

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6460219号
(P6460219)

(45) 発行日 平成31年1月30日(2019.1.30)

(24) 登録日 平成31年1月11日(2019.1.11)

(51) Int.Cl.	F 1
F 1 6 K 7/17 (2006.01)	F 1 6 K 7/17 B
F 1 6 K 15/14 (2006.01)	F 1 6 K 15/14 D
F 1 6 K 27/00 (2006.01)	F 1 6 K 27/00 B
A 6 1 B 5/0235 (2006.01)	A 6 1 B 5/0235

請求項の数 11 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2017-236597 (P2017-236597)	(73) 特許権者	000006231
(22) 出願日	平成29年12月11日(2017.12.11)		株式会社村田製作所
(62) 分割の表示	特願2016-183814 (P2016-183814) の分割		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
原出願日	平成26年5月14日(2014.5.14)	(74) 代理人	110000970
(65) 公開番号	特開2018-69089 (P2018-69089A)		特許業務法人 楓国際特許事務所
(43) 公開日	平成30年5月10日(2018.5.10)	(72) 発明者	川村 憲一郎
審査請求日	平成29年12月11日(2017.12.11)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(31) 優先権主張番号	特願2013-109994 (P2013-109994)	(72) 発明者	株式会社村田製作所内
(32) 優先日	平成25年5月24日(2013.5.24)		和久 剛志
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
		(72) 発明者	株式会社村田製作所内
			櫻谷 幸徳
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
			株式会社村田製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バルブ、流体制御装置、及び血圧測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

孔部が設けられているダイヤフラムと、
前記ダイヤフラムの一方主面に設けられている第1シール材と、
前記第1シール材を介して前記ダイヤフラムと接合する第1弁筐体であって、第1の孔と、前記ダイヤフラムの一方主面側に位置し、前記第1の孔に連通する第1バルブ室と、を有する第1弁筐体と、

前記ダイヤフラムの他方主面に設けられている第2シール材と
前記第2シール材を介して前記ダイヤフラムと接合する第2弁筐体であって、第2の孔と、前記ダイヤフラムの他方主面側に位置し、前記第2の孔に連通する第2バルブ室と、を有する第2弁筐体と、を備え、

前記ダイヤフラムにおける前記孔部の周囲が、前記第2バルブ室において前記第2弁筐体に当接して、前記孔部が被覆され、

前記第1弁筐体はさらに第3の孔を有し、前記ダイヤフラムの一方主面は前記第1弁筐体に当接して、前記第3の孔の周囲が被覆された、

バルブ。

【請求項 2】

前記第1シール材と前記ダイヤフラムと前記第2シール材とのそれぞれの外周は、前記第1弁筐体および前記第2弁筐体の外周より小さい、請求項1に記載のバルブ。

【請求項 3】

10

20

前記第 1 弁筐体および前記第 2 弁筐体の少なくとも一方は、前記第 1 シール材と前記ダイヤフラムと前記第 2 シール材とのそれぞれの外周より外側に位置する複数の第 1 突出部を有する、請求項 2 に記載のバルブ。

【請求項 4】

前記複数の第 1 突出部の高さは、前記第 1 シール材の厚みと前記ダイヤフラムの厚みと前記第 2 シール材の厚みとの和に等しい、請求項 3 に記載のバルブ。

【請求項 5】

前記第 1 弁筐体は、前記第 1 バルブ室よりも外側に位置する複数の開口部を有し、前記第 2 弁筐体は、前記第 2 バルブ室よりも外側に位置する複数の第 2 突出部を有し、前記ダイヤフラムは、前記複数の第 2 突出部が前記複数の開口部に嵌め合わさることによって、前記第 1 シール材及び前記第 2 シール材を介して前記第 1 弁筐体および前記第 2 弁筐体に挟持された、請求項 3 又は 4 に記載のバルブ。

10

【請求項 6】

前記複数の第 1 突出部の高さは、前記複数の第 2 突出部の高さより低い、請求項 5 に記載のバルブ。

【請求項 7】

前記第 1 シール材は、前記第 1 バルブ室に面し、前記第 1 バルブ室の外周よりも小さいか、または、等しい大きさの貫通孔を有する、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載のバルブ。

【請求項 8】

20

前記第 2 シール材は、前記第 2 バルブ室に面し、前記第 2 バルブ室の外周よりも小さいか、または、等しい大きさの貫通孔を有する、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載のバルブ。

【請求項 9】

吐出孔が設けられているポンプと、
請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載のバルブと、を備え、
前記第 1 弁筐体の前記第 1 の孔は、流体を貯蔵する流体貯蔵部に接続され、
前記第 2 弁筐体の前記第 2 の孔は、前記ポンプの前記吐出孔に接続される、流体制御装置。

【請求項 10】

30

前記流体は、空気である、請求項 9 に記載の流体制御装置。

【請求項 11】

請求項 9 または 10 に記載の流体制御装置を有する、血圧測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、流体の逆流を防ぐバルブ、当該バルブを備える流体制御装置、及び血圧測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

40

特許文献 1 において、バルブを備える流体制御装置が開示されている。

【0003】

この流体制御装置は、圧電ポンプとバルブとを備える。圧電ポンプの上面がバルブの底面に接合されることにより、バルブが圧電ポンプに接続される。

【0004】

バルブには、カフの腕帯ゴム管に連通させるカフ接続口が設けられている。カフの腕帯ゴム管がバルブのカフ接続口に装着されることにより、流体制御装置がカフに接続される。

【0005】

バルブは、第 2 弁筐体と、長方形の薄膜からなるダイヤフラムと、第 1 弁筐体とを備

50

え、それらが順に積層された構造を有している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】国際公開第2012/141113号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1のバルブは、バルブ内部から空気が漏れないように、第2弁筐体とダイヤフラムとの間、及びダイヤフラムと第1弁筐体との間で、シール性を確保することが好ましい。

10

【0008】

そこで、本願の発明者が検討した結果、以下に示す構造のバルブを考案した。

【0009】

図10は、第1比較例に係る流体制御装置900の要部の断面図である。図11は、図10に示すバルブ901の分解斜視図である。図12は、図10に示すバルブ901の要部の断面図である。図11、図12中には、Z軸方向、Y軸方向、およびX軸方向を記載している。

【0010】

なお、各部位についての詳細はいずれも後述されるが、Z軸方向は、バルブ901を構成する部材の積層方向を示している。X軸方向は、逆止弁160、連通路135、及び排気弁170の配設方向を示している。Y軸方向は、Z軸方向およびX軸方向に対して垂直な方向を示している。

20

【0011】

バルブ901は、図10、図11に示すように、第2弁筐体192と、長形状の薄膜からなる第2シール材952と、長形状の薄膜からなるダイヤフラム920と、長形状の薄膜からなる第1シール材951と、第1弁筐体191とを備え、それらが順に積層された構造を有している。

【0012】

第1弁筐体191は、図10、図11に示すように、カフ109に連通する第2通気孔112と、流体制御装置100外部に連通する第3通気孔113と、第3通気孔113の周囲からダイヤフラム920側へ突出した弁座139と、6つの開口部182と、を有する。弁座139は中央部に第3通気孔113を有する円筒形状である。

30

【0013】

第2弁筐体192の底面には、図10、図11に示すように、圧電ポンプ10の上面が接着されている。第2弁筐体192は、図10、図11に示すように、圧電ポンプ10の吐出孔56に連通する第1通気孔110と、圧電ポンプ10の吐出孔55に連通する第1通気孔111と、ダイヤフラム920側へ突出した円柱状の弁座138と、6つの開口部182に対向する6つの第2突出部180と、を有する。

【0014】

ダイヤフラム920には、図10、図11に示すように、弁座138に対向する領域の中心部に円形の孔部121が設けられている。孔部121の直径は、ダイヤフラム920に当接する弁座138の面の直径よりも小さく設けられている。

40

【0015】

ダイヤフラム920は、第1弁筐体191及び第2弁筐体192に挟持され、弁座139に接触するとともに孔部121の周囲が弁座138に接触するよう第1弁筐体191及び第2弁筐体192に固定されている。弁座138は、ダイヤフラム920における孔部121の周囲を与圧するよう第2弁筐体192に設けられている。

【0016】

これにより、ダイヤフラム920は、第1弁筐体191及び第2弁筐体192内を分割

50

する。ダイヤフラム 920 は、第 1 通気孔 111 に連通するリング状の第 1 下バルブ室 131 と、連通路 135 を介して第 2 通気孔 112 に連通する円柱状の第 1 上バルブ室 133 とを有する逆止弁 160 を、第 1 弁筐体 191 及び第 2 弁筐体 192 とともに構成する。

【0017】

また、ダイヤフラム 920 は、第 1 通気孔 110 に連通する円柱状の第 2 下バルブ室 132 と、連通路 135 を介して第 1 上バルブ室 133 に連通するリング状の第 2 上バルブ室 134 とを有する排気弁 170 を、第 1 弁筐体 191 及び第 2 弁筐体 192 とともに構成する。各々のバルブ室の形状は、ダイヤフラム 920 に垂直な方向から平面視した場合の形状である。逆止弁 160 と連通路 135 と排気弁 170 とは、X 軸方向に沿って配設されている。

10

【0018】

第 1 弁筐体 191 の 6 つの開口部 182 は、X 軸方向から平面視して第 1 下バルブ室 131 及び第 2 下バルブ室 132 よりも周縁側に設けられている。6 つの開口部 182 に関して、このうち 3 つの開口部 182 が、X 軸方向に沿って配設されている。他の 3 つの開口部 182 は、第 1 下バルブ室 131 及び第 2 下バルブ室 132 を挟んで先に記述した 3 つの開口部 182 と反対側に、先に記述した 3 つの開口部 182 と並列になるように X 軸方向に沿って配設されている。

【0019】

第 2 弁筐体 192 の 6 つの第 2 突出部 180 は、X 軸方向から平面視して第 1 上バルブ室 133 及び第 2 上バルブ室 134 よりも周縁側に設けられている。6 つの第 2 突出部 180 は、6 つの開口部 182 に対向するように配設されている。

20

【0020】

第 1 シール材 951 には、第 1 上バルブ室 133、連通路 135 及び第 2 上バルブ室 134 に面する領域に第 2 貫通孔 156A～156C が設けられている。第 2 貫通孔 156A は、例えば第 1 上バルブ室 133 と中心軸を略同じとする円形状である。第 2 貫通孔 156B は、例えば第 2 上バルブ室 134 と中心軸を略同じとする円形状である。

【0021】

次に、第 2 シール材 952 には、第 1 下バルブ室 131 及び第 2 下バルブ室 132 に面する領域に第 1 貫通孔 155A～155C が設けられている。第 1 貫通孔 155A は、例えば第 1 下バルブ室 131 と中心軸を略同じとする円形状である。第 1 貫通孔 155B は、例えば第 2 下バルブ室 132 と中心軸を略同じとする円形状である。

30

【0022】

次に、バルブ 901 の製造方法について説明する。まず、第 2 弁筐体 192 と第 2 シール材 952 とダイヤフラム 920 と第 1 シール材 951 と第 1 弁筐体 191 とを積層し、6 つの第 2 突出部 180 を 6 つの開口部 182 に嵌め合わせる。これにより、ダイヤフラム 920 は、第 1 シール材 951 及び第 2 シール材 952 を介して、第 1 弁筐体 191 及び第 2 弁筐体 192 に挟持される。

【0023】

次に、第 2 弁筐体 192 と第 2 シール材 952 とダイヤフラム 920 と第 1 シール材 951 と第 1 弁筐体 191 とからなる積層体を台 S の上に載置し（図 12 参照）、6 つの第 2 突出部 180 の先端部に対して熱カシメを行う。これにより、6 つの第 2 突出部 180 の先端部が押し潰され、バルブ 901 が得られる。

40

【0024】

以上のようなバルブ 901 では、さらなる低コスト化が求められている。特にダイヤフラム 920 は非常に信頼性の高い材料を使用する必要があるため、バルブ 901 の製造コスト高の一因となっている。

【0025】

そこで本願の発明者は、バルブとしての機能に直接寄与しない第 1 シール材 951、ダイヤフラム 920、及び第 2 シール材 952 の、X 軸方向から平面視して逆止弁 160 及

50

び排気弁１７０よりも周縁側である外側部分Ｊ１～Ｊ６（図１１、図１２参照）を除いた、第１シール材１５１、第２シール材１５２、及びダイヤフラム１２０を備えるバルブ５０１を考案した（図１３参照）。これにより、ダイヤフラム９２０の使用面積を減らし、バルブ９０１の製造コストの削減を図った。

【００２６】

しかしながら、バルブ５０１では、図１３に示すように、Ｘ軸方向から平面視して第２突出部１８０よりも内側の部分では、第１弁筐体１９１及び第２弁筐体１９２は第１シール材１５１と第２シール材１５２とを介してダイヤフラム１２０を挟持しているが、第２突出部１８０よりも外側の部分では、第１弁筐体１９１及び第２弁筐体１９２は何も挟持していない。

10

【００２７】

このバルブ５０１に対して前記熱カシメを行うと、第１弁筐体１９１の第２突出部１８０よりも外側の部分が第２弁筐体１９２側へ反ってしまい、第２弁筐体１９２の第２突出部１８０よりも外側の部分が第１弁筐体１９１側へ反ってしまう。

【００２８】

そのため、バルブ５０１の構造では、バルブ５０１の内部からの空気の漏れが大きくなり、バルブ５０１の性能が低下してしまうという問題がある。

【００２９】

また、図１０に示すように圧電ポンプ１０にバルブ９０１を接続した流体制御装置９００では、バルブ９０１の反りが圧電ポンプ１０の反りにも影響を与える。そのため、圧電ポンプ１０の性能の低下につながるという問題もある。

20

【００３０】

本発明の目的は、バルブの性能を従来よりも劣化させることなく、バルブの製造コストを従来よりも削減できるバルブ、当該バルブを備える流体制御装置、及び血圧測定装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００３１】

本発明のバルブは、前記課題を解決するために以下の構成を備えている。

【００３２】

（１）孔部が設けられているダイヤフラムと、

30

前記ダイヤフラムの一方主面に設けられている第１シール材と、

前記第１シール材を介して前記ダイヤフラムと接合する第１弁筐体であって、第１の孔と、前記ダイヤフラムの一方主面側に位置し、前記第１の孔に連通する第１バルブ室と、を有する第１弁筐体と、

前記ダイヤフラムの他方主面に設けられている第２シール材と

前記第２シール材を介して前記ダイヤフラムと接合する第２弁筐体であって、第２の孔と、前記ダイヤフラムの他方主面側に位置し、前記第２の孔に連通する第２バルブ室と、を有する第２弁筐体と、を備え、

前記ダイヤフラムにおける前記孔部の周囲が、前記第２バルブ室において前記第２弁筐体に当接して、前記孔部が被覆され、

40

前記第１弁筐体はさらに第３の孔を有し、前記ダイヤフラムの一方主面は前記第１弁筐体に当接して、前記第３の孔の周囲が被覆されている。

【００３３】

（２）前記第１シール材と前記ダイヤフラムと前記第２シール材とのそれぞれの外周は、前記第１弁筐体および前記第２弁筐体の外周より小さいことが好ましい。

【００３４】

（３）前記第１弁筐体および前記第２弁筐体の少なくとも一方は、前記第１シール材と前記ダイヤフラムと前記第２シール材とのそれぞれの外周より外側に位置する複数の第１突出部を有することが好ましい。

【００３５】

50

(4) 前記複数の第1突出部の高さは、前記第1シール材の厚みと前記ダイヤフラムの厚みと前記第2シール材の厚みとの和に等しいことが好ましい。

【0036】

(5) 前記第1弁筐体は、前記第1バルブ室よりも外側に位置する複数の開口部を有し、前記第2弁筐体は、前記第2バルブ室よりも外側に位置する複数の第2突出部を有し、前記ダイヤフラムは、前記複数の第2突出部が前記複数の開口部に嵌め合わさることによって、前記第1シール材及び前記第2シール材を介して前記第1弁筐体および前記第2弁筐体に挟持されることが好ましい。

【0037】

(6) 前記複数の第1突出部の高さは、前記複数の第2突出部の高さより低いことが好ましい。

10

【0038】

(7) 前記第1シール材は、前記第1バルブ室に面し、前記第1バルブ室の外周よりも小さいか、または、等しい大きさの貫通孔を有することが好ましい。

【0039】

(8) 前記第2シール材は、前記第2バルブ室に面し、前記第2バルブ室の外周よりも小さいか、または、等しい大きさの貫通孔を有することが好ましい。

【0040】

また、本発明の流体制御装置は、前記課題を解決するために以下の構成を備えている。

【0041】

20

(9) 吐出孔が設けられているポンプと、

上記(1)から(8)のいずれかに記載のバルブと、を備え、

前記第1弁筐体の前記第1の孔は、流体を貯蔵する流体貯蔵部に接続され、

前記第2弁筐体の前記第2の孔は、前記ポンプの前記吐出孔に接続される。

【0042】

(10) 前記流体は、空気でもよい。

【0043】

また、本発明の血圧測定装置は、前記課題を解決するために以下の構成を備えている。

【0044】

(11) 上記(9)または(10)に記載の流体制御装置を有する。

30

【発明の効果】

【0045】

本発明によれば、バルブの性能を従来よりも劣化させることなく、バルブの製造コストを従来よりも削減できる。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】本発明の実施形態に係る流体制御装置100の要部の断面図である。

【図2】図1に示す圧電ポンプ10の分解斜視図である。

【図3】図1に示すバルブ101の分解斜視図である。

【図4】図1に示すバルブ101の分解斜視図である。

40

【図5】図1に示すバルブ101を構成する第2弁筐体192の底面図である。

【図6】図1に示すバルブ101の要部の断面図である。

【図7】図1に示す圧電ポンプ10が駆動している間における流体制御装置100の空気の流れを示す説明図である。

【図8】図1に示す圧電ポンプ10が駆動を停止した直後における、流体制御装置100の空気の流れを示す説明図である。

【図9】本発明の実施形態に係るバルブ101と第1比較例に係るバルブ901と第2比較例に係るバルブ501とにおける、第2弁筐体192における位置と第2弁筐体192の反り量との関係を示す図である。

【図10】第1比較例に係る流体制御装置900の要部の断面図である。

50

【図 1 1】図 1 0 に示すバルブ 9 0 1 の分解斜視図である。

【図 1 2】図 1 0 に示すバルブ 9 0 1 の要部の断面図である。

【図 1 3】第 2 比較例に係るバルブ 5 0 1 が熱カシメされる前のバルブ 5 0 1 の要部の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 4 7】

以下、本発明の実施形態に係る流体制御装置 1 0 0 について説明する。

【0 0 4 8】

図 1 は、本発明の実施形態に係る流体制御装置 1 0 0 の要部の断面図である。流体制御装置 1 0 0 は、圧電ポンプ 1 0 とバルブ 1 0 1 とを備える。流体制御装置 1 0 0 は、被検者の血圧を測定する装置である。圧電ポンプ 1 0 の上面がバルブ 1 0 1 の底面に接合されることにより、バルブ 1 0 1 が圧電ポンプ 1 0 に接続される。

10

【0 0 4 9】

バルブ 1 0 1 には、カフ 1 0 9 の腕帯ゴム管 1 0 9 A に連通させるカフ接続口 1 0 6 A が設けられている。カフ 1 0 9 の腕帯ゴム管 1 0 9 A がバルブ 1 0 1 のカフ接続口 1 0 6 A に装着されることにより、流体制御装置 1 0 0 がカフ 1 0 9 に接続される。

【0 0 5 0】

なお、カフ 1 0 9 が本発明の「流体貯蔵部」に相当する。

【0 0 5 1】

ここで、圧電ポンプ 1 0 とバルブ 1 0 1 との構造について詳述する。まず、図 1、図 2 を用いて圧電ポンプ 1 0 の構造について詳述する。

20

【0 0 5 2】

図 2 は、図 1 に示す圧電ポンプ 1 0 の分解斜視図である。圧電ポンプ 1 0 は、基板 9 1、可撓板 5 1、スペーサ 5 3 A、補強板 4 3、振動板ユニット 6 0、圧電素子 4 2、スペーサ 5 3 B、電極導通用板 7 0、スペーサ 5 3 C 及び蓋板 5 4 を備え、これらが順に積層された構造を有する。

【0 0 5 3】

なお、基板 9 1、可撓板 5 1、スペーサ 5 3 A、振動板ユニット 6 0 の一部、スペーサ 5 3 B、電極導通用板 7 0、スペーサ 5 3 C 及び蓋板 5 4 は、ポンプ筐体 8 0 を構成している。そして、ポンプ筐体 8 0 の内部空間がポンプ室 4 5 に相当する。

30

【0 0 5 4】

振動板ユニット 6 0 は、振動板 4 1、枠板 6 1、連結部 6 2 及び外部端子 6 3 によって構成される。振動板ユニット 6 0 は、金属板に対して打ち抜き加工を施すことにより形成されている。

【0 0 5 5】

振動板 4 1 の周囲には枠板 6 1 が設けられている。枠板 6 1 には電氣的に接続するための外部端子 6 3 が設けられている。振動板 4 1 は枠板 6 1 に対して連結部 6 2 で連結されている。連結部 6 2 は例えば細いリング状に形成されている。連結部 6 2 は、小さなバネ定数の弾性を持つ弾性構造を有している。

【0 0 5 6】

したがって振動板 4 1 は二つの連結部 6 2 で枠板 6 1 に対して 2 点で柔軟に弾性支持されている。そのため、振動板 4 1 の屈曲振動を殆ど妨げない。すなわち、圧電アクチュエータ 4 0 の周辺部が（勿論中心部も）実質的に拘束されていない状態となっている。

40

【0 0 5 7】

なお、図 2 に示した例では、連結部 6 2 が二箇所に設けられているが、三箇所以上に設けられていてもよい。連結部 6 2 は、圧電アクチュエータ 4 0 の振動を妨げるものではないが、圧電アクチュエータ 4 0 の振動に多少の影響を与える。そのため、例えば連結部 6 2 が三箇所に設けられることにより、より自然な支持が可能となり、圧電素子 4 2 の割れを防止することもできる。

【0 0 5 8】

50

円板状の振動板 4 1 の上面には圧電素子 4 2 が設けられている。振動板 4 1 の下面には補強板 4 3 が設けられている。振動板 4 1 と圧電素子 4 2 と補強板 4 3 とによって円板状の圧電アクチュエータ 4 0 が構成される。圧電素子 4 2 は、例えばチタン酸ジルコン酸鉛系セラミックスからなる。

【0059】

ここで、振動板 4 1 を圧電素子 4 2 および補強板 4 3 よりも線膨張係数の大きな金属板で形成し、接着時に加熱硬化させてもよい。これにより、圧電アクチュエータ 4 0 全体が反ることなく、圧電素子 4 2 に適切な圧縮応力を残留させることができ、圧電素子 4 2 が割れることを防止できる。

【0060】

例えば、振動板 4 1 をリン青銅 (C 5 2 1 0) やステンレススチール S U S 3 0 1 など線膨張係数の大きな材料とし、補強板 4 3 を 4 2 ニッケルまたは 3 6 ニッケルまたはステンレススチール S U S 4 3 0 などとするのがよい。

【0061】

なお、振動板 4 1、圧電素子 4 2、補強板 4 3 については、上から圧電素子 4 2、補強板 4 3、振動板 4 1 の順に配置してもよい。この場合も圧電素子 4 2 に適切な圧縮応力が残留するように、補強板 4 3、振動板 4 1 を構成する材料を設定することで線膨張係数が調整されている。

【0062】

枠板 6 1 の上面には、スペーサ 5 3 B が設けられている。スペーサ 5 3 B は樹脂からなる。スペーサ 5 3 B の厚みは圧電素子 4 2 の厚みと同じか少し厚い。枠板 6 1 は、電極導通用板 7 0 と振動板ユニット 6 0 とを電氣的に絶縁する。

【0063】

スペーサ 5 3 B の上面には、電極導通用板 7 0 が設けられている。電極導通用板 7 0 は金属からなる。電極導通用板 7 0 は、ほぼ円形に開口した枠部位 7 1 と、この開口内に突出する内部端子 7 3 と、外部へ突出する外部端子 7 2 とからなる。

【0064】

内部端子 7 3 の先端は圧電素子 4 2 の表面にはんだで接合される。はんだで接合される位置を圧電アクチュエータ 4 0 の屈曲振動の節に相当する位置とすることにより内部端子 7 3 の振動は抑制される。

【0065】

電極導通用板 7 0 の上面には、スペーサ 5 3 C が設けられている。スペーサ 5 3 C は樹脂からなる。スペーサ 5 3 C は圧電素子 4 2 と同程度の厚さを有する。スペーサ 5 3 C は、圧電アクチュエータ 4 0 が振動している時に、内部端子 7 3 のはんだ部分が、蓋板 5 4 に接触しないようにするためのスペーサである。また、圧電素子 4 2 表面が蓋板 5 4 に過度に接近して、空気抵抗により振動振幅が低下することを防止する。そのため、スペーサ 5 3 C の厚みは、圧電素子 4 2 と同程度の厚みであればよい。

【0066】

スペーサ 5 3 C の上面には、蓋板 5 4 が設けられている。蓋板 5 4 には吐出孔 5 5、5 6 が設けられている。蓋板 5 4 は、圧電アクチュエータ 4 0 の上部を覆う。

【0067】

一方、振動板ユニット 6 0 の下面には、スペーサ 5 3 A が設けられている。即ち、可撓板 5 1 の上面と振動板ユニット 6 0 の下面との間に、スペーサ 5 3 A が挿入されている。スペーサ 5 3 A は、補強板 4 3 の厚みに数 1 0 μm 程度加えた厚みを有する。スペーサ 5 3 A は、圧電アクチュエータ 4 0 が振動している時に、圧電アクチュエータ 4 0 が、可撓板 5 1 に接触しないようにするためのスペーサである。

【0068】

スペーサ 5 3 A の下面には、可撓板 5 1 が設けられている。可撓板 5 1 の中心には吸入孔 5 2 が設けられている。

【0069】

10

20

30

40

50

可撓板 51 の下面には、基板 91 が設けられている。基板 91 の中央部には円柱形の開口部 92 が形成されている。可撓板 51 は、基板 91 に固定された固定部 57 と、固定部 57 より中心側に位置し、開口部 92 に面する可動部 58 と、を有する。

【0070】

可動部 58 は、圧電アクチュエータ 40 の振動に伴う空気の圧力変動により、圧電アクチュエータ 40 と実質的に同一周波数で振動することができる。可動部 58 の固有振動数は、圧電アクチュエータ 40 の駆動周波数と同一か、やや低い周波数になるように設計している。

【0071】

可撓板 51 の振動位相が圧電アクチュエータ 40 の振動位相よりも遅れた（例えば 90° 遅れの）振動に設計すれば、可撓板 51 と圧電アクチュエータ 40 との間の隙間の厚さ変動が実質的に増加する。

10

【0072】

従って、外部端子 63、72 に交流の駆動電圧が印加されると、圧電アクチュエータ 40 が同心円状に屈曲振動する。さらに、圧電アクチュエータ 40 の振動に伴って可撓板 51 の可動部 58 も振動する。これにより、圧電ポンプ 10 は、開口部 92 及び吸入孔 52 を介して空気をポンプ室 45 へ吸引する。さらに、圧電ポンプ 10 は、ポンプ室 45 の空気を吐出孔 55、56 から吐出する。

【0073】

このとき、圧電ポンプ 10 では、圧電アクチュエータ 40 の周辺部が実質的に固定されていない。そのため、圧電ポンプ 10 によれば、圧電アクチュエータ 40 の振動に伴う損失が少なく、小型・低背でありながら高い吐出圧力と大きな吐出流量が得られる。

20

【0074】

次に、図 1、図 3～図 6 を用いてバルブ 101 の構造について詳述する。

【0075】

図 3、図 4 は、図 1 に示すバルブ 101 の分解斜視図である。図 3 は、当該バルブ 101 をカフ 109 を接続する上面側から見た分解斜視図であり、図 4 は、当該バルブ 101 を圧電ポンプ 10 を接合する底面側から見た分解斜視図である。図 5 は、図 1 に示すバルブ 101 を構成する第 2 弁筐体 192 の底面図である。図 6 は、図 1 に示すバルブ 101 の要部の断面図である。

30

【0076】

ここで、図 3、図 5、図 6 には、Z 軸方向、Y 軸方向、および X 軸方向を記載している。Z 軸方向は、バルブ 101 を構成する部材の積層方向を示している。X 軸方向は、逆止弁 160、連通路 135、及び排気弁 170 の配設方向を示している。Y 軸方向は、Z 軸方向および X 軸方向に対して垂直な方向を示している。

【0077】

なお、本発明の「第 1 の孔」が第 2 通気孔 112 に相当する。また、本発明の「第 2 の孔」が第 1 通気孔 110、111 に相当する。また、本発明の「第 1 バルブ室」が第 1 上バルブ室 133 及び第 2 上バルブ室 134 に相当する。また、本発明の「第 2 バルブ室」が第 1 下バルブ室 131 及び第 2 下バルブ室 132 に相当する。

40

【0078】

バルブ 101 は、図 1、図 3、図 4、図 5 に示すように、第 2 弁筐体 192 と、長方形の薄膜からなる第 2 シール材 152 と、長方形の薄膜からなるダイヤフラム 120 と、長方形の薄膜からなる第 1 シール材 151 と、第 1 弁筐体 191 とを備え、それらが順に積層された構造を有している。

【0079】

第 1 弁筐体 191 は、図 1、図 3、図 4 に示すように、カフ 109 に連通する第 2 通気孔 112 と、流体制御装置 100 外部に連通する第 3 通気孔 113 と、第 3 通気孔 113 の周囲からダイヤフラム 120 側へ突出した弁座 139 と、6 つの開口部 182 と、を有する。第 1 弁筐体 191 は、例えば樹脂からなる。弁座 139 は中央部に第 3 通気孔 11

50

3を有する円筒形状である。

【0080】

第1弁筐体191の6つの開口部182は、X軸方向から平面視して後述する第1下バルブ室131及び第2下バルブ室132よりも周縁側に設けられている。6つの開口部182に関して、このうち3つの開口部182が、X軸方向に沿って配設されている。他の3つの開口部182は、第1下バルブ室131及び第2下バルブ室132を挟んで先に記述した3つの開口部182と反対側に、先に記述した3つの開口部182と並列になるようにX軸方向に沿って配設されている。

【0081】

第2弁筐体192の底面には、図1に示すように、圧電ポンプ10の上面が接着されている。第2弁筐体192は、図1、図3、図4、図5に示すように、圧電ポンプ10の吐出孔56に連通する第1通気孔110と、圧電ポンプ10の吐出孔55に連通する第1通気孔111と、ダイヤフラム120側へ突出した円柱状の弁座138と、6つの開口部182に対向する6つの第2突出部180と、を有する。第2弁筐体192は、例えば樹脂からなる。第2弁筐体192の6つの第2突出部180は、X軸方向から平面視して後述する第1上バルブ室133及び第2上バルブ室134よりも周縁側に設けられている。

【0082】

さらに、第2弁筐体192は、X軸方向から平面視して6つの第2突出部180より周縁側に6つの第1突出部181を有する。

【0083】

6つの第1突出部181は、6つの第2突出部180が6つの開口部182に嵌め合わされた状態で、X軸方向から平面視して第1シール材151、ダイヤフラム120、及び第2シール材152よりも周縁側に設けられている。

【0084】

ダイヤフラム120には、図1、図3、図4に示すように、弁座138に対向する領域の中心部に円形の孔部121が設けられている。孔部121の直径は、ダイヤフラム120に当接する弁座138の面の直径よりも小さく設けられている。ダイヤフラム120の外周は、第1弁筐体191と第2弁筐体192のそれぞれの外周より小さい。ダイヤフラム120は、例えばEPDM（エチレンプロピレンジエンゴム）やシリコンなどのゴムからなる。

【0085】

ダイヤフラム120は、6つの第2突出部180が6つの開口部182に嵌め合わさることによって、第1シール材151および第2シール材152を介して第1弁筐体191および第2弁筐体192に挟持されている。

【0086】

これにより、ダイヤフラム120は、図6に示すように、X軸方向から平面視して第1弁筐体191における6つの開口部182より内側の領域とX軸方向から平面視して第2弁筐体192における6つの第2突出部180より内側の領域とを覆い、弁座138に接触するとともに孔部121の周囲が弁座138に接触する。弁座138は、ダイヤフラム120における孔部121の周囲を与圧するよう第2弁筐体192に設けられている。

【0087】

ダイヤフラム120は、第1弁筐体191及び第2弁筐体192内を分割する。ダイヤフラム120は、第1通気孔111に連通するリング状の第1下バルブ室131と、連通路135を介して第2通気孔112に連通する円柱状の第1上バルブ室133とを有する逆止弁160を、第1弁筐体191及び第2弁筐体192とともに構成する。

【0088】

また、ダイヤフラム120は、第1通気孔110に連通する円柱状の第2下バルブ室132と、連通路135を介して第1上バルブ室133に連通するリング状の第2上バルブ室134とを有する排気弁170を、第1弁筐体191及び第2弁筐体192とともに構成する。

【0089】

各々のバルブ室の形状は、ダイヤフラム120に垂直な方向から平面視した場合の形状である。逆止弁160と連通路135と排気弁170とは、X軸方向に沿って設けられている。

【0090】

第1下バルブ室131と、第2下バルブ室132と、第1上バルブ室133と、第2上バルブ室134とのそれぞれの直径は例えば7.0mmである。ダイヤフラム120に当接する弁座138の面の直径は例えば1.5mmである。

【0091】

第1シール材151には、第1上バルブ室133、連通路135及び第2上バルブ室134に面する領域に第2貫通孔156A～156Cが設けられている。第2貫通孔156Aは、例えば第1上バルブ室133と中心軸を略同じとする円形状である。第2貫通孔156Bは、例えば第2上バルブ室134と中心軸を略同じとする円形状である。

10

【0092】

第2貫通孔156A、156Bのそれぞれの直径は例えば6.6mmである。即ち、第1シール材151の外周は、第1弁筐体191と第2弁筐体192のそれぞれの外周より小さい。第1シール材151は、例えば両面テープや接着剤からなる。

【0093】

次に、第2シール材152には、第1下バルブ室131及び第2下バルブ室132に面する領域に第1貫通孔155A、155Bが設けられている。第1貫通孔155Aは、例えば第1下バルブ室131と中心軸を略同じとする円形状である。第1貫通孔155Bは、例えば第2下バルブ室132と中心軸を略同じとする円形状である。

20

【0094】

第1貫通孔155A、155Bのそれぞれの直径は例えば6.6mmである。即ち、第2シール材152の外周は、第1弁筐体191と第2弁筐体192のそれぞれの外周より小さい。第2シール材152は、例えば両面テープや接着剤からなる。

【0095】

第1貫通孔155Aの直径は、弁座138の直径よりも大きく、第1下バルブ室131の直径よりも小さい。すなわち、第1貫通孔155Aの外周は、弁座138の外周よりも大きく、第1下バルブ室131の外周よりも小さい。同様に、第1貫通孔155Bの直径は、第2下バルブ室132の直径よりも小さい。すなわち、第1貫通孔155Bの外周は、第2下バルブ室132の外周よりも小さい。

30

【0096】

以上より、バルブ101では、第1上バルブ室133及び第2上バルブ室134内に第1シール材151の一部が位置する。同様に、第1下バルブ室131及び第2下バルブ室132内に第2シール材152の一部が位置する。バルブ101は、図1に示すように、逆止弁160と、排気弁170とを有している。

【0097】

まず、逆止弁160は、第1通気孔111を備える第2弁筐体192の一部と、第2通気孔112を備える第1弁筐体191の一部と、ダイヤフラム120における孔部121の周囲と、その周囲と当接して孔部121を被覆する弁座138と、によって構成されている。逆止弁160は、第1下バルブ室131側から第1上バルブ室133側への流体の流れを許可し、第1上バルブ室133側から第1下バルブ室131側への流体の流れを遮断する。

40

【0098】

逆止弁160は、第1下バルブ室131と第1上バルブ室133との圧力差によってダイヤフラム120が弁座138に対して当接または離間する。

【0099】

次に、排気弁170は、第1通気孔110を備える第2弁筐体192の一部と、第2通気孔112及び第3通気孔113を備える第1弁筐体191の一部と、ダイヤフラム12

50

0の一部と、第3通気孔113の周囲からダイヤフラム120側へ突出してダイヤフラム120に当接して被覆される弁座139と、によって構成されている。

【0100】

排気弁170は、第2下バルブ室132と第2上バルブ室134との圧力差によってダイヤフラム120が弁座139に対して当接または離間する。

【0101】

次に、バルブ101の製造方法について説明する。まず、第2弁筐体192と第2シール材152とダイヤフラム120と第1シール材151と第1弁筐体191とを積層し、6つの第2突出部180を6つの開口部182に嵌め合わせる。これにより、ダイヤフラム120は、第1シール材151及び第2シール材152を介して、第1弁筐体191及び第2弁筐体192に挟持される。

10

【0102】

次に、第2弁筐体192と第2シール材152とダイヤフラム120と第1シール材151と第1弁筐体191とからなる積層体を台Sの上に載置し（図6参照）、6つの第2突出部180の先端部に対して熱カシメを行う。これにより、6つの第2突出部180の先端部が押し潰され、図6に示すバルブ101が得られる。

【0103】

バルブ101は、図6に示すように、X軸方向から平面視して第2突出部180よりも内側の部分では、第1弁筐体191及び第2弁筐体192は第1シール材151と第2シール材152とを介してダイヤフラム120を挟持する。一方、第2突出部180よりも外側の部分には、6つの第1突出部181が設けられている。

20

【0104】

そのため、第1弁筐体191と第1シール材151とダイヤフラム120と第2シール材152と第2弁筐体192とからなる積層体を台Sの上に載置し、6つの第2突出部180の先端部に対して熱カシメを行っても、第1弁筐体191における第2突出部180よりも外側の部分が6つの第1突出部181に接触しているので、第1弁筐体191における第2突出部180よりも外側の部分が第2弁筐体192側へ反ることを抑制できる。また、第2弁筐体192における第2突出部180よりも外側の部分が第1弁筐体191側へ反ることを抑制できる。すなわち、本実施形態では、バルブ101内部から空気が漏れることを抑制できる。

30

【0105】

したがって、本実施形態によれば、バルブの性能を従来よりも劣化させることなく、バルブ101の製造コストを従来よりも削減できる。

【0106】

なお、6つの第1突出部181のそれぞれの高さは、第1シール材151の厚みとダイヤフラム120の厚みと第2シール材152の厚みとの和に等しいことが好ましい。この場合、第1弁筐体191における第2突出部180よりも外側の部分と第2弁筐体192における第2突出部180よりも外側の部分との間には、第1シール材151の厚みとダイヤフラム120の厚みと第2シール材152の厚みとの和に等しい高さを持つ6つの第1突出部181が位置する。

40

【0107】

そのため、6つの第2突出部180の先端部に対して前記熱カシメを行っても、第1弁筐体191における第2突出部180よりも外側の部分が6つの第1突出部181に接触しているので、第1弁筐体191及び第2弁筐体192における第2突出部180よりも外側の部分が反ることを一層抑制できる。すなわち、バルブ101内部から空気が漏れることを一層抑制できる。

【0108】

次に、血圧測定時における流体制御装置100の動作について説明する。

【0109】

図7は、図1に示す圧電ポンプ10が駆動している間における流体制御装置100の空

50

気の流れを示す説明図である。

【0110】

流体制御装置100は、血圧の測定を開始するとき、まず圧電ポンプ10を駆動させる。圧電ポンプ10が駆動すると、まず空気が開口部92及び吸引孔52から圧電ポンプ10内のポンプ室45に流入する。次に、空気が吐出孔55、56から吐出され、バルブ101の第2下バルブ室132及び第1下バルブ室131の両方に流入する。

【0111】

これにより、排気弁170では、第2下バルブ室132の圧力が第2上バルブ室134の圧力より高くなる。このため、図7に示すように、ダイヤフラム120が第3通気孔113をシールして第2通気孔112と第3通気孔113との通気を遮断する。

10

【0112】

また、逆止弁160では、第1下バルブ室131の圧力が第1上バルブ室133の圧力より高くなる。このため、ダイヤフラム120における孔部121の周囲が弁座138から離間し、第1通気孔111と第2通気孔112とが孔部121を介して連通する。

【0113】

この結果、空気が圧電ポンプ10からバルブ101の第1通気孔111と、孔部121と、第2通気孔112と、を経由してカフ109へ送出され（図7参照）、カフ109内の圧力（空気圧）が高まる。

【0114】

なお、ダイヤフラム120は、ダイヤフラム120の孔部121の周囲が弁座138に接触するよう第1弁筐体191及び第2弁筐体192に固定されている。そして、この弁座138は、ダイヤフラム120における孔部121の周囲を与圧している。

20

【0115】

これにより、バルブ101の第1通気孔111を経由して孔部121から流出する空気は、圧電ポンプ10の吐出圧力より若干低い圧力となって、孔部121から第1上バルブ室133及び第2上バルブ室134に流入する。一方、第2下バルブ室132には圧電ポンプ10の吐出圧力が加わる。

【0116】

この結果、バルブ101では、第2下バルブ室132の圧力が第2上バルブ室134の圧力より若干勝り、ダイヤフラム120が第3通気孔113をシールして孔部121を開放した状態が維持される。

30

【0117】

なお、このバルブ101では、図3、図4に示すように、各バルブ室131、132、133、134のそれぞれの外形が円形状であるため、ダイヤフラム120（特に孔部121付近の周囲）に張力が均等にかかる。

【0118】

このため、ダイヤフラム120の孔部121が弁座138に対して傾いた状態で当接されたり、ダイヤフラム120の孔部121が弁座138に対して水平方向にずれたりすることが抑制される。したがって、このバルブ101によれば、それぞれの弁の開閉をより確実に行うことができる。

40

【0119】

図8は、図1に示す圧電ポンプ10が駆動を停止した直後における、流体制御装置100の空気の流れを示す説明図である。

【0120】

血圧の測定が終了すると、流体制御装置100は、圧電ポンプ10の駆動を停止する。ここで、圧電ポンプ10の駆動が停止すると、ポンプ室45と第1下バルブ室131と第2下バルブ室132の空気は、圧電ポンプ10の中心通気孔52および開口部92から流体制御装置100の外部へ速やかに排気される。また、第1上バルブ室133と第2上バルブ室134には、カフ109の圧力が第2通気孔112から加わる。

【0121】

50

この結果、逆止弁 160 では、第 1 下バルブ室 131 の圧力が第 1 上バルブ室 133 の圧力より低下する。ダイヤフラム 120 は、弁座 138 に当接して孔部 121 をシールする。

【0122】

また、排気弁 170 では、第 2 下バルブ室 132 の圧力が第 2 上バルブ室 134 の圧力より低下する。ダイヤフラム 120 は、弁座 139 から離間して第 3 通気孔 113 を開放する。

【0123】

即ち、バルブ 101 では、第 2 通気孔 112 と第 3 通気孔 113 とが連通路 135 及び第 2 上バルブ室 134 を介して連通する。これにより、カフ 109 の空気が第 2 通気孔 112、連通路 135 及び第 2 上バルブ室 134 を経由して第 3 通気孔 113 から急速に排気される（図 8 参照）。

【0124】

従って、この実施形態のバルブ 101 によれば、カフ 109 に圧縮空気を充填した後、カフ 109 から空気を急速排気することができる。

【0125】

また、バルブ 101 では前述したように、第 1 下バルブ室 131 及び第 2 下バルブ室 132 内に第 2 シール材 152 の一部が位置し、第 1 上バルブ室 133 及び第 2 上バルブ室 134 内に第 1 シール材 151 の一部が位置する。

【0126】

そのため、第 1 シール材 151 及び第 2 シール材 152 は、第 1 弁筐体 191、第 2 弁筐体 192 及びダイヤフラム 120 の接着と、各バルブ室 131、132、133、134 内に存在する異物の捕捉とを行うことができる。

【0127】

したがって、バルブ 101 によれば、例えばバルブ 101 内に異物が混入したとしても、異物による誤動作を抑制することができる。特に排気弁 170 においては、異物による弁座 139 の第 3 通気孔 113 の閉塞を抑制することができる。

【0128】

また、この実施形態のバルブ 101 を備える流体制御装置 100 にも同様の効果を奏する。

【0129】

なお、バルブ 101 の性能は、圧力損失およびリーク圧力によって示される。特に、圧電ポンプ 10 が駆動している間におけるバルブ 101 の第 1 通気孔 110、111 から第 3 通気孔 113 への空気の漏れ（リーク）は、バルブ 101 の性能に大きく影響する。

【0130】

圧力損失は、逆止弁 160 を開いた状態にする際の損失である。ダイヤフラム 120 には張力がかかっており、弁座 138 は、ダイヤフラム 120 における孔部 121 の周囲を与圧するよう第 2 弁筐体 192 に設けられている。すなわち、ダイヤフラム 120 には第 1 上バルブ室 133 側から第 1 下バルブ室 131 側への応力がかかっている。

【0131】

このため、逆止弁 160 を開いた状態にすると、前述の応力の分だけ第 1 上バルブ室 133 の圧力 P_2 が第 1 下バルブ室 131 の圧力 P_1 よりも低下する。圧力損失は、「圧力損失＝第 1 下バルブ室 131 の圧力 P_1 －第 1 上バルブ室 133 の圧力 P_2 」の式で求められる。

【0132】

この圧力損失によって、排気弁 170 では、バルブ 101 の第 1 通気孔 111 からカフ 109 へと空気が送り込まれる間、常に排気弁 170 を閉じた状態にする力（第 2 下バルブ室 132 側からダイヤフラム 120 を弁座 139 に押し当てる力）が加わるので、排気弁 170 は閉じた状態となる。

【0133】

10

20

30

40

50

ここで、圧力損失が小さいと、第1上バルブ室133の圧力P2と第1下バルブ室131の圧力P1との差が小さくなる。すなわち、排気弁170を閉じた状態にする力（第2下バルブ室132側からダイヤフラム120を弁座139に押し当てる力）が減少し、バルブ101の第1通気孔110、111から第3通気孔113への空気の漏れ（リーク）が増える。

【0134】

リークが多いと、バルブ101の第1通気孔111からカフ109へ空気を充填する際に、効率が悪くなる。バルブ101は、ダイヤフラム120の張力によって発生する圧力損失を利用して、カフ109の空気が第3通気孔113からリークすることを抑制している。

10

【0135】

また、リーク圧力は、「リーク圧力＝圧電ポンプ10が駆動している間におけるカフ109の圧力－圧電ポンプ10を駆動停止してから5秒後のカフ109の圧力」の式で求められる。

【0136】

以下、本発明の実施形態に係るバルブ101（図1参照）と第1比較例に係るバルブ901（図12参照）と第2比較例に係るバルブ501（図13参照）とを比較する。

【0137】

なお、バルブ501がバルブ901と相違する点は、前述したように、第1シール材951、ダイヤフラム920、及び第2シール材952の、X軸方向から平面視して逆止弁160及び排気弁170よりも周縁側である外側部分J1～J6（図12、図13参照）を除いた、第1シール材151、第2シール材152、及びダイヤフラム120を備える点である。そして、バルブ101がバルブ501と相違する点は、第1突出部181を備える点である。

20

【0138】

図9は、本発明の実施形態に係るバルブ101と第1比較例に係るバルブ901と第2比較例に係るバルブ501とにおける、第2弁筐体192における位置と第2弁筐体192の反り量との関係を示す図である。図9では、バルブ101とバルブ901とバルブ501とにおける、第2弁筐体192におけるA点からB点を通してC点までの反り量をレーザ変位計で測定した結果を示している。

30

【0139】

ここで、A点及びC点は、図5に示すように、第2弁筐体192における第2突出部180よりも外側の部分に位置する点であり、B点は、第2弁筐体192における第2突出部180よりも内側の部分に位置する点である。

【0140】

次に、圧電ポンプ10を駆動して圧電ポンプ10の吐出圧力40（kPa）をバルブ101、501、901に付与し、バルブ101、501、901の圧力損失およびリーク圧力を測定した結果を表1に示す。

【0141】

【表 1】

表1

	圧力損失 [kPa]	リーク圧力[kPa]
バルブ 101	0.7	0.1
バルブ 501	0.1	1.1
バルブ 901	0.7	0.1

10

【0142】

実験により、バルブ501では圧力損失が0.1(kPa)であるのに対し、バルブ101、901では圧力損失が0.7(kPa)であることが明らかとなった。また、バルブ501ではリーク圧力が1.1(kPa)であるのに対し、バルブ101、901ではリーク圧力が0.1(kPa)であることが明らかとなった。

20

【0143】

以上の結果になった理由は、バルブ501では、第1弁筐体191と第1シール材151とダイヤフラム120と第2シール材152と第2弁筐体192とからなる積層体を台Sの上に載置し、6つの第2突出部180の先端部に対して熱カシメを行ったとき、第1弁筐体191における第2突出部180よりも外側の部分が第2弁筐体192側へ反ったためであると考えられる。これにより、バルブ501では、ダイヤフラム120の張力が十分に得られず、即ちバルブ901と同等の圧力損失が発生せず、リーク圧力がバルブ101、901より高くなったと考えられる。

【0144】

30

これに対して、バルブ101では、積層体を台Sの上に載置し、6つの第2突出部180の先端部に対して熱カシメを行ったとき、第1弁筐体191における第2突出部180よりも外側の部分が6つの第1突出部181に接触し、反ることを抑制できたためであると考えられる。これにより、バルブ101では、ダイヤフラム120の張力が十分に得られ、即ちバルブ901と同等の圧力損失が発生し、バルブ101内部からの空気の漏れを抑制することができたと考えられる。

【0145】

したがって、本実施形態のバルブ101によれば、バルブの性能を従来よりも劣化させることなく、バルブ101の製造コストを従来よりも削減できる。

【0146】

40

《その他の実施形態》

なお、前述の実施形態では流体として空気を用いているが、これに限るものではなく、当該流体が、空気以外の気体であっても適用できる。

【0147】

また、前述の実施形態におけるポンプは、ユニモルフ型で屈曲振動するアクチュエータ40を備えるが、振動板の両面に圧電素子を貼着してバイモルフ型で屈曲振動するアクチュエータを備えてもよい。

【0148】

また、前述の実施形態におけるポンプは、圧電素子42の伸縮によって屈曲振動するアクチュエータ40を備えるが、これに限るものではない。例えば、電磁駆動で屈曲振動す

50

るアクチュエータを備えてもよい。

【0149】

また、前述の実施形態において、圧電素子はチタン酸ジルコン酸鉛系セラミックスからなるが、これに限るものではない。例えば、ニオブ酸カリウムナトリウム系及びアルカリニオブ酸系セラミックス等の非鉛系圧電体セラミックスの圧電材料などからなってもよい。

【0150】

また、前述の実施形態において、第1突出部181は第2弁筐体192に設けられているが、これに限るものではない。第1突出部181は第1弁筐体191に設けられていて

10

【0151】

また、前述の実施形態のバルブ101は、第1貫通孔155Aの外周が第1下バルブ室131の外周よりも小さく、第1貫通孔155Bの外周が第2下バルブ室132の外周よりも小さい第2シール材152を有しているが（図1参照）、これに限るものではない。例えば、第1貫通孔155Aの外周が第1下バルブ室131の外周と等しく、第1貫通孔155Bの外周が第2下バルブ室132の外周と等しい第2シール材を有していてもよい。

【0152】

同様に、前述の実施形態のバルブ101は、第2貫通孔156Aの外周が第1上バルブ室133の外周よりも小さく、第2貫通孔156Bの外周が第2上バルブ室134の外周よりも小さい第1シール材151を有しているが（図1参照）、これに限るものではない。例えば、第2貫通孔156Aの外周が第1上バルブ室133の外周と等しく、第2貫通孔156Bの外周が第2上バルブ室134の外周と等しい第1シール材を有していてもよい。

20

【0153】

最後に、上述の実施形態の説明は、すべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上述の実施形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。さらに、本発明の範囲には、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

30

【0154】

S…台

10…圧電ポンプ

40…圧電アクチュエータ

41…振動板

42…圧電素子

43…補強板

45…ポンプ室

51…可撓板

52…吸引孔

40

53A、53B、53C…スペーサ

54…蓋板

55、56…吐出孔

57…固定部

58…可動部

60…振動板ユニット

61…枠板

62…連結部

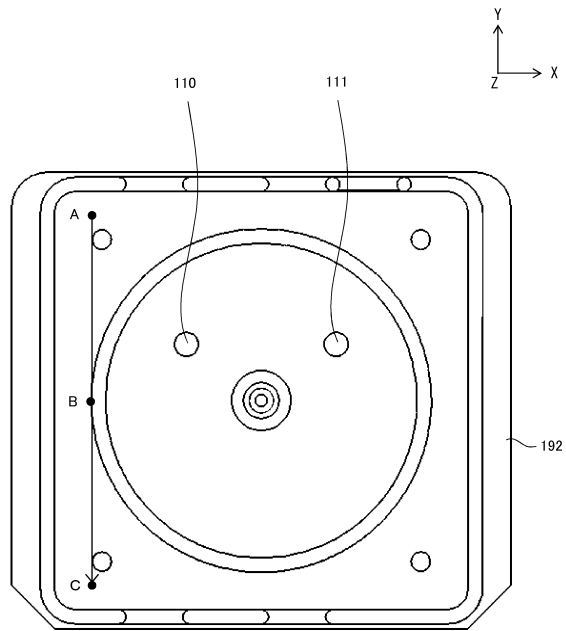
63、72…外部端子

70…電極導通用板

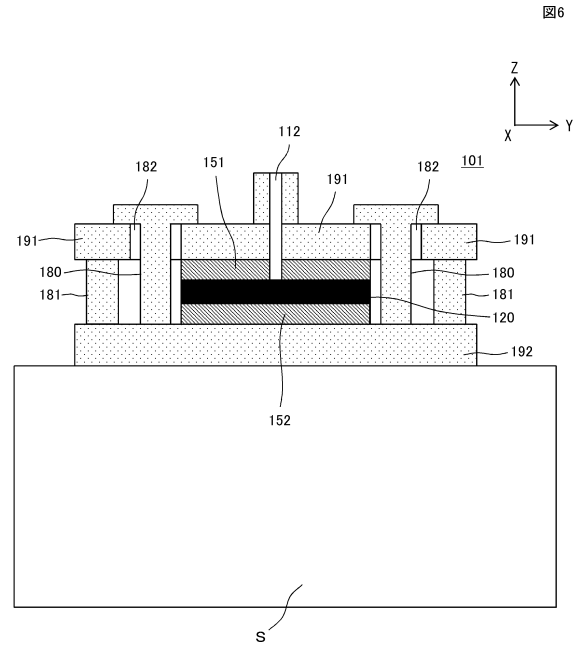
50

7 1 … 枠部位	
7 3 … 内部端子	
8 0 … ポンプ筐体	
9 1 … 基板	
9 2 … 開口部	
1 0 0 … 流体制御装置	
1 0 1 … バルブ	
1 0 6 A … カフ接続口	
1 0 9 … カフ	
1 0 9 A … 腕帯ゴム管	10
1 1 0、1 1 1 … 第 1 通気孔	
1 1 2 … 第 2 通気孔	
1 1 3 … 第 3 通気孔	
1 2 0 … ダイアフラム	
1 2 1 … 孔部	
1 3 1 … 第 1 下バルブ室	
1 3 2 … 第 2 下バルブ室	
1 3 3 … 第 1 上バルブ室	
1 3 4 … 第 2 上バルブ室	
1 3 5 … 連通路	20
1 3 8、1 3 9 … 弁座	
1 4 0 … アクチュエータ	
1 5 1 … 第 1 シール材	
1 5 2 … 第 2 シール材	
1 5 5 A、1 5 5 B … 第 1 貫通孔	
1 5 6 A、1 5 6 B … 第 2 貫通孔	
1 6 0 … 逆止弁	
1 7 0 … 排気弁	
1 8 0 … 第 2 突出部	
1 8 1 … 第 1 突出部	30
1 8 2 … 開口部	
1 9 1 … 第 1 弁筐体	
1 9 2 … 第 2 弁筐体	
5 0 1 … バルブ	
9 0 0 … 流体制御装置	
9 0 1 … バルブ	
9 2 0 … ダイアフラム	
9 5 1 … 第 1 シール材	
9 5 2 … 第 2 シール材	

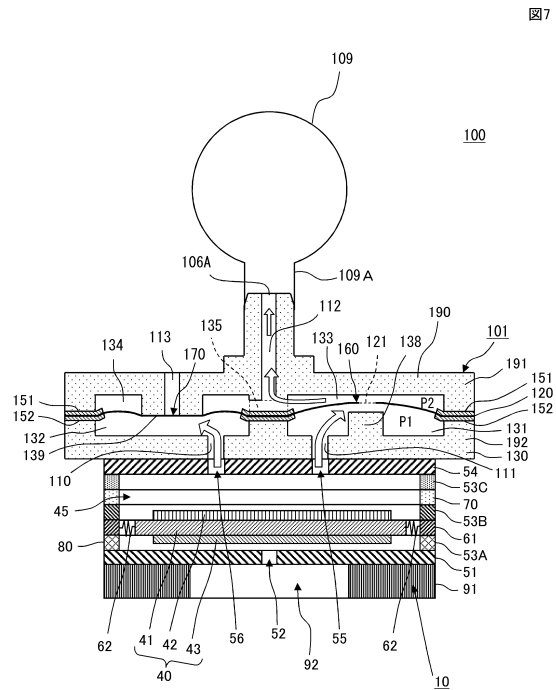
【図 5】



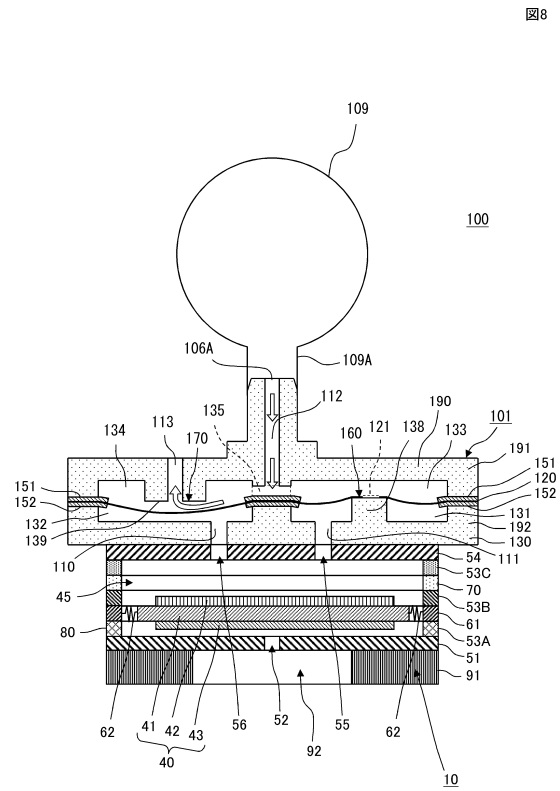
【図 6】



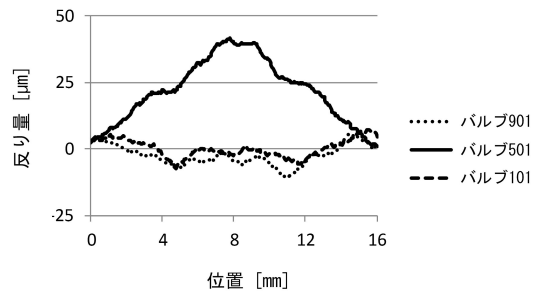
【図 7】



【図 8】



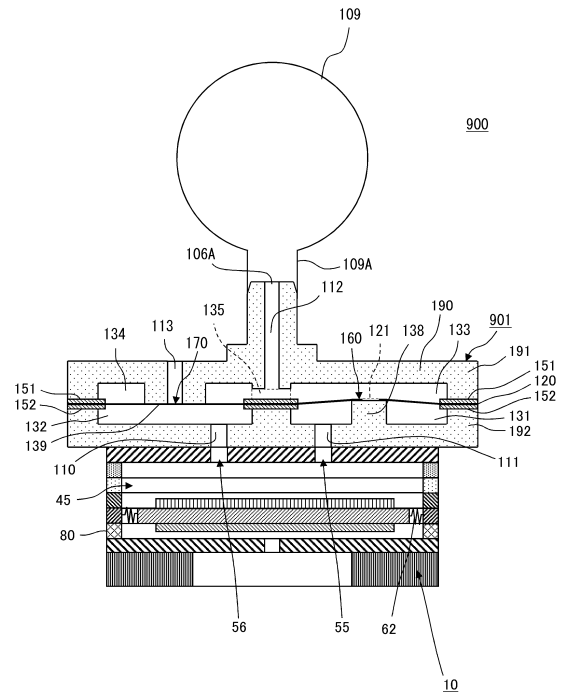
【図 9】



【図 10】

図9

図10



【図 11】

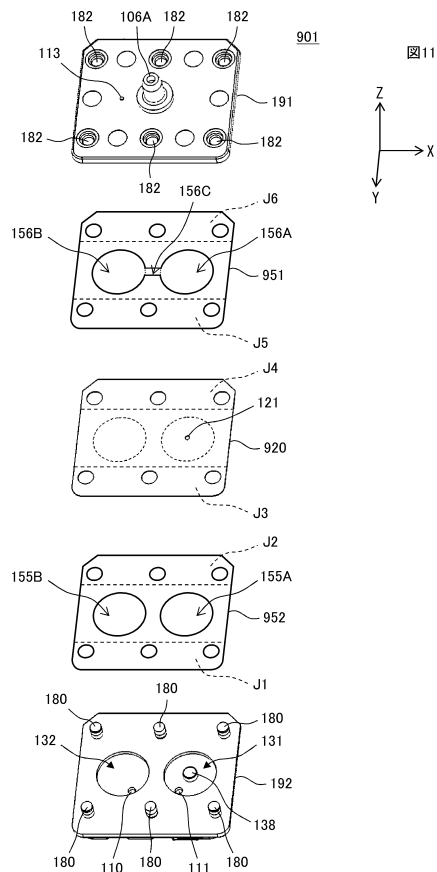
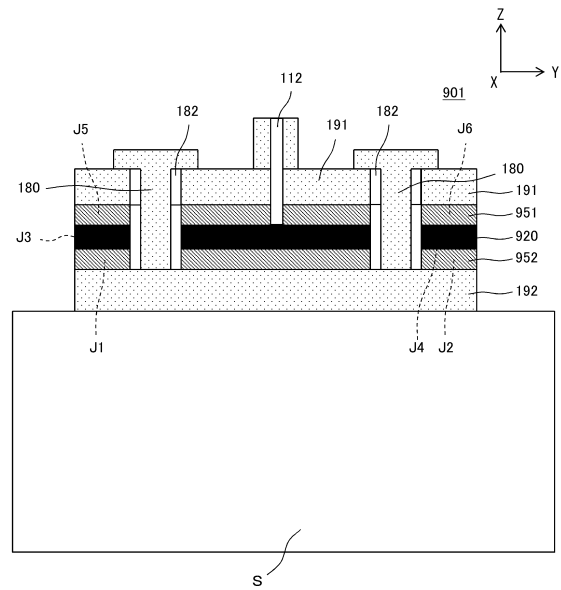


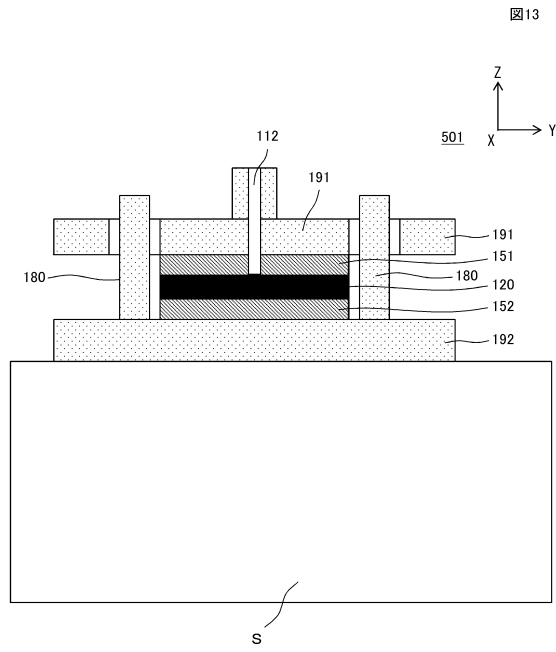
図11

【図 12】

図12



【図 13】



フロントページの続き

審査官 加藤 昌人

- (56)参考文献 特開2007-46721 (JP, A)
実開平1-113158 (JP, U)
実開昭63-193168 (JP, U)
実開平5-75558 (JP, U)
国際公開第2012/141113 (WO, A1)
国際公開第89/005417 (WO, A1)
国際公開第2012/147477 (WO, A1)
国際公開第2010/137578 (WO, A1)
米国特許第6003835 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16K	7/17
A61B	5/0235
F16K	15/00-15/20
F16K	27/00-27/12