

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4911289号
(P4911289)

(45) 発行日 平成24年4月4日(2012.4.4)

(24) 登録日 平成24年1月27日(2012.1.27)

(51) Int.Cl.

F 1

B 41 J 2/045 (2006.01)

B 41 J 3/04

103 A

B 41 J 2/055 (2006.01)

H 01 L 41/08

J

H 01 L 41/09 (2006.01)

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願2006-102356 (P2006-102356)

(22) 出願日

平成18年4月3日(2006.4.3)

(65) 公開番号

特開2007-281033 (P2007-281033A)

(43) 公開日

平成19年10月25日(2007.10.25)

審査請求日

平成21年3月25日(2009.3.25)

(73) 特許権者 000002369

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 100101236

弁理士 栗原 浩之

(74) 代理人 100128532

弁理士 村中 克年

(72) 発明者 矢崎 士郎

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 山口 陽子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】アクチュエータ装置及び液体噴射ヘッド並びに液体噴射装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下電極、圧電体層及び上電極を有する圧電素子と、絶縁材料からなり前記圧電素子を覆うように設けられた保護膜と、を具備し、

前記保護膜の前記上電極に対向する領域に、前記保護膜の厚さが他の部分よりも薄い複数の凹部が前記圧電素子の幅方向に並設されており、

前記圧電素子の長手方向における各凹部の長さが、前記圧電素子の幅方向中央部側の凹部ほど長くなっている、前記圧電素子の長手方向における各凹部の両端部のそれぞれが、前記圧電素子の幅方向中央部側の凹部ほど前記圧電素子の長手方向の端部側に位置していることを特徴とするアクチュエータ装置。

10

【請求項 2】

前記複数の凹部の前記圧電素子の短手方向の幅の合計が、前記圧電素子の短手方向の幅の25%以上60%以下であることを特徴とする請求項1に記載のアクチュエータ装置。

【請求項 3】

前記凹部が前記保護膜を貫通する貫通孔であることを特徴とする請求項1又は2に記載のアクチュエータ装置。

【請求項 4】

前記保護膜が、無機絶縁材料からなることを特徴とする請求項1～3の何れか一項に記載のアクチュエータ装置。

【請求項 5】

20

請求項1～4の何れか一項に記載のアクチュエータ装置を具備することを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項6】

前記アクチュエータ装置の変位により圧力発生室の液体をノズル開口から噴射する液体噴射ヘッドであって、

前記圧電素子の長手方向両端部が、前記圧力発生室に対向する領域の外側までそれぞれ延設されていることを特徴とする請求項5に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項7】

請求項5又は6に記載の液体噴射ヘッドを具備することを特徴とする液体噴射装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板上に振動板を介して設けられる圧電素子を有するアクチュエータ装置及び、このアクチュエータ装置を用いた液体噴射ヘッド並びに液体噴射装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電圧を印加することにより変位する圧電素子を具備するアクチュエータ装置は、例えば、ノズル開口から液滴を噴射する液体噴射ヘッド等に搭載される。このような液体噴射ヘッドとしては、例えば、ノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を圧電素子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドが知られている。そして、インクジェット式記録ヘッドには、圧電素子の軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電アクチュエータ装置を搭載したものと、たわみ振動モードの圧電アクチュエータ装置を搭載したものの2種類が実用化されている。

20

【0003】

また、たわみ振動モードのアクチュエータ装置としては、振動板の表面全体に亘って成膜技術により均一な圧電体層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状に切り分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電素子を形成したものが提案されている。これによれば圧電素子を振動板に貼付ける作業が不要となって、リソグラフィ法という精密で、かつ簡便な手法で圧電素子を作り付けることができるばかりでなく、圧電素子の厚みを薄くできて高速駆動が可能になるという利点がある。しかしながら、このような成膜技術及びリソグラフィ法により製造した圧電素子は、圧電素子に電圧を印加して駆動を繰り返すと絶縁破壊が発生するという問題がある。

30

【0004】

また、絶縁破壊の原因としては大気中の水分（湿度）の影響が考えられ、その対策として圧電素子全体を保護膜で覆うようにしたものがある。このように保護膜を設けることと、圧電素子の絶縁破壊を防止することができる。また、保護膜を設けることによって振動板の剛性も実質的に高くなり、変形に伴う振動板の破壊、あるいはクラックの発生を防止することもできる。しかしながら、圧電素子の駆動による振動板の変位量が低下するという問題がある。

40

【0005】

また、このような保護膜を圧電素子（圧電振動子）の側面部分に設けた構造、すなわち、上電極の表面を露出させる窓を保護膜に設けるようにした構造がある（例えば、特許文献1参照）。このような構造では、絶縁破壊を防止しつつ圧電素子の駆動による振動板の変位量の低下も抑えることはできる。しかしながら、振動板の破壊、クラックの発生等の問題が起こりやすくなってしまう。また、このような振動板のクラック等は、特に、圧力発生室の幅方向に沿って発生しやすい。すなわち、圧力発生室の長手方向での引張り応力に起因して振動板にクラック等が発生すると考えられる。

【0006】

【特許文献1】特許第3552013号公報（図4等）

50

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

本発明はこのような事情に鑑み、圧電素子の絶縁破壊を防止すると共に振動板の変位量の低下を抑え且つ振動板の破壊を防止できるアクチュエータ装置及び液体噴射ヘッド並びに液体噴射装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

上記課題を解決する本発明の第1の態様は、下電極、圧電体層及び上電極を有する圧電素子と、絶縁材料からなり前記圧電素子を覆うように設けられた保護膜と、を具備し、前記保護膜の前記上電極に対向する領域に、前記保護膜の厚さが他の部分よりも薄い複数の凹部が前記圧電素子の幅方向に並設されており、前記圧電素子の長手方向における各凹部の長さが、前記圧電素子の幅方向中央部側の凹部ほど長くなっている、前記圧電素子の長手方向における各凹部の両端部のそれぞれが、前記圧電素子の幅方向中央部側の凹部ほど前記圧電素子の長手方向の端部側に位置していることを特徴とするアクチュエータ装置にある。

かかる第1の態様では、圧力発生室の長手方向における振動板の剛性が、圧力発生室の幅方向の剛性よりも大きくなる。したがって、絶縁破壊の発生を防止すると共に圧電素子の駆動による振動板の変位量の低下も抑えられ、且つ圧電素子の変形に伴う振動板の破壊も防止することができる。また圧電体能動部の長手方向端部近傍で応力が徐々に変化するため、この部分での応力集中の発生が防止される。これにより、振動板の破壊をより確実に防止することができる。

【0009】

本発明の第2の態様は、前記複数の凹部の前記圧電素子の短手方向の幅の合計が、前記圧電素子の短手方向の幅の25%以上60%以下であることを特徴とする第1の態様のアクチュエータ装置にある。

かかる第2の態様では、振動板の低下及び振動板の破壊をより確実に防止することができる。

【0011】

本発明の第3の態様は、前記凹部が前記保護膜を貫通する貫通孔であることを特徴とする第1又は2の態様のアクチュエータ装置にある。

かかる第3の態様では、振動板の変位量の低下がより確実に抑えられる。

【0012】

本発明の第4の態様は、前記保護膜が、無機絶縁材料からなることを特徴とする第1～3の何れかの態様のアクチュエータ装置にある。

かかる第4の態様では、大気中の水分(湿度)の起因する圧電素子の絶縁破壊をより確実に防止することができる。

【0013】

本発明の第5の態様は、第1～4の何れかの態様のアクチュエータ装置を具備することを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

かかる第5の態様では、液滴の吐出特性、耐久性等の各種特性に優れた液体噴射ヘッドを実現することができる。

【0014】

本発明の第6の態様は、前記アクチュエータ装置の変位により圧力発生室の液体をノズル開口から噴射する液体噴射ヘッドであって、前記圧電素子の長手方向両端部が、前記圧力発生室に対向する領域の外側までそれぞれ延設されていることを特徴とする第5の態様の液体噴射ヘッドにある。

かかる第6の態様では、圧力発生室の幅方向における振動板の剛性のみが実質的に振動板の変形に寄与するため、保護膜に複数の凹部を設けることによる振動板の変位量の低下が少なくなる。

10

20

30

40

50

【0015】

本発明の第7の態様は、第5又は6の態様の液体噴射ヘッドを具備することを特徴とする液体噴射装置にある。

かかる第7の態様では、信頼性及び耐久性を向上した液体噴射装置を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの概略構成を示す分解斜視図であり、図2は、インクジェット式記録ヘッドの要部平面図及びそのA-A断面図である。10

【0017】

図示するように、流路形成基板10は、本実施形態では面方位(110)のシリコン単結晶基板からなり、その一方の面には予め熱酸化により形成した二酸化シリコンからなる、厚さ0.5~2μmの弾性膜50が形成されている。流路形成基板10には、隔壁11によって区画された複数の圧力発生室12がその幅方向に並設されている。また、流路形成基板10の圧力発生室12の長手方向外側の領域には連通部13が形成され、連通部13と各圧力発生室12とが、各圧力発生室12毎に設けられたインク供給路14を介して連通されている。なお、連通部13は、後述するリザーバ形成基板のリザーバ部と連通して各圧力発生室12の共通のインク室となるリザーバの一部を構成する。インク供給路14は、圧力発生室12よりも狭い幅で形成されており、連通部13から圧力発生室12に流入するインクの流路抵抗を一定に保持している。20

【0018】

また、流路形成基板10の開口面側には、複数のノズル開口21が穿設されたノズルプレート20が、圧力発生室12等を形成する際のマスクとして用いられる絶縁膜51を介して接着剤や熱溶着フィルム等によって固着されている。なお、ノズルプレート20は、ガラスセラミックス、シリコン単結晶基板又はステンレス鋼などからなる。

【0019】

一方、流路形成基板10の開口面とは反対側には、上述したように、二酸化シリコンからなり厚さが例えば、約1.0μmの弾性膜50が形成され、この弾性膜50上には、例えば、酸化ジルコニア(ZrO_2)等からなり厚さが例えば、約0.3~0.4μmの絶縁体膜55が積層形成されている。また、絶縁体膜55上には、厚さが例えば、約0.1~0.2μmの下電極膜60と、厚さが例えば、約0.5~5μmの圧電体層70と、厚さが例えば、約0.05μmの上電極膜80とからなる圧電素子300が形成されている。ここで、圧電素子300は、下電極膜60、圧電体層70及び上電極膜80を含む部分をいう。一般的には、圧電素子300の何れか一方の電極を共通電極とし、他方の電極及び圧電体層70を圧力発生室12毎にパターニングして構成する。例えば、本実施形態では、下電極膜60を圧電素子300の共通電極とし、上電極膜80を圧電素子300の個別電極としているが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はない。また、ここでは、圧電素子300と当該圧電素子300の駆動により変位が生じる振動板とを合わせてアクチュエータ装置と称する。なお、本実施形態では、弾性膜50、絶縁体膜55及び下電極膜60が振動板として機能する。3040

【0020】

以下、圧電素子300の構成についてさらに詳しく説明する。本実施形態では、図3に示すように、下電極膜60は、圧力発生室12の長手方向では圧力発生室12に対向する領域内に形成され、複数の圧力発生室12に対応する領域に連続的に設けられている。また、下電極膜60は、圧力発生室12の列の外側で流路形成基板10の端部近傍まで延設され、それらの先端部は、後述する駆動IC200から延設された接続配線210が接続される接続部60aとなっている。圧電体層70及び上電極膜80は、圧力発生室12の幅方向では、圧力発生室12に対向する領域内に設けられているが、圧力発生室12の長50

手方向では、下電極膜60の端部よりも外側、本実施形態では、圧電体層70及び上電極膜80は、圧力発生室12の端部の外側まで延設され、下電極膜60の端面は圧電体層70によって覆われている。すなわち、圧電素子300の実質的な駆動部である圧電体能動部320が圧力発生室12に対向する領域内に設けられ、圧電体能動部320の両外側には圧電体層70を有するが実質的に駆動されない圧電体非能動部330がそれぞれ設けられ圧力発生室12の外側まで延設されている。なお、圧電素子300は、上電極膜80側ほど幅が狭くなるようにパターニングされており、各側端面はそれぞれ傾斜面となっている。

【0021】

また、各圧電素子300を構成する上電極膜80の一端部近傍には、例えば、金(Au)等からなるリード電極90がそれぞれ接続されている。このリード電極90は、本実施形態では、圧力発生室12の外側の圧電体非能動部330上から絶縁体膜55上に延設され、その先端部は下電極膜60の接続部60aと同様に、接続配線210が接続される接続部90aとなっている。

【0022】

そして、これら圧電素子300及びリード電極90上には、絶縁材料からなる保護膜100が設けられており、これら圧電素子300及びリード電極90は、下電極膜60及びリード電極90の接続部60a, 90aと保護膜100に設けられる複数の凹部101とを除いて、この保護膜100によって実質的に覆われている。

【0023】

ここで、保護膜100に設けられる凹部101は、保護膜100の他の領域の厚さよりも薄く形成されており、例えば、本実施形態では、この凹部101は、保護膜100を厚さ方向に貫通する貫通孔となっており、この凹部101内では上電極膜80が露出されている。

【0024】

このような凹部101は、各圧電素子300の圧電体能動部320に対向する領域、すなわち、圧電素子300の下電極膜60に対向する領域の保護膜100に、圧力発生室12の幅方向に沿って複数並設されている。言い換えれば、保護膜100には、桁部100aによって区画された複数の凹部101が、圧電素子300の幅方向に沿って並設されている。例えば、本実施形態では、各圧電体能動部320に対向する領域の保護膜100に、3つの凹部101が圧電素子300の長手方向と平行になるようにそれぞれ並設されている。

【0025】

このような構成では、保護膜100によって各圧電素子300の側端面は確実に覆われているため、絶縁破壊の発生を防止することができる。また、保護膜100に凹部101が設けられていることで、圧電素子300の駆動による振動板の変位量の低下も抑えることができる。さらに本発明では、保護膜100に複数の凹部101が並設されているので、圧電素子300の変形に伴う振動板の破壊を防止することもできる。

【0026】

具体的には、保護膜100の各凹部101間に桁部100aが存在することで、圧力発生室12の長手方向における振動板の剛性が、圧力発生室12の幅方向の剛性よりも大きくなる。例えば、これら複数の凹部101の開口面積の合計と同一の開口面積を有する単一の凹部を保護膜に設けた構造と比較しても、圧力発生室12の長手方向における振動板の剛性が圧力発生室12の幅方向の剛性よりも大きくなる。これにより、圧電素子300の変形に伴う振動板の破壊を防止することができる。

【0027】

また、このような構成では、圧力発生室12の幅方向における振動板の剛性は、実質的に増加する事なく、圧電素子300の駆動による振動板の変位量も良好に維持される。特に、本実施形態のように圧電素子300が圧力発生室12の長手方向外側まで延設された構造では、圧力発生室12の長手方向での振動板の剛性の振動板の変位量への影響が

10

20

30

40

50

少ないため、圧電素子300の駆動による振動板の変位量が良好に維持される。

【0028】

ここで、複数の凹部101の幅の合計、本実施形態では、3つの凹部の圧電素子300の短手方向の幅W1～W3の合計が、圧電体能動部320の短手方向の幅W4の25%以上60%以下となっていることが好ましい。これにより、振動板の変位の低下を抑えつつ圧電素子300の変形に伴う振動板の破壊を防止することができる。また、圧電素子300の短手方向両端部の保護膜100の幅W5は、所定幅、例えば、5(μm)程度確保されるようにするのが好ましい。これにより、絶縁破壊の発生をより確実に防止することができる。また、各凹部101の幅、間隔等は、特に限定されるものではないが、本実施形態のように、同一幅の凹部101を同一間隔で形成するのが好ましい。幅の異なる複数の凹部を並設するようにしてもよいが、その場合、各凹部が圧電素子300の幅方向で左右対称となるように配置するのが望ましい。凹部の配置が左右非対称であると、圧電素子300の駆動による振動板の変形状態が均一にならずに応力集中により振動板が破壊する虞があるからである。10

【0029】

また本実施形態では、保護膜100に、同一長さの凹部101を複数並設するようにしたが、例えば、図4(a)及び(b)に示すように、保護膜100に、長さの異なる複数の凹部101を並設するようにしてもよい。この場合、圧電素子300の長手方向における各凹部101の端部が、圧電素子300の幅方向中央部側の凹部101ほど圧電素子300の長手方向の端部側に位置しているようにするのが好ましい。これにより、圧電体能動部320の長手方向端部近傍において応力が徐々に変化しこの部分での応力集中が防止される。これにより、振動板の破壊をさらに確実に防止することができる。20

【0030】

このような保護膜100の材料は、絶縁材料であればよいが、例えば、酸化アルミニウム(A1₂O₃)、酸化シリコン(SiO₂)等の無機絶縁材料を用いるのが好ましい。このような無機絶縁材料からなる保護膜100は、薄膜でも水分の透過性が極めて低いため、大気中の湿気に起因する絶縁破壊の発生の防止に効果的だからである。

【0031】

なお、圧電素子300が形成された流路形成基板10上には、圧電素子300に対向する領域に、圧電素子300を保護するための空間である圧電素子保持部31を有する保護基板30が接着剤35によって接合されている。圧電素子保持部31は、圧電素子300の運動を阻害しない程度の空間であればよく、当該空間は密封されていても、密封されていなくてもよい。また、保護基板30の連通部13に対向する領域にはリザーバ部32が設けられている。このリザーバ部32は、上述したように、流路形成基板10の連通部13と連通されて各圧力発生室12の共通のインク室となるリザーバ110を構成している。30

【0032】

保護基板30は、流路形成基板10の熱膨張率と略同一の材料、例えば、ガラス、セラミック材料等で形成されていることが好ましく、例えば、本実施形態では、流路形成基板10と同一材料のシリコン単結晶基板を用いて形成した。40

【0033】

また、保護基板30上には、圧電素子300を駆動するための駆動IC200が実装されている。そして、駆動IC200は、下電極膜60の接続部60a及びリード電極90の接続部90aと、ボンディングワイヤ等の導電性ワイヤからなる接続配線210を介して電気的に接続されている。

【0034】

保護基板30上には、さらに、封止膜41及び固定板42とからなるコンプライアンス基板40が接合されてリザーバ部32が封止されている。ここで、封止膜41は、剛性が低く可撓性を有する材料からなり、固定板42は、金属等の硬質の材料で形成される。この固定板42のリザーバ110に対向する領域は、厚さ方向に完全に除去された開口部450

3となっているため、リザーバ₁₁₀の一方面是可撓性を有する封止膜₄₁のみで封止されている。但し、コンプライアンス基板₄₀には図示しないインク導入口が形成されており、そのインク導入口はリザーバ部₃₂に連通することで、図示しない外部インク供給手段からインクをリザーバ部₃₂に導入している。

【0035】

このような本実施形態のインクジェット式記録ヘッドでは、図示しない外部インク供給手段からインクを取り込み、リザーバ₁₁₀からノズル開口₂₁に至るまで内部をインクで満たした後、駆動I C₂₀₀からの記録信号に従い、圧力発生室₁₂に対応するそれぞれの下電極膜₆₀と上電極膜₈₀との間に電圧を印加し、弾性膜₅₀、下電極膜₆₀及び圧電体層₇₀をたわみ変形させることにより、各圧力発生室₁₂内の圧力が高まりノズル開口₂₁からインク滴が吐出する。10

【0036】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は、上述の実施形態に限定されるものではない。例えば、本実施形態では、保護膜₁₀₀によって、圧電素子₃₀₀及びリード電極₉₀が形成されている領域のほぼ全域を覆って設けられているが、これに限定されず、保護膜₁₀₀は、少なくとも各圧電素子₃₀₀に対応する領域に設けられていればよい。

【0037】

また、上述した実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、インクカートリッジ等と連通するインク流路を具備する記録ヘッドユニットの一部を構成して、インクジェット式記録装置に搭載される。図5は、そのインクジェット式記録装置の一例を示す概略斜視図である。図5に示すように、インクジェット式記録ヘッドを有する記録ヘッドユニット_{1A}及び_{1B}は、インク供給手段を構成するカートリッジ_{2A}及び_{2B}が着脱可能に設けられ、この記録ヘッドユニット_{1A}及び_{1B}を搭載したキャリッジ₃は、装置本体₄に取り付けられたキャリッジ軸₅に軸方向移動自在に設けられている。この記録ヘッドユニット_{1A}及び_{1B}は、例えば、それぞれブラックインク組成物及びカラーインク組成物を吐出するものとしている。そして、駆動モータ₆の駆動力が図示しない複数の歯車およびタイミングベルト₇を介してキャリッジ₃に伝達されることで、記録ヘッドユニット_{1A}及び_{1B}を搭載したキャリッジ₃はキャリッジ軸₅に沿って移動される。一方、装置本体₄にはキャリッジ軸₅に沿ってプラテン₈が設けられており、図示しない給紙ローラなどにより給紙された紙等の記録媒体である記録シート₅がプラテン₈上を搬送されるようになっている。20

【0038】

また、上述した実施形態では、液体噴射ヘッドの一例としてインクジェット式記録ヘッドを挙げて本発明を説明したが、本発明は広く液体噴射ヘッド全般を対象としたものであり、インク以外の液体を噴射する液体噴射ヘッドにも勿論適用することができる。他の液体噴射ヘッドとしては、例えば、プリンタ等の画像記録装置に用いられる各種の記録ヘッド、液晶ディスプレー等のカラーフィルタの製造に用いられる色材噴射ヘッド、有機ELディスプレー、FED(面発光ディスプレー)等の電極形成に用いられる電極材料噴射ヘッド、バイオchip製造に用いられる生体有機物噴射ヘッド等が挙げられる。30

【0039】

また、本発明は、このような液体噴射ヘッド(インクジェット式記録ヘッド)に搭載されるアクチュエータ装置だけでなく、あらゆる装置に搭載されるアクチュエータ装置に適用することができる。本発明のアクチュエータ装置は、上述したヘッドの他に、例えば、センサー等にも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】一実施形態に係る記録ヘッドの概略構成を示す分解斜視図である。

【図2】一実施形態に係る記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【図3】一実施形態に係る記録ヘッドの圧電素子部分を示す拡大断面図である。50

【図4】一実施形態に係る凹部の変形例を示す平面図である。

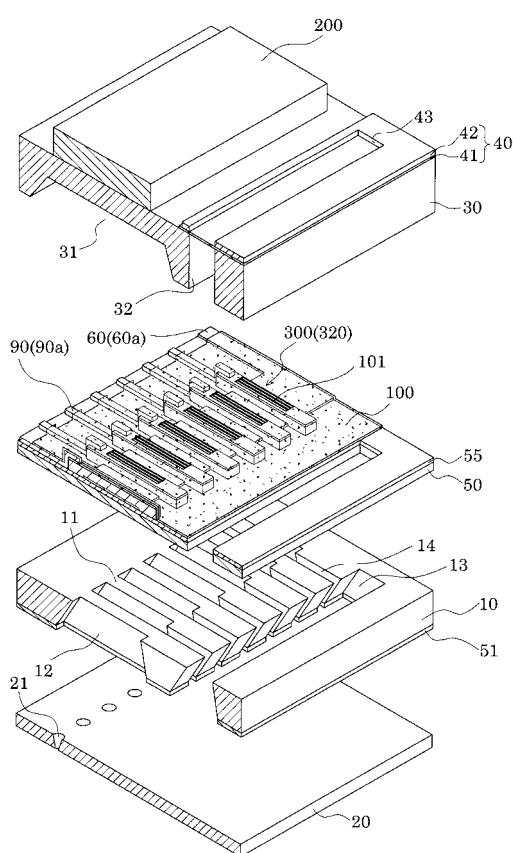
【図5】一実施形態に係る記録ヘッドの概略斜視図である。

【符号の説明】

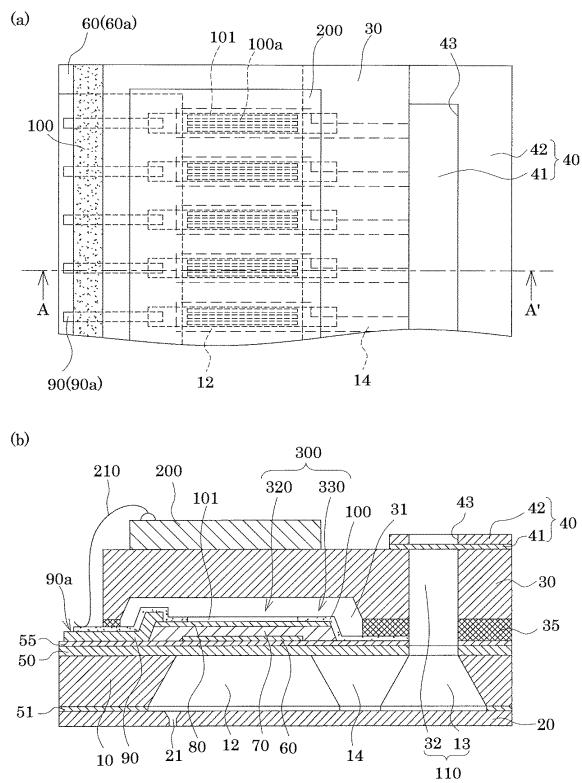
【0041】

10 流路形成基板、 12 圧力発生室、 13 連通部、 14 インク供給路、
 20 ノズルプレート、 30 保護基板、 40 コンプライアンス基板、 50
 弾性膜、 55 絶縁体膜、 100 保護膜、 100a 桁部、 101 凹部、
 200 駆動IC、 210 接続配線、 300 圧電素子

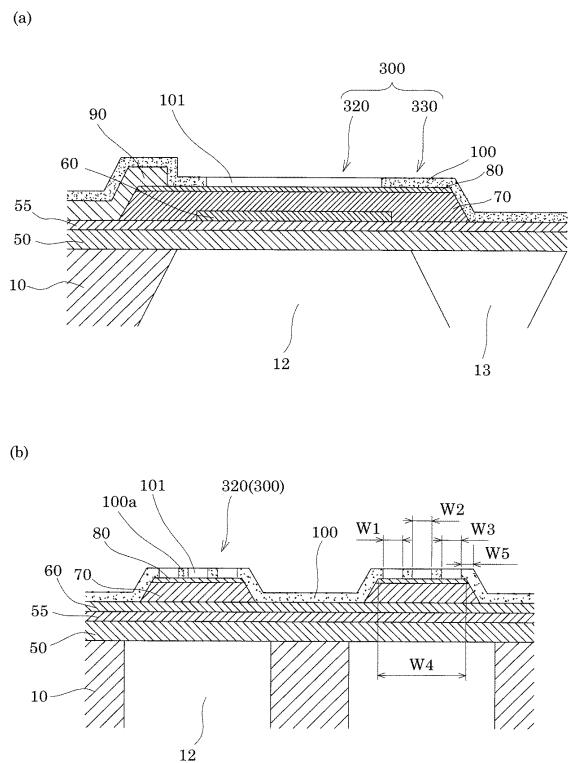
【図1】



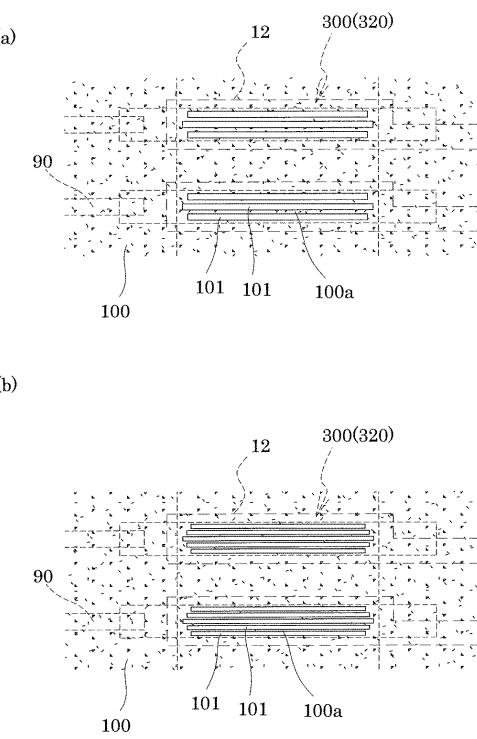
【図2】



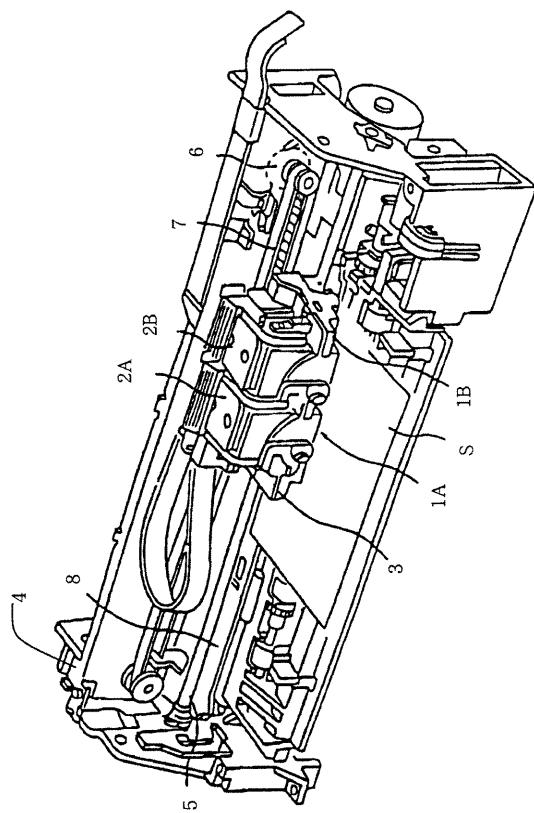
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-209740(JP,A)
特開2002-225264(JP,A)
特許第3552013(JP,B2)
特開平11-245406(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 41 J 2 / 045

B 41 J 2 / 055

H 01 L 41 / 09