(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7155997号
(P7155997)

(45)発行日　令和4年10月19日(2022.10.19)

(24)登録日　令和4年10月11日(2022.10.11)

(51)国際特許分類

		FI		
B41J 2/14 (2006.01)		B41J	2/14	305
B41J 2/18 (2006.01)		B41J	2/14	613
B41J 2/16 (2006.01)		B41J	2/14	611
B41J 2/01 (2006.01)		B41J	2/18	
		B41J	2/14	603

請求項の数　17　（全18頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2018-238102(P2018-238102)
(22)出願日　平成30年12月20日(2018.12.20)
(65)公開番号　特開2020-100018(P2020-100018A)
(43)公開日　令和2年7月2日(2020.7.2)
審査請求日　令和3年9月17日(2021.9.17)

(73)特許権者　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区新宿四丁目１番６号
(74)代理人　100125689
弁理士　大林 章
(74)代理人　100128598
弁理士　高田 聖一
(74)代理人　100121108
弁理士　高橋 太朗
(72)発明者　御子柴 匡矩
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
(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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　液体噴射ヘッドおよび液体噴射装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

液体を収容する圧力室の壁面の一部を構成する振動板と、

前記振動板を振動させる圧電素子と、を具備し、

前記圧力室に面する前記振動板の一部のみを覆うように前記圧電素子は設けられ、

前記振動板は、複数の層で構成され、

前記振動板の厚さをＤとし、前記振動板の中立軸と前記複数の層のうち最も大きい張力差の隣り合う２つの層による界面との間の距離をｄとするとき、

ｄ／Ｄ≦０．２５の関係を満たす、

液体噴射ヘッド。

【請求項２】

前記隣り合う２つの層のうち、一方の層が圧縮応力を有し、他方の層が引張り応力を有する、

請求項１に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項３】

前記他方の層は、前記一方の層における前記圧電素子側の面に接合される、

請求項２に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項４】

前記一方の層の構成材料は、二酸化シリコンである、

請求項２または３に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項５】
前記他方の層の構成材料は、二酸化ジルコニウムである、
請求項２から４のいずれか１項に記載の液体噴射ヘッド。
【請求項６】
前記圧電素子は、
前記振動板における前記圧力室とは反対側の面上に配置される第１電極と、
前記第１電極における前記圧力室とは反対側の面上に配置される圧電体層と、
前記圧電体層における前記圧力室とは反対側の面上に配置される第２電極と、を具備し、
前記振動板は、平面視で前記圧力室の外縁よりも内側において前記圧電体層と重ならない領域を有する、
請求項１から５のいずれか１項に記載の液体噴射ヘッド。
【請求項７】
前記圧電素子は、第１方向に複数配列され、前記振動板の厚さ方向および前記第１方向およびに垂直な第２方向に沿う長手形状をなす、
請求項１から６のいずれか１項に記載の液体噴射ヘッド。
【請求項８】
前記振動板の幅をＷとするとき、
Ｄ／Ｗは、０．０１以上０．０５以下の範囲内である、
請求項１から７のいずれか１項に記載の液体噴射ヘッド。
【請求項９】
前記圧電素子は、
前記振動板における前記圧力室とは反対側の面上に配置される第１電極と、
前記第１電極における前記圧力室とは反対側の面上に配置される圧電体層と、
前記圧電体層における前記圧力室とは反対側の面上に配置される第２電極と、を具備し、
平面視で前記圧力室の外縁と前記圧電体層の外縁との間における前記振動板の幅をＷ１とするとき、
Ｄ／Ｗ１は、０．１以上０．５以下の範囲内である、
請求項１から８のいずれか１項に記載の液体噴射ヘッド。
【請求項１０】
前記圧電素子における前記第１電極と前記圧電体層と前記第２電極とが平面視で重なる部分の長さは、５１４μｍを超える、
請求項９に記載の液体噴射ヘッド。
【請求項１１】
前記圧力室が形成される圧力室基板と、
前記圧力室基板に導電性のバンプを介して接合される配線基板と、を具備する、
請求項１から１０のいずれか１項に記載の液体噴射ヘッド。
【請求項１２】
前記圧力室を介して前記液体を循環させる循環機構が接続される導入口および排出口を具備する、
請求項１から１１のいずれか１項に記載の液体噴射ヘッド。
【請求項１３】
前記圧力室と前記振動板との接続により形成される角部に接着剤が配置されない、
請求項１から１１のいずれか１項に記載の液体噴射ヘッド。
【請求項１４】
前記振動板における前記圧力室側の面には、平面視で前記圧力室を包含する凹部が設けられ、
前記凹部の底面と側面とを接続する面が曲面である、
請求項１から１３のいずれか１項に記載の液体噴射ヘッド。
【請求項１５】
前記圧力室を区画する隔壁と、

前記振動板を介して前記隔壁に接合される樹脂層と、を具備する、
請求項１から１４のいずれか１項に記載の液体噴射ヘッド。
【請求項１６】
ノズルから前記液体を吐出させるように前記圧電素子を駆動させる吐出駆動波形と、ノズルから前記液体を吐出させない程度に前記圧電素子を駆動させる非吐出駆動波形とを含む駆動信号が前記圧電素子に印加される、
請求項１から１５のいずれか１項に記載の液体噴射ヘッド。
【請求項１７】
請求項１から１６のいずれか１項に記載の液体噴射ヘッドを具備する、液体噴射装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、液体噴射ヘッドおよび液体噴射装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
圧力室の壁面の一部を構成する振動板を圧電素子により振動させることで圧力室内の液体をノズルから噴射する液体噴射ヘッドが知られている。例えば、特許文献１に記載の液体噴射ヘッドでは、弾性膜、絶縁膜、下部電極、圧電体層および上部電極がこの順で積層される。下部電極、圧電体層および上部電極は、圧電素子を構成する。弾性膜、絶縁膜および下部電極は、振動板として作用する。弾性膜は、二酸化シリコンからなる圧縮膜である。絶縁膜は、二酸化ジルコニウムからなる引張り膜である。下部電極は、白金からなる引張り膜である。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】特開２００４－０３４４１７号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
従来の液滴噴射ヘッドでは、振動板を構成する複数の層の界面により生じる歪みがある場合、撓み変形によって振動板の圧電体層が無い部分にクラックが生じやすいという課題がある。特に、特許文献１のような圧縮膜と引張り膜を有する振動板の場合はクラック等の損傷が発生しやすい。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
本発明に係る液体噴射ヘッドの一態様は、液体を収容する圧力室の壁面の一部を構成する振動板と、前記振動板を振動させる圧電素子と、を具備し、前記圧力室に面する前記振動板の一部のみを覆うように前記圧電素子は設けられ、前記振動板は、複数の層で構成され、前記振動板の厚さをＤとし、前記振動板の中立軸と前記複数の層のうち最も大きい張力差の隣り合う２つの層による界面との間の距離をｄとするとき、ｄ／Ｄ≦０．２５の関係を満たす。
【０００６】
本発明に係る液体噴射装置の一態様は、前述の態様の液体噴射ヘッドを具備する。
【図面の簡単な説明】
【０００７】
【図１】実施形態に係る液体噴射装置を模式的に示す構成図である。
【図２】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】図２のIII-III線の断面図である。
【図４】実施形態における液体噴射ヘッドの振動板を示す平面図である。
【図５】図４のＶ-Ｖ線の断面図である。

【図６】振動板の一部を拡大して示す断面図である。
【図７】厚さＤおよび距離ｄの比ｄ／Ｄと振動板内の界面での歪みとの関係を示すグラフである。
【図８】変形例１に係る液体噴射ヘッドの断面図である。
【図９】変形例２に係る液体噴射ヘッドの断面図である。
【図１０】変形例３に係る液体噴射ヘッドの断面図である。
【図１１】図１０の液体噴射ヘッドにおけるインクの循環を説明するための模式図である。
【発明を実施するための形態】
【０００８】
１．実施形態
１－１．液体噴射装置の全体構成
図１は、本実施形態に係る液体噴射装置１００を模式的に示す構成図である。液体噴射装置１００は、液体の例示であるインクを媒体１２に噴射するインクジェット方式の印刷装置である。媒体１２は、典型的には印刷用紙であるが、樹脂フィルムまたは布帛等の任意の材質の印刷対象が媒体１２として利用される。図１に例示される通り、液体噴射装置１００には、インクを貯留する液体容器１４が設置される。例えば液体噴射装置１００に着脱可能なカートリッジ、可撓性のフィルムで形成された袋状のインクパック、または、インクを補充可能なインクタンクが液体容器１４として利用される。色彩が相違する複数種のインクが液体容器１４には貯留される。
【０００９】
図１に例示される通り、液体噴射装置１００は、制御ユニット２０と搬送機構２２と移動機構２４と液体噴射ヘッド２６とを具備する。制御ユニット２０は、例えばＣＰＵ（Central Processing Unit）またはＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）等の処理回路と半導体メモリー等の記憶回路とを含み、液体噴射装置１００の各要素を統括的に制御する。搬送機構２２は、制御ユニット２０による制御のもとで媒体１２をＹ方向に搬送する。
【００１０】
移動機構２４は、制御ユニット２０による制御のもとで液体噴射ヘッド２６をＸ方向に往復させる。Ｘ方向は、媒体１２が搬送されるＹ方向に直交する方向である。本実施形態の移動機構２４は、液体噴射ヘッド２６を収容するキャリッジと称される略箱型の搬送体２４２と、搬送体２４２が固定された搬送ベルト２４４とを具備する。なお、複数の液体噴射ヘッド２６を搬送体２４２に搭載した構成、または、液体容器１４を液体噴射ヘッド２６とともに搬送体２４２に搭載した構成も採用され得る。
【００１１】
液体噴射ヘッド２６は、液体容器１４から供給されるインクを制御ユニット２０による制御のもとで複数のノズルから媒体１２に噴射する。搬送機構２２による媒体１２の搬送と搬送体２４２の反復的な往復とに並行して液体噴射ヘッド２６が媒体１２にインクを噴射することで、媒体１２の表面に所望の画像が形成される。なお、Ｘ-Ｙ平面に垂直な方向を以下ではＺ方向と表記する。液体噴射ヘッド２６によるインクの噴射方向がＺ方向に相当する。Ｘ-Ｙ平面は、例えば媒体１２の表面に平行な平面である。
【００１２】
１－２．液体噴射ヘッドの全体構成
図２は、本実施形態に係る液体噴射ヘッド２６の分解斜視図である。図３は、図２のIII-III線の断面図である。図２に例示される通り、液体噴射ヘッド２６は、第１方向の一例であるＹ方向に配列された複数のノズルＮを具備する。本実施形態の複数のノズルＮは、第２方向の一例であるＸ方向に相互に間隔をあけて並設された第１列Ｌ1と第２列Ｌ2とに区分される。第１列Ｌ1および第２列Ｌ2の各々は、Ｙ方向に直線状に配列された複数のノズルＮの集合である。なお、第１列Ｌ1と第２列Ｌ2との間で各ノズルＮのＹ方向の位置を相違させること、すなわち千鳥配置またはスタガ配置も可能であるが、第１列Ｌ1と第２列Ｌ2とで各ノズルＮのＹ方向の位置を一致させた構成を以下では便宜的に例示する。図

３から理解される通り、本実施形態の液体噴射ヘッド２６は、第１列Ｌ1の各ノズルＮに関連する要素と第２列Ｌ2の各ノズルＮに関連する要素とが略線対称に配置された構造である。

【００１３】

図２および図３に例示される通り、液体噴射ヘッド２６は流路形成部３０を具備する。流路形成部３０は、複数のノズルＮにインクを供給するための流路を形成する構造体である。本実施形態の流路形成部３０は、流路基板３２と圧力室基板３４との積層で構成される。流路基板３２および圧力室基板３４は、それぞれ、Ｙ方向に長尺な板状部材である。流路基板３２におけるＺ方向の負側の表面には、例えば接着剤により圧力室基板３４が固定される。

【００１４】

図２に例示される通り、流路形成部３０よりもＺ方向の負側の領域には、振動板３６と配線基板４６と筐体部４８と駆動回路５０とが設置される。他方、流路形成部３０よりもＺ方向の正側の領域には、ノズル板６２と吸振体６４とが設置される。液体噴射ヘッド２６の各要素は、概略的には流路基板３２および圧力室基板３４と同様にＹ方向に長尺な板状部材であり、例えば接着剤を利用して相互に接合される。

【００１５】

ノズル板６２は、複数のノズルＮが形成された板状部材であり、流路基板３２におけるＺ方向の正側の表面に設置される。複数のノズルＮの各々は、インクを通過させる円形状の貫通孔である。本実施形態のノズル板６２には、第１列Ｌ1を構成する複数のノズルＮと第２列Ｌ2を構成する複数のノズルＮとが形成される。例えば半導体製造技術（例えばドライエッチングやウェットエッチング等の加工技術）を利用してシリコン（Ｓi）の単結晶基板を加工することで、ノズル板６２が製造される。ただし、ノズル板６２の製造には公知の材料や製法が任意に採用され得る。

【００１６】

図２および図３に例示される通り、流路基板３２には、第１列Ｌ1および第２列Ｌ2の各々について、空間Ｒaと複数の供給流路３２２と複数の連通流路３２４と供給液室３２６とが形成される。空間Ｒaは、Ｚ方向からみた平面視でＹ方向に沿う長尺状に形成された開口であり、供給流路３２２および連通流路３２４はノズルＮ毎に形成された貫通孔である。供給液室３２６は、複数のノズルＮにわたりＹ方向に沿う長尺状に形成された空間であり、空間Ｒaと複数の供給流路３２２とを相互に連通させる。複数の連通流路３２４の各々は、当該連通流路３２４に対応する１個のノズルＮに平面視で重なる。

【００１７】

図２および図３に例示される通り、圧力室基板３４は、第１列Ｌ1および第２列Ｌ2の各々についてキャビティと称される複数の圧力室Ｃが形成された板状部材である。複数の圧力室ＣはＹ方向に配列する。各圧力室Ｃは、ノズルＮ毎に形成されて平面視でＸ方向に沿う長尺状の空間である。流路基板３２および圧力室基板３４は、前述のノズル板６２と同様に、例えば半導体製造技術を利用してシリコンの単結晶基板を加工することで製造される。ただし、流路基板３２および圧力室基板３４の製造には公知の材料や製法が任意に採用され得る。

【００１８】

図２から理解される通り、圧力室Ｃは、流路基板３２と振動板３６との間に位置する空間である。第１列Ｌ1および第２列Ｌ2の各々について複数の圧力室ＣがＹ方向に配列する。図２および図３に例示される通り、圧力室Ｃは、連通流路３２４および供給流路３２２に連通する。したがって、圧力室Ｃは、連通流路３２４を介してノズルＮに連通し、かつ、供給流路３２２と供給液室３２６とを介して空間Ｒaに連通する。

【００１９】

圧力室基板３４における流路基板３２とは反対側の表面には、振動板３６が配置される。振動板３６は、弾性的に振動可能な板状部材である。振動板３６については、後に詳述する。

【００２０】
図２および図３に例示される通り、振動板３６のうち圧力室Ｃとは反対側の表面である第１面Ｆ1には、第１列Ｌ1および第２列Ｌ2の各々について、相異なるノズルＮに対応する複数の圧電素子４４が形成される。各圧電素子４４は、駆動信号の供給により変形する受動素子である。各圧電素子４４は、平面視でＸ方向に沿う長尺状をなす。複数の圧電素子４４は、複数の圧力室Ｃに対応するようにＹ方向に配列する。圧電素子４４の変形に連動して振動板３６が振動すると、圧力室Ｃ内の圧力が変動することで、インクがノズルＮから噴射される。圧電素子４４については、後に詳述する。
【００２１】
筐体部４８は、複数の圧力室Ｃに供給されるインクを貯留するためのケースである。図３に例示される通り、本実施形態の筐体部４８には、第１列Ｌ1および第２列Ｌ2の各々について空間Ｒbが形成される。筐体部４８の空間Ｒbと流路基板３２の空間Ｒaとは相互に連通する。空間Ｒaと空間Ｒbとで構成される空間は、複数の圧力室Ｃに供給されるインクを貯留する液体貯留室（リザーバー）Ｒとして機能する。筐体部４８に形成された導入口４８２を介して液体貯留室Ｒにインクが供給される。液体貯留室Ｒ内のインクは、供給液室３２６と各供給流路３２２とを介して圧力室Ｃに供給される。吸振体６４は、液体貯留室Ｒの壁面を構成する可撓性のフィルム（コンプライアンス基板）であり、液体貯留室Ｒ内のインクの圧力変動を吸収する。
【００２２】
配線基板４６は、駆動回路５０と複数の圧電素子４４とを電気的に接続するための配線が形成された板状部材である。配線基板４６における一方の表面である第２面Ｆ2は、複数の圧電素子４４が形成された振動板３６の第１面Ｆ1に導電性の複数のバンプＴを介して接合される。このため、第１面Ｆ1と第２面Ｆ2とは間隔をあけて対向する。配線基板４６における第２面Ｆ2とは反対側の表面である第３面Ｆ3には、駆動回路５０が実装される。駆動回路５０は、各圧電素子４４を駆動するための駆動信号および基準電圧を出力するＩＣ（Integrated Circuit）チップである。以上の説明から理解される通り、流路形成部３０と駆動回路５０との間に配線基板４６が設置され、流路形成部３０と配線基板４６との間に複数の圧電素子４４が位置する。本実施形態の配線基板４６は、液体噴射ヘッド２６の機械的な強度を補強する補強板、および、圧電素子４４を保護および封止する封止板としても機能する。
【００２３】
図２に例示される通り、配線基板４６の第３面Ｆ3には、外部配線５２の端部が接合される。外部配線５２は、例えばＦＰＣ（Flexible Printed Circuits）またはＦＦＣ（Flexible Flat Cable）等の接続部品で構成される。配線基板４６の第３面Ｆ3には、外部配線５２と駆動回路５０とを電気的に接続する複数の配線４６１と、駆動回路５０から出力される駆動信号および基準電圧が供給される複数の配線４６２とが形成される。
【００２４】
１－３．振動板および圧電素子の詳細
図４は、本実施形態における液体噴射ヘッド２６の振動板３６を示す平面図である。図５は、図４のＶ-Ｖ線の断面図である。図５に例示される通り、振動板３６は、第１層３６１と第２層３６２とを含む積層体で構成される。第２層３６２は、第１層３６１からみて圧力室基板３４とは反対側に位置する。第１層３６１は、二酸化シリコン（SiO_2）等の弾性材料で形成される弾性膜であり、第２層３６２は、二酸化ジルコニウム（ZrO_2）等の絶縁材料で形成される絶縁膜である。第１層３６１および第２層３６２は、それぞれ、熱酸化またはスパッタリング等の公知の成膜技術により形成される。なお、所定の板厚の板状部材のうち圧力室Ｃに対応する領域について板厚方向の一部を選択的に除去することで、圧力室基板３４と振動板３６の一部または全部とを一体に形成することも可能である。
【００２５】
図４に例示される通り、振動板３６は、平面視で複数の圧力室Ｃにそれぞれ対応する形状の複数の振動領域Ｖを有する。振動領域Ｖは、振動板３６の領域であって圧電素子４４

により振動する領域である。換言すると、振動領域Ｖは、振動板３６の領域のうち圧力室基板３４に接触しない領域である。

【００２６】

ここで、図５に例示される通り、圧力室基板３４には、圧力室Ｃを構成する孔３４１が設けられる。また、圧力室基板３４の隣り合う２つの圧力室Ｃまたは孔３４１の間には、Ｘ方向に沿って延びる壁状の隔壁部３４２が設けられる。前述のように、各圧力室Ｃまたは各孔３４１は、平面視で第１方向であるＸ方向に沿う長尺状をなす。したがって、各振動領域Ｖは、平面視でＸ方向に沿って延びる長手形状をなす。また、各孔３４１は、例えば、板面が（１１０）面であるシリコン単結晶基板を異方性エッチングすることで形成される。このため、各圧力室Ｃまたは各振動領域Ｖの平面視形状は、当該単結晶基板の（１１１）面に沿う形状である。なお、各圧力室Ｃまたは各振動領域Ｖの平面視形状は、図示の形状に限定されない。

【００２７】

圧力室Ｃの壁面上には、当該壁面をインクから保護する耐蝕膜３５が配置される。本実施形態では、耐蝕膜３５は、振動板３６におけるＺ方向の正側の面にも配置される。耐蝕膜３５は、圧力室Ｃ内のインクに対する耐性が振動板３６よりも高い。耐蝕膜３５の構成材料としては、圧力室Ｃ内のインクに対する耐性を有する材料であればよく、特に限定されないが、例えば、二酸化シリコン（SiO_2）等のシリコン酸化物、酸化タンタル（TaO_X）および二酸化ジルコニウム（ZrO_2）等の金属酸化物、ニッケル（Ｎｉ）およびクロム（Ｃｒ）等の金属等が挙げられる。耐蝕膜３５は、単一材料の単層で構成されてもよいし、互いに異なる材料の複数層の積層体で構成されてもよい。耐蝕膜３５の厚さは、特に限定されないが、ピンホール等の欠陥が無くなる膜厚が好ましく、１ｎｍ以上１００ｎｍ以下の範囲内であることが好ましい。なお、耐蝕膜３５は、必要に応じて設ければよく、省略してもよい。

【００２８】

図５に例示される通り、振動板３６の圧力室Ｃとは反対側の面上には、圧電素子４４が配置される。圧電素子４４は、概略的には、第１電極４４１と圧電体層４４３と第２電極４４２との積層で構成される。第１電極４４１、圧電体層４４３および第２電極４４２は、それぞれ、例えば、スパッタリングやゾルゲル法等の公知の成膜技術、およびフォトリソグラフィおよびエッチング等を用いる公知の加工技術により形成される。また圧電素子４４としては電極と圧電体層が多層に積層され振動板３６に向けて伸縮するタイプでも良い。なお、この積層の層間および圧電素子４４と振動板３６との間のそれぞれには、密着性を高める層等の他の層が適宜介在してもよい。

【００２９】

第１電極４４１は、振動板３６の面上、具体的には第２層３６２の第１層３６１とは反対側の面上に配置される。第１電極４４１は、圧電素子４４毎に相互に離間して配置される個別電極である。具体的には、Ｘ方向に延びる複数の第１電極４４１が、相互に間隔をあけてＹ方向に配列される。各圧電素子４４の第１電極４４１には、当該圧電素子４４に対応するノズルＮからインクを噴射するための駆動信号が駆動回路５０を介して印加される。

【００３０】

圧電体層４４３は、第１電極４４１の面上に配置される。圧電体層４４３は、複数の圧電素子４４にわたり連続するようにＹ方向に延びる帯状をなす。図示しないが、圧電体層４４３のうち相互に隣合う各圧力室Ｃの間隙に平面視で対応する領域には、圧電体層４４３を貫通する貫通孔がＸ方向に延びて設けられる。圧電体層４４３の構成材料は、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛等の圧電材料である。

【００３１】

第２電極４４２は、圧電体層４４３の面上に配置される。具体的には、第２電極４４２は、複数の圧電素子４４にわたり連続するようにＹ方向に延在する帯状の共通電極である。第２電極４４２には所定の基準電圧が印加される。

【００３２】
第２電極４４２の面上には、図４に例示される第１導電体５５と第２導電体５６とが形成される。第１導電体５５は、第２電極４４２におけるＸ方向の負側の縁辺に沿ってＹ方向に延在する帯状の導電膜である。第２導電体５６は、第２電極４４２におけるＸ方向の正側の縁辺に沿ってＹ方向に延在する帯状の導電膜である。第１導電体５５と第２導電体５６とは、例えば金等の低抵抗な導電材料を利用して同層で形成される。第１導電体５５と第２導電体５６とを形成することで、第２電極４４２における基準電圧の電圧降下が抑制される。また、第１導電体５５および第２導電体５６は、振動板３６の振動を抑制するための錘としても機能する。この錘を「錘層」ともいう。
【００３３】
以上のように、液体噴射ヘッド２６は、液体を収容する圧力室Ｃの壁面の一部を構成する振動板３６と、振動板３６を振動させる圧電体層４４３が第１電極４４１と第２電極４４２で挟まれた部分の圧電素子４４と、を具備する。ここで、振動板３６は、前述のように複数の層で構成される。また、圧電素子４４は、振動板３６における圧力室Ｃとは反対側の面上に配置される第１電極４４１と、第１電極４４１における圧力室Ｃとは反対側の面上に配置される圧電体層４４３と、圧電体層４４３における圧力室Ｃとは反対側の面上に配置される第２電極４４２と、を具備する。そして、圧電素子４４は、振動板３６を撓み変形させる。このとき、振動板３６の振動領域Ｖのうち、平面視で圧電素子４４の圧電体層４４３と重ならない部分、すなわち、振動板３６の図５中の破線で囲まれる領域Ａにおいて最もクラックが発生しやすい。なお、以下では、振動板３６の領域Ａの部分を「腕部」ともいう。腕部とは圧電素子４４が設けられていない振動板３６の部分のことである。この腕部においては圧電体層４４３が積層されない為に強度的には弱い。しかし液体噴射ヘッド２６においては、振動板全面を圧電体層で覆うと、圧電体層の存在により駆動効率が落ちる為、腕部を設けることが好ましく、この腕部はＸ方向に長い圧電素子４４においてはＹ方向において圧電素子４４の両側にあることが好ましい。
【００３４】
図６は、振動板３６の一部を拡大して示す断面図である。図６では、図５中の破線で囲まれる領域Ａが拡大して示される。図６に例示される通り、本実施形態では、領域Ａにおいて、振動板３６は、耐蝕膜３５、第１層３６１、第２層３６２および圧電素子４４の第２電極４４２の積層体で構成される。すなわち、領域Ａにおいて、耐蝕膜３５および第２電極４４２も振動板３６の一部として機能する。
【００３５】
図６の例示では、第１層３６１は、圧縮応力Ｓ２を有する圧縮膜である。第２層３６２は、引張り応力Ｓ３を有する引張り膜である。耐蝕膜３５は、引張り応力Ｓ１を有する引張り膜である。第２電極４４２は、圧縮応力Ｓ４を有する圧縮膜である。ここで、第１層３６１および第２層３６２のそれぞれの厚さは、耐蝕膜３５および第２電極４４２のそれぞれの厚さに比べて、１倍以上５０倍以下程度の厚さであり、好ましくは１０倍以上５０倍以下程度の厚さである。このため、第１層３６１および第２層３６２は、振動板３６を構成する複数の層のうち最も大きい張力差の隣り合う２つの層である。これらの層の界面ＦＣは、振動板３６の自然状態においても歪みが生じるため、圧電素子４４に電圧を印加したときの歪みの存在がクラック等の発生の原因となりやすい。
【００３６】
そこで、振動板３６は、圧電素子４４が無い部分の腕部の領域Ａの振動板３６の厚さをＤとし、領域Ａにおける振動板３６の中立軸ＡＮと第１層３６１および第２層３６２による界面ＦＣとの間の距離をｄとするとき、ｄ／Ｄ≦０．２５の関係を満たす。厚さＤおよび距離ｄの比ｄ／Ｄがこの関係を満たすことにより、この関係を満たさない場合に比べて、界面ＦＣと中立軸ＡＮとが近づくため、界面ＦＣに生じる歪みを原因とする振動板３６におけるクラック等の損傷の発生を低減することができる。
【００３７】
ここで、ｎ個の層からなる積層体の１層目側の表面を基準とするとき、当該積層体の中

立軸ＡＮの位置ｙ０は、以下の式（１）で定義される。

【数１】

$$y_0 = \frac{\sum_{k=1}^{n} E_k \int_{Ak} y_z \cdot dA_k}{\sum_{k=1}^{n} E_k A_k} = \frac{\sum_{k=1}^{n} E_k a \left(h_k^{\,2} + 2h_k h_{k-1} + 2h_k h_{k-2} + \cdots \right) / 2}{\sum_{k=1}^{n} E_k \left(h_k a \right)} \quad \cdots (1)$$

この式（１）中、ｋは１以上ｎ以下の整数であり、Ａｋは積層体全体の断面積であり、Ｅｋは各層のヤング率［ＧＰａ］であり、ｈｋは各層の膜厚［ｎｍ］であり、ａは層の幅［μｍ］である。

【００３８】

当該積層体を領域Ａにおける振動板３６に当てはめると、ｋは４であり、１層目が耐蝕膜３５であり、２層目が第１層３６１であり、３層目が第２層３６２であり、４層目が第２電極４４２である。したがって、位置ｙ０は、振動板３６における耐蝕膜３５側の面を基準とする位置であり、当基準と位置ｙ０との間の距離に相当する。ここで、第１層Ｅ１は耐蝕膜３５のヤング率［ＧＰａ］であり、Ｅ２は第１層３６１のヤング率［ＧＰａ］であり、Ｅ３は第２層３６２のヤング率［ＧＰａ］であり、Ｅ４は第２電極４４２のヤング率［ＧＰａ］である。また、ｈ１は耐蝕膜３５の厚さ［ｎｍ］であり、ｈ２は第１層３６１の厚さ［ｎｍ］であり、ｈ３は第２層３６２の厚さ［ｎｍ］であり、ｈ４は第２電極４４２の厚さ［ｎｍ］である。厚さＡｋは、領域Ａにおける断面積で、振動板３６の厚さＤ×幅aに相当する。幅ａは、領域Ａの幅Ｗ１である。

【００３９】

図７は、厚さＤおよび距離ｄの比ｄ／Ｄと振動板３６内の界面ＦＣでの歪みとの関係を示すグラフである。図７に示す結果は、以下の表１に示す条件および評価に基づく結果である。

【表１】

サンプルNo.	振動板					その他の条件			評価		
	第1層：SiO_2		第2層：ZrO_2		振動領域	圧電素子			界面FCでの歪み（規格化）	d/D	クラック
	厚さh2 [nm]	膜応力 [MPa]	厚さh3 [nm]	膜応力 [MPa]	幅 [μm]	第1電極幅 [μm]	圧電体層幅 [μm]	能動長L [μm]			
1	1370	220	330	−500	70.6	42	50	364	1.00	0.36	有
2	1370	220	330	−500	73.2	44	52	514	1.16	0.38	有
3	1120	220	330	−500	61.8	38	45	459	0.92	0.31	有
4	1150	220	530	−150	70.6	42	50	364	0.61	0.20	無
5	910	220	530	−150	61.8	38	45	459	0.50	0.14	無
6	910	220	550	−146	61.8	38	45	459	0.48	0.13	無
7	980	220	550	−146	61.8	38	45	459	0.50	0.14	無
8	980	220	575	−140	61.8	38	45	459	0.47	0.12	無
9	1065	220	575	−140	70.0	42	50	364	0.53	0.17	無
10	1065	220	575	−140	69.2	42	50	364	0.53	0.17	無
11	1065	220	575	−140	72.3	44	52	514	0.62	0.18	無
12	910	220	575	−140	61.8	38	45	459	0.44	0.11	無

【００４０】

図７中および表１中、「界面ＦＣでの歪み」は、各サンプルについて、第１層３６１と第２層３６２との応力差に起因して界面ＦＣに生じる歪みをシミュレーションにより求め、サンプルＮｏ．１の絶対値を１として、規格化した相対値である。サンプルＮｏ．１の絶対値の２倍の場合に相対値は２となる。また、表１中の「クラック」は、所定の条件で圧電素子を駆動したときの振動板を観察した結果である。なお、表１中の各サンプルでは、第１層３６１が二酸化シリコンで構成され、第２層３６２が二酸化ジルコニウムで構成される。ここで、第１層３６１を構成する二酸化シリコンのヤング率が７５［ＧＰａ］であり、第２層３６２を構成する二酸化ジルコニウムのヤング率が１９０［ＧＰａ］である

。表１には記載されないが、各サンプルでは、耐蝕膜３５が酸化タンタルで構成され、第２電極４４２がイリジウムおよびチタンの積層で構成される。ここで、耐蝕膜３５の厚さが３０ｎｍであり、第２電極４４２が厚さ２０ｎｍのイリジウムと厚さ１５ｎｍのチタンの積層で構成される。

【００４１】

図７から明らかなように、比ｄ／Ｄが小さくなるほど、振動板３６内の界面ＦＣでの歪みが小さくなる傾向があることがわかる。また、ｄ／Ｄ≦０．２５の関係を満さないサンプルＮｏ．１～３では、振動板のクラックが生じるのに対し、ｄ／Ｄ≦０．２５の関係を満たすサンプルＮｏ．４～１２では、振動板のクラックが生じない。以上のように、ｄ／Ｄ≦０．２５の関係を満たすことにより、振動板３６における界面ＦＣを起点とするクラック等の損傷の発生を低減することができる。

【００４２】

ここで、前述のように、第１層３６１および第２層３６２のうち、一方の層である第１層３６１が圧縮応力を有し、他方の層である第２層３６２が引張り応力を有する。この場合、第１層３６１および第２層３６２の双方が圧縮応力または引張り応力を有する場合に比べて、第１層３６１と第２層３６２との界面ＦＣでの歪みが大きくなりやすい。したがって、第１層３６１および第２層３６２のうちの一方の層が圧縮応力を有し、他方の層が引張り応力を有する場合、前述のｄ／Ｄの関係を満たすことは、振動板３６のクラック等の発生を防止する上で特に有用である。

【００４３】

また、引張り応力を有する第２層３６２は、圧縮応力を有する第１層３６１における圧電素子４４側の面に接合される。この場合、振動板３６が圧電素子４４の駆動力を受けない自然状態でも圧力室Ｃ側に撓み変形しやすく、この結果、第１層３６１と第２層３６２との界面ＦＣでの歪みが大きくなりやすい。したがって、この場合、前述のｄ／Ｄの関係を満たすことは、振動板３６のクラック等の発生を防止する上で特に有用である。

【００４４】

第１層３６１の構成材料は、第１層３６１に圧縮応力を付与する材料であればよく、特に限定されないが、二酸化シリコンであることが好ましい。二酸化シリコンは、振動板３６の構成材料として適するだけでなく、圧縮応力を有する第１層３６１を容易に形成できる。例えば、圧力室Ｃを形成する圧力室基板３４がシリコン基板から形成される場合、当該シリコン基板の表面を熱酸化することにより、圧縮応力を有する第１層３６１を形成することができる。

【００４５】

第２層３６２の構成材料は、第２層３６２に引張り応力を付与する材料であればよく、特に限定されないが、二酸化ジルコニウムであることが好ましい。二酸化ジルコニウムは、振動板３６の構成材料として適するだけでなく、引張り応力を有する第２層３６２を容易に形成できる。例えば、第１層３６１上にジルコニウムの層をスパッタリング等により形成し、その層を熱酸化することにより、引張り応力を有する第２層３６２を形成することができる。また、この熱酸化の程度に応じて第２層３６２の引張り応力の程度を調整することもできる。

【００４６】

また、振動板３６の幅は、特に限定されないが、振動板３６の幅すなわち振動領域Ｖの幅をＷとするとき、Ｄ／Ｗは、０．０１以上０．０５以下の範囲内であることが好ましい。Ｄ／Ｗがこの範囲内であることにより、振動板３６を圧電素子４４により効率的に振動させることができる。また、Ｄ／Ｗがこの範囲内である振動板３６は、ノズルの狭ピッチ化に伴って、幅Ｗが狭くなるのに伴い、厚さＤも薄くなるため、クラック等の発生が生じやすくなる。したがって、この場合、前述のｄ／Ｄの関係を満たすことは、振動板３６のクラック等の発生を防止する上で特に有用である。これに対し、Ｄ／Ｗが小さすぎると、振動板３６の構成材料等によっては、振動板３６に必要な機械的強度を確保することが難しい。一方、Ｄ／Ｗが大きすぎると、振動板３６が変形しづらくなり、液体噴射ヘッド２

６の駆動効率が低下する傾向を示す。

【００４７】

また、領域Ａの幅ａ、すなわち平面視で圧力室Ｃの外縁と圧電体層４４３の外縁との間における振動板３６の幅をＷ１とするとき、Ｄ／Ｗ１は、０．１以上０．５以下の範囲内であることが好ましい。Ｄ／Ｗ１がこの範囲内であることにより、振動板３６を圧電素子４４により効率的に振動させることができる。

【００４８】

圧電素子４４における第１電極４４１と圧電体層４４３と第２電極４４２とが平面視で重なる部分の長さである能動長Ｌは、特に限定されないが、長くなるほど、振動板３６のクラック等が発生しやすい傾向となる。特に、能動長Ｌが５１４μｍを超えると、当該傾向が強くなる。したがって、能動長Ｌが５１４μｍを超える場合、前述のｄ／Ｄの関係を満たすことは、振動板３６のクラック等の発生を防止する上で特に有用である。

【００４９】

前述のように、本実施形態の液体噴射ヘッド２６は、圧力室Ｃが形成される圧力室基板３４と、圧力室基板３４に導電性のバンプＴを介して接合される配線基板４６と、を具備する。このため、複数の圧電素子４４を駆動するための駆動回路５０の端子のピッチと圧力室基板３４の端子のピッチとが異なっていても、配線基板４６を介してこれらの端子を接続することができる。したがって、ノズルＮの狭ピッチ化を容易に図ることができる。ここで、ノズルＮを狭ピッチ化すると、振動板３６の幅が狭くなり、これに伴い、振動板３６の薄膜化が要求される。このため、ノズルＮを狭ピッチ化すると、振動板３６のクラック等が発生しやすい傾向となる。したがって、この場合、前述のｄ／Ｄの関係を満たすことは、振動板３６のクラック等の発生を防止する上で特に有用である。

【００５０】

また、前述のように、液体噴射ヘッド２６の流路基板３２および圧力室基板３４等の各要素は、接着剤を利用して相互に接続されるが、当該接着剤は、圧力室Ｃと振動板３６との接続により形成される角部に配置されないことが好ましい。この場合、当該接着剤の応力に起因する振動板３６のクラック等の発生を低減することができる。

【００５１】

また、特開２０１８－９９７７９に開示される技術を用いて、吐出駆動波形と非吐出駆動波形とを含む駆動信号を圧電素子４４に印加してもよい。ここで、吐出駆動波形は、ノズルＮから液体を吐出させるように圧電素子４４を駆動させる波形である。非吐出駆動波形は、ノズルＮから液体を吐出させない程度に圧電素子４４を駆動させる波形である。吐出駆動波形および非吐出駆動波形の双方を用いる場合、非吐出駆動波形を用いずに吐出駆動波形のみを用いる場合に比べて、振動板３６の変形頻度が高くなる。したがって、吐出駆動波形および非吐出駆動波形の双方を用いる場合、前述のｄ／Ｄの関係を満たすことは、振動板３６のクラック等の発生を防止する上で特に有用である。

【００５２】

２．変形例

以上の例示における各形態は多様に変形され得る。前述の各形態に適用され得る具体的な変形の態様を以下に例示する。なお、以下の例示から任意に選択される２以上の態様は、相互に矛盾しない範囲で適宜に併合され得る。

【００５３】

２－１．変形例１

図８は、変形例１に係る液体噴射ヘッド２６Ａの断面図である。液体噴射ヘッド２６Ａでは、振動板３６における圧力室Ｃ側の面に凹部３６３が設けられる。凹部３６３は、平面視で圧力室Ｃを包含する。また、凹部３６３の底面３６３ａと側面３６３ｂとを接続する面３６３ｃが曲面である。このため、振動板３６の撓み変形時における応力集中に起因するクラック等の発生を低減することができる。なお、凹部３６３は、例えば、圧力室Ｃをエッチングにより形成する際に、振動板３６をオーバーエッチングすることで形成される。凹部３６３の深さおよび面３６３ｃの曲率半径は、それぞれ、例えば、５０ｎｍ以上

１０００ｎｍ以下の範囲内である。また、面３６３ｃの曲率半径は、凹部３６３の深さに対して、０．５以上１以下であることが好ましい。また、図８では、耐蝕膜３５が省略されるが、耐蝕膜３５を設けてもよい。

【００５４】

２－２．変形例２

図９は、変形例２に係る液体噴射ヘッド２６Ｂの断面図である。液体噴射ヘッド２６Ｂでは、振動板３６における圧力室Ｃとは反対側の面上に、樹脂で構成される樹脂層３９が配置される。樹脂層３９は、平面視で隔壁部３４２に対応する位置で、振動板３６に接合される。このように、液体噴射ヘッド２６Ｂは、圧力室Ｃを区画する隔壁である隔壁部３４２と、振動板３６を介して隔壁部３４２に接合される樹脂層３９と、を具備する。以上の構成では、振動板３６の撓み変形時における応力集中に起因するクラック等の発生を低減することができる。

【００５５】

２－３．変形例３

図１０は、変形例３に係る液体噴射ヘッド２６Ｃの断面図である。液体噴射ヘッド２６Ｃは、配線基板４６を用いない点、およびインクを循環可能な構成を有する点以外は、前述の実施形態の液体噴射ヘッド２６と同様である。図１０に例示される通り、液体噴射ヘッド２６Ｃは流路形成部３０Ｃを具備する。流路形成部３０Ｃは、流路基板３２Ｃと圧力室基板３４との積層で構成される。また、流路形成部３０ＣよりもＺ方向の負側の領域には、振動板３６と複数の圧電素子４４と保護部材４７と筐体部４８とが設置される。他方、流路形成部３０ＣよりもＺ方向の正側の領域には、ノズル板６２Ｃと吸振体６４とが設置される。なお、液体噴射ヘッド２６Ｃのうち中心面Ｏを挟んでＸ方向の正側の第１部分Ｐ1とＸ方向の負側の第２部分Ｐ2とで構造は実質的に共通する。

【００５６】

保護部材４７は、複数の圧電素子４４を保護するための板状部材であり、振動板３６の表面に設置される。保護部材４７の材料や製法は任意であるが、流路基板３２Ｃや圧力室基板３４と同様に、例えばシリコン（Ｓｉ）の単結晶基板を半導体製造技術により加工することで保護部材４７は形成され得る。保護部材４７のうち振動板３６側の表面に形成された凹部に複数の圧電素子４４が収容される。

【００５７】

振動板３６のうち流路形成部３０Ｃとは反対側の表面には、配線基板２８の端部が接合される。配線基板２８は、制御ユニット２０と液体噴射ヘッド２６Ｃとを電気的に接続する複数の配線（図示略）が形成された可撓性の実装部品である。配線基板２８のうち、保護部材４７に形成された開口部と筐体部４８に形成された開口部とを通過して外部に延出した端部が制御ユニット２０に接続される。例えばＦＰＣ（Flexible Printed Circuit）やＦＦＣ（Flexible Flat Cable）等の可撓性の配線基板２８が好適に採用される。

【００５８】

図１０に例示される通り、流路基板３２Ｃのうちノズル板６２Ｃに対向する表面には、循環液室３２８が形成される。循環液室３２８は、平面視でＹ方向に延在する長尺状の有底孔（溝部）である。流路基板３２Ｃの表面に接合されたノズル板６２により循環液室３２８の開口は閉塞される。

【００５９】

図１０に例示される通り、ノズル板６２Ｃのうち流路形成部３０に対向する表面には、第１部分Ｐ1および第２部分Ｐ2の各々について複数の循環流路６２２が形成される。第１部分Ｐ1の複数の循環流路６２２は、第１列Ｌ1の複数のノズルＮに１対１に対応する。また、第２部分Ｐ2の複数の循環流路６２２は、第２列Ｌ2の複数のノズルＮに１対１に対応する。

【００６０】

図１１は、図１０の液体噴射ヘッド２６Ｃにおけるインクの循環を説明するための模式図である。図１１に例示される通り、循環液室３２８は、第１列Ｌ1および第２列Ｌ2に沿

って複数のノズルＮにわたり連続する。具体的には、第１列Ｌ1の複数のノズルＮの配列と第２列Ｌ2の複数のノズルＮの配列との間に循環液室３２８が形成される。したがって、図１１に例示される通り、循環液室３２８は、第１部分Ｐ1の連通流路３２４と第２部分Ｐ2の連通流路３２４との間に位置する。以上の説明から理解される通り、変形例３の流路形成部３０Ｃは、第１部分Ｐ1における圧力室Ｃおよび連通流路３２４と、第２部分Ｐ2における圧力室Ｃおよび連通流路３２４と、第１部分Ｐ1の連通流路３２４と第２部分Ｐ2の連通流路３２４との間に位置する循環液室３２８とが形成された構造体である。図１０に例示される通り、変形例３の流路形成部３０Ｃは、循環液室３２８と各連通流路３２４との間を仕切る壁状の部分である隔壁部３２９を含む。

【００６１】

図１１に例示される通り、液体噴射ヘッド２６Ｃには、循環機構７５が接続される。循環機構７５は、循環液室３２８内のインクを液体貯留室Ｒに供給して循環させるための機構である。より具体的には、循環機構７５は、Ｙ方向における循環液室３２８の両側の端部に設けられる排出口６５１からインクを吸引し、吸引したインクに異物除去等の所定の処理を施した後に導入口４８２に供給する。以上の説明から理解される通り、変形例３では、液体貯留室Ｒ→供給流路３２２→圧力室Ｃ→連通流路３２４→循環流路６２２→循環液室３２８→循環機構７５→液体貯留室Ｒという経路でインクが循環する。

【００６２】

以上のように、液体噴射ヘッド２６Ｃは、圧力室Ｃを介して液体を循環させる循環機構７５が接続される導入口４８２および排出口６５１を具備する。このため、当該循環機構７５を用いない場合に比べて、圧力室Ｃ内の液体の温度変動を低減することができる。この結果、振動板３６の温度変化を起因するクラック等の発生を低減することができる。

【００６３】

２－４．その他

（１）前述の各形態では、振動板が腕部を有する場合が例示されるが、これに限定されず、腕部を有しない振動板にも本発明を適用できる。例えば、圧電素子が振動板に接合されずに当接する構成であってもよい。

【００６４】

（２）前述の各形態では、第１電極４４１が個別電極であり第２電極４４２が共通電極である構成を例示するが、第１電極４４１を、複数の圧電素子４４にわたり連続する共通電極とし、第２電極４４２を圧電素子４４毎に個別の個別電極としてもよい。また、第１電極４４１および第２電極４４２の双方を個別電極としてもよい。

【００６５】

（３）前述の各形態では、液体噴射ヘッド２６を搭載する搬送体２４２を往復させるシリアル方式の液体噴射装置１００を例示するが、複数のノズルＮが媒体１２の全幅にわたり分布するライン方式の液体噴射装置にも本発明を適用することが可能である。

【００６６】

（４）前述の各形態で例示する液体噴射装置１００は、印刷に専用される機器のほか、ファクシミリ装置やコピー機等の各種の機器に採用され得る。もっとも、本発明の液体噴射装置の用途は印刷に限定されない。例えば、色材の溶液を噴射する液体噴射装置は、液晶表示装置のカラーフィルターを形成する製造装置として利用される。また、導電材料の溶液を噴射する液体噴射装置は、配線基板の配線や電極を形成する製造装置として利用される。

【符号の説明】

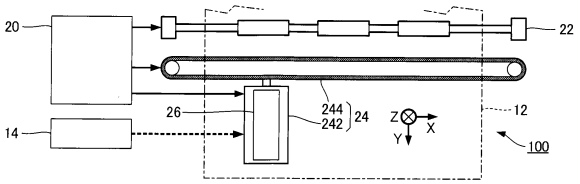
【００６７】

２６…液体噴射ヘッド、２６Ａ…液体噴射ヘッド、２６Ｂ…液体噴射ヘッド、２６Ｃ…液体噴射ヘッド、３４…圧力室基板、３６…振動板、３９…樹脂層、４４…圧電素子、４６…配線基板、７５…循環機構、１００…液体噴射装置、３４２…隔壁部、３６１…第１層、３６２…第２層、３６３…凹部、３６３ａ…底面、３６３ｂ…側面、３６３ｃ…面、４４１…第１電極、４４２…第２電極、４４３…圧電体層、４８２…導入口、６５１…排出

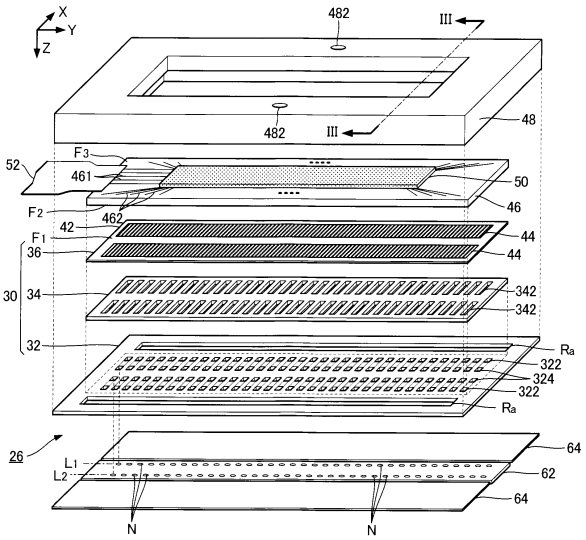
口、Ｃ…圧力室、ＦＣ…界面、Ｌ…能動長、Ｓ２…圧縮応力、Ｓ３…引張り応力。

【図面】

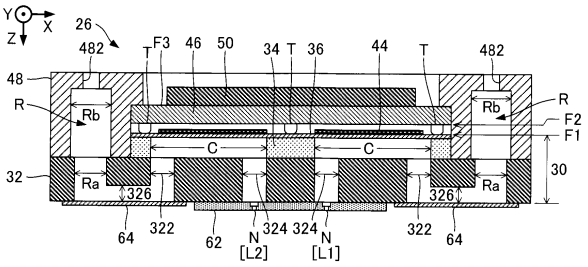
【図１】



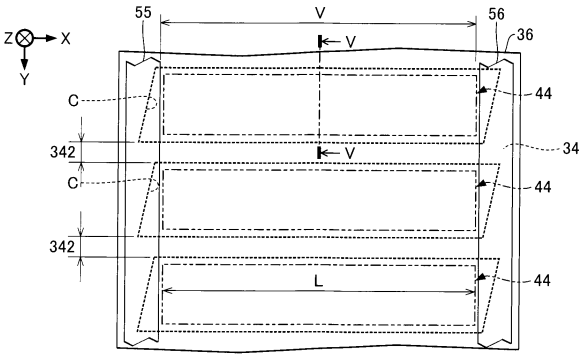
【図２】



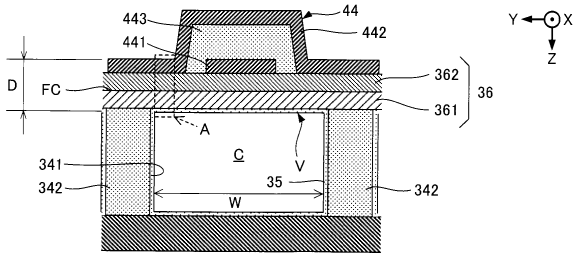
【図３】



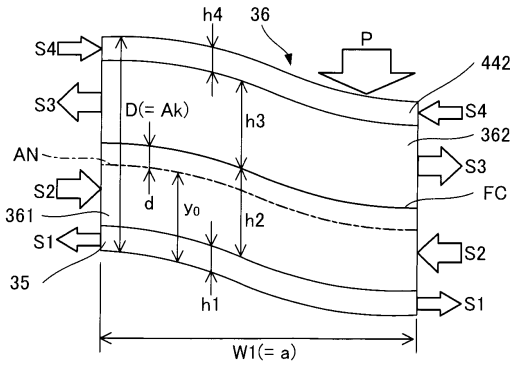
【図４】



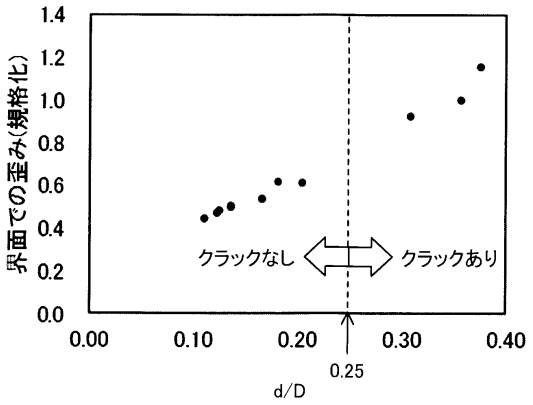
【図５】



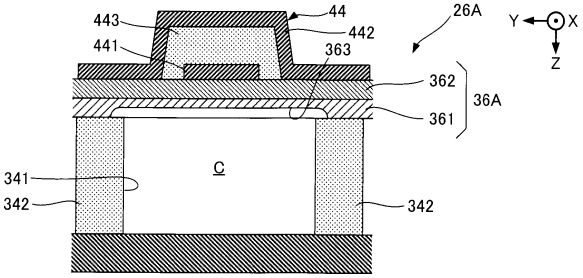
【図６】



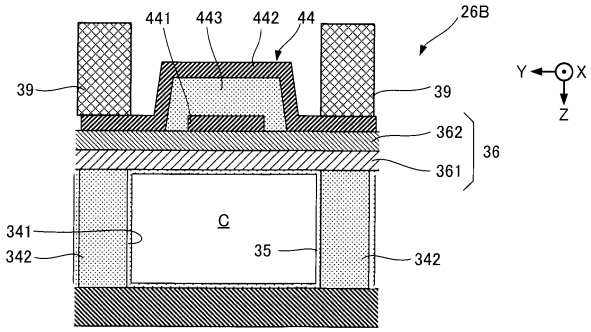
【図７】



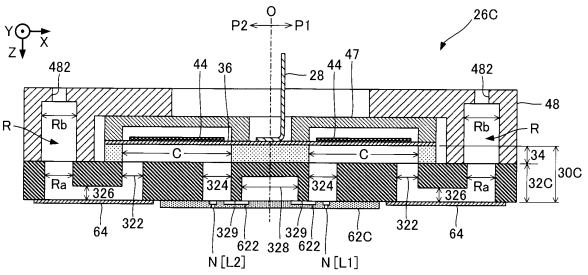
【図８】



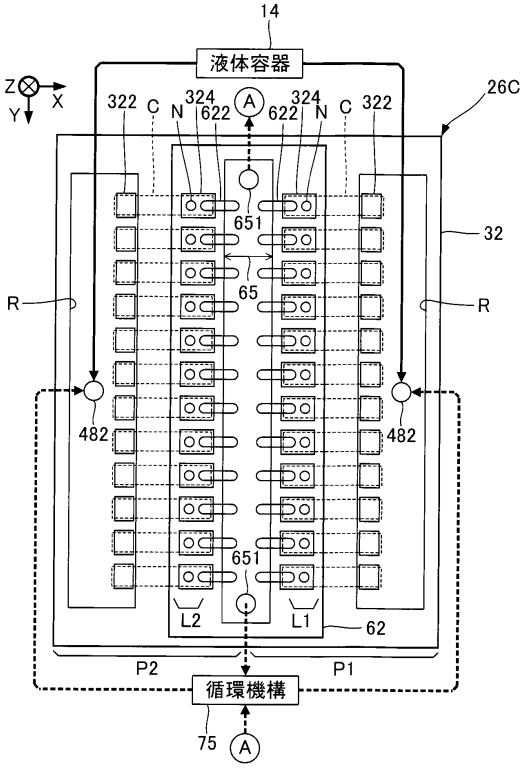
【図９】



【図１０】



【図１１】


14
液体容器
Z
Y
X
322
C
N
324
622
A
651
65
26C
32
R
482
L2
L1
62
P2
P1
循環機構
75

フロントページの続き

(51)国際特許分類　　ＦＩ
Ｂ４１Ｊ　2/16　５０３
Ｂ４１Ｊ　2/01　４０３

(72)発明者　新保 俊尚
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
(72)発明者　鷹合 仁司
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　亀田 宏之
(56)参考文献　特開２００１－２６０３４８（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－０３４４１７（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１８／１１６８３３（WO，Ａ１）
(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ４１Ｊ　２／０１－２／２１５