2 2 の模式的な斜視図であり、図 1 ( c ) は傾斜面 2 2 を真横から見る模式的な側面図であり、図 1 ( d ) は傾斜面 2 2 が溝幅方向に円弧形状を有する場合の模式的な斜視図である。
- 【0024】  
 図 1 に示すように、液体噴射ヘッド 1 は、アクチュエータ基板 2 と、アクチュエータ基板 2 の上面 U S に設置されるカバープレート 3 と、アクチュエータ基板 2 の下面 L S に設置されるノズルプレート 4 とを備える。アクチュエータ基板 2 は、基板の上面 U S から下面 L S に貫通する細長い溝 6 が紙面奥側に複数配列する。溝 6 は、アクチュエータ基板 2 の一方側の外周端 L E の手前から他方側の外周端 R E に向けて形成され、溝 6 の長手方向の端部はアクチュエータ基板 2 の下面 L S から上面 U S に向けて切り上がる傾斜面 2 2 をなす。そして、図 1 ( b ) 及び ( c ) に示すように、傾斜面 2 2 と下面 L S とが交差する交差部 K における交差角  $\theta$  が 3 度 ~ 8 0 度の範囲内にとする。これにより、アクチュエータ基板 2 の溝 6 方向の長さを短縮させて小型化するとともに、下面 L S 側の加工性を向上させて高い歩留りで製造可能な液体噴射ヘッド 1 を構成することが可能となる。
- 【0025】  
 ここで、交差角  $\theta$  が 3 度よりも小さいと、傾斜面 2 2 と下面 L S の交差部 K やその近傍は欠けやすく、作業性が低下する。また、通常用いられるダイシングブレードでは研削可能な切込み深さに制限があり、交差角  $\theta$  を大きくして傾斜面 2 2 の長手方向の幅 W を縮小させようとするダイシングブレードの径が小さくなる。そのため、研削時間等の作業性を考慮すると交差角  $\theta$  は 8 0 度よりも小さくなる。また、溝 6 を形成した後にアクチュエータ基板 2 を研削し下面 L S に溝 6 を開口させる場合に、交差部 K の交差角  $\theta$  が 8 0 度を超えると、アクチュエータ基板 2 の研削量が増加して作業性が低下するとともに、材料の無駄が増えることになる。そこで、傾斜面 2 2 と下面 L S との交差角  $\theta$  を 3 度 ~ 8 0 度とするのが適切である。好ましくは、交差角  $\theta$  を 3 度 ~ 2 2 度の範囲として、交差部 K の欠けを防止し、かつ、圧電体基板 1 9 の研削量を減らして研削時間を短縮させる。
- 【0026】  
 なお、交差角  $\theta$  が鋭角になると先端部に欠けが発生することがあるが、交差角  $\theta$  は交差 40 50

部 K の近傍における傾斜面 2 2 と下面 L S との間の角度を表し、欠け部の断面と傾斜面 2 2 或いは欠け部の断面と下面 L S との間の角度を意味しない（以下の実施形態において同じ）。

【0027】

また、図 1 (c) に示すように、溝 6 の一方側の端部における傾斜面 2 2 の長手方向の幅 W と、アクチュエータ基板 2 の厚さ D とを、 $0.2 < (W/D) < 1.1$  の関係を満たすように形成する。 $(W/D)$  が 0.2 を下回るとダイシングブレードの径が小さくなり、研削時間等の作業性が低下する。更に、アクチュエータ基板 2 の下面 L S の研削量が増加して研削時間が長くなり、かつ、材料の無駄が増加することになる。また、 $(W/D)$  が 1.1 を超えると、アクチュエータ基板 2 の溝 6 方向が長くなり、液体噴射ヘッド 1 の小型化が難しくなるとともに、傾斜面 2 2 と下面 L S の交差部 K やその近傍が欠けやすくなり、作業性が低下し品質管理が難しくなる。好ましくは、 $1 < (W/D) < 1.1$ 、として、作業性を向上させ、かつ、液体噴射ヘッド 1 の小型化を図ることができる。

10

【0028】

なお、実際の傾斜面 2 2 は溝幅方向に平坦ではなく、図 1 (d) に示すように、中央が凹状に深く研削される。これは、溝 6 を形成するときにダイシングブレードの外周研削面が板厚方向に円弧形状となるためである。そのため、傾斜面 2 2 と下面 L S の交差部 K は円弧状又は楕円状の曲線となる。この場合の交差角  $\theta$  は、傾斜面 2 2 と下面 L S とが交差する交差部 K の、溝 6 の長手方向に対する平均交差角とする。また、交差部 K に欠けがある場合は、交差角  $\theta$  は、上記と同様に、交差部 K の近傍における傾斜面 2 2 と下面 L S との間の平均角度を表し、欠け部の断面と傾斜面 2 2 或いは欠け部の断面と下面 L S との間の角度を意味しない（以下の実施形態において同じ）。

20

【0029】

より具体的に説明する。アクチュエータ基板 2 は、溝 6 が上面 U S に開口する上面開口 7 と下面 L S に開口する下面開口 8 を有する。アクチュエータ基板 2 の隣接する溝 6 の間には壁 5 が形成され、壁 5 の側面の上半分には壁 5 を駆動するための駆動電極 1 2 が形成される。アクチュエータ基板 2 の他方側の外周端 R E の近傍の上面 U S には外部回路と接続される端子 1 6 が形成され、端子 1 6 は駆動電極 1 2 に電氣的に接続される。

【0030】

カバープレート 3 は、上面開口 7 を覆い、端子 1 6 を露出させてアクチュエータ基板 2 の上面 U S に設置される。カバープレート 3 は、一方側に液体排出室 1 0 とこれに連通する第一スリット 1 4 a を備え、他方側に液体供給室 9 とこれに連通する第二スリット 1 4 b を備える。第一スリット 1 4 a は溝 6 の一方側に連通し、第二スリット 1 4 b は溝 6 の他方側に連通する。ここで、溝 6 の下面開口 8 は、第一スリット 1 4 a 及び第二スリット 1 4 b の溝 6 側に開口する開口部は、それぞれ溝 6 の下面開口 8 に一部が重なる位置に設置される。また、駆動電極 1 2 は溝 6 の一方側の端部の手前であり第一スリット 1 4 a が開口する位置から他方側の端部にわたって形成される。ノズルプレート 4 は、アクチュエータ基板 2 の下面 L S に下面開口 8 を覆うように設置される。ノズルプレート 4 は、溝 6 に連通するノズル 1 1 を備える。

30

【0031】

アクチュエータ基板 2 は上面 U S の垂直方向に分極処理が施された圧電体材料、例えば P Z T セラミックスを使用することができる。アクチュエータ基板 2 の厚さは、例えば  $300 \mu\text{m} \sim 400 \mu\text{m}$  とし、好ましくは  $360 \mu\text{m}$  とする。カバープレート 3 は、アクチュエータ基板 2 と同じ材料である P Z T セラミックス、マシナブルセラミックスや、他のセラミックス、ガラス等の低誘電体材料も用いることができる。カバープレート 3 としてアクチュエータ基板 2 と同じ材料を使用すれば、熱膨張を等しくして温度変化に対する反りや変形を生じないようにすることができる。

40

【0032】

ノズルプレート 4 はポリイミド膜、ポリプロピレン膜、その他の合成樹脂膜や金属膜等を使用することができる。ここで、カバープレート 3 の厚さは  $0.3 \text{ mm} \sim 1.0 \text{ mm}$  と

50

し、ノズルプレート4の厚さは0.01mm~0.1mmとするのが好ましい。カバープレート3を0.3mmより薄くすると強度が低下し、1.0mmより厚くすると液体供給室9や液体排出室10、及び第一及び第二スリット14a、14bの加工に時間を要し、また、材料の増加によりコスト高になる。ノズルプレートを0.01mmよりも薄くすると強度が低下し、0.1mmより厚くすると隣接するノズルに振動が伝わり、クロストークが発生しやすくなる。

#### 【0033】

なお、PZTセラミックスはヤング率が58.48GPaであり、ポリイミドはヤング率が3.4GPaである。従って、カバープレート3としてPZTセラミックスを使用し、ノズルプレート4としてポリイミド膜を使用すれば、アクチュエータ基板2の上面USを覆うカバープレート3のほうが下面LSを覆うノズルプレート4よりも剛性が高い。カバープレート3の材質はヤング率が40GPaを下回らないことが好ましく、ノズルプレート4の材質はヤング率が1.5GPa~30GPaの範囲が好ましい。ノズルプレート4は、ヤング率が1.5GPaを下回ると被記録媒体に接触したときに傷がつきやすく信頼性が低下し、30GPaを超えると隣接するノズルに振動が伝わり、クロストークが発生しやすくなる。

10

#### 【0034】

液体噴射ヘッド1は、次のように動作する。液体供給室9に液体を供給し、液体排出室10から液体を排出して、液体を循環させる。そして、端子16に駆動信号を与えることにより、溝6を構成する両壁5を厚みすべり変形させる。このとき、両壁5は“八”の字型に変形する、或いは“く”の字に変形する。これにより、溝6の内部液体に圧力波が生成されて溝6に連通するノズル11から液滴が吐出される。ここで、液体に有効に圧力が印加される溝6のポンプ長は液体排出室10と液体供給室9の間の領域である。本実施形態においては、第一及び第二スリット14a、14bの溝6に開口する開口部の一部が下面開口8と重なる位置に設置されるので、圧力波を有効に発生させるための基本長を確保することができる。

20

#### 【0035】

なお、駆動電極12は、溝6の側面の上半分に形成されるが、本発明はこれに限定されず、駆動電極12をノズルプレート4に達しない深さまで形成することができる。また、ノズルプレート4は、例えば補助プレートと合成樹脂材料の多層構造とすることができる。また、本実施形態においては液体を吐出させる溝6が複数並列に配列する液体噴射ヘッド1であるが、これに代えて、溝6が吐出溝と非吐出溝を含み、吐出溝と非吐出溝が交互に配列し、各吐出溝を独立して駆動する液体噴射ヘッド1とすることができる。また、本実施形態では、液体供給室9から液体を流入し、液体排出室10から液体を排出する液体循環型であるが、これを、液体排出室10から液体を流入し、液体供給室9から液体を排出する液体循環型としてもよい。また、液体排出室10及び第一スリット14aを閉塞し液体供給室9から液体を供給する、あるいは、液体供給室9及び第二スリット14bを閉塞し、液体排出室10から液体を供給する非循環型の液体噴射ヘッド1とすることができる。

30

#### 【0036】

(第二実施形態)

図2及び図3は本発明の第二実施形態に係る液体噴射ヘッド1の説明図である。図2は液体噴射ヘッド1の分解斜視図である。図3は液体噴射ヘッド1の断面模式図である。図3(a)は吐出溝6aの長手方向に沿う断面模式図であり、図3(b)は非吐出溝6bの長手方向に沿う断面模式図であり、図3(c)は図2に示す部分AAの部分断面模式図である。同一の部分又は同一の機能を有する部分には同じ符号を付している。

40

#### 【0037】

図2及び図3に示すように、液体噴射ヘッド1は、アクチュエータ基板2と、アクチュエータ基板2の上部に設置されるカバープレート3と、アクチュエータ基板2の下部に設置されるノズルプレート4とを備える。アクチュエータ基板2は、圧電体からなる細長い

50



壁 5 により仕切られ、上面 U S から下面 L S に貫通する細長い吐出溝 6 a と非吐出溝 6 b が交互に配列する。カバープレート 3 は、吐出溝 6 a と非吐出溝 6 b の上面開口 7 を覆うようにアクチュエータ基板 2 の上面 U S に設置され、吐出溝 6 a の一方側に連通する第一スリット 1 4 a と吐出溝 6 a の他方側に連通する第二スリット 1 4 b とを有する。ノズルプレート 4 は、吐出溝 6 a に連通するノズル 1 1 を備え、吐出溝 6 a 及び非吐出溝 6 b の下面開口 8 を覆うようにアクチュエータ基板 2 の下面 L S に設置される。

#### 【 0 0 3 8 】

壁 5 の吐出溝 6 a に面する両側面には壁 5 の長手方向に沿って帯状にコモン電極 1 2 a が設置され、壁 5 の非吐出溝 6 b に面する両側面には壁 5 の長手方向に沿って帯状にアクティブ電極 1 2 b が設置される。そして、非吐出溝 6 b は、その他方側がアクチュエータ基板 2 の他方側の外周端 R E まで延在し、他方側の外周端 R E の近傍では底部にアクチュエータ基板 2 が残る上げ底部 1 5 が形成される。アクティブ電極 1 2 b は上げ底部 1 5 の上面 B P よりも上方に設置される。

10

#### 【 0 0 3 9 】

ここで、吐出溝 6 a 及び非吐出溝 6 b の長手方向の端部はアクチュエータ基板 2 の下面 L S から上面 U S に向けて切り上がる傾斜面 2 2 をなし、傾斜面 2 2 と前記下面とが交差する交差部 K における交差角が 3 度 ~ 8 0 度の範囲内にある。なお、上げ底部 1 5 の一方側の端部は、アクチュエータ基板 2 の下面 L S から上げ底部 1 5 の上面 B P にかけて切り上がる傾斜面 2 2 をなし、この傾斜面 2 2 が非吐出溝 6 b の長手方向の他方側の端部を構成する。

20

#### 【 0 0 4 0 】

交差部 K の交差角が 3 度よりも小さいと、傾斜面 2 2 と下面 L S の交差部 K やその近傍は欠けやすく、作業性が低下する。また、通常用いられるダイシングブレードでは研削可能な切込み深さに制限があり、交差角を大きくして傾斜面 2 2 の長手方向の幅 W を縮小させようとするダイシングブレードの径が小さくなる。そのため、研削時間等の作業性を考慮すると交差角は 8 0 度よりも小さくなる。また、溝 6 を形成した後にアクチュエータ基板 2 を研削し下面 L S に溝 6 を開口させる場合に、交差部 K の交差角が 8 0 度を超えると、研削除去されるアクチュエータ基板 2 が増加して作業性が低下するとともに、材料の無駄が増えることになる。そこで、傾斜面 2 2 と下面 L S との交差角を 3 度 ~ 8 0 度とするのが適切である。好ましくは、交差角を 3 度 ~ 2 2 度の範囲として、交差部 K の欠けを防止し、かつ、圧電体基板 1 9 の研削量を減らして研削時間を短縮させる。

30

#### 【 0 0 4 1 】

また、吐出溝 6 a の両端部、及び、非吐出溝 6 b の一方側の端部における傾斜面 2 2 の長手方向の幅 W と、アクチュエータ基板 2 の厚さ D ( 図 1 ( c ) を参照 ) とを、 $0.2 < (W/D) < 1.1$  の関係を満たすように形成する。( W / D ) が 0 . 2 を下回るとダイシングブレードの径が小さくなり、研削時間等の作業性が低下する。更に、アクチュエータ基板 2 の下面 L S の研削量が増加して研削時間が長くなり、かつ、材料の無駄が増加することになる。また、( W / D ) が 1 1 を超えると、吐出溝 6 a 及び非吐出溝 6 b の長さが長くなり、液体噴射ヘッド 1 の小型化が難しくなると共に、傾斜面 2 2 と下面 L S の交差部 K やその近傍が欠けやすくなり、作業性が低下し品質管理が難しくなる。

40

#### 【 0 0 4 2 】

より詳しく説明する。アクチュエータ基板 2 に形成される溝 6 は吐出溝 6 a と非吐出溝 6 b を含む。吐出溝 6 a と非吐出溝 6 b は溝 6 の長手方向 ( x 方向 ) に直交する方向 ( y 方向 ) に交互に並列に配列する。吐出溝 6 a は、その長手方向の一方側及び他方側の端部がアクチュエータ基板 2 の下面開口 8 から上面開口 7 にかけて、つまり下面 L S から上面 U S に切り上がるように傾斜する傾斜面 2 2 を有する。吐出溝 6 a は、アクチュエータ基板 2 の一方側の外周端 L E の手前から他方側の外周端 R E の手前でありカバープレート 3 の端部よりも手前まで形成される。非吐出溝 6 b は、一方側の端部に非吐出溝 6 b の下面開口 8 ( 底面 B B ) から上面開口 7 にかけて切り上がる傾斜面 2 2 を有する。非吐出溝 6 b は、他方側がアクチュエータ基板 2 の外周端 R E まで延在し、外周端 R E の近傍では底

50

部にアクチュエータ基板 2 が残る上げ底部 1 5 が形成される。上げ底部 1 5 の一方側の端部は、吐出溝 6 a の他方側の端部と同様に、下面 L S から上げ底部 1 5 の上面 B P にかけて切り上がるように傾斜する傾斜面 2 2 をなす。上げ底部 1 5 は、その上面 B P が吐出溝 6 a の深さの略 1 / 2 よりも下方となるように形成することができる。

#### 【 0 0 4 3 】

本発明においては、各溝 6 を形成する際にダイシングブレードにより最終的な溝 6 の深さよりも深く研削することができるので、傾斜面 2 2 の長手方向の長さを縮小させて、アクチュエータ基板 2 を小型に形成することができる。また、上げ底部 1 5 を形成することによりアクチュエータ基板 2 の他方側の端部の強度を向上させることができる。つまり、アクチュエータ基板 2 の下面開口 8 は、アクチュエータ基板 2 に溝を深く形成してアクチュエータ基板 2 の上面 U S から下面 L S に貫通させて形成する。或いは、アクチュエータ基板 2 に溝を深く形成した後にアクチュエータ基板 2 の下面 L S を研削することにより開口させる。非吐出溝 6 b に上げ底部 1 5 を形成せず他方側の外周端 R E までストレートに形成すると、アクチュエータ基板 2 は、吐出溝 6 a を挟む両側の壁 5 が他方側の先端で連結する櫛歯が溝 6 の配列方向に多数並ぶ櫛型形状となる。この櫛型形状のアクチュエータ基板 2 を下面 L S 側から研削すると櫛歯の先端部が折れる、或いは欠けるなどの不具合が発生して製造が難しくなる。これに対し、非吐出溝 6 b の他方側の端部に上げ底部 1 5 を形成することにより、他方側の外周端 R E の下面 L S にはアクチュエータ基板 2 の材料が連続的に残るので、研削時の割れや欠けに対する強度が向上する。

#### 【 0 0 4 4 】

駆動電極 1 2 は、吐出溝 6 a の側面に設置されるコモン電極 1 2 a と非吐出溝 6 b の側面に設置されるアクティブ電極 1 2 b とを含む。コモン電極 1 2 a は、吐出溝 6 a に面する壁 5 の両側面の長手方向に沿って帯状に設置され、互いに電氣的に接続される。コモン電極 1 2 a は、吐出溝 6 a の第一スリット 1 4 a が開口する位置から吐出溝 6 a の他方側の端部に亘って設置される。アクティブ電極 1 2 b は、非吐出溝 6 b に面する壁 5 の両側面に設置され、非吐出溝 6 b の一方側の端部の手前から他方側の外周端 R E に亘って設置される。図 3 ( b ) に示すように、アクティブ電極 1 2 b の一方側の端部は、アクティブ電極 1 2 b の下端部 E の深さとなる傾斜面 2 2 の地点 P よりも他方側に位置する。例えば、アクティブ電極 1 2 b の下端部 E が非吐出溝 6 b の底面 B B の深さの略 1 / 2 である場合に、アクティブ電極 1 2 b の一方側の端部は、上面 U S から底面 B B までの深さの略 1 / 2 の深さとなる傾斜面 2 2 の地点 P よりも他方側に位置する。

#### 【 0 0 4 5 】

コモン電極 1 2 a 及びアクティブ電極 1 2 b は吐出溝 6 a 及び非吐出溝 6 b の底面 B B を構成するノズルプレート 4 から離間する。具体的には、コモン電極 1 2 a 及びアクティブ電極 1 2 b の下端 E は上げ底部 1 5 の上面 B P に達しない深さとする。アクチュエータ基板 2 の他方側の外周端 R E 近傍の上面 U S には、コモン電極 1 2 a に電氣的に接続するコモン端子 1 6 a とアクティブ電極 1 2 b に電氣的に接続するアクティブ端子 1 6 b と隣接する非吐出溝 6 b に形成されるアクティブ電極 1 2 b を電氣的に接続する配線 1 6 c が設置される。コモン端子 1 6 a 及びアクティブ端子 1 6 b は図示しないフレキシブル基板の配線電極に接続されるランドである。アクティブ端子 1 6 b は、吐出溝 6 a を挟む 2 つの壁 5 のうち、一方の壁 5 の非吐出溝 6 b に面する側面に形成されるアクティブ電極 1 2 b に電氣的に接続される。アクティブ端子 1 6 b は、更に、他方側の外周端 R E に沿って形成される配線 1 6 c を介して他方の壁 5 の非吐出溝 6 b に面する側面に形成されるアクティブ電極 1 2 b に電氣的に接続される。

#### 【 0 0 4 6 】

このように、吐出溝 6 a は第一スリット 1 4 a が開口する位置から形成するので、吐出溝 6 a の内部液体に圧力波を効率よく生成させることができる。また、非吐出溝 6 b の両側面に形成するアクティブ電極 1 2 b は、非吐出溝 6 b の一方側の端部の手前から他方側の外周端 R E に亘って設置される。より具体的には、アクティブ電極 1 2 b の一方側の端部は、非吐出溝 6 b の長手方向において、アクティブ電極 1 2 b の下端 E の深さとなる傾

斜面 2 2 の地点よりも他方側に設置される。また、上げ底部 1 5 の上面 B P はアクティブ電極 1 2 b の下端 E よりも下方に位置し、上面 B P には電極材料が堆積されない。従って、一方側の端部では、非吐出溝 6 b の内部で対向する 2 つのアクティブ電極 1 2 b が傾斜面 2 2 を介して電氣的に導通することを防止している。同様に、他方側の端部では、非吐出溝 6 b の内部で対向する 2 つのアクティブ電極 1 2 b が上面 B P を介して電氣的に導通することを防止している。これにより、非吐出溝 6 b の両側面に形成されるアクティブ電極 1 2 b は互いに電氣的に分離される。この電極構造は、後に説明する斜め蒸着法により一括して形成することができるので、製造工程が極めて簡単となる。

#### 【 0 0 4 7 】

カバープレート 3 は、アクチュエータ基板 2 の一方側に液体排出室 1 0 を、他方側に液体供給室 9 を備え、吐出溝 6 a を部分的に覆いコモン端子 1 6 a 及びアクティブ端子 1 6 b が露出するようにアクチュエータ基板 2 の上面 U S に接着剤を介して接着される。液体供給室 9 は、吐出溝 6 a の他方側の端部に第二スリット 1 4 b を介して連通し、非吐出溝 6 b とは連通しない。液体排出室 1 0 は、吐出溝 6 a の一方側の端部に第一スリット 1 4 a を介して連通し、非吐出溝 6 b とは連通しない。つまり、非吐出溝 6 b はカバープレート 3 によって上面開口 7 が覆われている。ノズルプレート 4 はアクチュエータ基板 2 の下面 L S に接着剤を介して接着される。ノズル 1 1 は吐出溝 6 a の長手方向の略中央に位置する。液体供給室 9 に供給される液体は第二スリット 1 4 b を介して吐出溝 6 a に流入し、第一スリット 1 4 a を介して液体排出室 1 0 に排出される。これに対して非吐出溝 6 b は液体供給室 9 や液体排出室 1 0 には連通しないので液体は流入しない。ここで、ノズルプレート 4 はカバープレート 3 よりも剛性が低い。

#### 【 0 0 4 8 】

液体噴射ヘッド 1 は、次のように動作する。液体供給室 9 に液体を供給し、液体排出室 1 0 から液体を排出して、液体を循環させる。そして、コモン端子 1 6 a とアクティブ端子 1 6 b に駆動信号を与えることにより、吐出溝 6 a を構成する両壁 5 を厚みすべり変形させる。このとき、両壁 5 は“八”の字型に変形する、或いは“く”の字に変形する。これにより、吐出溝 6 a の内部液体に圧力波が生成されて吐出溝 6 a に連通するノズル 1 1 から液滴が吐出される。本実施形態では、非吐出溝 6 b の両壁 5 の側面に設置されるアクティブ電極 1 2 b が電氣的に分離されるので、各吐出溝 6 a を独立して駆動することができる。独立して駆動させることにより高周波駆動が可能となる利点がある。さらには、液体が接する内壁に保護膜を形成することも可能である。

#### 【 0 0 4 9 】

なお、アクチュエータ基板 2、カバープレート 3 及びノズルプレート 4 の材料や構成、物理的な性質については第一実施形態の説明と同様である。なお、アクチュエータ基板 2 は、全部を圧電体から構成することに代えて、壁 5 のみに圧電体を使用し、他の領域に非圧電体からなる絶縁体を使用してもよい。また、本実施形態では非吐出溝 6 b の他方側の端部に上げ底部 1 5 を形成し、この上げ底部 1 5 の上面 B P より上の側面でありアクチュエータ基板 2 の他方側の外周端 R E までアクティブ電極 1 2 b が延設される例について説明したが、本発明はこの構成に限定されない。非吐出溝 6 b に沿う上面 U S に配線電極を形成し、この配線電極を介してアクティブ電極 1 2 b とアクティブ端子 1 6 b とを電氣的に接続してもよい。また、液体排出室 1 0 と液体供給室 9 の機能を逆にして、液体排出室 1 0 から液体を供給し、液体供給室 9 から液体を排出してもよい。

#### 【 0 0 5 0 】

( 第三実施形態 )

図 4 ~ 図 1 2 は、本発明の第三実施形態に係る液体噴射ヘッド 1 の製造方法を説明するための図である。図 4 は、本発明の第三実施形態に係る液体噴射ヘッド 1 の製造工程の流れ図であり、図 5 ~ 図 1 2 は、各工程の説明図である。以下、図 4 と図 5 ~ 図 1 2 を参照して液体噴射ヘッド 1 の製造方法を詳細に説明する。同一の部分又は同一の機能を有する部分には同一の符号を付している。

#### 【 0 0 5 1 】

図5は圧電体基板19の断面模式図である。図5(a)に示すように、樹脂膜形成工程S01において、圧電体基板19の上面USに感光性の樹脂膜20を設置する。圧電体基板としてはPZTセラミックスを使用することができる。樹脂膜20としてレジスト膜を塗布して形成することができる。また、感光性樹脂フィルムを設置することができる。次に、図5(b)に示すように、パターン形成工程S02において、露光・現像を行って樹脂膜20のパターンを形成する。後に電極を形成する領域の樹脂膜20を除去し、電極を形成しない領域には樹脂膜20を残す。後にリフトオフ法により電極のパターニングを行うためである。なお、樹脂膜形成工程S01及びパターン形成工程S02はリフトオフ法により電極パターンを形成するための工程であり、本発明の必須要件ではない。

#### 【0052】

図6は、液体噴射ヘッド1の溝形成工程S1の説明図である。図6(a)がダイシングブレード21を用いて溝6を研削して形成する状態を示す断面模式図であり、図6(b)が吐出溝6aの断面模式図であり、図6(c)は非吐出溝6bの断面模式図であり、図6(d)が溝6を形成した圧電体基板19の上面模式図である。図6に示すように、溝形成工程S1において、圧電体基板19に並列する複数の溝6を形成する。溝6は吐出溝6aと非吐出溝6bを含み、吐出溝6aと非吐出溝6bを交互に並列に形成する。ダイシングブレード21を溝6の一方側の端部に降下させ、水平に移動して他方側の端部において上昇させる。ダイシングブレード21は圧電体基板19の下面に達しない深さであり、吐出溝6a及び非吐出溝6bの深さを表す破線Zよりも深く研削する。また、非吐出溝6bは、他方側の端部を圧電体基板19の外周端まで浅く研削して上げ底部15を形成する。

#### 【0053】

吐出溝6aや非吐出溝6bの最終的な深さである破線Zよりも深く研削することにより、傾斜面22の長手方向の幅Wを狭くすることができる。即ち、ダイシングブレード21を用いて研削するので、吐出溝6aの一方側の端部、他方側の端部、及び、非吐出溝6bの一方側の端部にはダイシングブレード21の外周形状が転写される。例えば直径が2インチのダイシングブレード21を用いて深さ360 $\mu$ mの溝を形成する場合、端部の傾斜面22は長手方向の幅が約4mmとなる。これに対して同じダイシングブレード21を用いて深さ590 $\mu$ mの溝を形成すれば、深さ360 $\mu$ mまでの幅Wを約2mmと半分に縮小させることができる。これを一方側の端部と他方側の端部の2カ所で合計4mm短縮させることができ、圧電体ウエハから圧電体基板19の取個数を増やすことができる。

#### 【0054】

ここで、溝6の最終的な深さである破線Zの位置の底面と傾斜面22とが交差する交差部Kにおいて、交差角が3度～80度の範囲内となるように溝6を形成する。上記例のように、破線Zで示される最終深さを360 $\mu$ mとするのに、直径が2インチのダイシングブレード21を用いて590 $\mu$ mの深さに研削する場合は、傾斜面22と底面(破線Z)との間の交差角は約7.8度である。

#### 【0055】

なお、交差角は3度～22度の範囲とすることが好ましい。交差角が3度よりも小さくなると交差部Kで欠けが発生しやすくなり、交差角が22度を超えるとダイシングブレード21の半径が小さくなり、また、アクチュエータ基板2の下面LSの研削量が増加して作業性が低下する。以下、具体的に説明する。吐出溝6a及び非吐出溝6bの最終的な深さ(破線Zまでの深さD)を360 $\mu$ mとして、例えば、半径が36mmのダイシングブレード21を用い、上面USから410 $\mu$ mの深さまで研削すれば、交差角は3度となる。また、半径が10mmのダイシングブレード21を用い、上面USから1060 $\mu$ mの深さまで研削すれば、交差角は約22度となる。更に、半径36mmのダイシングブレード21を用い、上面USから1060 $\mu$ mの深さまで研削すると、交差角は11.3度となる。また、半径10mmのダイシングブレード21を用い、上面USから410 $\mu$ mの深さまで研削すると、交差角は5.7度となる。つまり、ダイシングブレード21の半径が小さくなるほど、また、上面USからの研削深さが深くなるほど交差角は大きくなる。

#### 【0056】

10

20

30

40

50

また、図 6 ( b ) に示すように、吐出溝 6 a の一方側の端部における傾斜面 2 2 の長手方向の幅  $W$  と、破線  $Z$  までの深さ  $D$  とを、 $0.2 < (W/D) < 1.1$  の関係を満たすように形成する。 $(W/D)$  が  $0.2$  を下回るとダイシングブレードの径が小さくなり、研削時間等の作業性が低下する。更に、アクチュエータ基板 2 の下面  $LS$  の研削量が増加して研削時間が長くなり、材料の無駄が増加することになる。また、 $(W/D)$  が  $1.1$  を超えると、アクチュエータ基板 2 の溝 6 方向が長くなり、液体噴射ヘッド 1 の小型化が難しくなる。更に、傾斜面 2 2 と下面  $LS$  の交差部  $K$  やその近傍が欠けやすくなり、作業性が低下し品質管理が難しくなる。なお、 $(W/D)$  は、 $1 < (W/D) < 1.1$  を満たすように形成することが好ましい。 $(W/D)$  が  $1$  より小さいと作業性が低下するためである。

10

## 【 0 0 5 7 】

図 7 は、液体噴射ヘッド 1 のマスク設置工程  $S_2$  の説明図であり、圧電体基板 1 9 の一方側の端部にマスク 2 3 を設置した状態を表す。図 7 ( a ) は圧電体基板 1 9 の上面模式図であり、図 7 ( b ) は非吐出溝 6 b の長手方向に沿う断面模式図である。図 7 に示すように、マスク設置工程  $S_2$  において、溝 6 の一方側の端部を覆うように圧電体基板 1 9 の上にマスク 2 3 を設置する。マスク 2 3 は、その他方側の端部  $F$  がアクティブ電極 1 2 b の下端  $E$  の深さとなるべき傾斜面 2 2 の地点  $P$  よりも他方側であり、更に、吐出溝 6 a と連通する第一スリットが吐出溝 6 a 側に開口する位置に設置する。言いかえると、アクティブ電極の下端  $E$  となるべき深さよりも浅い傾斜面 2 2 及び一方側の上面  $US$  がマスク 2 3 によって覆われ、更に、コモン電極の一方側の端部が第一スリットの吐出溝側の開口する領域に入るようにする。

20

## 【 0 0 5 8 】

図 8 は、導電体堆積工程  $S_3$  の説明図であり、斜め蒸着法により導電体 2 4 を堆積した状態を表し、図 7 ( a ) に示す部分  $CC$  の断面模式図である。導電体堆積工程  $S_3$  において、上面  $US$  の法線に対して溝 6 の長手方向と直交する方向に傾斜する角度  $\theta$  と  $-\theta$  から蒸着法により圧電体基板 1 9 の上面  $US$  に導電体 2 4 を蒸着する。本実施形態においては、壁 5 の上面  $US$  から破線  $Z$  までの深さ  $d$  の略  $1/2$  の深さ、つまり  $d/2$  まで導電体 2 4 を堆積する。非吐出溝 6 b の一方側の端部に形成される傾斜面 2 2 は、少なくとも深さ  $d/2$  よりも浅い領域がマスク 2 3 により覆われるので、この浅い領域には導電体 2 4 が堆積されない。また、上げ底部 1 5 の上面  $BP$  は下端  $E$  よりも下方に位置するので ( 図 7 ( b ) 参照 )、上面  $BP$  には導電体 2 4 が堆積されない。これに対して、吐出溝 6 a の他方側の端部に形成される傾斜面は、深さ  $d/2$  よりも浅い領域に上面  $US$  と同様に導電体 2 4 が堆積される。なお、導電体 2 4 は、最終的な溝 6 の深さである破線  $Z$  よりも浅く、 $d/2$  よりも深く形成してもよい。

30

## 【 0 0 5 9 】

図 9 は、電極形成工程  $S_4$  の説明図であり、樹脂膜 2 0 を除去して同時に樹脂膜 2 0 の上の導電体 2 4 を除去した状態を表す。電極形成工程  $S_4$  において、導電体 2 4 をパターンニングしてコモン電極 1 2 a 及びアクティブ電極 1 2 b を形成する。つまり、樹脂膜 2 0 を除去するリフトオフ法により、その上面に堆積した導電体 2 4 を除去する。これにより、壁 5 の両側面に堆積した導電体 2 4 が分離してコモン電極 1 2 a とアクティブ電極 1 2 b が形成される。なお、この電極形成工程  $S_4$  において、同時にコモン端子 1 6 a、アクティブ端子 1 6 b 及び配線 1 6 c を形成する ( 図 7 ( a ) を参照 )。これにより、非吐出溝 6 b の両側面に形成されるアクティブ電極 1 2 b は互いに電氣的に分離し、吐出溝 6 a の両側面に形成されるコモン電極 1 2 a は電氣的に接続される。更に、コモン電極 1 2 a はコモン端子 1 6 a に電氣的に接続され、アクティブ電極 1 2 b はアクティブ端子 1 6 b に電氣的に接続される ( 図 7 ( a ) を参照 )。アクティブ端子 1 6 b は、吐出溝 6 a を挟む 2 つの壁 5 のうち、一方の壁 5 の非吐出溝 6 b に面する側面に形成されるアクティブ電極 1 2 b に電氣的に接続される。アクティブ端子 1 6 b は、更に、他方側の外周端  $RE$  に沿って形成される配線 1 6 c を介して他方の壁 5 の非吐出溝 6 b に面する側面に形成されるアクティブ電極 1 2 b に電氣的に接続される。

40

50

## 【 0 0 6 0 】

なお、斜め蒸着法により形成するコモン電極 1 2 a やアクティブ電極 1 2 b の下端 E を、吐出溝 6 a 及び非吐出溝 6 b の最終的な深さ d の略 1 / 2 としたが、より深く形成してもよい。その場合でも、吐出溝 6 a 及び非吐出溝 6 b の最終的な深さである破線 Z に達しないようにする。コモン電極 1 2 a 及びアクティブ電極 1 2 b を吐出溝 6 a 及び非吐出溝 6 b の底面である破線 Z から離間させることにより、液滴を安定して吐出させることができる。

## 【 0 0 6 1 】

図 1 0 は、カバープレート設置工程 S 5 の説明図であり、圧電体基板 1 9 の上方にカバープレート 3 を設置した状態を表す断面模式図である。図 1 0 ( a ) は吐出溝 6 a の長手方向の断面模式図であり、図 1 0 ( b ) は非吐出溝 6 b の長手方向の断面模式図である。図 1 0 に示すように、カバープレート設置工程 S 5 において、圧電体基板 1 9 の上方にカバープレート 3 を設置する。カバープレート 3 には、一方側に液体排出室 1 0 が他方側に液体供給室 9 が形成され、更に、液体排出室 1 0 からその反対側の裏面に貫通する第一スリット 1 4 a 及び液体供給室 9 からその反対側の裏面に貫通する第二スリット 1 4 b が形成される。液体排出室 1 0 は第一スリット 1 4 a を介して吐出溝 6 a の一方側の端部に連通し、液体供給室 9 は第二スリット 1 4 b を介して吐出溝 6 a の他方側の端部に連通する。また、非吐出溝 6 b は上面開口 7 がカバープレート 3 により塞がれ、液体排出室 1 0 及び液体供給室 9 には連通しない。

## 【 0 0 6 2 】

図 1 1 は、圧電体基板研削工程 S 6 の説明図であり、圧電体基板 1 9 のカバープレート 3 とは反対側の裏面を研削した状態を表す。図 1 1 ( a ) は吐出溝 6 a の長手方向の断面模式図であり、図 1 1 ( b ) は非吐出溝 6 b の長手方向の断面模式図である。図 1 1 に示すように、圧電体基板研削工程 S 6 において、溝 6 が形成される側とは反対側の圧電体基板 1 9 を研削し、溝 6 を上面 U S から下面 L S に貫通させてアクチュエータ基板 2 を形成する。圧電体基板 1 9 の裏面は、溝 6 の最終的な深さとなる破線 Z まで研削する。これにより、傾斜面 2 2 と下面 L S が交差する交差部 K における交差角を 3 度 ~ 8 0 度の範囲内に形成する。各壁 5 の上面 U S はカバープレート 3 により固定され、各溝 6 の一方側の端部及び上げ底部 1 5 を含む他方側の端部に圧電体基板 1 9 が残されているので、研削の際の破損を防止することができる。また、交差部 K の交差角を 3 度よりも大きくしたので、傾斜面 2 2 と下面 L S の交差部 K 近傍の先端が欠けることを防止し、作業性を向上させている。また、交差角は 8 0 度よりも小さいので、研削除去する圧電体基板 1 9 を少なくして材料の無駄を省き、研削時間を短縮することができる。なお、交差部 K における交差角は 3 度 ~ 2 2 度の範囲とすることが好ましい。交差角が 2 2 度を超えると作業性が低下するためである。

## 【 0 0 6 3 】

また、圧電体基板研削工程 S 6 は、吐出溝 6 a 又は非吐出溝 6 b の一方側の端部において、傾斜面 2 2 の吐出溝 6 a 又は非吐出溝 6 b の長手方向の幅と、圧電体基板 1 9 の厚さ D ( 図 6 ( b ) を参照 ) とが、 $0.2 < (W/D) < 1.1$  の関係を満たすように圧電体基板 1 9 の下面 L S を研削する。( W / D ) が 0 . 2 を下回るとダイシングブレードの径が小さくなり、研削時間等の作業性が低下する。なお、( W / D ) は好ましくは、 $1 < (W/D) < 1.1$  を満たすように形成する。( W / D ) が 1 より小さいと作業性が低下するからである。

## 【 0 0 6 4 】

図 1 2 は、ノズルプレート設置工程 S 7 の説明図であり、アクチュエータ基板 2 ( 圧電体基板 1 9 ) の下面 L S にノズルプレート 4 を接着した状態を表す。図 1 2 ( a ) が吐出溝 6 a の長手方向の断面模式図であり、図 1 2 ( b ) が非吐出溝 6 b の長手方向の断面模式図である。図 1 2 に示すように、ノズルプレート設置工程 S 7 において、圧電体基板 1 9 の下面 L S にノズルプレート 4 を設置する。ノズルプレート 4 にノズル 1 1 が開口し、ノズル 1 1 は吐出溝 6 a に連通する。ノズルプレート 4 はカバープレート 3 のよりも剛性

が低い。

【0065】

この製造方法により、非吐出溝6bの両側面に形成するアクティブ電極12bを一括して電氣的に分離することができるので、壁5の上面に形成される導電体を一本ずつ分離する必要がなく、製造方法が極めて簡単となる。また、各溝6の端部に形成される傾斜面22の幅を狭く形成することができるので、一枚の圧電体ウエハからの取個数が増え、コストを低減させることができる。

【0066】

なお、圧電体基板19は、少なくとも各溝6を仕切る壁5の部分に圧電体を使用し、その他の領域は非圧電体からなる絶縁体とすることができる。また、第一実施形態において説明したように、非吐出溝6bについては（或いは吐出溝6aについても）その底部にアクチュエータ基板2の材料が残るように形成することができる。また、ノズルプレート4は単層である必要がなく、材料の異なる複数の薄膜層から構成することができる。また、本実施形態ではコモン電極12a、アクティブ電極12b、コモン端子16a、アクティブ端子16bをリフトオフ法によりパターニングを行ったが、本発明はこれに限定されない。例えば、導電体堆積工程S3（図8）において斜め蒸着法により導電体24を圧電体基板19の上面USや壁5の側面に形成した後に、フォトリソグラフィ及びエッチング法によりコモン電極12a、アクティブ電極12b、コモン端子16a、アクティブ端子16bのパターンを形成してもよい。また、圧電体基板研削工程S6は省略することができる。即ち、圧電体基板19の厚さを溝6の最終深さ程度とし、図6に示す溝形成工程S1において、ダイシングブレード21を圧電体基板19の下面に貫通するように深く切り込んで圧電体基板19の下面に下面開口8を形成し、同時に上げ底部15を残すように溝6を形成すればよい。

【0067】

（第四実施形態）

図13は、本発明の第四実施形態に係る液体噴射ヘッド1の溝形成工程S1の説明図である。第三実施形態と異なる点は、溝形成工程S1において、最終的な溝6の深さの板厚を有する圧電体基板19に溝6を形成し、圧電体基板研削工程S6を省く点であり、その他の工程は第三実施形態と同様である。従って、以下、異なる工程について説明する。同一の部分又は同一の機能を有する部分には同一の符号を付している。

【0068】

図13(a)はダイシングブレード21を用いて溝6を研削して形成する状態を示す断面模式図であり、図13(b)は吐出溝6aの断面模式図であり、図13(c)は非吐出溝6bの断面模式図である。図13に示すように、溝形成工程S1において、アクチュエータ基板2の板厚の圧電体基板19に並列する複数の溝6を形成する。溝6は吐出溝6aと非吐出溝6bを含み、吐出溝6aと非吐出溝6bを交互に並列に形成する。ダイシングブレード21を溝6の一方側の端部に降下させ、水平に移動して他方側の端部において上昇させる。ダイシングブレード21は圧電体基板19の下面LSに貫通し、圧電体基板19の上面USに上面開口7、下面LSに下面開口8を形成する。また、非吐出溝6bは、他方側の端部を圧電体基板19の外周端まで浅く研削して上げ底部15を形成する。

【0069】

吐出溝6aや非吐出溝6bを圧電体基板19の板厚よりも深く研削することにより、傾斜面22の長手方向の幅Wを狭くすることができる。即ち、ダイシングブレード21を用いて研削するので、吐出溝6aの一方側の端部、他方側の端部、及び、非吐出溝6bの一方側の端部、他方側の上げ底部15の端部にはダイシングブレード21の外周形状が転写される。例えば直径が2インチのダイシングブレード21を用いて深さ360 $\mu$ mの溝を形成する場合、端部の傾斜面22は長手方向の幅が約4mmとなる。これに対して同じダイシングブレード21を用いて深さ590 $\mu$ mの溝を形成すれば、深さ360 $\mu$ mまでの幅Wを約2mmと半分に縮小させることができる。これを一方側の端部と他方側の端部の2カ所で合計4mm短縮させることができ、圧電体ウエハから圧電体基板19の取個数

10

20

30

40

50

を増やすことができる。

【0070】

傾斜面22の溝幅方向の中央線と下面LSとが交差する交差部Kにおける傾斜面22と下面LSの交差角が3度～80度の範囲内となるように溝6を形成する。更に、傾斜面22と下面LSの交差角は、好ましくは3度～22度の範囲内とする。理由は既に説明したと同じである。上記例のように、板厚が360 $\mu$ mの圧電体基板19に、直径が2インチのダイシングブレード21を用いて590 $\mu$ mの深さに研削すれば、傾斜面22と下面LSとの間の交差角は約7.8度となる。

【0071】

また、溝形成工程S1において、吐出溝6a又は非吐出溝6bの一方側の端部において、傾斜面22の吐出溝6a又は非吐出溝6bの長手方向の幅Wと、圧電体基板19の厚さDとが、 $0.2 < (W/D) < 1.1$ 、の関係を満たすように研削する。更に、好ましくは、 $1 < (W/D) < 1.1$ 、の関係を満たすように研削する。理由は既に説明したので省略する。

【0072】

その後に行う、マスク設置工程S2、導電体堆積工程S3、電極形成工程S4、カバープレート設置工程S5及びノズルプレート設置工程S7は、第三実施形態と同様なので説明を省略する。

【0073】

(第五実施形態)

図14は本発明の第五実施形態に係る液体噴射装置30の模式的な斜視図である。液体噴射装置30は、液体噴射ヘッド1、1'を往復移動させる移動機構40と、液体噴射ヘッド1、1'に液体を供給し、液体噴射ヘッド1、1'から液体を排出する流路部35、35'と、流路部35、35'に連通する液体ポンプ33、33'及び液体タンク34、34'とを備えている。各液体噴射ヘッド1、1'は複数のヘッドチップを備え、各ヘッドチップは複数の吐出溝からなるチャンネルを備え、各チャンネルに連通するノズルから液滴を吐出する。液体ポンプ33、33'として、流路部35、35'に液体を供給する供給ポンプとそれ以外に液体を排出する排出ポンプのいずれかもしくは両方を設置する。また、図示しない圧力センサーや流量センサーを設置し、液体の流量を制御することもあ

【0074】

液体噴射装置30は、紙等の被記録媒体44を主走査方向に搬送する一对の搬送手段41、42と、被記録媒体44に液体を吐出する液体噴射ヘッド1、1'と、液体噴射ヘッド1、1'を載置するキャリッジユニット43と、液体タンク34、34'に貯留した液体を流路部35、35'に押圧して供給する液体ポンプ33、33'と、液体噴射ヘッド1、1'を主走査方向と直交する副走査方向に走査する移動機構40とを備えている。図示しない制御部は液体噴射ヘッド1、1'、移動機構40、搬送手段41、42を制御して駆動する。

【0075】

一对の搬送手段41、42は副走査方向に延び、ローラ面を接触しながら回転するグリッドローラとピンチローラを備えている。図示しないモータによりグリッドローラとピンチローラを軸周りに移転させてローラ間に挟み込んだ被記録媒体44を主走査方向に搬送する。移動機構40は、副走査方向に延びた一对のガイドレール36、37と、一对のガイドレール36、37に沿って摺動可能なキャリッジユニット43と、キャリッジユニット43を連結し副走査方向に移動させる無端ベルト38と、この無端ベルト38を図示しないプーリを介して周回させるモータ39を備えている。

【0076】

キャリッジユニット43は、複数の液体噴射ヘッド1、1'を載置し、例えばイエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの4種類の液滴を吐出する。液体タンク34、34'は対応する色の液体を貯留し、液体ポンプ33、33'、流路部35、35'を介して液体噴

10

20

30

40

50



射ヘッド 1、1' に供給する。各液体噴射ヘッド 1、1' は駆動信号に応じて各色の液滴を吐出する。液体噴射ヘッド 1、1' から液体を吐出させるタイミング、キャリッジユニット 43 を駆動するモータ 39 の回転及び被記録媒体 44 の搬送速度を制御することにより、被記録媒体 44 上に任意のパターンを記録することができる。

【0077】

なお、本実施形態は、移動機構 40 がキャリッジユニット 43 と被記録媒体 44 を移動させて記録する液体噴射装置 30 であるが、これに代えて、キャリッジユニットを固定し、移動機構が被記録媒体を 2 次元的に移動させて記録する液体噴射装置であってもよい。つまり、移動機構は液体噴射ヘッドと被記録媒体とを相対的に移動させるものであればよい。

10

【符号の説明】

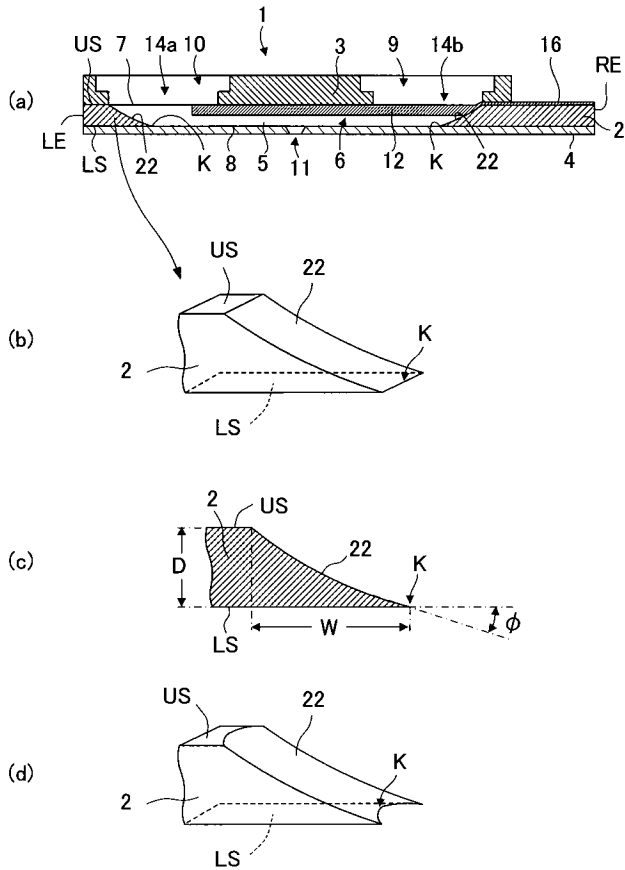
【0078】

- 1 液体噴射ヘッド
- 2 アクチュエータ基板
- 3 カバープレート
- 4 ノズルプレート
- 5 壁
- 6 溝、6 a 吐出溝、6 b 非吐出溝
- 7 上面開口
- 8 下面開口
- 9 液体供給室
- 10 液体排出室
- 11 ノズル
- 12 駆動電極、12 a コモン電極、12 b アクティブ電極
- 14 a 第一スリット、14 b 第二スリット
- 15 上げ底部
- 16 端子、16 a コモン端子、16 b アクティブ端子、16 c 配線
- 19 圧電体基板
- 20 樹脂膜
- 21 ダイシングブレード
- 22 傾斜面
- 23 マスク
- 24 導電体
- 30 液体噴射装置
- LE 一方側の外周端、RE 他方側の外周端
- US 上面、LS 下面、BB 底面、BP 上面、E 下端
- K 交差部、交差角

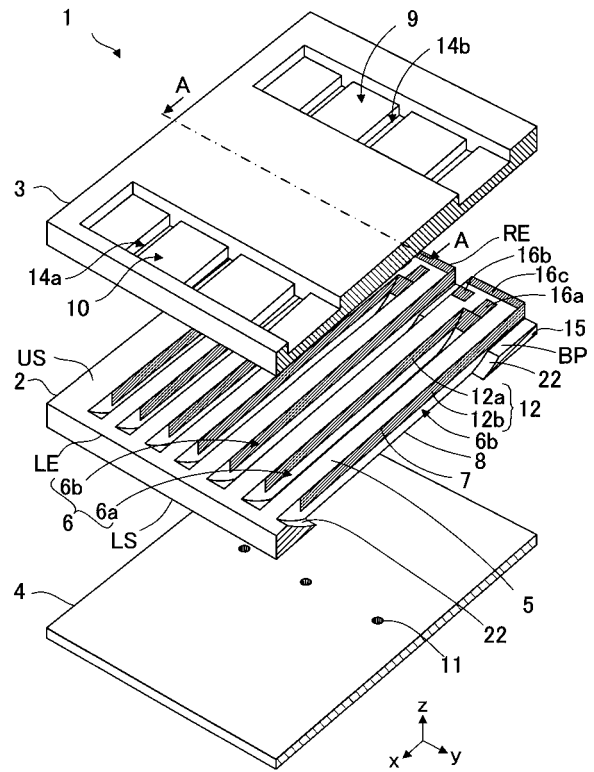
20

30

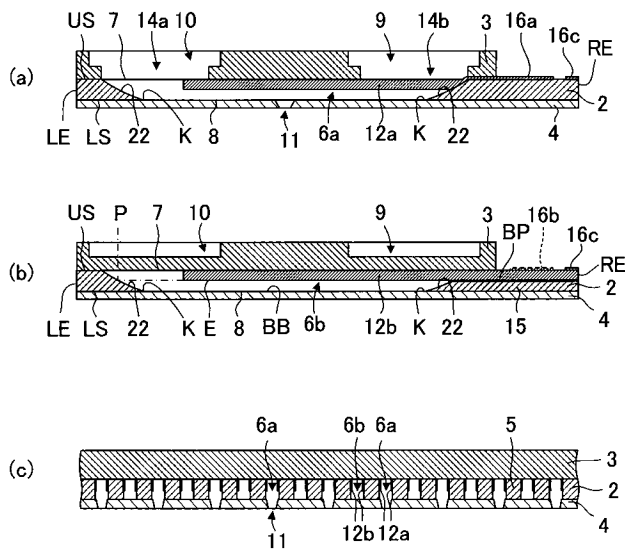
【 図 1 】



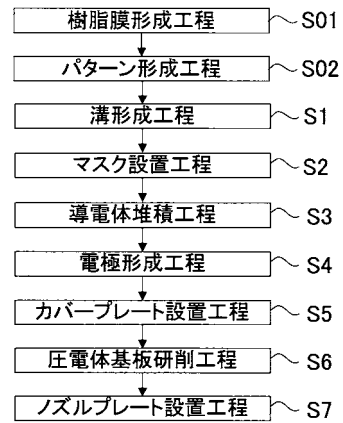
【 図 2 】



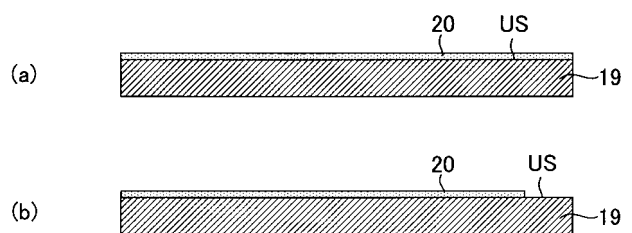
【 図 3 】



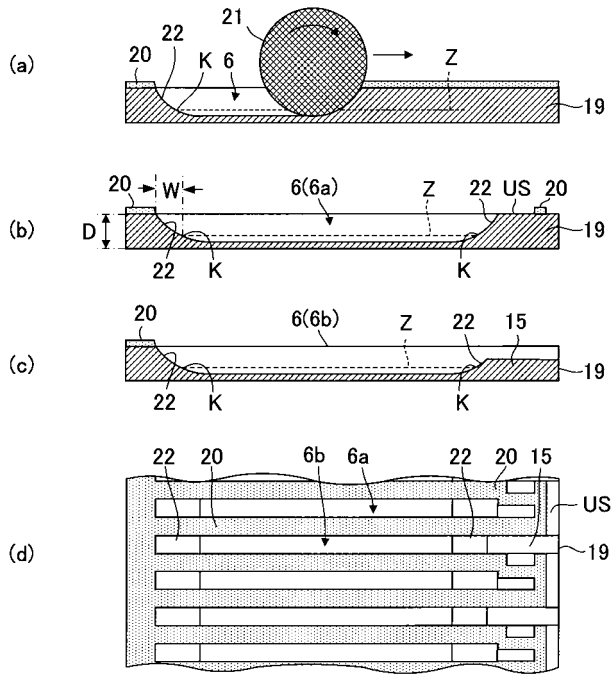
【 図 4 】



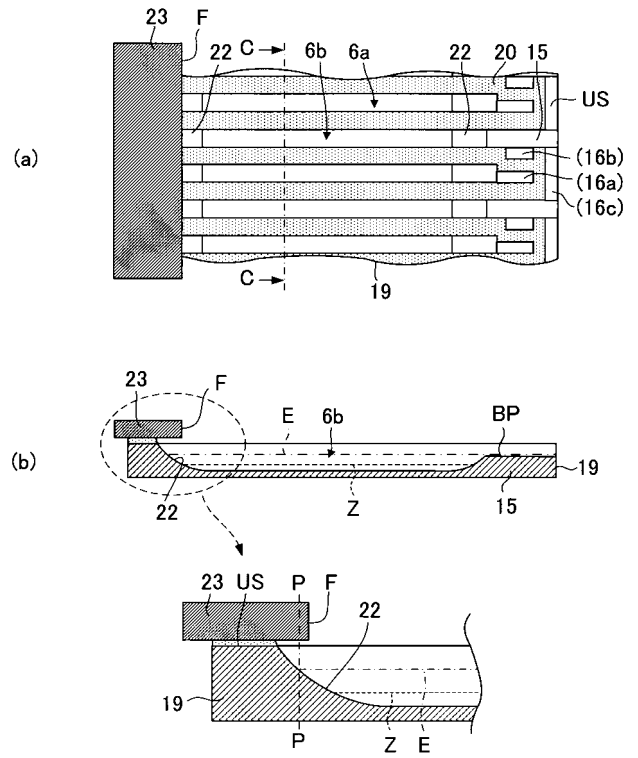
【 図 5 】



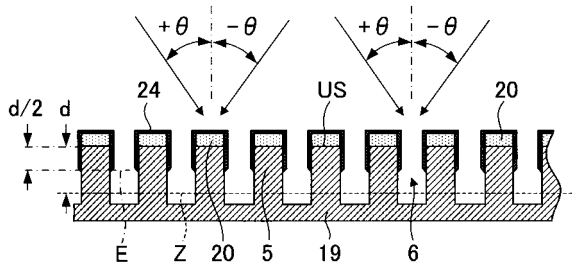
【 図 6 】



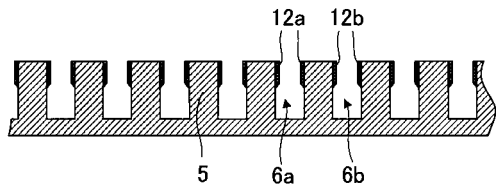
【 図 7 】



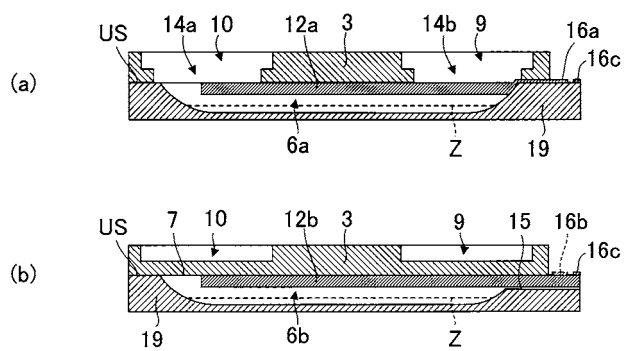
【 図 8 】



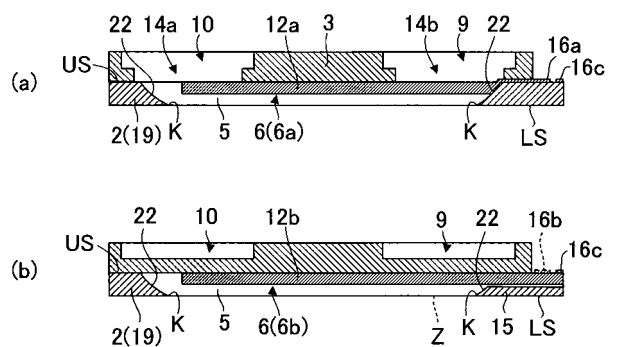
【 図 9 】



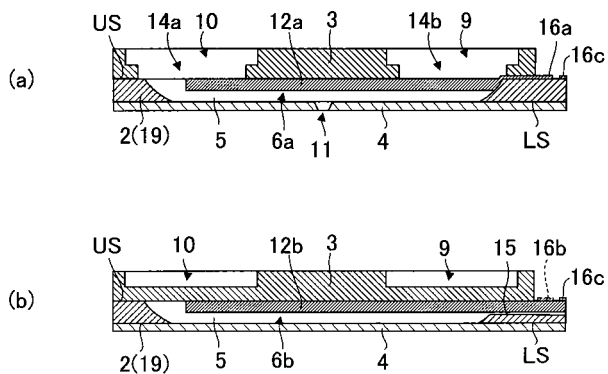
【 図 10 】



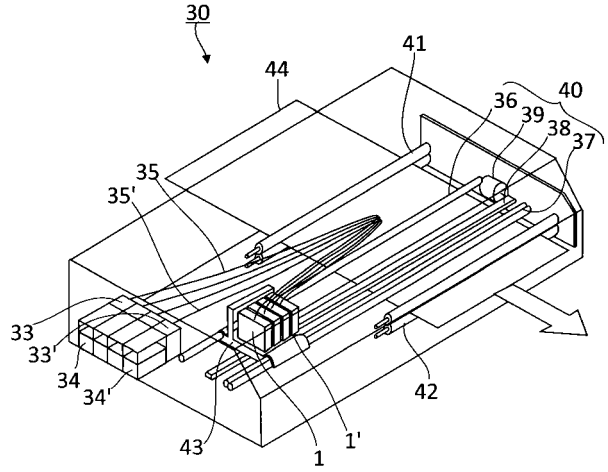
【 図 11 】



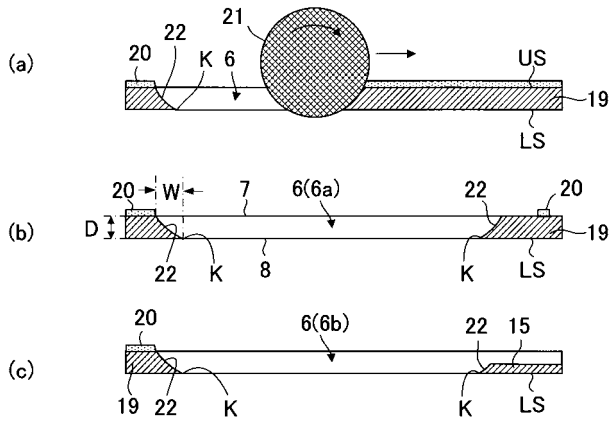
【 図 1 2 】



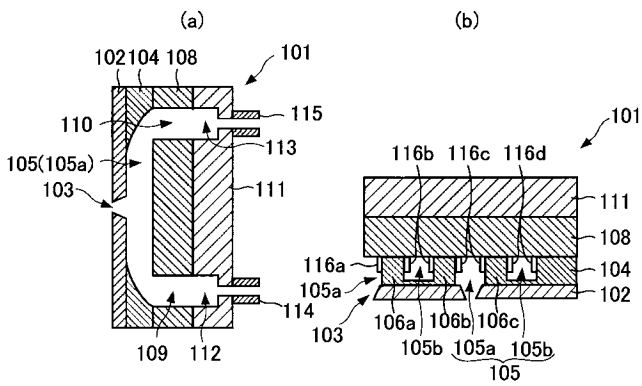
【 図 1 4 】



【 図 1 3 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2C057 AF34 AF93 AG32 AG45 AP22 BA04 BA14