

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6574452号  
(P6574452)

(45) 発行日 令和1年9月11日(2019.9.11)

(24) 登録日 令和1年8月23日(2019.8.23)

(51) Int. Cl.	F 1
<b>F 0 4 B 43/02 (2006.01)</b>	F 0 4 B 43/02 B
<b>F 1 6 K 31/02 (2006.01)</b>	F 0 4 B 43/02 D
	F 1 6 K 31/02 A

請求項の数 10 (全 21 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2017-10037 (P2017-10037)</p> <p>(22) 出願日 平成29年1月24日 (2017.1.24)</p> <p>(65) 公開番号 特開2017-133515 (P2017-133515A)</p> <p>(43) 公開日 平成29年8月3日 (2017.8.3)</p> <p>審査請求日 平成29年10月20日 (2017.10.20)</p> <p>(31) 優先権主張番号 105128586</p> <p>(32) 優先日 平成28年9月5日 (2016.9.5)</p> <p>(33) 優先権主張国・地域又は機関 台湾 (TW)</p> <p>(31) 優先権主張番号 105102842</p> <p>(32) 優先日 平成28年1月29日 (2016.1.29)</p> <p>(33) 優先権主張国・地域又は機関 台湾 (TW)</p>	<p>(73) 特許権者 508252837 研能科技股▲ふん▼有限公司 台湾新竹市科学工業園區研發二路28號1樓 1F, No. 28, R&amp;D 2nd Road, Science-Based Industrial Park, Hsin-Chu, Taiwan</p> <p>(74) 代理人 100130111 弁理士 新保 斉</p> <p>(72) 発明者 陳 世昌 台湾新竹科学工業園區新竹市研發二路28號1樓</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 小型空気圧動力装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

小型空気圧動力装置であって、小型流体制御装置と、小型バルブ装置を含み、前記小型流体制御装置が順に重ねて設置する、  
 気体導入板と、  
 中空孔を備える共振片と、  
 圧電アクチュエータと、  
 6 mm ~ 18 mm の間の長さ、6 mm から 18 mm の間の幅を備え、かつ前記長さと同幅の比が 0.33 倍 ~ 3 倍の間である集気板を含み、  
 そのうち、前記共振片と前記圧電アクチュエータの間に有する間隙で第 1 チャンバを形成し、前記圧電アクチュエータが駆動されると、気体が前記気体導入板から進入され、前記共振片を經由して前記第 1 チャンバ内に進入し、さらに伝送され、  
 前記小型バルブ装置が、バルブ片と、出口板を含み、前記バルブ片及び前記出口板が、前記小型流体制御装置の前記集気板上に順に重ねて設置かつ位置決めされ、前記バルブ片が弁孔を備え、前記出口板が前記小型流体制御装置の前記集気板と同じ長さ及び幅の辺の長さを備え、且つ前記出口板が、前記バルブ片を補助的に支持する少なくとも一つの位置規制構造を備え、そのうち、気体が前記小型流体制御装置から前記小型バルブ装置内へ伝送されると、圧力蓄積または圧力逃がしの作業が行われることを特徴とする、小型空気圧動力装置。

【請求項 2】

前記小型流体制御装置の前記集気板が9 mm ~ 17 mmの長さ、9 mm ~ 17 mmの間の幅を備え、かつ前記長さ及び前記幅の比が0.53倍 ~ 1.88倍の間であることを特徴とする、請求項1に記載の小型空気圧動力装置。

【請求項3】

前記気体導入板が、少なくとも1つの気体導入孔と、少なくとも1つの気体ガイド溝と、合流チャンバを構成する中心凹部を備え、前記少なくとも1つの気体導入孔が気体の導入に用いられ、前記気体ガイド溝が前記気体導入孔に対応し、かつ前記気体導入孔の気体をガイドして前記中心凹部が構成する前記合流チャンバに合流させ、前記合流チャンバが前記共振片の前記中空孔に対応することを特徴とする、請求項1に記載の小型空気圧動力装置。

10

【請求項4】

前記圧電アクチュエータが、懸吊板と、外枠と、少なくとも1つのフレームと、圧電セラミック板を含み、

前記懸吊板が、中心部から外周部まで湾曲振動することができ、

前記外枠が、前記懸吊板の外側に周設され、

前記少なくとも1つのフレームが前記懸吊板と前記外枠の間に接続されて、弾性的な支持を提供し、

前記圧電セラミック板が、前記懸吊板の辺の長さより大きくない辺の長さを有し、前記懸吊板の第1表面に貼付され、電圧の印加で前記懸吊板を駆動して湾曲振動させるために用いられることを特徴とする、請求項1に記載の小型空気圧動力装置。

20

【請求項5】

前記集気板が第1貫通孔、第2貫通孔、第1圧力リリーフチャンバ、第1出口チャンバを備え、かつ基準表面を有し、前記第1出口チャンバが凸部構造を備え、前記凸部構造の高さが前記集気板の前記基準表面より高く、前記第1貫通孔が前記第1圧力リリーフチャンバと相互に連通され、前記第2貫通孔が前記第1出口チャンバと相互に連通されることを特徴とする、請求項1に記載の小型空気圧動力装置。

【請求項6】

前記出口板が圧力リリーフ通孔と、出口通孔と、第2圧力リリーフチャンバと、第2出口チャンバを備え、かつ基準表面を有し、前記基準表面に前記第2圧力リリーフチャンバ及び前記第2出口チャンバが凹設され、前記圧力リリーフ通孔が前記第2圧力リリーフチャンバの中心部位に設けられ、前記圧力リリーフ通孔の端部が凸部構造を備え、前記凸部構造の高さが前記出口板の前記基準表面より高く、前記出口通孔が前記第2出口チャンバと相互に連通され、前記第2圧力リリーフチャンバ及び前記第2出口チャンバの間に連通路を備え、前記バルブ片及び前記出口板が、前記小型流体制御装置の前記集気板上に順に重ねて設置かつ位置決めされ、前記出口板の前記圧力リリーフ通孔が前記集気板の前記第1貫通孔に対応し、前記出口板の前記第2圧力リリーフチャンバが前記集気板の前記第1圧力リリーフチャンバに対応し、前記出口板の前記第2出口チャンバが前記集気板の前記第1出口チャンバに対応し、前記バルブ片が前記集気板と前記出口板の間に設置され、前記第1圧力リリーフチャンバと前記第2圧力リリーフチャンバの連通を阻隔し、かつ前記バルブ片の前記弁孔が前記第2貫通孔と前記出口通孔の間に対応して設置されることを特徴とする、請求項5に記載の小型空気圧動力装置。

30

40

【請求項7】

気体が前記小型流体制御装置から下に向かって前記小型バルブ装置内へ伝送されると、前記集気板の前記第1貫通孔及び前記第2貫通孔から前記第1圧力リリーフチャンバ及び前記第1出口チャンバ内に進入し、前記小型バルブ装置の前記バルブ片が前記出口板の凸部構造に迅速に当接されてプレストレス作用が有利に形成され、前記圧力リリーフ通孔が完全に封鎖されると同時に、導入気体が前記バルブ片の前記弁孔から前記小型バルブ装置の前記出口通孔内に流入して圧力蓄積作業が行われることを特徴とする、請求項6に記載の小型空気圧動力装置。

【請求項8】

50

圧力蓄積気体が導入気体より大きくなると、圧力蓄積気体が前記出口通孔から前記第2出口チャンバへと流動し、前記バルブ片が移動され、前記バルブ片の前記弁孔が前記集気板に当接されて閉じられ、同時に圧力蓄積気体が前記第2出口チャンバ内で前記連通路に沿って前記第2圧力リリーフチャンバ内へと流れ、このとき前記第2圧力リリーフチャンバ内で前記バルブ片が移動され、圧力蓄積気体が前記圧力リリーフ通孔から流出し、圧力逃がしの作業を行うことができることを特徴とする、請求項7に記載の小型空気圧動力装置。

【請求項9】

前記小型流体制御装置の前記懸吊板が、正方形の構造で、4mm～12mmの間の長さ、4mm～12mmの間の幅、0.1mm～0.4mmの間の厚さを備えることを特徴とする、請求項4に記載の小型空気圧動力装置。

10

【請求項10】

前記小型流体制御装置を前記小型バルブ装置に組み立てたときの全体厚さが2mm～6mmの高さに維持されることを特徴とする、請求項1乃至9のうちいずれかに記載の小型空気圧動力装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は空気圧動力装置に関し、特に、小型で非常に薄く、静かな小型空気圧動力装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

現在医薬、コンピューターテクノロジー、印刷、エネルギー等の工業など分野を問わず製品は精密化及び小型化の方向に発展しており、そのうち、小型ポンプ、噴霧器、インクジェットヘッド、工業印刷装置等の製品に含まれる流体輸送構造は中でも重要な技術であるが、いかに革新的な構造で技術のボトルネックを打破するかが発展させるための重要な内容となっている。

【0003】

例えば、医薬産業においては空気圧動力を採用して駆動される計器や設備が多いが、通常は従来型のモーターと気圧バルブでその気体輸送の目的が達せられている。しかしながら、これら従来型のモーターと気圧バルブの体積制限を受けて、これらの計器・設備はその装置全体の体積を縮小することが難しいため、薄型化の目標実現は困難で、携帯が可能という目的を達成することができない。このほか、これら従来型のモーター及び気体バルブは作動時に騒音も発生するという問題があるため、使用上不便で不快感を生じる。

30

【0004】

このため、上述の従来技術の欠点を改善し、従来流体制御装置を採用した計器や設備の体積を小さくして小型化すると同時に静音性を確保し、便利かつ快適に使用でき、携帯性も備えた小型空気圧動力装置をいかに開発するかが現在解決を要する切迫した問題となっている。

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の主な目的は、小型流体制御装置と小型バルブ装置を統合し、従来技術の空気圧動力を採用して駆動する計器や設備の体積が大きい、薄型化が難しい、携帯できないという問題を解決するとともに、騒音が大きいという欠点を改善した、携帯型またはウェアラブルな計器または設備に適用できる小型空気圧動力装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述の目的を達するため、本発明の比較的広義の実施態様が提供する小型空気圧動力装置は、小型流体制御装置と小型バルブ装置を含み、前記小型流体制御装置が順に重ねて設

50

置された気体導入板、共振片、圧電アクチュエータ、集気板を含み、前記共振片が中空孔を備え、前記集気板が6mm～18mmの間の長さ、6mmから18mmの間の幅を備え、かつ前記長さと同記幅の比が0.33倍～3倍の間であり、共振片と圧電アクチュエータの間に、第1チャンバを形成する間隙を有し、圧電アクチュエータが駆動されると、気体が前記気体導入板から進入し、前記共振片を通過して第1チャンバ内に進入し、さらに伝送され、前記小型バルブ装置がバルブ片と出口板を含み、小型流体制御装置の集気板上に順に重ねて設置かつ位置決めされ、前記バルブ片が弁孔を備え、前記出口板が前記小型流体制御装置の集気板の長さ及び幅と同じ辺の長さを備え、気体が前記小型流体制御装置から前記小型バルブ装置内に伝送されると、圧力蓄積または圧力逃がしの作業が行われる。

10

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1A】本発明の最良の実施例の小型空気圧動力装置の正面立体分解図である。

【図1B】図1Aの小型空気圧動力装置の正面立体図である。

【図2A】図1Aの小型空気圧動力装置の背面立体分解図である。

【図2B】図1Aの小型空気圧動力装置の背面立体図である。

【図3A】図1Aの小型空気圧動力装置の圧電アクチュエータの正面立体斜視図である。

【図3B】図1Aの小型空気圧動力装置の圧電アクチュエータの背面立体斜視図である。

【図3C】図1Aの小型空気圧動力装置の圧電アクチュエータの断面図である。

【図4A】図3Aの圧電アクチュエータの多様な実施態様を示す正面図1である。

20

【図4B】図3Aの圧電アクチュエータの多様な実施態様を示す正面図2である。

【図4C】図3Aの圧電アクチュエータの多様な実施態様を示す正面図3である。

【図5A】図1Aの小型空気圧動力装置の小型流体制御装置の局部動作を示す断面図1である。

【図5B】図1Aの小型空気圧動力装置の小型流体制御装置の局部動作を示す断面図2である。

【図5C】図1Aの小型空気圧動力装置の小型流体制御装置の局部動作を示す断面図3である。

【図5D】図1Aの小型空気圧動力装置の小型流体制御装置の局部動作を示す断面図4である。

30

【図5E】図1Aの小型空気圧動力装置の小型流体制御装置の局部動作を示す断面図5である。

【図6A】図1Aの小型空気圧動力装置の小型バルブ装置の圧力蓄積動作を示す断面図である。

【図6B】図1Aの小型空気圧動力装置の小型バルブ装置の圧力逃がし動作を示す断面図である。

【図7A】図1Aの小型空気圧動力装置の圧力蓄積動作を示す断面図1である。

【図7B】図1Aの小型空気圧動力装置の圧力蓄積動作を示す断面図2である。

【図7C】図1Aの小型空気圧動力装置の圧力蓄積動作を示す断面図3である。

【図7D】図1Aの小型空気圧動力装置の圧力蓄積動作を示す断面図4である。

40

【図7E】図1Aの小型空気圧動力装置の圧力蓄積動作を示す断面図5である。

【図8】図1Aの小型空気圧動力装置の降圧または圧力逃がし動作を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

本発明の特徴と利点を体現するいくつかの典型的実施例を以下において詳細に説明する。本発明は異なる態様において各種の変化が可能であり、そのいずれも本発明の範囲を逸脱せず、かつ本発明の説明及び図面は本質的に説明のために用いられ、本発明を制限するものではないことが理解されるべきである。

【0009】

本発明の小型空気圧動力装置1は、医薬・バイオテクノロジー、エネルギー、コンピュ

50

ーターテクノロジー、または印刷等の工業に応用し、気体を伝送するために用いることができるが、これに限らない。図1A、図1B、図2A、図2B、図7Aから図7Eを参照する。図1Aは本発明の最良の実施例の小型空気圧動力装置の正面立体分解図であり、図1Bは図1Aの小型空気圧動力装置の正面立体図であり、図2Aは図1Aの小型空気圧動力装置の背面立体分解図であり、図2Bは図1Aの小型空気圧動力装置の背面立体図であり、図7Aから図7Eは図1Aの小型空気圧動力装置の圧力蓄積動作を示す断面図である。図1Aと図2Aに示すように、本発明の小型空気圧動力装置1は、小型流体制御装置1Aと小型バルブ装置1Bから構成されて成り、そのうち、小型流体制御装置1Aが設体1a、圧電アクチュエータ13、絶縁片141、142、導電片15等の構造を備え、そのうち、設体1aが集気板16と座体10を含み、座体10が気体導入板11と共振片12を含むが、これらに限らない。圧電アクチュエータ13は共振片12に対応して設置され、気体導入板11、共振片12、圧電アクチュエータ13、絶縁片141、導電片15、別の絶縁片142、集気板16等が順に重ねて設置され、かつ前記圧電アクチュエータ13が懸吊板130、外枠131、少なくとも1つのフレーム132、圧電セラミック板133を組み立てて成り、小型バルブ装置1Bがバルブ片17と出口板18を含むが、これらに限らない。かつ本実施例において、図1Aに示すように、集気板16は単なる単一の板体構造に限らず、周縁に側壁168を備えた枠体構造としてもよく、かつ前記集気板16は、6mm~18mmの間の長さ、6mm~18mmの間の幅を備えかつ前記長さ及び前記幅の比が0.33倍~3倍の間、或いは9mm~17mmの間の長さ、9mm~17mmの間の幅を備えかつ前記長さ及び前記幅の比が0.53倍~1.88倍の間であり、好ましくは9mmの間の長さ、9mmの間の幅であり、前記集気板16は前記周縁が構成する側壁168とその底部の板体が共同で1つの収容空間16aを定義し、前記圧電アクチュエータ13が前記収容空間16a内に設置される。このため、本発明の小型空気圧動力装置1は組み立てが完了すると、その正面図が図1B、図7Aから図7Eに示すようになり、前記小型流体制御装置1Aが小型バルブ装置1Bと相互に対応して組み立てられて成ることが分かり、つまり、前記小型バルブ装置1Bのバルブ片17及び出口板18が順に重ねて前記小型流体制御装置1Aの集気板16上に設置かつ位置決めされて成る。その組み立てが完了した背面図から分かるように、前記出口板18上の圧力リリーフ通孔181及び出口19は、出口19が装置(図示しない)と接続するために用いられ、圧力リリーフ通孔181が小型バルブ装置1B内の気体を排出し、圧力逃がしの効果を達するために用いられる。この小型流体制御装置1Aと小型バルブ装置1Bの組み立て設置により、気体が小型流体制御装置1Aの気体導入板11上の少なくとも1つの気体導入孔110から導入され、かつ圧電アクチュエータ13の作動を通じて、複数の圧力チャンバ(図示しない)を経由し、下に向かって伝送され、気体を小型バルブ装置1B内で単方向に流動させて、圧力を小型バルブ装置1Bの出口側に接続された装置(図示しない)中に蓄積させることができ、かつ圧力リリーフを行う必要があるときは、小型流体制御装置1Aの出力量を制御して、気体を小型バルブ装置1Bの出口板18上の圧力リリーフ通孔181から排出させ、圧力逃がしを行う。

#### 【0010】

図1Aと図2Aを参照する。図1Aに示すように、小型流体制御装置1Aの気体導入板11は第1表面11a、第2表面11b及び少なくとも1つの気体導入孔110を備え、本実施例において、気体導入孔110の数量は4個であるが、これに限らず、気体導入板11の第1表面11aと第2表面11bに貫通され、主に気体を装置外から大気圧の作用に順応して前記少なくとも1つの気体導入孔110から小型流体制御装置1A内に流入させるために用いられる。かつ、図2Aに示すように、気体導入板11の第1表面11aから分かるとおり、その上には少なくとも1つの気体ガイド溝112が設けられ、気体導入板11の第2表面11bの前記少なくとも1つの気体導入孔110に対応して設置される。前記気体ガイド溝112が中心で交わる箇所に中心凹部111が設けられ、かつ中心凹部111が気体ガイド溝112と相互に連通され、これにより前記少なくとも1つの気体導入孔110から気体ガイド溝112に進入した気体をガイドし、中心凹部111に合流

10

20

30

40

50

させて集め、下に向かって伝送することができる。本実施例において、気体導入板 11 が一体成型された気体導入孔 110、気体ガイド溝 112、中心凹部 111 を備え、かつ前記中心凹部 111 箇所に気体を合流させる合流チャンバが対応して形成され、気体を一時的に格納するために用いられる。一部の実施例において、気体導入板 11 の材質は、ステンレス材質で構成することができるがこれに限らず、かつその好ましい厚さは 0.4 mm ~ 0.6 mm の間であり、さらに好ましくは 0.5 mm であるが、これに限らない。別の一部の実施例において、前記中心凹部 111 箇所に構成された合流チャンバの深さと前記気体ガイド溝 112 の深さが同じであり、かつ前記合流チャンバと前記気体ガイド溝 112 の深さは好ましくは 0.2 mm ~ 0.3 mm の間であるが、これに限らない。共振片 12 は可撓性材質で構成されるが、これに限らず、かつ共振片 12 上に中空孔 120 が設けられ、気体導入板 11 の第 1 表面 11a の中心凹部 111 に対応して設置され、気体を下に向かって流通させるために用いられる。別の一部の実施例において、共振片 12 は銅材質で構成しても良いが、これに限らず、かつその好ましい厚さは 0.03 mm ~ 0.08 mm の間であり、さらに好ましくは 0.05 mm であるが、これに限らない。

#### 【0011】

図 3 A、図 3 B、図 3 C を同時に参照する。図 3 A から図 3 C はそれぞれ、図 1 A の小型空気圧動力装置の圧電アクチュエータの正面立体斜視図、背面立体図、断面図である。圧電アクチュエータ 13 は懸吊板 130、外枠 131、少なくとも 1 つのフレーム 132、圧電セラミック板 133 を組み立てて成り、そのうち、前記圧電セラミック板 133 が懸吊板 130 の第 1 表面 130b に貼付され、電圧を印加して変形を生じ、前記懸吊板 130 を駆動して湾曲振動させるために用いられ、懸吊板 130 は中心部 130d と外周部 130e を備え、圧電セラミック板 133 が電圧を受けて駆動されると、懸吊板 130 が前記中心部 130d から外周部 130e まで湾曲振動することができ、さらに前記少なくとも 1 つのフレーム 132 が懸吊板 130 と外枠 131 の間に接続される。本実施例において、前記フレーム 132 は懸吊板 130 と外枠 131 の間を接続して設置され、その両端点が外枠 131、懸吊板 130 にそれぞれ接続されて、弾性的な支持を提供し、かつ、フレーム 132、懸吊板 130、外枠 131 の間に気体を流通させるための少なくとも 1 つの空隙 135 をさらに備え、かつ前記懸吊板 130、外枠 131、フレーム 132 の形態と数量はさまざまな変化が可能である。このほか、外枠 131 は懸吊板 130 の外側に周設され、かつ電気的接続に用いるための導電ピン 134 が外側に向かって凸設されるが、これに限らない。本実施例において、懸吊板 130 は階段状の構造であり、つまり、懸吊板 130 の第 2 表面 130a が凸部 130c をさらに備え、前記凸部 130c は円形の突起構造とすることができるが、これに限らず、かつ凸部 130c の好ましい高さは 0.02 mm ~ 0.08 mm の間であり、さらに好ましくは 0.03 mm で、その直径が 2 mm ~ 4.6 mm の間であるが、これに限らない。図 3 A と図 3 C を同時に参照すると分かるように、懸吊板 130 の凸部 130c は外枠 131 の第 2 表面 131a と同一平面にあり、かつ懸吊板 130 の第 2 表面 130a とフレーム 132 の第 2 表面 132a も同一平面にあり、かつ前記懸吊板 130 の凸部 130c 及び外枠 131 の第 2 表面 131a と、懸吊板 130 の第 2 表面 130a 及びフレーム 132 の第 2 表面 132a の間には特定の深さを備えている。懸吊板 130 の第 1 表面 130b は、図 3 B と図 3 C に示すように、外枠 131 の第 1 表面 131b 及びフレーム 132 の第 1 表面 132b と平坦な同一平面の構造にあり、圧電セラミック板 133 がこの平坦な懸吊板 130 の第 1 表面 130b に貼付される。別の一部の実施例において、懸吊板 130 の形態は両面が平坦な板状の正方形構造としてもよいが、これに限らず、実際の実施状況に応じて任意に変化させることができる。一部の実施例において、懸吊板 130、フレーム 132、外枠 131 は一体成型の構造とすることができ、かつ金属板で構成してもよく、例えばステンレス材質で構成することができるが、これに限らない。かつ一部の実施例において、前記懸吊板 130 の好ましい厚さは 0.1 mm ~ 0.4 mm の間であり、さらに好ましくは 0.27 mm である。また、前記懸吊板 130 の好ましい長さは 4 mm ~ 12 mm の間であり、さらに好ましくは 7.5 mm ~ 8.5 mm で、好ましい幅は 4 mm ~ 12 mm の間であり、さらに好ましくは

10

20

30

40

50

7.5 mm ~ 8.5 mmであるが、これに限らない。前記外枠 131 の好ましい厚さは 0.2 mm ~ 0.4 mmの間であり、さらに好ましくは 0.3 mmであるが、これに限らない。

【0012】

また、別の一部の実施例において、圧電セラミック板 133 の好ましい厚さは 0.05 mm ~ 0.3 mmの間であり、さらに好ましくは 0.10 mmで、前記圧電セラミック板 133 は前記懸吊板 130 辺の長さより大きくない辺の長さを備え、長さは 4 mm ~ 12 mmの間であり、好ましくは 7.5 mm ~ 8.5 mmで、幅は 4 mm ~ 12 mmの間であり、好ましくは 7.5 mm ~ 8.5 mmで、また好ましい長さとの比は 0.33 倍 ~ 3 倍の間であるが、これに限らない。さらに別の一部の実施例において、圧電セラミック板 133 の辺の長さは懸吊板 130 の辺の長さより小さくすることができ、かつ同様に懸吊板 130 に対応する正方形の板状構造に設計できるが、これに限らない。

10

【0013】

本発明の小型空気圧動力装置 1 が正方形の外観設計である圧電アクチュエータ 13 を採用する理由としては、従来周知の円形圧電アクチュエータの設計と比較して、正方形外観の圧電アクチュエータのほうが明らかに省電力の利点を有するため、その消費電力は次の表 1 に示すとおりである。

【0014】

【表 1】

圧電アクチュエータの形態	操作周波数	消費電力
正方形 (辺の長さ 10 mm)	18 kHz	1.1 W
円形 (直径 10 mm)	28 kHz	1.5 W
正方形 (辺の長さ 9 mm)	22 kHz	1.3 W
円形 (直径 9 mm)	34 kHz	2 W
正方形 (辺の長さ 8 mm)	27 kHz	1.5 W
円形 (直径 8 mm)	42 kHz	2.5 W

20

【0015】

従って、辺の長さ寸法 (8 mm ~ 10 mm) の正方形設計である圧電アクチュエータ 13 は、直径 (8 mm ~ 10 mm) の円形圧電アクチュエータよりも省電力であることが分かる。省電力である理由としては、共振周波数下で作用する容量性負荷は、その消費電力が周波数の上昇に伴って増加し、また辺の長さの寸法が正方形の設計の圧電アクチュエータ 13 は共振周波数が同じ長さ (直径) の円形の圧電アクチュエータより明らかに低いため、相対して消費電力も明らかに低いと推測することができる。つまり、本発明で正方形の設計を採用した圧電アクチュエータ 13 は従来の円形の圧電アクチュエータの設計よりも省電力であるという利点を備え、特にウェアラブルデバイスでの応用において、省電力であることは非常に重要な設計ポイントとなる。

30

【0016】

図 3 A の圧電アクチュエータの多様な実施態様を示す図 4 A、4 B、4 C を参照する。これらの図に示すように、圧電アクチュエータ 13 の懸吊板 130、外枠 131、フレーム 132 は多様な形態とすることができ、かつ少なくとも図 4 A に示す (a) ~ (l) 等の多様な態様がある。例えば、(a) の態様の外枠 a1 及び懸吊板 a0 は方形の構造であり、かつ両者間が複数 (例えば 8 個) のフレーム a2 で連結されるが、これに限らず、かつフレーム a2 及び懸吊板 a0、外枠 a1 の間に気体を流通させるための空隙 a3 が備えられる。別の (i) の態様において、外枠 i1 と懸吊板 i0 も同様に方形の構造であるが、2 個のフレーム i2 のみで連結されている。また、(j) ~ (l) の態様において、懸吊板 j0 等は円形の構造で、外枠 j0 等は略弓形を有する枠体構造とすることもできるが、これに限らない。このため、多様な実施態様から分かるとおり、懸吊板 130 の形態は方形或いは円

40

50

形であり、同じように、懸吊板 130 の第 1 表面 130 b に貼付される圧電セラミック板 133 もまた、方形或いは円形とすることができるが、これに限らない。また、図 4 B、図 4 C に示すように、圧電アクチュエータ 13 の懸吊板は図 4 B の (m) ~ (r) と図 4 C の (s) ~ (x) 等の多様な態様を有することもできるが、これらの態様において、懸吊板 130 と外枠 131 はいずれも正方形の構造である。例えば、(m) 態様の外枠 m1 及び懸吊板 m0 はいずれも正方形の構造であり、かつ両者の間が複数（例えば 4 個）のフレーム m2 で連結されるが、これに限らず、かつフレーム m2 及び懸吊板 m0、外枠 m1 の間に気体を流通させるための空隙 m3 が備えられる。かつこの実施例において、外枠 m1 及び懸吊板 m0 の間に連結されたフレーム m2 は板接続部 m2 とすることができるが、これに限らず、かつこの板接続部 m2 は両端部 m2'、m2'' を備え、そのうち 1 つの端部 m2' が外枠 m1 に接続され、別の 1 つの端部 m2'' が懸吊板 m0 に接続され、かつこの 2 つの端部 m2' と m2'' が相互に対応し、同一軸線上に設置される。(n) の態様においては、同様に外枠 n1、懸吊板 n0、及び外枠 n1 と懸吊板 n0 の間に連結されたフレーム n2、流体を流通させるための空隙 n3 を備え、かつフレーム n2 が板接続部 n2 であるが、これに限らず、板接続部 n2 が同様に 2 つの端部 n2' と n2'' を備え、かつ端部 n2' が外枠 n1 に接続され、別の端部 n2'' 則が懸吊板 n0 に接続されるが、本実施態様において、前記板接続部 n2 は 0 ~ 45 度の傾斜角で外枠 n1 及び懸吊板 n0 に接続される。つまり、前記両端部 n2' 及び n2'' は同一の水平軸線上に設置されず、互い違いの設置関係にある。(o) の態様において、外枠 o1、懸吊板 o0、及び外枠 o1 と懸吊板 o0 の間に連結されたフレーム o2、気体を流通させるための空隙 o3 等の構造はいずれも前述の実施例と同じであるが、そのうちフレームである板接続部 o2 の設計形態が (m) の態様と若干異なり、この態様において、前記板接続部 o2 の両端部 o2' と o2'' は相互に対応し、かつ同一軸線上に設置される。

#### 【0017】

また、(p) の態様は、同様に外枠 p1、懸吊板 p0、及び外枠 p1 と懸吊板 p0 の間に連結されたフレーム p2、流体を流通させるための空隙 p3 等の構造を備えており、この実施態様において、フレームである板接続部 p2 が懸吊板接続部 p20、梁部 p21、外枠接続部 p22 等の構造をさらに備えており、そのうち、梁部 p21 が懸吊板 p0 と外枠 p1 の間の空隙 p3 中に設置され、かつその設置方向が外枠 p1 及び懸吊板 p0 に平行であり、また、懸吊板接続部 p20 が梁部 p21 と懸吊板 p0 の間に接続され、かつ外枠接続部 p22 が梁部 p21 と外枠 p1 の間に接続され、かつ前記懸吊板接続部 p20 と外枠接続部 p22 も相互に対応し、同一軸線上に設置される。

#### 【0018】

(q) の態様において、外枠 q1、懸吊板 q0、及び外枠 q1 と懸吊板 q0 の間に連結されたフレーム q2、流体を流通させるための空隙 q3 等の構造がいずれも前述の (m)、(o) の態様と同じであるが、そのうちフレームである板接続部 q2 の設計形態が (m)、(o) の態様と若干異なり、この態様において、前記懸吊板 q0 は正方形の形態であり、かつその各辺がいずれも外枠 q1 に接続された 2 つの板接続部 q2 を備え、かつそのうち各板接続部 q2 の 2 つの端部 q2' と q2'' が同様に相互に対応し、かつ同一軸線上に設置される。また、(r) の態様においても、外枠 r1、懸吊板 r0、フレーム r2 及び空隙 r3 等の構造を備えており、かつフレーム r2 も板接続部 r2 とすることができるが、これに限らず、この実施例において、板接続部 r2 は V 字形の構造であり、つまり、前記板接続部 r2 も 0 ~ 45 度の傾斜角で外枠 r1 及び懸吊板 r0 に接続されているため、各板接続部 r2 がいずれも懸吊板 r0 に接続された端部 r2'' を備え、かつ 2 つの端部 r2' が外枠 r1 に接続され、即ち、前記 2 つの端部 r2' と端部 r2'' が同一の水平軸線上に設置されていない。

#### 【0019】

続いて図 4 C に示すように、(s) ~ (x) の態様の外観形態は図 4 B に示す (m) ~ (r) の形態にほぼ対応しているが、これら (s) ~ (x) の態様においては、各圧電アクチュエータ 13 の懸吊板 130 上にいずれも凸部 130c (図中の s4、t4、u4、v4、w4、

10

20

30

40

50

× 4 等の構造) が設けられており、かつ、(m) ~ (r) の態様または (s) ~ (x) 等の態様のいずれも、前記懸吊板 130 及び外枠 131 とともに正方形の形態に設計され、前述の低消費電力の効果が達せられる。かつ、これらの実施態様から分かるように、懸吊板 130 が両面平坦な平板構造であっても、あるいは一表面が凸部を備えた階段状構造であっても、本発明の保護範囲内であり、かつ懸吊板 130 及び外枠 131 の間に接続されたフレーム 132 の形態と数量は実際の実施状況に応じて任意に変化させることができ、本発明の示す態様に限らない。また、前述のように、前記等懸吊板 130、外枠 131 及びフレーム 132 は一体成型の構造としてもよいが、これに限らず、その製造方法は従来の加工、またはフォトリソグラフィエッチング、或いはレーザー加工、または電気鋳造加工、放電加工等の方法で製造できるが、これらに限らない。

10

#### 【0020】

このほか、図 1A と図 2A に示すように、小型流体制御装置 1A はさらに絶縁片 141、導電片 15 及び別の絶縁片 142 を備え、圧電アクチュエータ 13 の下に順に対応して設置され、かつその形態は圧電アクチュエータ 13 の外枠の形態にほぼ対応している。一部の実施例において、絶縁片 141、142 は絶縁が可能な材質（例えばプラスチックなど、但しこれに限らない）で構成することができ、絶縁を行うために用いられる。別の一部の実施例において、導電片 15 は導電可能な材質（例えば金属など、但しこれに限らない）で構成することができ、電気の導通に用いられる。また、本実施例において、導電片 15 上に導電ピン 151 を設置して電気の導通に用いてもよい。

20

#### 【0021】

図 1A と図 5A から図 5E を同時に参照する。そのうち、図 5A から図 5E は図 1A の小型空気圧動力装置の小型流体制御装置の局部動作を示す断面図である。まず、図 5A に示すように、小型流体制御装置 1A は気体導入板 11、共振片 12、圧電アクチュエータ 13、絶縁片 141、導電片 15 及び別の絶縁片 142 等を順に重ねて成り、かつ共振片 12 と圧電アクチュエータ 13 の間に間隙 g0 を有し、本実施例において、共振片 12 と圧電アクチュエータ 13 の外枠 131 周縁の間隙 g0 内に材料（例えば導電ペーストなど、但しこれに限らない）が充填され、共振片 12 と圧電アクチュエータ 13 の懸吊板 130 の凸部 130c の間で前記間隙 g0 の深さを維持させ、気流をガイドしてより迅速に流動させるとともに、懸吊板 130 の凸部 130c と共振片 12 に適切な距離を保たせ、相互に接触して生じる干渉を減少し、騒音の発生を抑制することができる。別の一部の

30

#### 【0022】

続いて図 5A から図 5E に示すように、気体導入板 11、共振片 12、圧電アクチュエータ 13 が順に対応して組み立てられた後、共振片 12 の中空孔 120 箇所がその上の気体導入板 11 と共同で気体を合流させるチャンバを形成し、かつ共振片 12 と圧電アクチュエータ 13 の間に第 1 チャンバ 121 がさらに形成され、気体を一時的に格納するために用いられるとともに、第 1 チャンバ 121 が共振片 12 の中空孔 120 を介して気体導入板 11 の第 1 表面 11a の中心凹部 111 箇所のチャンバと相互に連通され、かつ第 1 チャンバ 121 の両側が圧電アクチュエータ 13 のフレーム 132 の間の空隙 135 によりその下に設置された小型バルブ装置 1B と相互に連通される。

40

#### 【0023】

小型空気圧動力装置 1 の小型流体制御装置 1A の作動時は、主に圧電アクチュエータ 13 が電圧を受けて作動し、フレーム 132 を支点として垂直方向の往復振動を行う。図 5B に示すように、圧電アクチュエータ 13 が電圧を受けて作動し、下に向かって振動すると、共振片 12 が軽くて薄い片状構造であるため、圧電アクチュエータ 13 の振動時、共振片 12 もそれに伴って共振し、垂直の往復振動を行い、即ち、共振片 12 が中心凹部 111 の部分に対応し、湾曲振動と形状変化を生じる。つまり、中心凹部 111 に対応する部分が共振片 12 の可動部 12a であり、圧電アクチュエータ 13 が下に向かって湾曲振動すると、このとき中心凹部 111 に対応する共振片 12 の可動部 12a が流体の導入と

50

押圧及び圧電アクチュエータ 1 3 の振動により動かされ、圧電アクチュエータ 1 3 が下に向かって湾曲振動と形状変化を生じることに伴い、気体が気体導入板 1 1 上の少なくとも 1 つの気体導入孔 1 1 0 から進入し、その第 1 表面 1 1 a の少なくとも 1 つの気体ガイド溝 1 1 2 を介して中央の中心凹部 1 1 1 箇所に集められ、共振片 1 2 上の中心凹部 1 1 1 に対応して設置された中空孔 1 2 0 を経由して下に向かって第 1 チャンバ 1 2 1 内へと流入した後、図 5 C に示すように、圧電アクチュエータ 1 3 の振動により動かされることで、共振片 1 2 も共振して垂直の往復振動を行い、このとき共振片 1 2 の可動部 1 2 a も下に振動して、圧電アクチュエータ 1 3 の懸吊板 1 3 0 の凸部 1 3 0 c 上に貼り付くように当接され、懸吊板 1 3 0 の凸部 1 3 0 c 以外の区域と共振片 1 2 両側の固定部 1 2 b の間の合流チャンバの間隔が小さくならず、かつこの共振片 1 2 の形状変化により、第 1 チャンバ 1 2 1 の体積が圧縮され、かつ第 1 チャンバ 1 2 1 内の流通空間が閉じられることで、その内部の気体が圧迫されて両側へと流動し、圧電アクチュエータ 1 3 のフレーム 1 3 2 の間の空隙 1 3 5 を介して下へと流動される。図 5 D に示すように、共振片 1 2 の可動部 1 2 a は上に向かって湾曲振動と形状変化が生じられ、初期位置に戻り、圧電アクチュエータ 1 3 が電圧を受けて駆動され、上に向かって振動し、同じように第 1 チャンバ 1 2 1 の体積が圧迫されるが、このとき圧電アクチュエータ 1 3 が上に向かって持ち上げられ、この持ち上げの移動を  $d$  とすることができ、これにより第 1 チャンバ 1 2 1 内の気体を両側に向かって流動させ、気体を継続的に気体導入板 1 1 上の少なくとも 1 つの気体導入孔 1 1 0 から進入させて、中心凹部 1 1 1 に形成されたチャンバ内に流入させる。図 5 E に示すように、前記共振片 1 2 は圧電アクチュエータ 1 3 の上に向かう振動を受けて共振して上に向かい、共振片 1 2 の可動部 1 2 a も初期位置に戻り、中心凹部 1 1 1 内の気体を共振片 1 2 の中空孔 1 2 0 から第 1 チャンバ 1 2 1 内に流入させ、圧電アクチュエータ 1 3 のフレーム 1 3 2 の間の空隙 1 3 5 を介して下の小型流体制御装置 1 A へと流出させる。この実施態様から分かるように、共振片 1 2 が垂直の往復振動を行うと、共振片 1 2 と圧電アクチュエータ 1 3 の間の間隙  $g_0$  がその垂直移動の最大距離を増加することができる。つまり、それら 2 つの構造の間に設けられた間隙  $g_0$  が、共振片 1 2 の共振時により大きな幅で上下移動を生じさせることができる。そのうち、前記圧電アクチュエータの振動移動を  $d$  とし、前記間隙  $g_0$  との差を  $x$  とすると、即ち  $x = g_0 - d$  であり、試験によると  $x = 0 \mu\text{m}$  のとき、騒音がある状態となり、 $x = 1 \mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$  のとき、小型空気圧動力装置 1 の最大出力空気圧が  $350 \text{ mmHg}$  を達成し、 $x = 5 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$  のとき、小型空気圧動力装置 1 の最大出力空気圧が  $250 \text{ mmHg}$  を達成し、 $x = 10 \mu\text{m} \sim 15 \mu\text{m}$  のとき、小型空気圧動力装置 1 の最大出力空気圧が  $150 \text{ mmHg}$  を達成する。これら数値の対応関係を下の表 2 に示す。上述の数値は操作周波数が  $17 \text{ K} \sim 20 \text{ K}$  の間であり、操作電圧が  $\pm 10 \text{ V} \sim \pm 20 \text{ V}$  の間である。このように、この小型流体制御装置 1 A を経る流路設計中において圧力勾配を発生し、気体を高速で流動させ、流路の出入方向の抵抗差異を通じ、気体を吸入側から排出側へと伝送するとともに、排出側に気圧がある状態下でも、気体の押し出しを継続でき、かつ静音の効果を達することができる。

【 0 0 2 4 】

【表 2】

試験番号	$x$ (移動と間隙の差)	最大出力空気圧
1	$x = 1 \mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$	$350 \text{ mmHg}$
2	$x = 5 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$	$250 \text{ mmHg}$
3	$x = 10 \mu\text{m} \sim 15 \mu\text{m}$	$150 \text{ mmHg}$

【 0 0 2 5 】

また、一部の実施例において、共振片 1 2 の垂直往復振動周波数は圧電アクチュエータ 1 3 の振動周波数と同じとすることができ、即ち、両者は同時に上にまたは同時に下に向かわせることができ、実際の実施の状況に基づいて任意に変化させることが可能であり、

本実施例に示す作動方式に限らない。

【 0 0 2 6 】

図 1 A、図 2 A、図 6 A、図 6 B を同時に参照する。そのうち、図 6 A は図 1 A の小型空気圧動力装置の小型バルブ装置の圧力蓄積動作を示す断面図であり、図 6 B は図 1 A の小型空気圧動力装置の小型バルブ装置の圧力逃がし動作を示す断面図である。図 1 A と図 6 A に示すように、本発明の小型空気圧動力装置 1 の小型バルブ装置 1 B は、バルブ片 1 7 及び出口板 1 8 を順に重ねて成り、小型流体制御装置 1 A の集気板 1 6 を組み合わせて運用される。

【 0 0 2 7 】

本実施例において、集気板 1 6 は表面 1 6 0 及び基準表面 1 6 1 を備え、前記表面 1 6 0 上が凹設されて集気チャンバ 1 6 2 が形成され、小型流体制御装置 1 A が下に向かって伝送する気体がこの集気チャンバ 1 6 2 内に一時的に蓄積され、かつ集気板 1 6 が第 1 貫通孔 1 6 3 及び第 2 貫通孔 1 6 4 を含む複数の貫通孔を備え、第 1 貫通孔 1 6 3 及び第 2 貫通孔 1 6 4 の一端が集気チャンバ 1 6 2 と相互に連通され、他端が集気板 1 6 の基準表面 1 6 1 上の第 1 圧力リリーフチャンバ 1 6 5 及び第 1 出口チャンバ 1 6 6 とそれぞれ相互に連通される。また、第 1 出口チャンバ 1 6 6 箇所に凸部構造 1 6 7 がさらに増設され、例えば円柱構造とすることができるが、これに限らず、前記凸部構造 1 6 7 の高さは前記集気板 1 6 の基準表面 1 6 1 より高く、かつ凸部構造 1 6 7 の高さが 0.45 mm ~ 0.55 mm の間で、好ましくは 0.5 mm である。

【 0 0 2 8 】

出口板 1 8 は集気板 1 6 と同じ長さ及び幅の辺の長さを備え、圧力リリーフ通孔 1 8 1 及び出口通孔 1 8 2 を含み、前記圧力リリーフ通孔 1 8 1、出口通孔 1 8 2 は出口板 1 8 の基準表面 1 8 0 と第 2 表面 1 8 7 を貫通しており、かつ前記出口板 1 8 が基準表面 1 8 0 を備え、前記基準表面 1 8 0 上に第 2 圧力リリーフチャンバ 1 8 3 及び第 2 出口チャンバ 1 8 4 が凹設され、前記圧力リリーフ通孔 1 8 1 が第 2 圧力リリーフチャンバ 1 8 3 の中心部分に設けられ、前記出口通孔 1 8 2 が前記第 2 出口チャンバ 1 8 4 と相通され、かつ第 2 圧力リリーフチャンバ 1 8 3 と第 2 出口チャンバ 1 8 4 の間に気体の流通に用いる連通路 1 8 5 がさらに設けられ、出口通孔 1 8 2 の一端が第 2 出口チャンバ 1 8 4 と相互に連通され、他端が出口 1 9 と相互に連通される。本実施例において、出口 1 9 は例えば圧力装置（但しこれに限らない）などの装置（図示しない）に接続することができる。

【 0 0 2 9 】

バルブ片 1 7 上には弁孔 1 7 0 と複数の位置決め孔 1 7 1 が備えられ、前記バルブ片 1 7 の厚さは 0.1 mm ~ 0.3 mm の間であり、好ましくは 0.2 mm である。

【 0 0 3 0 】

バルブ片 1 7 が集気板 1 6 及び出口板 1 8 と位置決めして組み立てると、前記出口板 1 8 の圧力リリーフ通孔 1 8 1 が前記集気板 1 6 の前記第 1 貫通孔 1 6 3 に対応し、前記第 2 圧力リリーフチャンバ 1 8 3 が前記集気板 1 6 の第 1 圧力リリーフチャンバ 1 6 5 に対応し、前記第 2 出口チャンバ 1 8 4 が前記集気板 1 6 の第 1 出口チャンバ 1 6 6 に対応し、前記バルブ片 1 7 が前記集気板 1 6 及び前記出口板 1 8 の間に設置され、第 1 圧力リリーフチャンバ 1 6 5 と第 2 圧力リリーフチャンバ 1 8 3 の連通を阻隔し、かつ前記バルブ片 1 7 の弁孔 1 7 0 が前記第 2 貫通孔 1 6 4 及び前記出口通孔 1 8 2 の間に設置され、弁孔 1 7 0 が集気板 1 6 に位置する第 1 出口チャンバ 1 6 6 の凸部構造 1 6 7 に対応して設置され、この単一の弁孔 1 7 0 の設計により気体をその圧力差によって単方向に流動させる目的を達することができる。

【 0 0 3 1 】

また、前記出口板 1 8 の圧力リリーフ通孔 1 8 1 の端部は凸出されて形成された凸部構造 1 8 1 a をさらに増設することができるが、例えば円柱構造とすることができるが、これに限らず、前記凸部構造 1 8 1 a の高さが 0.45 mm ~ 0.55 mm の間であり、好ましくは 0.5 mm であって、かつこの凸部構造 1 8 1 a が改良によってその高さが追加されており、前記凸部構造 1 8 1 a の高さが前記出口板 1 8 の基準表面 1 8 0 より高く、バルブ

10

20

30

40

50

片 17 がより迅速に当接されて圧力リリーフ通孔 181 を封鎖し、プレストレスの当接作用による完全な密閉効果を達するように強化されている。また、出口板 18 は少なくとも 1 つの位置規制構造 188 をさらに備え、前記位置規制構造 188 の高さが 0.4 mm であり、本実施例を例とすると、位置規制構造 188 は第 2 圧力リリーフチャンバ 183 内に設置され、かつ環状ブロック体の構造であるが、これに限らず、主に小型バルブ装置 1B が圧力蓄積作業を行うとき、バルブ片 17 を補助的に支持するために用いられ、バルブ片 17 が外れないように防止するとともに、バルブ片 17 をより迅速に開閉させることができる。

#### 【0032】

小型バルブ装置 1B の圧力が蓄積されて作動するとき、主に図 6A に示すように、小型流体制御装置 1A から下に向かって伝送される気体が提供する圧力に対応するか、または外部の大気圧が出口 19 に接続された装置（図示しない）の内部圧力より大きいとき、気体が小型流体制御装置 1A から小型バルブ装置 1B の集気チャンバ 162 中に伝送され、それぞれ第 1 貫通孔 163 と第 2 貫通孔 164 を介して下に向かって第 1 圧力リリーフチャンバ 165 及び第 1 出口チャンバ 166 内に流入させ、このとき、下に向かう気体圧力が可撓性のバルブ片 17 を下に湾曲変形させ、第 1 圧力リリーフチャンバ 165 の体積を増大させると同時に、第 1 貫通孔 163 に対応する箇所において下に向かって平らに貼り付けさせ、圧力リリーフ通孔 181 の端部に当接させて、出口板 18 の圧力リリーフ通孔 181 を封鎖することができるため、第 2 圧力リリーフチャンバ 183 内の気体が圧力リリーフ通孔 181 箇所から流出してしまわない。当然、本実施例は圧力リリーフ通孔 181 端部に凸部構造 181a を増設する設計を利用して、バルブ片 17 が迅速に圧力リリーフ通孔 181 に当接されてこれを封鎖し、プレストレスの当接作用による完全な密封効果を達するように強化し、同時に、圧力リリーフ通孔 181 周辺に周設された位置規制構造 188 を通じて、バルブ片 17 を補助的に支持し、外れないようにすることができる。また、気体が第 2 貫通孔 164 から下に向かって第 1 出口チャンバ 166 内に流入し、かつ第 1 出口チャンバ 166 箇所に対応するバルブ片 17 も下に湾曲されて変形するため、その対応する弁孔 170 が下に向かって開かれ、気体が第 1 出口チャンバ 166 から弁孔 170 を経由して第 2 出口チャンバ 184 内へ流入し、かつ出口通孔 182 から出口 19 及び出口 19 に接続された装置（図示しない）内に流入することで、前記装置に対して圧力蓄積の動作を行うことができる。

#### 【0033】

図 6B に示すように、小型バルブ装置 1B が圧力を逃がすとき、小型流体制御装置 1A の気体伝送量を調整することで、気体が集気チャンバ 162 内に入らないようにするか、出口 19 に接続された装置（図示しない）の内部圧力が外部の大気圧より大きいとき、小型バルブ装置 1B に圧力を解放させることができる。このとき、気体は出口 19 に接続された出口通孔 182 から第 2 出口チャンバ 184 内へ入力され、第 2 出口チャンバ 184 の体積を膨張させて、可撓性のバルブ片 17 を上に湾曲させて変形させ、上に向かって集気板 16 上に貼り付き、当接させるため、バルブ片 17 の弁孔 170 が集気板 16 に当接されて閉じられる。当然、本実施例においては、第 1 出口チャンバ 166 に凸部構造 167 を増設した設計を利用することができ、可撓性のバルブ片 17 を上に湾曲変形させ、より迅速に当接させて、弁孔 170 により有利にプレストレスの当接作用を達成させ、完全に貼付した密閉状態とすることができるため、初期状態にあるとき、バルブ片 17 の弁孔 170 が前記凸部構造 167 にしっかりと貼り付いて閉じられ、前記第 2 出口チャンバ 184 内の気体が第 1 出口チャンバ 166 内に逆流せず、気体を外部に漏らさないという、より高い効果が得られる。また、第 2 出口チャンバ 184 内の気体は連通路 185 を経由して第 2 圧力リリーフチャンバ 183 内へ流れ、第 2 圧力リリーフチャンバ 183 の体積が拡張されて、第 2 圧力リリーフチャンバ 183 に対応するバルブ片 17 を同様に上に湾曲変形させ、このときバルブ片 17 は圧力リリーフ通孔 181 端部に当接せず、これを封鎖しないため、前記圧力リリーフ通孔 181 が開いた状態となり、第 2 圧力リリーフチャンバ 183 内の気体を圧力リリーフ通孔 181 から外部に流出させて、圧力逃がし作業

10

20

30

40

50

を行うことができる。当然、本実施例は圧力リリーフ通孔 181 端部に増設した凸部構造 181 a または第 2 圧力リリーフチャンバ 183 内に設置した位置規制構造 188 を利用して、可撓性のバルブ片 17 をより迅速に上に湾曲変形させ、より有利に圧力リリーフ通孔 181 が閉じた状態を離脱させることができる。このように、この単方向の圧力逃がし作業によって出口 19 に接続された装置（図示しない）内の気体を排出して圧力を低下させたり、完全に排出して圧力逃がし作業を完了したりすることができる。

#### 【0034】

図 1 A、図 2 A 及び図 7 A から図 7 E を同時に参照する。そのうち、図 7 A から図 7 E は図 1 A の小型空気圧動力装置の圧力蓄積動作を示す作動示意圖断面図である。図 7 A に示すように、小型空気圧動力装置 1 は小型流体制御装置 1 A と小型バルブ装置 1 B の組み合わせで成る。そのうち、小型流体制御装置 1 A は前述のように、気体導入板 11、共振片 12、圧電アクチュエータ 13、絶縁片 141、導電片 15、別の絶縁片 142、集気板 16 等の構造を順に重ねて組み立て、位置決めして成り、かつ共振片 12 と圧電アクチュエータ 13 の間は間隙  $g_0$  を備え、共振片 12 と圧電アクチュエータ 13 の間に第 1 チャンバ 121 が設けられる。小型バルブ装置 1 B は同様にバルブ片 17 及び出口板 18 等を順に重ねて組み立て、前記小型流体制御装置 1 A の集気板 16 上に位置決めして成り、かつ小型流体制御装置 1 A の集気板 16 と圧電アクチュエータ 13 の間に集気チャンバ 162 を備え、集気板 16 の基準表面 161 に第 1 圧力リリーフチャンバ 165 と第 1 出口チャンバ 166 がさらに凹設され、出口板 18 の基準表面 180 に第 2 圧力リリーフチャンバ 183 と第 2 出口チャンバ 184 がさらに凹設される。本実施例において、前記小型空気圧動力装置による操作周波数が 27 K ~ 29.5 K の間であり、操作電圧が  $\pm 10$  V ~  $\pm 16$  V であり、これら複数の異なる圧力チャンバに圧電アクチュエータ 13 の駆動と共振片 12、バルブ片 17 の振動を組み合わせることで、気体の圧力を蓄積して下に伝送させる。

#### 【0035】

図 7 B に示すように、小型流体制御装置 1 A の圧電アクチュエータ 13 が電圧を受けて作動して下に振動すると、気体が気体導入板 11 上の気体導入孔 110 から小型流体制御装置 1 A 内に進入し、かつ少なくとも 1 つの気体ガイド溝 112 を経由してその中心凹部 111 箇所に集められ、さらに共振片 12 上の中空孔 120 を経由して下に向かって第 1 チャンバ 121 内へ流入される。その後、図 7 C に示すように、圧電アクチュエータ 13 の振動の共振作用を受けて、共振片 12 もそれに伴い往復振動し、即ち下に向かって振動して、圧電アクチュエータ 13 の懸吊板 130 の凸部 130 c 上に接近し、共振片 12 の形状変化によって、気体導入板 11 の中心凹部 111 箇所のチャンバの体積が増大し、かつ同時に第 1 チャンバ 121 の体積が圧縮され、第 1 チャンバ 121 内の気体が押されて両側に向かって流動し、圧電アクチュエータ 13 のフレーム 132 の間の空隙 135 を経由して下に流通し、小型流体制御装置 1 A と小型バルブ装置 1 B の間の集気チャンバ 162 内へと流れ、さらに集気チャンバ 162 と相互に連通された第 1 貫通孔 163 及び第 2 貫通孔 164 から下に第 1 圧力リリーフチャンバ 165 及び第 1 出口チャンバ 166 内へと対応して流れ込む。この実施態様から分かるように、共振片 12 が垂直の往復振動を行うとき、圧電アクチュエータ 13 との間隙  $g_0$  によりその垂直移動の最大距離が増加され、つまり、前記 2 つの構造の間に設けられた間隙  $g_0$  が共振片 12 の共振時により大きな幅の上下移動を生じさせることができる。

#### 【0036】

続いて、図 7 D に示すように、小型流体制御装置 1 A の共振片 12 が初期位置に戻り、圧電アクチュエータ 13 が電圧を受けて駆動され、上に向かって振動し、そのうち前記圧電アクチュエータの振動の移動を  $d$  とし、前記間隙  $g_0$  との差を  $x$  とすると、即ち  $x = g_0 - d$  であり、試験によると  $x = 1 \sim 5 \mu\text{m}$ 、前記操作周波数が 27 k ~ 29.5 KHz、操作電圧が  $\pm 10$  V ~  $\pm 16$  V のとき、その最大出力空気圧が少なくとも 300 mmHg となるが、これに限らない。同じように第 1 チャンバ 121 の体積が押圧されることで、第 1 チャンバ 121 内の気体を両側に流動させ、かつ圧電アクチュエータ 13 のフレー

10

20

30

40

50

ム 1 3 2 の間の空隙 1 3 5 から集気チャンバ 1 6 2、第 1 圧力リリーフチャンバ 1 6 5、第 1 出口チャンバ 1 6 6 内に継続的に流入させ、これにより第 1 圧力リリーフチャンバ 1 6 5 及び第 1 出口チャンバ 1 6 6 内の気圧をさらに大きくし、可撓性のバルブ片 1 7 を下に押し動かして湾曲変形を生じさせ、第 2 圧力リリーフチャンバ 1 8 3 内で、バルブ片 1 7 が下に圧力リリーフ通孔 1 8 1 端部の凸部構造 1 8 1 a に平らに貼り付いて当接され、圧力リリーフ通孔 1 8 1 が封鎖されるとともに、第 2 出口チャンバ 1 8 4 内で、バルブ片 1 7 上の出口通孔 1 8 2 に対応する弁孔 1 7 0 が下に向かって開かれ、第 2 出口チャンバ 1 8 4 内の気体が出口通孔 1 8 2 から下に出口 1 9 及び出口 1 9 に接続された任意の装置（図示しない）に伝送され、圧力蓄積作業の目的を達することができる。最後に、図 7 E に示すように、小型流体制御装置 1 A の共振片 1 2 が共振して上に移動し、気体導入板 1 1 の第 1 表面 1 1 a の中心凹部 1 1 1 内の気体が共振片 1 2 の中空孔 1 2 0 から第 1 チャンバ 1 2 1 内に流入し、さらに圧電アクチュエータ 1 3 のフレーム 1 3 2 の間の空隙 1 3 5 から下に小型バルブ装置 1 B へと継続的に伝送され、気体圧力が下に向かって継続的に増加するため、気体が集気チャンバ 1 6 2、第 2 貫通孔 1 6 4、第 1 出口チャンバ 1 6 6、第 2 出口チャンバ 1 8 4、出口通孔 1 8 2 を経由して出口 1 9 及び出口 1 9 に接続された任意の装置内へと継続的に流れる。この圧力蓄積作業は外部の大気圧と装置内の圧力差により駆動できるが、これに限らない。

【 0 0 3 7 】

出口 1 9 に接続された装置（図示しない）内部の圧力が外部の圧力より大きくなると、小型空気圧動力装置 1 は図 8 に示すように圧力を下げるか、または圧力を逃がす作業を行うことができる。圧力を下げるか、または圧力を逃がす方法は、主に前述のように、小型流体制御装置 1 A の気体伝送量を調整して、気体が集気チャンバ 1 6 2 内に入らないようにし、このとき、気体が出口 1 9 に接続された出口通孔 1 8 2 から第 2 出口チャンバ 1 8 4 内に入り、第 2 出口チャンバ 1 8 4 の体積を膨張させ、可撓性のバルブ片 1 7 を上に湾曲変形させ、第 1 出口チャンバ 1 6 6 の凸部構造 1 6 7 上に上方向に貼り付いて当接させて、バルブ片 1 7 の弁孔 1 7 0 を閉じさせ、第 2 出口チャンバ 1 8 4 内の気体が第 1 出口チャンバ 1 6 6 内に逆流しないようにすることができる。また、第 2 出口チャンバ 1 8 4 内の気体が連通路 1 8 5 を経由して第 2 圧力リリーフチャンバ 1 8 3 内へと流れ、さらに圧力リリーフ通孔 1 8 1 から圧力逃がし作業が行われる。このように、この小型バルブ装置 1 B の単方向の気体伝送作業によって出口 1 9 に接続された装置内の気体を排出して圧力を下げるか、または完全に排出して圧力逃がし作業を完了することができる。

【 0 0 3 8 】

上述の説明から分かるように、本発明の小型空気圧動力装置 1 における、小型空気圧動力装置 1 の小型化に伴う各項性能の変化を下の表 3 に示す。

【 0 0 3 9 】

【表 3】

正方形懸吊板の辺の長さ	7.5mm	8mm	8.5mm	10mm	12mm	14mm
周波数	28K Hz	27K Hz	27K Hz	18K Hz	15K Hz	15K Hz
最大出力空気圧	400mmHg	400mmHg	320mmHg	300mmHg	250mmHg	200mmHg
製品不良率	1/25=5%	1/25=5%	7/25=28%	10/25=40%	12/25=48%	15/25=60%

【 0 0 4 0 】

このことから、25 個の小型空気圧動力装置 1 製品からサンプリングして実施した実験から、正方形形態の懸吊板 1 3 0 の辺の長さを大きい寸法から好ましい寸法である 7.5

10

20

30

40

50

mm ~ 8.5 mmに縮小し、かつ前記小型空気圧動力装置1の操作周波数が27K ~ 29.5 KHzの間で、安定的に向上させる最大出力空気圧を少なくとも300 mmHg以上を達することができることがわかった。本発明は、正方形形態及びその辺の長さが徐々に縮小することを考慮して懸吊板130が用いられるため、懸吊板130の剛性が向上し、最大出力空気圧の向上を有するだけでなく、懸吊板130の垂直振動時に発生する水平方向の変形が減少され、圧電セラミック板133の作動に安定的に合わせることができ、圧電アクチュエータ13が作動するときの振動が同一方向上に維持され、これにより圧電アクチュエータ13と共振片12またはその他組み立て部材の間のぶつかり合いによる干渉を減少し、前記懸吊板130と前記共振片12に一定の距離を維持させることができ、騒音に対して効果的な抑制となるとともに、製品の最終品質検査のときの不良率も低下し、製造上のクオリティパフォーマンスが向上される。このほか、圧電アクチュエータ13の懸吊板130の寸法が縮小すると、圧電アクチュエータ13もより小さくすることができ、圧電アクチュエータ13内部の気体流路の容積を減少させ、空気の押し出し、または圧縮に有利であるため、性能を向上できるだけでなく、同時に全体の部材の寸法を縮小することができる。さらに、前述したように、比較的大きい寸法の懸吊板130と圧電セラミック板133を装備した圧電アクチュエータ13については、懸吊板130の剛性が比較的劣るため、振動時に容易に曲がって変形し、共振片12またはその他組み立て部材の間でぶつかりあいの干渉が生じやすいため、騒音が発生する割合がより高く、騒音の問題も製品不良の原因の1つとなっていることから、大きい寸法の懸吊板130と圧電セラミック板133の不良率は比較的高い。このため、懸吊板130と圧電セラミック板133の寸法を縮小すれば、性能を高め、騒音を減少する等の利点だけでなく、製品の不良率を抑えることもできる。

10

20

#### 【0041】

とはいえ、上述の懸吊板130の辺の長さの寸法を縮小することによる歩留まりの改善と最大出力空気圧の機能向上はいずれも実験で得られたものであり、理論の公式によって直接導き出されるものではなく、その機能増進の原因の推測は実験の合理的な参考説明とするのみである。

#### 【0042】

当然、本発明の小型空気圧動力装置1は薄型化のトレンドを達成するために、小型流体制御装置1Aと小型バルブ装置1Bを組み立てたときの全体厚さを2mm ~ 6mmの高さに維持し、小型空気圧動力装置に軽便で快適な携帯性を具備させる目的を達成するとともに、医療器材や関連設備内で広く応用することができる。

30

#### 【0043】

上述をまとめると、本発明の小型空気圧動力装置は主に、小型流体制御装置と小型バルブ装置を相互に組み立てて成り、気体を小型流体制御装置上の気体導入孔から進入させ、圧電アクチュエータの作動により、気体を設計後の流路と圧力チャンバ内で圧力勾配を生じさせ、気体を高速流動させて小型バルブ装置内へ伝送し、さらに小型バルブ装置の単方向バルブ設計により、気体を単方向に流動させ、圧力を出口に接続された任意の装置内に累積させることができる。圧力を低下させるか、または圧力を逃がすときは、小型流体制御装置の伝送量を調整し、気体を出口に接続された装置中から小型バルブ装置の第2出口チャンバに伝送し、かつ連通路により第2圧力リリーフチャンバへと伝送してから、圧力リリーフ通孔より流出させ、気体を迅速に伝送することができる。また同時に静音の効果達成するとともに、小型空気圧動力装置の全体体積を減少して薄型化でき、小型空気圧動力装置に簡便で快適な携帯性を具備させる目的を達し、医療器材や関連設備内に広く応用することができる。

40

#### 【0044】

本発明について上述のように実施例に基づいて詳細に説明したが、発明の属する技術分野において通常の知識を有する者であればさまざまな工夫と修飾が可能であり、それらはいずれも本発明の特許請求の範囲が求める保護を逸脱しない。

#### 【符号の説明】

50

## 【 0 0 4 5 】

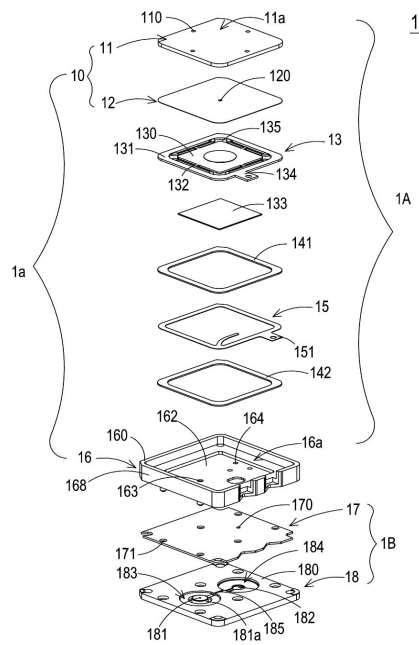
1	小型空気圧動力装置	
1 A	小型流体制御装置	
1 B	小型バルブ装置	
1 a	殻体	
1 0	座体	
1 1	気体導入板	
1 1 a	気体導入板の第 2 表面	
1 1 b	気体導入板の第 1 表面	
1 1 0	気体導入孔	10
1 1 1	中心凹部	
1 1 2	気体ガイド溝	
1 2	共振片	
1 2 a	可動部	
1 2 b	固定部	
1 2 0	中空孔	
1 2 1	第 1 チャンバ	
1 3	圧電アクチュエータ	
1 3 0	懸吊板	
1 3 0 a	懸吊板の第 2 表面	20
1 3 0 b	懸吊板の第 1 表面	
1 3 0 c	凸部	
1 3 0 d	中心部	
1 3 0 e	外周部	
1 3 1	外枠	
1 3 1 a	外枠の第 2 表面	
1 3 1 b	外枠の第 1 表面	
1 3 2	フレーム	
1 3 2 a	フレームの第 2 表面	
1 3 2 b	フレームの第 1 表面	30
1 3 3	圧電セラミック板	
1 3 4、1 5 1	導電ピン	
1 3 5	空隙	
1 4 1、1 4 2	絶縁片	
1 5	導電片	
1 6	集気板	
1 6 a	収容空間	
1 6 0	表面	
1 6 1	基準表面	
1 6 2	集気チャンバ	40
1 6 3	第 1 貫通孔	
1 6 4	第 2 貫通孔	
1 6 5	第 1 圧力リリーフチャンバ	
1 6 6	第 1 出口チャンバ	
1 6 7、1 8 1 a	凸部構造	
1 6 8	側壁	
1 7	バルブ片	
1 7 0	弁孔	
1 7 1	位置決め孔	
1 8	出口板	50

- 180 基準表面
- 181 圧カリリース通孔
- 182 出口通孔
- 183 第2圧カリリースチャンバ
- 184 第2出口チャンバ
- 185 連通路
- 187 第2表面
- 188 位置規制構造
- 19 出口
- g0 間隙

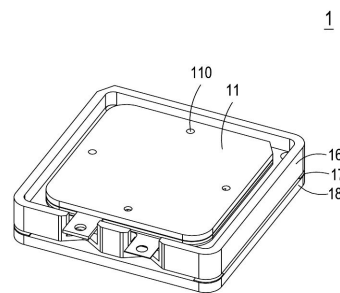
(a) ~ (x) 圧電アクチュエータの異なる実施態様

- a0、i0、j0、m0、n0、o0、p0、q0、r0 懸吊板
- a1、i1、j1、m1、n1、o1、p1、q1、r1 外枠
- a2、i2、m2、n2、o2、p2、q2、r2 フレーム、板接続部
- a3、m3、n3、o3、p3、q3、r3 空隙
- d 圧電アクチュエータの振動移動
- s4、t4、u4、v4、w4、x4 凸部
- m2'、n2'、o2'、q2'、r2' 外枠に接続されるフレームの端部
- m2"、n2"、o2"、q2"、r2" 懸吊板に接続されるフレームの端部

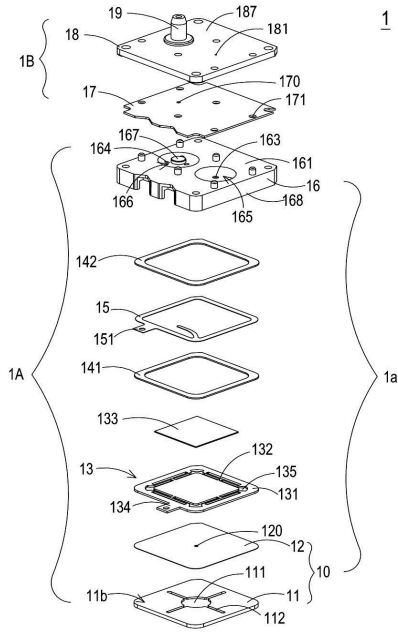
【図1A】



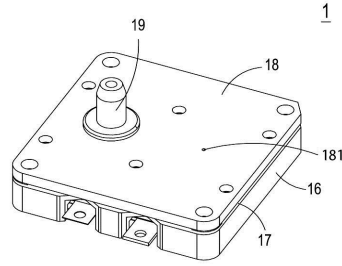
【図1B】



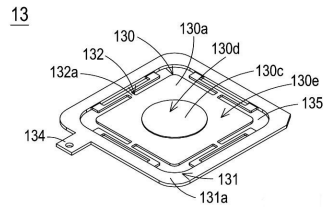
【 2 A 】



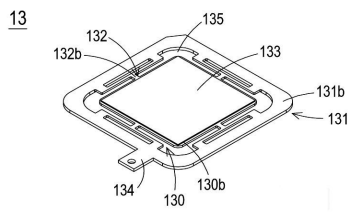
【 2 B 】



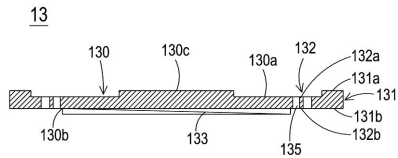
【 3 A 】



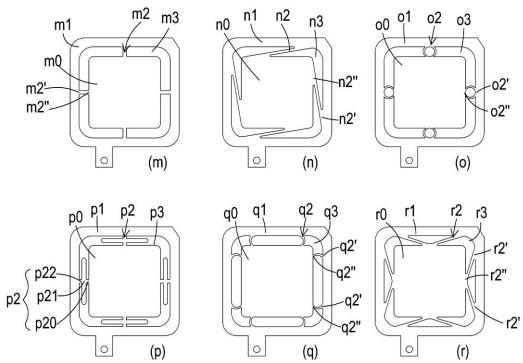
【 3 B 】



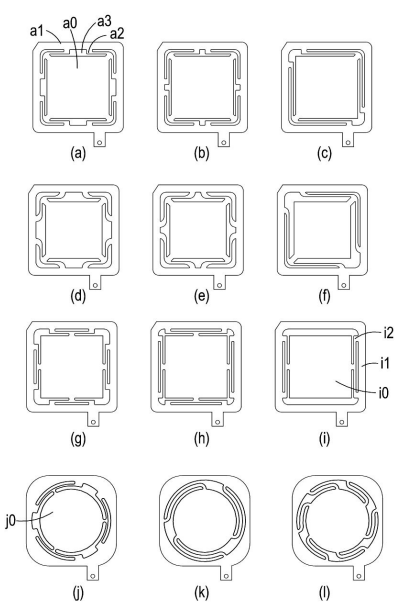
【 3 C 】



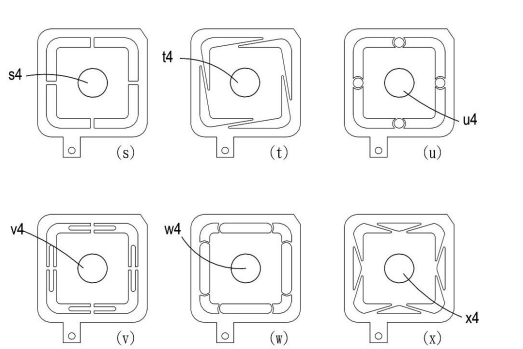
【 4 B 】



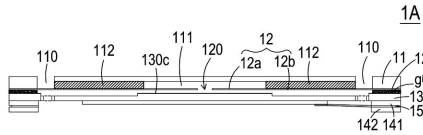
【 4 A 】



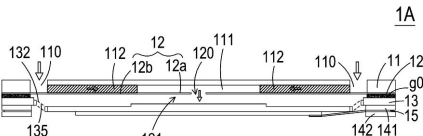
【 4 C 】



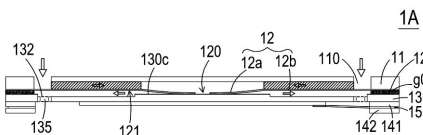
【図5A】



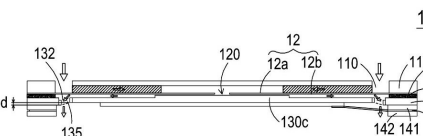
【図5B】



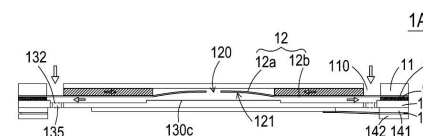
【図5C】



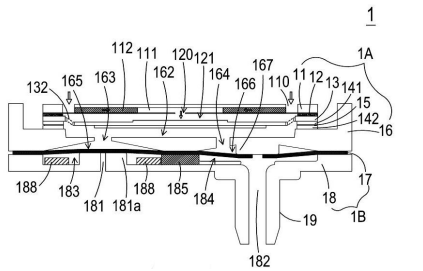
【図5D】



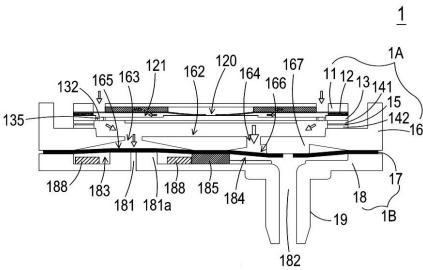
【図5E】



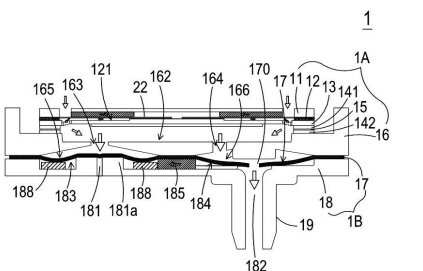
【図7B】



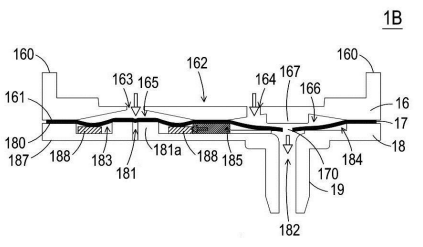
【図7C】



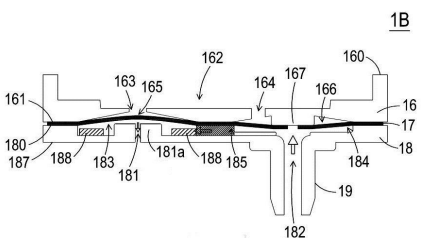
【図7D】



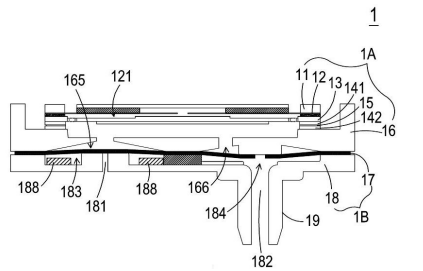
【図6A】



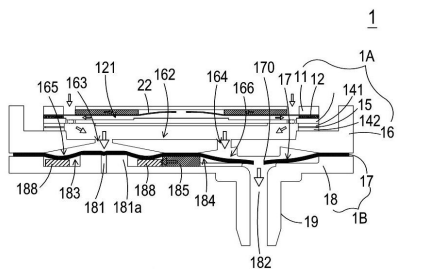
【図6B】



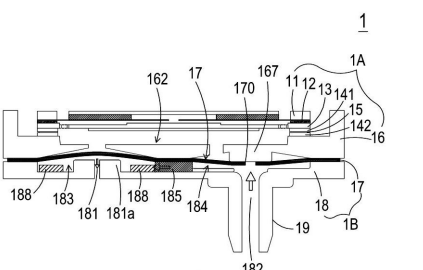
【図7A】



【図7E】



【図8】



## フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 105102843  
(32)優先日 平成28年1月29日(2016.1.29)  
(33)優先権主張国・地域又は機関  
台湾(TW)
- (31)優先権主張番号 105102845  
(32)優先日 平成28年1月29日(2016.1.29)  
(33)優先権主張国・地域又は機関  
台湾(TW)
- (31)優先権主張番号 105119825  
(32)優先日 平成28年6月24日(2016.6.24)  
(33)優先権主張国・地域又は機関  
台湾(TW)
- (31)優先権主張番号 105119824  
(32)優先日 平成28年6月24日(2016.6.24)  
(33)優先権主張国・地域又は機関  
台湾(TW)
- (31)優先権主張番号 105119823  
(32)優先日 平成28年6月24日(2016.6.24)  
(33)優先権主張国・地域又は機関  
台湾(TW)
- (72)発明者 黄 けい 峰  
台湾新竹科学工業園區新竹市研發二路2 8 號1 樓
- (72)発明者 韓 永隆  
台湾新竹科学工業園區新竹市研發二路2 8 號1 樓
- (72)発明者 廖 家 いく  
台湾新竹科学工業園區新竹市研發二路2 8 號1 樓
- (72)発明者 陳 壽宏  
台湾新竹科学工業園區新竹市研發二路2 8 號1 樓
- (72)発明者 黄 哲威  
台湾新竹科学工業園區新竹市研發二路2 8 號1 樓
- (72)発明者 廖 鴻信  
台湾新竹科学工業園區新竹市研發二路2 8 號1 樓
- (72)発明者 陳 朝治  
台湾新竹科学工業園區新竹市研發二路2 8 號1 樓
- (72)発明者 程 政 い  
台湾新竹科学工業園區新竹市研發二路2 8 號1 樓
- (72)発明者 張 英倫  
台湾新竹科学工業園區新竹市研發二路2 8 號1 樓
- (72)発明者 張 嘉豪  
台湾新竹科学工業園區新竹市研發二路2 8 號1 樓
- (72)発明者 李 偉銘  
台湾新竹科学工業園區新竹市研發二路2 8 號1 樓

審査官 富永 達朗

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2014/0377099(US, A1)  
特開昭58-104379(JP, A)

特開2013-119877(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04B 43/02

F16K 31/02