

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6394706号
(P6394706)

(45) 発行日 平成30年9月26日(2018.9.26)

(24) 登録日 平成30年9月7日(2018.9.7)

(51) Int.Cl.	F I	
A 6 1 B 5/0235 (2006.01)	A 6 1 B 5/0235	
A 6 1 B 5/0225 (2006.01)	A 6 1 B 5/0225	A
F 1 6 K 7/17 (2006.01)	F 1 6 K 7/17	C
F 1 6 K 31/126 (2006.01)	F 1 6 K 31/126	Z
F 1 6 K 15/14 (2006.01)	F 1 6 K 15/14	D
請求項の数 5 (全 26 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-555159 (P2016-555159)
 (86) (22) 出願日 平成27年10月5日(2015.10.5)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2015/078139
 (87) 国際公開番号 W02016/063710
 (87) 国際公開日 平成28年4月28日(2016.4.28)
 審査請求日 平成29年2月16日(2017.2.16)
 (31) 優先権主張番号 特願2014-214553 (P2014-214553)
 (32) 優先日 平成26年10月21日(2014.10.21)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000006231
 株式会社村田製作所
 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
 (74) 代理人 110000970
 特許業務法人 楓国際特許事務所
 (72) 発明者 川村 憲一郎
 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
 審査官 亀澤 智博

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バルブ、流体制御装置および血圧計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1通気孔と、流体を貯蔵する容器と連通する第2通気孔と、第3通気孔と、第1の弁座と、前記第3通気孔の周囲から突出する第2の弁座と、を有する弁筐体と、

開口部を有し、前記弁筐体に固定されているダイヤフラムと、を備え、

前記ダイヤフラムは、前記第1通気孔に連通する第1バルブ室と、前記第2通気孔および前記第3通気孔に連通する第2バルブ室とを前記弁筐体とともに形成し、

前記ダイヤフラムは、前記第1バルブ室の圧力と前記第2バルブ室の圧力とが等しいとき、前記第2の弁座から離間し、与圧をかけた状態で前記開口部の周囲が前記第1の弁座に接触するように配置され、

前記ダイヤフラムは、前記第1バルブ室の圧力が前記第2バルブ室の圧力より高く前記与圧未満になったとき、前記第2の弁座と接触して前記第3通気孔を閉塞し、前記第1バルブ室の圧力が前記与圧以上になったとき、前記第1の弁座から離間する、バルブ。

【請求項2】

前記ダイヤフラムは、前記第1バルブ室の圧力が前記第2バルブ室の圧力以下になったとき、前記第2の弁座から離間して前記第3通気孔を開放し、前記第1の弁座に接触する、請求項1に記載のバルブ。

【請求項3】

前記ダイヤフラムのヤング率をEとし、前記ダイヤフラムのポアソン比をνとし、前記ダイヤフラムにおいて前記第1バルブ室の圧力を受ける部分の半径をaとし、前記ダイヤ

フラムの厚みを t とし、前記ダイヤフラムの中心軸から前記第 3 通気孔の外周のうち最も遠い外周点までの距離を r とし、前記与圧を P_3 とし、前記ダイヤフラムにおける前記外周点軸上の地点から前記第 2 の弁座までの距離を y としたとき、

$y < 3 / 16 \times ((1 - v^2) / (E \times t^3)) \times P_3 \times (r^2 - a^2)^2$ の関係を満たす、請求項 1 又は 2 に記載のバルブ。

【請求項 4】

吐出孔を有するポンプと、

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のバルブと、

前記容器と、を備え、

前記バルブの前記第 1 通気孔は、前記ポンプの前記吐出孔に接続され、

前記バルブの前記第 2 通気孔は、前記容器に接続される、流体制御装置。

10

【請求項 5】

請求項 4 に記載の流体制御装置を備える血圧計。

【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、および当該流体制御装置を備える血圧計に関する。

【背景技術】

【0002】

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。

20

【0003】

図 17 は、特許文献 1 に係る流体制御装置 900 の要部の断面図である。流体制御装置 900 は、圧電ポンプ 10 とバルブ 901 とカフ 109 とを備える。

【0004】

流体制御装置 900 は、被検者の血圧を測定する装置である。圧電ポンプ 10 の上面がバルブ 901 の底面に接合されることにより、バルブ 901 が圧電ポンプ 10 に接続される。そして、バルブ 901 のカフ接続口 106A には、カフ 109 が接続されている。カフ 109 は、空気を貯蔵できる可撓性の容器である。圧電ポンプ 10 の詳細は、後述する。

30

【0005】

バルブ 901 は、図 17 に示すように、第 1 弁筐体 991 と、長形状の薄膜からなるダイヤフラム 920 と、第 2 弁筐体 992 とを備えている。

【0006】

第 1 弁筐体 991 は、圧電ポンプ 10 の吐出孔 56 に連通する第 1 通気孔 910 と、圧電ポンプ 10 の吐出孔 55 に連通する第 1 通気孔 911 と、ダイヤフラム 920 側へ突出した円柱状の弁座 938 と、を有する。

【0007】

第 2 弁筐体 992 は、カフ 109 に連通する第 2 通気孔 912 と、流体制御装置 900 外部に連通する第 3 通気孔 913 と、第 3 通気孔 913 の周囲からダイヤフラム 920 側へ突出した弁座 939 と、を有する。弁座 939 は中央部に第 3 通気孔 913 を有する円筒形状である。

40

【0008】

ダイヤフラム 920 には、弁座 938 に対向する領域の中心部に円形の開口部 921 が設けられている。ダイヤフラム 920 は、ダイヤフラム 920 の一部が弁座 939 を与圧して接触し、ダイヤフラム 920 における開口部 921 の周囲が弁座 938 を与圧して接触するよう、第 2 弁筐体 992 および第 1 弁筐体 991 に挟持（固定）されている。

【0009】

これにより、ダイヤフラム 920 は、第 2 弁筐体 992 及び第 1 弁筐体 991 内を分割する。ダイヤフラム 920 は、第 1 通気孔 911 に連通する下バルブ室 931 と、連通路

50

135を介して第2通気孔912に連通する上バルブ室933とを、第2弁筐体992及び第1弁筐体991とともに構成する。

【0010】

また、ダイヤフラム920は、第1通気孔910に連通する下バルブ室932と、連通路135を介して上バルブ室933に連通する上バルブ室934とを、第2弁筐体992及び第1弁筐体991とともに構成する。

【0011】

次に、血圧測定時における流体制御装置900の動作について説明する。

【0012】

図18は、図17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900の空気の流れを示す説明図である。図19は、図17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900の空気の流れを示す説明図である。図20は、図17に示すバルブ901に備えられる上バルブ室934の圧力変化と下バルブ室932の圧力変化とを示す図である。

10

【0013】

流体制御装置900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901の下バルブ室932、931の両方に流入する。

【0014】

20

これにより、排気弁170では、下バルブ室932の圧力P2が上バルブ室934の圧力P1より高くなる(図20参照)。このため、図18に示すように、ダイヤフラム920が第3通気孔913をシールして第2通気孔912と第3通気孔913との連通を遮断する。

【0015】

また、逆止弁160では、下バルブ室931の圧力P2が上バルブ室933の圧力P1より高くなる(図20参照)。このため、ダイヤフラム920における開口部921の周囲が弁座938から離間し、第1通気孔911と第2通気孔912とが開口部921を介して連通する。

【0016】

30

この結果、空気が圧電ポンプ10からバルブ901の第1通気孔911と、開口部921と、第2通気孔912と、を經由してカフ109へ送出され(図6参照)、カフ109内の圧力(空気圧)が高まる。

【0017】

次に、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900の空気の流れを説明する。

【0018】

血圧の測定が終了すると、流体制御装置900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と下バルブ室931と下バルブ室932の空気は、圧電ポンプ10の吸引孔52および開口部92から流体制御装置900の外部へ速やかに排気される。また、上バルブ室933と上バルブ室934には、カフ109の圧力が第2通気孔912から加わる。

40

【0019】

この結果、逆止弁160では、下バルブ室932の圧力P2が上バルブ室934の圧力P1より低下する。ダイヤフラム920は、弁座938に当接して開口部921をシールする。

【0020】

また、排気弁170では、下バルブ室932の圧力P2が上バルブ室934の圧力P1より低下する。ダイヤフラム920は、弁座939から離間して第3通気孔913を開放する。

50

【0021】

即ち、バルブ901では、第2通気孔912と第3通気孔913とが連通路135及び上バルブ室934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912、連通路135及び上バルブ室934を経由して第3通気孔913から急速に排気される(図19参照)。

【0022】

従って、この特許文献1のバルブ901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(図20参照)。これにより、カフ109が急速に萎むため、次の回の血圧の測定をすぐに開始できる状態となる。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0023】

【特許文献1】国際公開第2013/157304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】

【0024】

本願発明者は、特許文献1のバルブ901において血圧を測定する際に、より精度を高くするため、以下のような検討を行った。

【0025】

図17に示すように、ダイヤフラム920と弁座939とは離れておらず、ダイヤフラム920は弁座939に接触(与圧)している。そのため、ダイヤフラム920が弁座939から離間するために、与圧以上の開弁圧P5が必要になる。

20

【0026】

よって、図20に示すように、圧電ポンプ10が駆動を停止した後、カフ109から空気が排気され、上バルブ室934の圧力P1が開弁圧P5と等しくなったとき、開いていたダイヤフラム920が弁座939の第3通気孔913を閉塞してしまう。

【0027】

すなわち、カフ109内の空気が完全に排気される前に(具体的にはカフ109内の圧力が大気圧と等しくなる前に)、ダイヤフラム920が弁座939の第3通気孔913を閉塞してしまう。この結果、カフ109内および上バルブ室934の圧力は開弁圧P5のまま残る。

30

【0028】

よって、特許文献1のバルブ901では、次の回の血圧を測定する際、カフ109内に残る圧力分の誤差が生じる。したがって、特許文献1のバルブ901では、血圧を測定する際、その誤差を毎回修正する必要がある。

【0029】

本発明の目的は、容器内に圧縮気体を充填でき、容器内の圧力が大気圧になるまで容器内から気体を排気することができるバルブ、流体制御装置、及び血圧計を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

40

【0030】

本発明のバルブは、弁筐体と、ダイヤフラムと、を備える。弁筐体は、第1通気孔と、第2通気孔と、第3通気孔と、第1の弁座と、第3通気孔の周囲から突出する第2の弁座と、を有する。

【0031】

ダイヤフラムは、開口部を有し、与圧をかけた状態で開口部の周囲が第1の弁座に接触し、第2の弁座と離間するよう、弁筐体に固定されている。ダイヤフラムは、第1通気孔に連通する第1バルブ室と、第2通気孔および第3通気孔に連通する第2バルブ室とを弁筐体とともに形成する。

【0032】

50

さらに、ダイヤフラムは、第1バルブ室の圧力が第2バルブ室の圧力より高く与圧未満になったとき、第2の弁座と接触して第3通気孔を閉塞し、第1バルブ室の圧力が与圧以上になったとき、第1の弁座から離間する。

【0033】

この構成では、例えば、バルブの第1通気孔は、ポンプの吐出孔に接続され、バルブの第2通気孔は、容器に接続され、バルブの第3通気孔は、大気開放される。

【0034】

この構成において、ポンプが駆動を開始すると、気体がポンプの吐出孔から第1通気孔を介して第1バルブ室へ流入する。これにより、第1バルブ室の圧力は、徐々に高まって行く。第1バルブ室の圧力は、第2バルブ室の圧力より高く与圧未満になってから、与圧

10

【0035】

そのため、この構成では、ダイヤフラムは、第3通気孔を閉塞した後、第1の弁座から離間する。これにより、第1バルブ室へ流入した気体は、開口部を介して第2バルブ室へ流入し、第2通気孔を介して容器内に流入する。この結果、圧縮気体が容器内に充填される。

【0036】

次に、ポンプが駆動を停止し、第1バルブ室の圧力が第2バルブ室の圧力以下になったとき、ダイヤフラムは、元の状態に戻る。すなわち、ダイヤフラムは、第1の弁座に接触し、第2の弁座と離間する。この結果、容器内に充填された圧縮気体は、第2通気孔および第3通気孔を介して急速に排気される。

20

【0037】

このとき、ダイヤフラムは、第2の弁座から離間するよう弁筐体に固定されているため、第3通気孔を閉塞しない。すなわち、この構成のバルブは、第2通気孔および第3通気孔が連通した状態を維持する。そのため、この構成のバルブでは、容器内の圧力が大気圧になるまで容器内の気体が完全に排気される。

【0038】

したがって、この構成のバルブによれば、容器内に圧縮気体を充填でき、容器内の圧力が大気圧になるまで容器内から気体を排気することができる。

【0039】

なお、ダイヤフラムのヤング率をEとし、ダイヤフラムのポアソン比を ν とし、ダイヤフラムにおいて第1バルブ室の圧力を受ける部分の半径をaとし、ダイヤフラムの厚みをtとし、ダイヤフラムの中心軸から第3通気孔の外周のうち最も遠い外周点までの距離をrとし、圧力差Pがかかった時のダイヤフラムにおける外周点軸上の地点の膨らみ量をwとしたとき、 $w = 3 / 16 \times ((1 - \nu^2) / (E \times t^3)) \times P \times (r^2 - a^2)^2$ の関係を満たす。

30

【0040】

本発明のバルブは、与圧をP3とし、ダイヤフラムにおける外周点軸上の地点から第2の弁座までの距離をyとしたとき、 $y < 3 / 16 \times ((1 - \nu^2) / (E \times t^3)) \times P3 \times (r^2 - a^2)^2$ の関係を満たすことが好ましい。

40

【0041】

この関係を満たすとき、ダイヤフラムは、第1バルブ室の圧力が第2バルブ室の圧力より高く与圧未満になったとき、第2の弁座と接触して第3通気孔を閉塞し、第1バルブ室の圧力が与圧以上になったとき、第1の弁座から離間する。

【0042】

また、本発明の流体制御装置は、吐出孔を有するポンプと、バルブと、流体を貯蔵する容器と、を備えている。バルブの第1通気孔は、ポンプの吐出孔に接続され、バルブの第2通気孔は、容器に接続される。

【0043】

ここで、ダイヤフラムが第2の弁座から離れる排気時に、ダイヤフラムの振動が排気音

50

として生じる。第2の弁座の開弁圧が高い程（即ちダイヤフラムの張力が高い程）、ダイヤフラムの振動が大きくなり、大きな排気音が生じる。

【0044】

この構成のバルブでは、第2の弁座の開弁圧がゼロである。そのため、この構成のバルブは、排気時の排気音を抑制することができる。

【0045】

また、本発明の血圧計は、本発明の流体制御装置を備える。

【0046】

この構成により、本発明のバルブを備える流体制御装置および血圧計も同様の効果を奏する。

10

【発明の効果】

【0047】

本発明によれば、容器内に圧縮気体を充填でき、容器内の圧力が大気圧になるまで容器内から気体を排気することができる。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】本発明の第1実施形態に係る血圧計装置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。

20

【図5】図1に示す圧電ポンプ10が駆動を開始した直後における、血圧計装置100の空気の流れを示す説明図である。

【図6】図1に示す圧電ポンプ10が駆動している間における血圧計装置100の空気の流れを示す説明図である。

【図7】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、血圧計装置100の空気の流れを示す説明図である。

【図8】図1に示すバルブ101に備えられる上バルブ室134の圧力変化と下バルブ室132の圧力変化とを示す図である。

【図9】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、バルブ101の上バルブ室134の圧力変化と、特許文献1に係るバルブ901の上バルブ室934の圧力変化とを示す図である。

30

【図10】図9に示すグラフの一部を拡大した図である。

【図11】本発明の第2実施形態に係る血圧計装置200の要部の断面図である。

【図12】本発明の第3実施形態に係る血圧計装置300の要部の断面図である。

【図13】本発明の第4実施形態に係る血圧計装置400に含まれるバルブ401の外観斜視図である。

【図14】図13に示す第2弁筐体492の正面図である。

【図15】図14に示すS-S線の断面図である。

【図16】図14に示すT-T線の断面図である。

【図17】特許文献1に係る流体制御装置900の要部の断面図である。

40

【図18】図17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900の空気の流れを示す説明図である。

【図19】図17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900の空気の流れを示す説明図である。

【図20】図17に示すバルブ901に備えられる上バルブ室934の圧力変化と下バルブ室932の圧力変化とを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0049】

以下、本発明の第1実施形態に係る血圧計装置100について説明する。

【0050】

50

図1は、本発明の第1実施形態に係る血圧計装置100の要部の断面図である。血圧計装置100は、圧電ポンプ10とバルブ101とカフ109とを備える。血圧計装置100は、被検者の血圧を測定する装置である。圧電ポンプ10の上面がバルブ101の底面に接合されることにより、バルブ101が圧電ポンプ10に接続されている。

【0051】

バルブ101には、カフ109の腕帯ゴム管109Aに連通させるカフ接続口106Aが設けられている。カフ109の腕帯ゴム管109Aがバルブ101のカフ接続口106Aに装着されることにより、血圧計装置100がカフ109に接続される。カフ109は、空気を貯蔵できる可撓性の容器である。

【0052】

なお、カフ109が本発明の「容器」の一例に相当する。

【0053】

ここで、圧電ポンプ10とバルブ101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10の構造について詳述する。

【0054】

図2は、図1に示す圧電ポンプ10の分解斜視図である。圧電ポンプ10は、基板91、可撓板51、スペーサ53A、補強板43、振動板ユニット60、圧電素子42、スペーサ53B、電極導通用板70、スペーサ53C及び蓋板54を備え、これらが順に積層された構造を有する。

【0055】

なお、基板91、可撓板51、スペーサ53A、振動板ユニット60の一部、スペーサ53B、電極導通用板70、スペーサ53C及び蓋板54は、ポンプ筐体80を構成している。そして、ポンプ筐体80の内部空間がポンプ室45に相当する。

【0056】

振動板ユニット60は、振動板41、枠板61、連結部62及び外部端子63によって構成される。振動板ユニット60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。

【0057】

振動板41の周囲には枠板61が設けられている。枠板61には電氣的に接続するための外部端子63が設けられている。振動板41は枠板61に対して連結部62で連結されている。連結部62は例えば細い円環状に形成されている。連結部62は、小さなバネ定数の弾性を持つ弾性構造を有している。

【0058】

したがって振動板41は二つの連結部62で枠板61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41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40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。

【0059】

なお、図2に示した例では、連結部62が二箇所設けられているが、三箇所以上に設けられていてもよい。連結部62は、圧電アクチュエータ40の振動を妨げるものではないが、圧電アクチュエータ40の振動に多少の影響を与える。そのため、例えば連結部62が三箇所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42の割れを防止することもできる。

【0060】

円板状の振動板41の上面には圧電素子42が設けられている。振動板41の下面には補強板43が設けられている。振動板41と圧電素子42と補強板43とによって円板状の圧電アクチュエータ40が構成される。圧電素子42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。

【0061】

ここで、振動板41を圧電素子42および補強板43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40全体が

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 6 2 】

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。

【 0 0 6 3 】

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にすることで線膨張係数が調整されている。

10

【 0 0 6 4 】

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。

【 0 0 6 5 】

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。

【 0 0 6 6 】

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。

20

【 0 0 6 7 】

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。

【 0 0 6 8 】

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。

30

【 0 0 6 9 】

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。

【 0 0 7 0 】

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 μ m 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。

40

【 0 0 7 1 】

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 の中心には吸引孔 5 2 が設けられている。

【 0 0 7 2 】

可撓板 5 1 の下面には、基板 9 1 が設けられている。基板 9 1 の中央部には円柱形の開口部 9 2 が形成されている。可撓板 5 1 は、基板 9 1 に固定された固定部 5 7 と、固定部 5 7 より中心側に位置し、開口部 9 2 に面する可動部 5 8 と、を有する。

【 0 0 7 3 】

可動部 5 8 は、圧電アクチュエータ 4 0 の振動に伴う空気の圧力変動により、圧電アク

50

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。

【0074】

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。

【0075】

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。

【0076】

これにより、圧電ポンプ10は、開口部92及び吸引孔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。

【0077】

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。

【0078】

次に、図1、図3、図4を用いてバルブ101の構造について詳述する。

【0079】

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と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と接合する底面側から見た分解斜視図である。

【0080】

ここで、図3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。

【0081】

なお、本発明の「第1バルブ室」の一例が下バルブ室131及び下バルブ室132に相当する。また、本発明の「第2バルブ室」の一例が上バルブ室133及び上バルブ室134に相当する。また、本発明の「第1の弁座」の一例が弁座138に相当する。また、本発明の「第2の弁座」の一例が弁座139に相当する。

【0082】

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

【0083】

第2弁筐体192は、図1、図3、図4に示すように、カフ109の内部空間に連通する第2通気孔112と、血圧計装置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2弁筐体192は、例えば樹脂からなる。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。

【0084】

第2弁筐体192の6つの開口部182は、Z軸方向から平面視して後述する下バルブ室131及び下バルブ室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。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 5 】

他の3つの開口部182は、下バルブ室131及び下バルブ室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。

【 0 0 8 6 】

第1弁筐体191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1弁筐体191は、図1、図3、図4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側へ突出した弁座138と、6つの開口部182に対向する6つの第1突出部180と、を有する。

10

【 0 0 8 7 】

第1弁筐体191は、例えば樹脂からなる。弁座138は、円柱形状である。第1弁筐体191の6つの第1突出部180は、Z軸方向から平面視して後述する上バルブ室133及び上バルブ室134よりも周縁側に設けられている。

【 0 0 8 8 】

さらに、第1弁筐体191は、Z軸方向から平面視して6つの第1突出部180より周縁側に6つの第2突出部181を有する。

【 0 0 8 9 】

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

20

【 0 0 9 0 】

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開口部121が設けられている。開口部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。

【 0 0 9 1 】

ダイヤフラム120の外周は、第2弁筐体192と第1弁筐体191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。

【 0 0 9 2 】

ダイヤフラム120は、6つの第1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2シール材152および第1シール材151を介して第2弁筐体192および第1弁筐体191に挟持されている。

30

【 0 0 9 3 】

すなわち、ダイヤフラム120は、弁座139と離間し、ダイヤフラム120における開口部121の周囲が弁座138を与圧して接触するよう、第2弁筐体192および第1弁筐体191に固定されている。

【 0 0 9 4 】

これにより、ダイヤフラム120は、Z軸方向から平面視して第2弁筐体192における6つの開口部182より内側の領域とZ軸方向から平面視して第1弁筐体191における6つの第1突出部180より内側の領域とを覆う。

40

【 0 0 9 5 】

また、ダイヤフラム120は、第2弁筐体192及び第1弁筐体191内を分割する。これにより、ダイヤフラム120は、第1通気孔111に連通する円環状の下バルブ室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上バルブ室133とを、第2弁筐体192及び第1弁筐体191とともに構成する。

【 0 0 9 6 】

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下バルブ室132と、連通路135を介して上バルブ室133に連通する円環状の上バルブ室134とを、第2弁筐体192及び第1弁筐体191とともに構成する。

50

【 0 0 9 7 】

また、ダイヤフラム 1 2 0 は、逆止弁 1 6 0 を、第 2 弁筐体 1 9 2 及び第 1 弁筐体 1 9 1 とともに構成する。また、ダイヤフラム 1 2 0 は、排気弁 1 7 0 を、第 2 弁筐体 1 9 2 及び第 1 弁筐体 1 9 1 とともに構成する。

【 0 0 9 8 】

なお、逆止弁 1 6 0 と連通路 1 3 5 と排気弁 1 7 0 とは、X 軸方向に沿って設けられている。

【 0 0 9 9 】

第 2 シール材 1 5 2 には、上バルブ室 1 3 3、連通路 1 3 5 及び上バルブ室 1 3 4 に面する領域に第 2 貫通孔 1 5 6 A ~ 1 5 6 C が設けられている。第 2 貫通孔 1 5 6 A は、例えば上バルブ室 1 3 3 と中心軸を略同じとする円形状である。第 2 貫通孔 1 5 6 B は、例えば上バルブ室 1 3 4 と中心軸を略同じとする円形状である。

10

【 0 1 0 0 】

第 2 貫通孔 1 5 6 A、1 5 6 B のそれぞれの直径は例えば 6 . 6 mm である。即ち、第 2 シール材 1 5 2 の外周は、第 2 弁筐体 1 9 2 と第 1 弁筐体 1 9 1 のそれぞれの外周より小さい。第 2 シール材 1 5 2 は、例えば両面テープや接着剤からなる。

【 0 1 0 1 】

次に、第 1 シール材 1 5 1 には、下バルブ室 1 3 1 及び下バルブ室 1 3 2 に面する領域に第 1 貫通孔 1 5 5 A ~ 1 5 5 C が設けられている。第 1 貫通孔 1 5 5 A は、例えば下バルブ室 1 3 1 と中心軸を略同じとする円形状である。第 1 貫通孔 1 5 5 B は、例えば下バルブ室 1 3 2 と中心軸を略同じとする円形状である。

20

【 0 1 0 2 】

第 1 貫通孔 1 5 5 A、1 5 5 B のそれぞれの直径は例えば 6 . 6 mm である。即ち、第 1 シール材 1 5 1 の外周は、第 2 弁筐体 1 9 2 と第 1 弁筐体 1 9 1 のそれぞれの外周より小さい。第 1 シール材 1 5 1 は、例えば両面テープや接着剤からなる。

【 0 1 0 3 】

第 1 貫通孔 1 5 5 A の直径は、弁座 1 3 8 の直径よりも大きく、下バルブ室 1 3 1 の直径よりも小さい。すなわち、第 1 貫通孔 1 5 5 A の外周は、弁座 1 3 8 の外周よりも大きく、下バルブ室 1 3 1 の外周よりも小さい。

【 0 1 0 4 】

同様に、第 1 貫通孔 1 5 5 B の直径は、下バルブ室 1 3 2 の直径よりも小さい。すなわち、第 1 貫通孔 1 5 5 B の外周は、下バルブ室 1 3 2 の外周よりも小さい。

30

【 0 1 0 5 】

以上より、バルブ 1 0 1 では、上バルブ室 1 3 3 及び上バルブ室 1 3 4 内に第 2 シール材 1 5 2 の一部が位置する。同様に、下バルブ室 1 3 1 及び下バルブ室 1 3 2 内に第 1 シール材 1 5 1 の一部が位置する。

【 0 1 0 6 】

次に、逆止弁 1 6 0 は、第 1 通気孔 1 1 1 を備える第 1 弁筐体 1 9 1 の一部と、第 2 通気孔 1 1 2 を備える第 2 弁筐体 1 9 2 の一部と、ダイヤフラム 1 2 0 における開口部 1 2 1 の周囲と、ダイヤフラム 1 2 0 側へ突出する弁座 1 3 8 と、によって構成されている。逆止弁 1 6 0 は、下バルブ室 1 3 1 側から上バルブ室 1 3 3 側への流体の流れを許可し、上バルブ室 1 3 3 側から下バルブ室 1 3 1 側への流体の流れを遮断する。

40

【 0 1 0 7 】

逆止弁 1 6 0 では、ダイヤフラム 1 2 0 における開口部 1 2 1 の周囲が弁座 1 3 8 に接触することによる与圧と下バルブ室 1 3 1 の圧力と上バルブ室 1 3 3 の圧力とによって、ダイヤフラム 1 2 0 における開口部 1 2 1 の周囲が弁座 1 3 8 に対して接触または離間する。

【 0 1 0 8 】

次に、排気弁 1 7 0 は、第 1 通気孔 1 1 0 を備える第 1 弁筐体 1 9 1 の一部と、第 2 通気孔 1 1 2 及び第 3 通気孔 1 1 3 を備える第 2 弁筐体 1 9 2 の一部と、ダイヤフラム 1 2

50

0の一部と、第3通気孔113の周囲からダイヤフラム120側へ突出する弁座139と、によって構成されている。

【0109】

排気弁170では、下バルブ室132と上バルブ室134との圧力差によってダイヤフラム120の一部が弁座139に対して接触または離間する。

【0110】

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（特に開口部121付近の周囲）に張力が均等にかかる。

【0111】

このため、ダイヤフラム120の開口部121が弁座138、139に対して傾いた状態で接触したり、ダイヤフラム120の開口部121が弁座138、139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。

【0112】

なお、図1に示すように、ダイヤフラム120のヤング率をEとし、ダイヤフラム120のポアソン比を ν とし、ダイヤフラム120において下バルブ室132の圧力を受ける部分の半径をaとし、ダイヤフラム120の厚みをtとし、ダイヤフラム120の中心軸Cから第3通気孔113の外周のうち最も遠い外周点までの距離をrとし、圧力差Pがかかった時のダイヤフラム120における前記外周点軸上の地点Sの膨らみ量をwとしたとき、 $w = 3 / 16 \times ((1 - \nu^2) / (E \times t^3)) \times P \times (r^2 - a^2)^2$ の関係を満たす（参考文献：井上達雄著、『弾性力学の基礎』、日刊工業新聞社、1979年3月発行）。

【0113】

このとき、バルブ101は、与圧をP3とし、ダイヤフラム120における前記外周点軸上の地点Sから弁座139までの距離をyとしたとき、 $y < 3 / 16 \times ((1 - \nu^2) / (E \times t^3)) \times P3 \times (r^2 - a^2)^2$ の関係を満たす。

【0114】

なお、ダイヤフラム120における地点Sが弁座139に接触することで、第3通気孔113は、ダイヤフラム120によって完全に閉塞される。

【0115】

ここで、バルブ101では、図1に示すように、弁座138がダイヤフラム120を押し込む長さAが、ダイヤフラム120における前記外周点軸上の地点Sから弁座139までの長さyより長い。これにより、バルブ101は、 $y < 3 / 16 \times ((1 - \nu^2) / (E \times t^3)) \times P3 \times (r^2 - a^2)^2$ の関係を満たしている。

【0116】

そのため、バルブ101は、血圧測定時において、図1、図5～図7に示す空気の流れ及び図8に示す圧力変化を実現することができる。

【0117】

図5は、図1に示す圧電ポンプ10が駆動を開始した直後における、血圧計装置100の空気の流れを示す説明図である。図6は、図1に示す圧電ポンプ10が駆動している間における血圧計装置100の空気の流れを示す説明図である。図7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、血圧計装置100の空気の流れを示す説明図である。図8は、図1に示すバルブ101に備えられる上バルブ室134の圧力変化と下バルブ室132の圧力変化とを示す図である。

【0118】

なお、図8では、血圧の測定を2回行う様子がグラフで示されている。図8のTaは、圧電ポンプ10が1回目の駆動を開始してから、下バルブ室132の圧力P2が与圧P3以上になるまで（すなわち、逆止弁160が開くまで）の時間を示している。図8のTbは、圧電ポンプ10が2回目の駆動を開始してから、下バルブ室132の圧力P2が与

10

20

30

40

50

P 3 以上になるまで（すなわち、逆止弁 1 6 0 が開くまで）の時間を示している。

【 0 1 1 9 】

まず、圧電ポンプ 1 0 が駆動を開始した直後における、血圧計装置 1 0 0 の空気の流れについて、図 5、図 8 を用いて説明する。

【 0 1 2 0 】

血圧計装置 1 0 0 は、血圧の測定を開始するとき、圧電ポンプ 1 0 を駆動する。圧電ポンプ 1 0 が駆動すると、まず空気が開口部 9 2 及び吸引孔 5 2 から圧電ポンプ 1 0 内のポンプ室 4 5 に流入する。次に、空気が吐出孔 5 5、5 6 から吐出され、バルブ 1 0 1 の下バルブ室 1 3 2 及び下バルブ室 1 3 1 の両方に流入する。

【 0 1 2 1 】

これにより、排気弁 1 7 0 では、下バルブ室 1 3 2 の圧力 P 2 が上バルブ室 1 3 4 の圧力 P 1 より高く与圧 P 3 未満になったとき（詳述すると、下バルブ室 1 3 2 の圧力 P 2 が図 8 に示す閉弁圧 P 4 以上与圧 P 3 未満になったとき）、図 5 に示すように、ダイヤフラム 1 2 0 が弁座 1 3 9 に接触する。

【 0 1 2 2 】

これにより、排気弁 1 7 0 では、ダイヤフラム 1 2 0 が第 3 通気孔 1 1 3 を塞ぎ、第 2 通気孔 1 1 2 と第 3 通気孔 1 1 3 とが連通しなくなる。すなわち、排気弁 1 7 0 が閉じる。

【 0 1 2 3 】

次に、圧電ポンプ 1 0 が駆動している間における血圧計装置 1 0 0 の空気の流れについて、図 6、図 8 を用いて説明する。

【 0 1 2 4 】

排気弁 1 7 0 が閉じた後、下バルブ室 1 3 2 の圧力 P 2 が与圧 P 3 以上になったとき（図 8 参照）、逆止弁 1 6 0 では、図 6 に示すように、ダイヤフラム 1 2 0 における開口部 1 2 1 の周囲が弁座 1 3 8 から離間する。これにより、第 1 通気孔 1 1 1 と第 2 通気孔 1 1 2 とが開口部 1 2 1 を介して連通する。すなわち、逆止弁 1 6 0 が開く。

【 0 1 2 5 】

この結果、空気が圧電ポンプ 1 0 からバルブ 1 0 1 の第 1 通気孔 1 1 1 と、開口部 1 2 1 と、第 2 通気孔 1 1 2 と、を經由してカフ 1 0 9 へ送出され（図 6 参照）、カフ 1 0 9 内の圧力（空気圧）が高まる。

【 0 1 2 6 】

なお、ダイヤフラム 1 2 0 は、ダイヤフラム 1 2 0 の開口部 1 2 1 の周囲が弁座 1 3 8 に接触するよう第 2 弁筐体 1 9 2 及び第 1 弁筐体 1 9 1 に固定されている。そして、この弁座 1 3 8 は、ダイヤフラム 1 2 0 における開口部 1 2 1 の周囲を与圧している。

【 0 1 2 7 】

これにより、バルブ 1 0 1 の第 1 通気孔 1 1 1 を經由して開口部 1 2 1 から流出する空気は、圧電ポンプ 1 0 の吐出圧力より若干低い圧力となって、開口部 1 2 1 から上バルブ室 1 3 3 及び上バルブ室 1 3 4 に流入する。一方、下バルブ室 1 3 2 には圧電ポンプ 1 0 の吐出圧力が加わる。

【 0 1 2 8 】

この結果、バルブ 1 0 1 では、図 8 に示すように、下バルブ室 1 3 2 の圧力 P 2 が上バルブ室 1 3 4 の圧力 P 1 より若干勝り、ダイヤフラム 1 2 0 が第 3 通気孔 1 1 3 をシールして開口部 1 2 1 を開放した状態が維持される。

【 0 1 2 9 】

次に、圧電ポンプ 1 0 が駆動を停止した直後における、血圧計装置 1 0 0 の空気の流れについて、図 7、図 8 を用いて説明する。

【 0 1 3 0 】

血圧の測定が終了すると、血圧計装置 1 0 0 は、圧電ポンプ 1 0 の駆動を停止する。ここで、圧電ポンプ 1 0 の駆動が停止すると、ポンプ室 4 5 と下バルブ室 1 3 1 と下バルブ室 1 3 2 の空気は、圧電ポンプ 1 0 の吸引孔 5 2 および開口部 9 2 から血圧計装置 1 0 0

10

20

30

40

50

の外部へ速やかに排気される。また、上バルブ室 1 3 3、1 3 4 には、カフ 1 0 9 の圧力が第 2 通気孔 1 1 2 から加わる。

【 0 1 3 1 】

この結果、逆止弁 1 6 0 では、下バルブ室 1 3 2 の圧力 P 2 が上バルブ室 1 3 4 の圧力 P 1 より低下する。これにより、ダイヤフラム 1 2 0 は、弁座 1 3 8 に当接して開口部 1 2 1 をシールする。

【 0 1 3 2 】

また、排気弁 1 7 0 では、下バルブ室 1 3 2 の圧力 P 2 が上バルブ室 1 3 4 の圧力 P 1 より低下する。これにより、ダイヤフラム 1 2 0 は、弁座 1 3 9 から離間して第 3 通気孔 1 1 3 を開放する。

【 0 1 3 3 】

即ち、バルブ 1 0 1 では、第 2 通気孔 1 1 2 と第 3 通気孔 1 1 3 とが連通路 1 3 5 及び上バルブ室 1 3 4 を介して連通する。これにより、カフ 1 0 9 の空気が第 2 通気孔 1 1 2、連通路 1 3 5 及び上バルブ室 1 3 4 を経由して第 3 通気孔 1 1 3 から急速に排気される（図 7 参照）。これにより、カフ 1 0 9 が急速に萎むため、次回の血圧の測定をすぐに開始できる状態となる。

【 0 1 3 4 】

このとき、バルブ 1 0 1 では、ダイヤフラム 1 2 0 は、弁座 1 3 9 から離間するよう第 2 弁筐体 1 9 2 および第 1 弁筐体 1 9 1 に固定されているため、第 3 通気孔 1 1 3 を閉塞しない。すなわち、バルブ 1 0 1 は、第 2 通気孔 1 1 2 および第 3 通気孔 1 1 3 が連通した状態を維持する。

【 0 1 3 5 】

そのため、バルブ 1 0 1 では、カフ 1 0 9 内の圧力が大気圧になるまでカフ 1 0 9 内の空気が完全に排気される。よって、バルブ 1 0 1 では、特許文献 1 のバルブ 9 0 1 のように、カフ 1 0 9 内に残る圧力分の誤差が生じない。

【 0 1 3 6 】

したがって、バルブ 1 0 1 によれば、カフ 1 0 9 内に圧縮空気を充填でき、カフ 1 0 9 内の圧力が大気圧になるまでカフ 1 0 9 内から空気を排気することができる。

【 0 1 3 7 】

また、ダイヤフラム 1 2 0 が弁座 1 3 9 から離れる排気時に、ダイヤフラム 1 2 0 の振動が排気音として生じる。弁座 1 3 9 の開弁圧が高い程（即ちダイヤフラム 1 2 0 の張力が高い程）、ダイヤフラム 1 2 0 の振動が大きくなり、大きな排気音が生じる。

【 0 1 3 8 】

この構成のバルブ 1 0 1 では、弁座 1 3 9 の開弁圧がゼロである。そのため、この構成のバルブ 1 0 1 は、排気時の排気音を抑制することができる。

【 0 1 3 9 】

また、バルブ 1 0 1 では前述したように、下バルブ室 1 3 1 及び下バルブ室 1 3 2 内に第 1 シール材 1 5 1 の一部が位置し、上バルブ室 1 3 3 及び上バルブ室 1 3 4 内に第 2 シール材 1 5 2 の一部が位置する。

【 0 1 4 0 】

そのため、第 2 シール材 1 5 2 及び第 1 シール材 1 5 1 は、第 2 弁筐体 1 9 2、第 1 弁筐体 1 9 1 及びダイヤフラム 1 2 0 の接着と、各バルブ室 1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4 内に存在する異物の捕捉とを行うことができる。

【 0 1 4 1 】

したがって、バルブ 1 0 1 によれば、例えばバルブ 1 0 1 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 1 7 0 においては、異物による弁座 1 3 9 の第 3 通気孔 1 1 3 の閉塞を抑制することができる。

【 0 1 4 2 】

また、この実施形態のバルブ 1 0 1 を備える血圧計装置 1 0 0 にも同様の効果を奏する。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 3 】

以下、本発明の第 1 実施形態に係るバルブ 1 0 1 (図 1 参照) と特許文献 1 に係るバルブ 9 0 1 (図 1 7 参照) とを比較する。

【 0 1 4 4 】

なお、バルブ 1 0 1 がバルブ 9 0 1 と相違する点は主に、ダイヤフラム 1 2 0 が、弁座 1 3 9 と離間し、ダイヤフラム 1 2 0 における開口部 1 2 1 の周囲が弁座 1 3 8 を与圧して接触するよう、第 2 弁筐体 1 9 2 および第 1 弁筐体 1 9 1 に固定されている点である。

【 0 1 4 5 】

詳述すると、バルブ 1 0 1 がバルブ 9 0 1 と相違する点は、バルブ 1 0 1 が、前述したように、 $y < 3 / 16 x \left((1 - v^2) / (E x t^3) \right) \times P 3 x \left(r^2 - a^2 \right)^2$ の関係を満たしている点である。

10

【 0 1 4 6 】

図 9 は、図 1 に示す圧電ポンプ 1 0 が駆動を停止した直後における、バルブ 1 0 1 の上バルブ室 1 3 4 の圧力変化と、特許文献 1 に係るバルブ 9 0 1 の上バルブ室 9 3 4 の圧力変化とを示す図である。図 1 0 は、図 9 に示すグラフの一部を拡大した図である。

【 0 1 4 7 】

図 9、図 1 0 は、容量 5 0 c c のカフ 1 0 9 内に圧縮空気を 1 0 0 m m H g まで充填し、圧電ポンプ 1 0 の駆動を停止した直後に、バルブ 1 0 1 の上バルブ室 1 3 4 の圧力変化と、特許文献 1 に係るバルブ 9 0 1 の上バルブ室 9 3 4 の圧力変化とを測定した実験結果を示している。

20

【 0 1 4 8 】

実験により、図 1 0 に示すように、バルブ 9 0 1 ではカフ 1 0 9 内の圧力が大気圧より高いまま残るのに対し、バルブ 1 0 1 では、カフ 1 0 9 内の圧力が大気圧になるまでカフ 1 0 9 内の空気が完全に排気されることが明らかとなった。

【 0 1 4 9 】

以上の結果になった理由は、バルブ 9 0 1 では、カフ 1 0 9 内の圧力が大気圧と等しくなる前に、ダイヤフラム 9 2 0 が弁座 9 3 9 の第 3 通気孔 9 1 3 を閉塞してしまうためであると考えられる。

【 0 1 5 0 】

これに対して、バルブ 1 0 1 では、ダイヤフラム 1 2 0 が、弁座 1 3 9 から離間するよう第 2 弁筐体 1 9 2 および第 1 弁筐体 1 9 1 に固定されているためであると考えられる。すなわち、バルブ 1 0 1 では、ダイヤフラム 1 2 0 が、第 3 通気孔 1 1 3 を閉塞せず、第 2 通気孔 1 1 2 および第 3 通気孔 1 1 3 が連通した状態を維持するためであると考えられる。

30

【 0 1 5 1 】

したがって、本実施形態のバルブ 1 0 1 によれば、カフ 1 0 9 内に圧縮空気を充填でき、カフ 1 0 9 内の圧力が大気圧になるまでカフ 1 0 9 内から空気を排気することができる。

【 0 1 5 2 】

以下、本発明の第 2 実施形態に係る血圧計装置 2 0 0 について説明する。

40

【 0 1 5 3 】

図 1 1 は、本発明の第 2 実施形態に係る血圧計装置 2 0 0 の要部の断面図である。

【 0 1 5 4 】

血圧計装置 2 0 0 が血圧計装置 1 0 0 と相違する点は、バルブ 2 0 1 が備える第 2 弁筐体 2 9 2 および第 1 弁筐体 2 9 1 である。その他の構成については同じであるため、説明を省略する。

【 0 1 5 5 】

バルブ 2 0 1 では、上バルブ室 2 3 3 の径 C より上バルブ室 2 3 4 の径 D の方が大きく、下バルブ室 2 3 1 の径 C より下バルブ室 2 3 2 の径 D の方が大きい。そのため、バルブ 2 0 1 では、ダイヤフラム 1 2 0 における第 3 通気孔 1 1 3 の中心軸上の地点は、開口部

50

121の中心より大きく変位する。

【0156】

この構造により、バルブ201は、 $y < 3 / 16 \times ((1 - v^2) / (E \times t^3)) \times P3 \times (r^2 - a^2)^2$ の関係を満たしている。そのため、バルブ201においても、ダイヤフラム120は、下バルブ室231、232の圧力P2が上バルブ室233、234の圧力P1より高く与圧P3未満になったとき、弁座139と接触して第3通気孔113を閉塞し、下バルブ室231、232の圧力P2が与圧P3以上になったとき、弁座138から離間する。

【0157】

そして、圧電ポンプ10が駆動を停止し、下バルブ室231、232の圧力P2が上バルブ室233、234の圧力P1以下となったとき、ダイヤフラム120は、弁座139から離間し、弁座138に接触する図11に示す状態に戻る。

10

【0158】

したがって、バルブ201は、バルブ101と同様の効果を奏する。また、バルブ201を備える血圧計装置200も、血圧計装置100と同様の効果を奏する。

【0159】

以下、本発明の第3実施形態に係る血圧計装置300について説明する。

【0160】

図12は、本発明の第3実施形態に係る血圧計装置300の要部の断面図である。

【0161】

血圧計装置300が血圧計装置100と相違する点は、バルブ301が備える第1弁筐体391及び圧電ポンプ310である。

20

【0162】

バルブ301の第1弁筐体391がバルブ101の第1弁筐体191と相違する点は、下バルブ室132と下バルブ室131とを区切る壁部185及び第1通気孔110(図1、図3参照)を有さない点である。そのため、バルブ301では、ダイヤフラム120の中心が最も変位する。

【0163】

また、圧電ポンプ310も、吐出孔56を有さない点で圧電ポンプ10と相違する。

【0164】

以上、その他の構成については同じであるため、説明を省略する。

30

【0165】

バルブ301では、弁座139が囲む第3通気孔113の中心軸とダイヤフラム120の中心軸との距離Fは、弁座138と接触する開口部121の中心軸とダイヤフラム120の中心軸との距離Eより短い。そのため、バルブ301では、ダイヤフラム120における第3通気孔113の中心軸上の地点は、開口部121の中心より大きく変位する。

【0166】

この構造により、バルブ301は、 $y < 3 / 16 \times ((1 - v^2) / (E \times t^3)) \times P3 \times (r^2 - a^2)^2$ の関係を満たしている。そのため、バルブ301においても、ダイヤフラム120は、下バルブ室331の圧力P2が上バルブ室133、134の圧力P1より高く与圧P3未満になったとき、弁座139と接触して第3通気孔113を閉塞し、下バルブ室331の圧力P2が与圧P3以上になったとき、弁座138から離間する。

40

【0167】

そして、圧電ポンプ310が駆動を停止し、下バルブ室331の圧力P2が上バルブ室133、134の圧力P1以下となったとき、ダイヤフラム120は、弁座139から離間し、弁座138に接触する図12に示す状態に戻る。

【0168】

したがって、バルブ301は、バルブ101と同様の効果を奏する。また、バルブ301を備える血圧計装置300も、血圧計装置100と同様の効果を奏する。

【0169】

50

以下、本発明の第4実施形態に係る血圧計装置400について説明する。

【0170】

図13は、本発明の第4実施形態に係る血圧計装置400に含まれるバルブ401の外観斜視図である。図14は、図13に示す第2弁筐体492の正面図である。図15は、図14に示すS-S線の断面図である。図16は、図14に示すT-T線の断面図である。図14、図15の断面においては、バルブ401だけでなく、血圧計装置400全体を示している。

【0171】

血圧計装置400が血圧計装置100と相違する点は主に、バルブ401が備える第1弁筐体491、第2弁筐体492、及びダイヤフラム420である。

10

【0172】

バルブ401の第1弁筐体491がバルブ101の第1弁筐体191と相違する点は、図14～図16に示すように、下バルブ室132と下バルブ室131とを区切る壁部185及び第1通気孔110(図1、図3参照)を有さない点である。そして、第1弁筐体491は、第1通気孔411を有する。そのため、バルブ401では、ダイヤフラム420の中心が最も変位する。

【0173】

また、バルブ401の第2弁筐体492がバルブ101の第2弁筐体192と相違する点は、図13、図14、図16に示すように、第3通気孔413A、413B及び弁座439A、439Bを有する点である。各弁座439A、439Bは、弁座139と同じ形状である。各第3通気孔413A、413Bは、第3通気孔113と同じ形状である。

20

【0174】

すなわち、第2弁筐体492は、3つの第3通気孔113、413A、413Bを有する。各第3通気孔113、413A、413Bは、ダイヤフラム420の中心軸から等間隔で設けられている。図16に示すrは、ダイヤフラム420の中心軸から、各第3通気孔113、413A、413Bの外周のうち最も遠い外周点までの距離を表す。

【0175】

また、ダイヤフラム420がダイヤフラム120と相違する点は形状である。ダイヤフラム420は円板形状を有する。ダイヤフラム420は、第1弁筐体491の環状部495上に載置され、第1弁筐体491及び第2弁筐体492に挟持される。

30

【0176】

すなわち、ダイヤフラム420は、弁座139、439A、439Bと離間し、ダイヤフラム420における開口部121の周囲が弁座138を与圧して接触するよう、第2弁筐体492および第1弁筐体491に接着剤で固定されている。

【0177】

これにより、ダイヤフラム420は、第1通気孔411に連通する下バルブ室431と、第2通気孔112及び第3通気孔113、413A、413Bに連通する上バルブ室433とを、第2弁筐体492及び第1弁筐体491とともに構成する。

【0178】

また、圧電ポンプ310も、吐出孔56を有さない点で圧電ポンプ10と相違する。

40

【0179】

以上、その他の構成については同じであるため、説明を省略する。

【0180】

バルブ401では、弁座138がダイヤフラム420を押し込む長さAが、ダイヤフラム420における前記外周点軸上の各地点S1、S2、S3から各弁座139、439A、439Bまでの長さyより長い。この構造により、バルブ401は、 $y < 3 / 16 \times ((1 - v^2) / (E \times t^3)) \times P_3 \times (r^2 - a^2)^2$ の関係を満たしている。

【0181】

そのため、バルブ401においても、ダイヤフラム420は、下バルブ室431の圧力P2が上バルブ室433の圧力P1より高く与圧P3未満になったとき、弁座139、4

50

39A、439Bと接触して第3通気孔113、413A、413Bを閉塞し、下バルブ室431の圧力P2が与圧P3以上になったとき、弁座138から離間する。

【0182】

そして、圧電ポンプ310が駆動を停止し、下バルブ室431の圧力P2が上バルブ室433の圧力P1以下となったとき、ダイヤフラム420は、弁座139、439A、439Bから離間し、弁座138に接触する図15、図16に示す状態に戻る。

【0183】

したがって、バルブ401は、バルブ101と同様の効果を奏する。さらに、第2弁筐体492が複数の第3通気孔113、413A、413Bを有するため、バルブ401は、バルブ101より排気時間を短縮できる。

【0184】

また、バルブ401を備える血圧計装置400も、同様の効果を奏する。

【0185】

《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。

【0186】

また、前述の実施形態では流体制御装置の一例として血圧計装置を示したが、これに限るものではない。血圧計装置以外の流体制御装置においてカフ以外の容器に気体を充填してもよい。

【0187】

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。

【0188】

また、前述の実施形態における血圧計装置は、圧電素子42の伸縮によって駆動する圧電ポンプ10を備えているが、これに限るものではない。例えば、電磁誘導により駆動する電磁ポンプを備えてもよい。

【0189】

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。

【0190】

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の外周が下バルブ室132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1貫通孔155Aの外周が下バルブ室131の外周と等しく、第1貫通孔155Bの外周が下バルブ室132の外周と等しい第1シール材を有していてもよい。

【0191】

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の外周が上バルブ室134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2貫通孔156Aの外周が上バルブ室133の外周と等しく、第2貫通孔156Bの外周が上バルブ室134の外周と等しい第2シール材を有していてもよい。

【0192】

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。

10

20

30

40

50

【符号の説明】

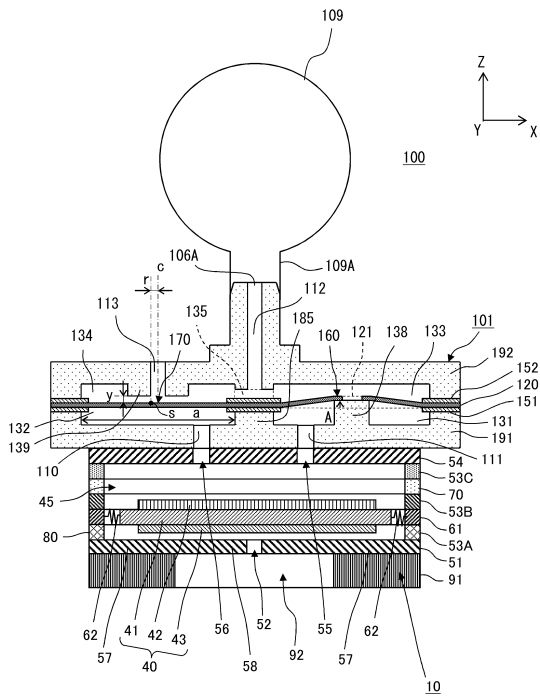
【0193】

1 0 ... 圧電ポンプ	
4 0 ... 圧電アクチュエータ	
4 1 ... 振動板	
4 2 ... 圧電素子	
4 3 ... 補強板	
4 5 ... ポンプ室	
5 1 ... 可撓板	
5 2 ... 吸引孔	10
5 3 A ~ C ... スペーサ	
5 4 ... 蓋板	
5 5 ... 吐出孔	
5 6 ... 吐出孔	
5 7 ... 固定部	
5 8 ... 可動部	
6 0 ... 振動板ユニット	
6 1 ... 枠板	
6 2 ... 連結部	
6 3 ... 外部端子	20
7 0 ... 電極導通用板	
7 1 ... 枠部位	
7 2 ... 外部端子	
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 ... 血圧計装置	
1 0 1 ... バルブ	
1 0 6 A ... カフ接続口	30
1 0 9 ... カフ	
1 0 9 A ... 腕帯ゴム管	
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 ... 開口部	
1 3 1、1 3 2 ... 下バルブ室	
1 3 3、1 3 4 ... 上バルブ室	
1 3 5 ... 連通路	40
1 3 8、1 3 9 ... 弁座	
1 5 1 ... 第1シール材	
1 5 2 ... 第2シール材	
1 5 5 A ~ C ... 第1貫通孔	
1 5 6 A ~ C ... 第2貫通孔	
1 6 0 ... 逆止弁	
1 7 0 ... 排気弁	
1 8 0 ... 第1突出部	
1 8 1 ... 第2突出部	
1 8 2 ... 開口部	50

1 8 5 ... 壁部	
1 9 1 ... 第 1 弁筐体	
1 9 2 ... 第 2 弁筐体	
2 0 0 ... 血圧計装置	
2 0 1 ... バルブ	
2 3 1、2 3 2 ... 下バルブ室	
2 3 3、2 3 4 ... 下バルブ室	
2 9 1 ... 第 1 弁筐体	
2 9 2 ... 第 2 弁筐体	
3 0 0 ... 血圧計装置	10
3 0 1 ... バルブ	
3 1 0 ... 圧電ポンプ	
3 9 1 ... 第 1 弁筐体	
4 0 0 ... 血圧計装置	
4 0 1 ... バルブ	
4 1 1 ... 第 1 通気孔	
4 1 3 A、4 1 3 B ... 第 3 通気孔	
4 2 0 ... ダイアフラム	
4 3 1 ... 下バルブ室	
4 3 3 ... 下バルブ室	20
4 3 9 A、4 3 9 B ... 弁座	
4 9 1 ... 第 1 弁筐体	
4 9 2 ... 第 2 弁筐体	
9 0 0 ... 流体制御装置	
9 0 1 ... バルブ	
9 1 0、9 1 1 ... 第 1 通気孔	
9 1 2 ... 第 2 通気孔	
9 1 3 ... 第 3 通気孔	
9 2 0 ... ダイアフラム	
9 2 1 ... 開口部	30
9 3 1、9 3 2 ... 下バルブ室	
9 3 3、9 3 4 ... 上バルブ室	
9 3 8、9 3 9 ... 弁座	
9 9 1 ... 第 1 弁筐体	
9 9 2 ... 第 2 弁筐体	

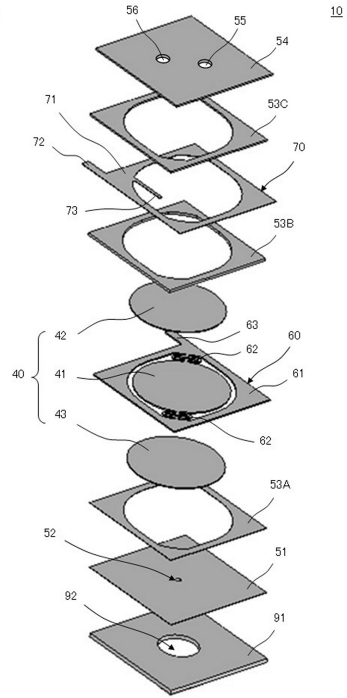
【図1】

図1



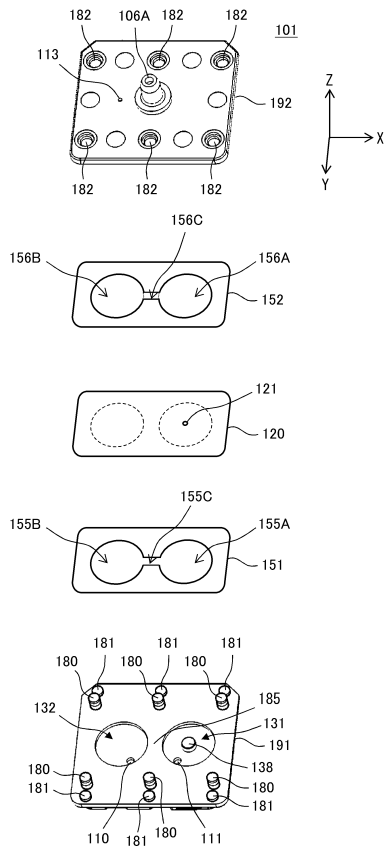
【図2】

図2



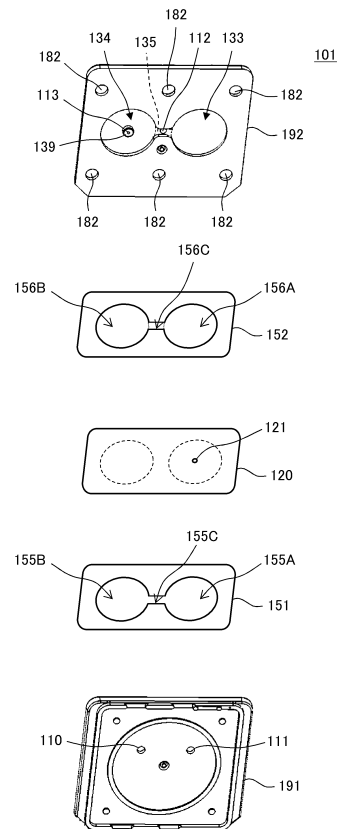
【図3】

図3

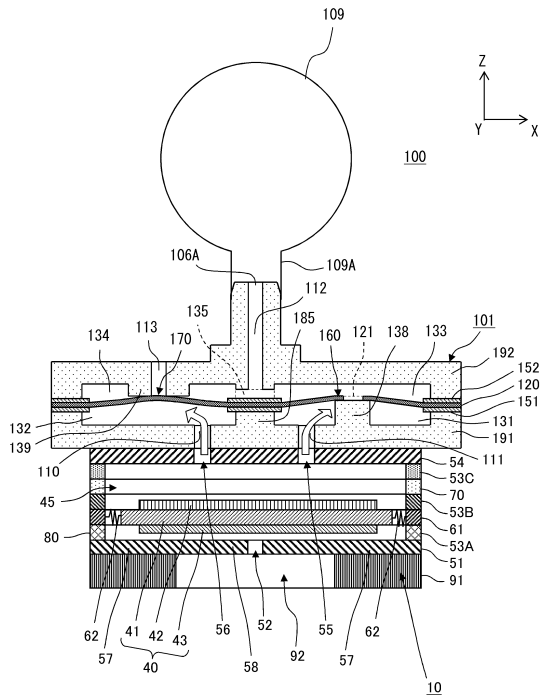


【図4】

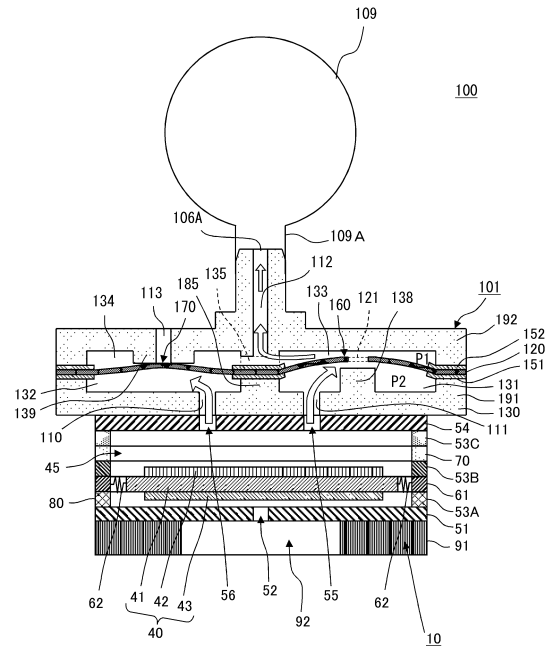
図4



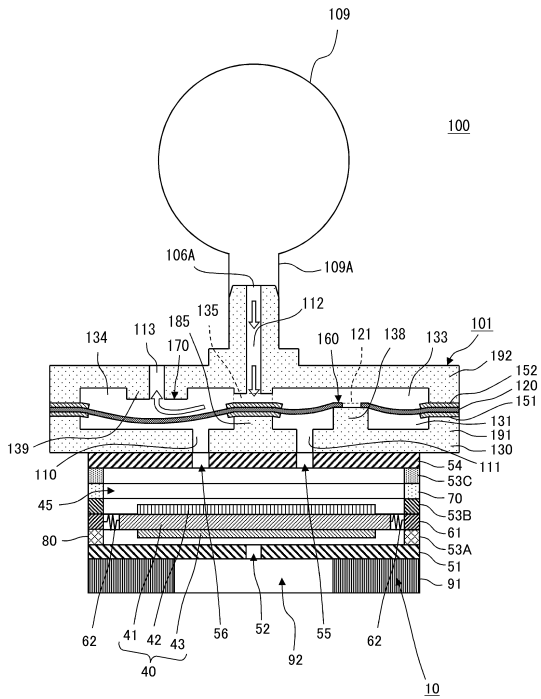
【図5】
図5



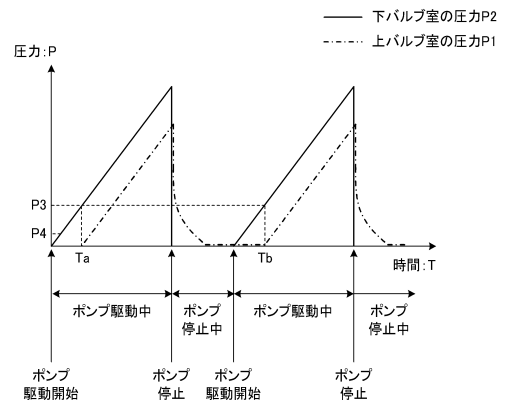
【図6】
図6



【図7】
図7

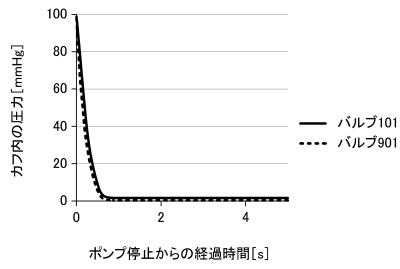


【図8】
図8



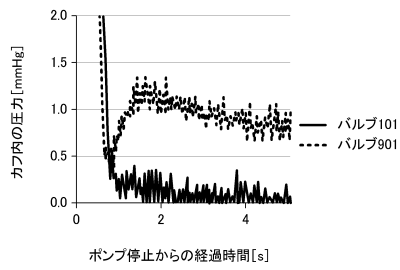
【図9】

図9



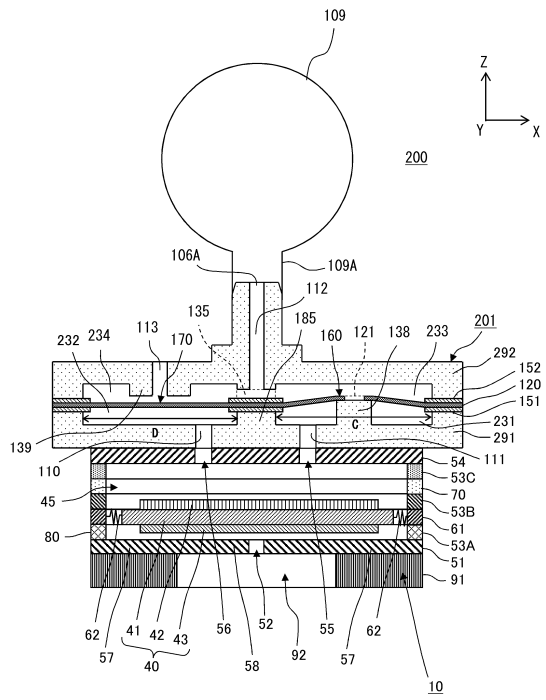
【図10】

図10



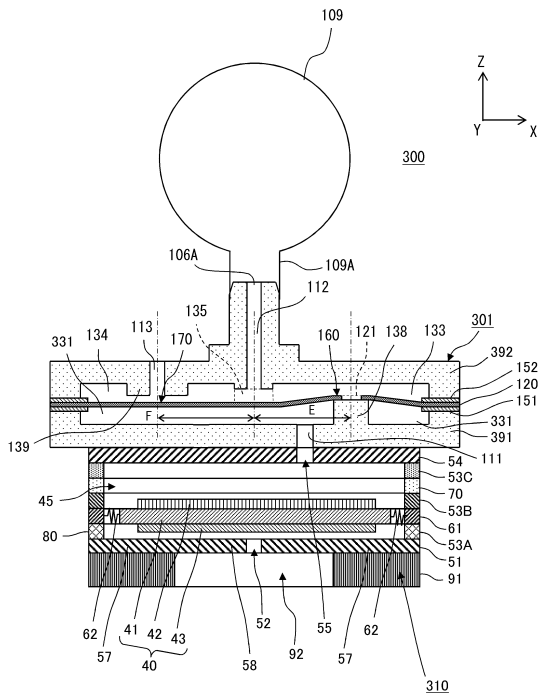
【図11】

図11



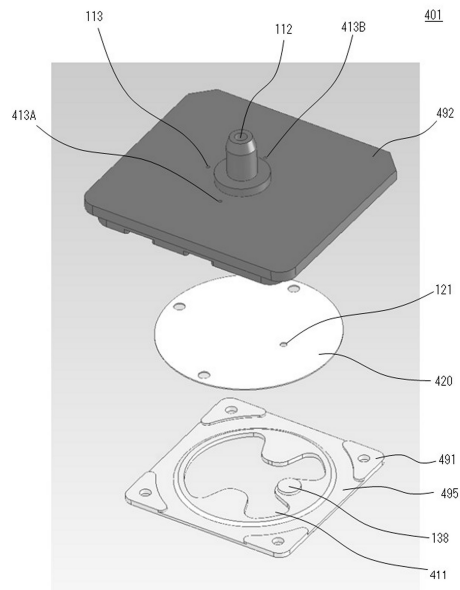
【図12】

図12



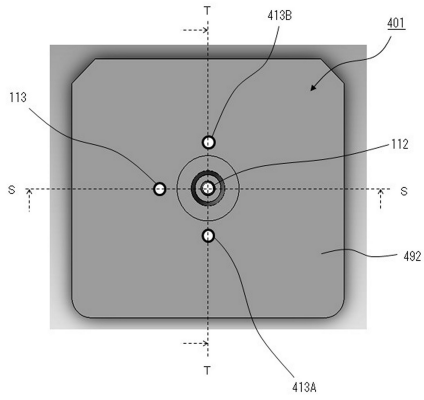
【図13】

図13



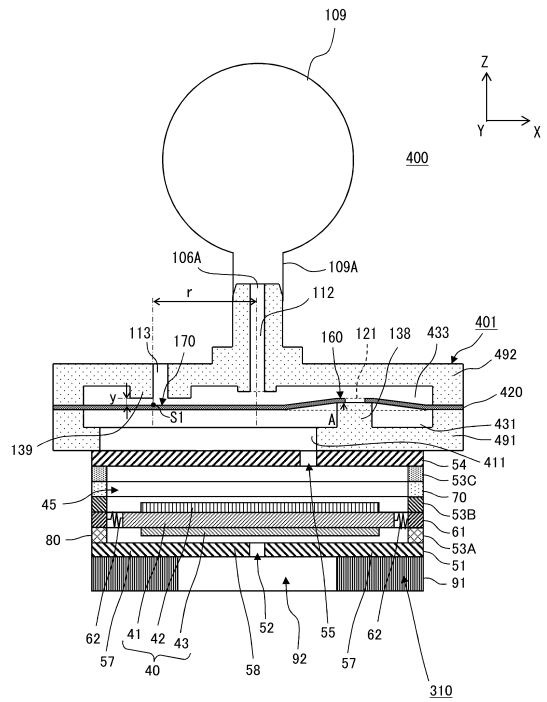
【 14 】

图14



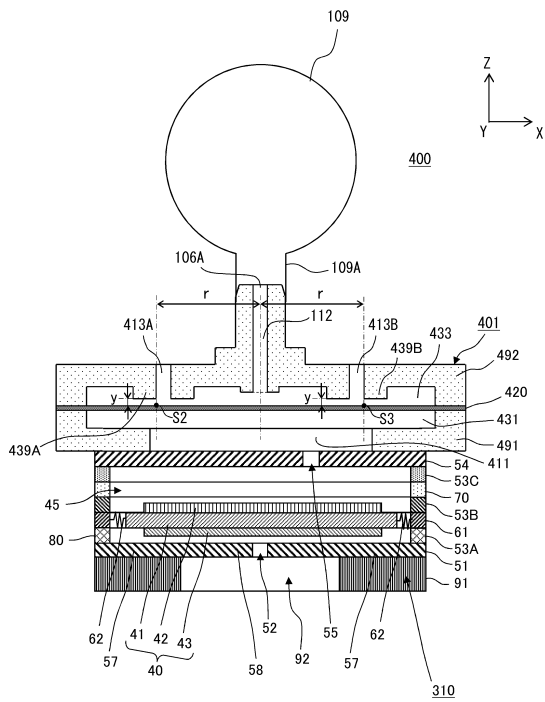
【 15 】

图15



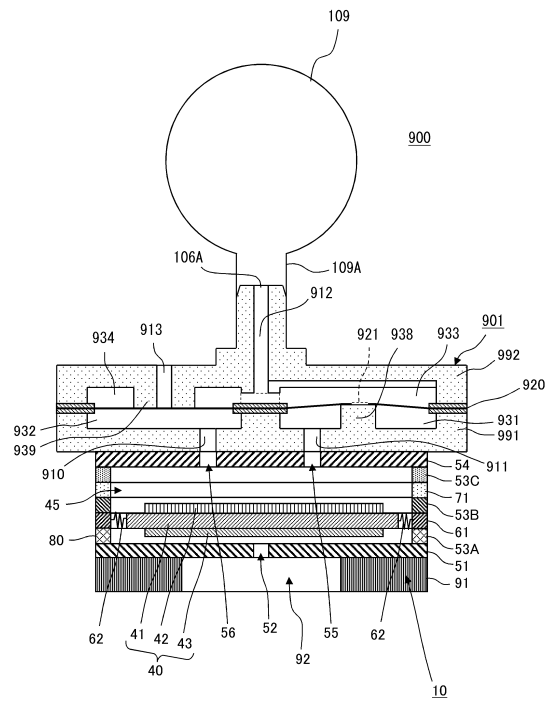
【 16 】

图16



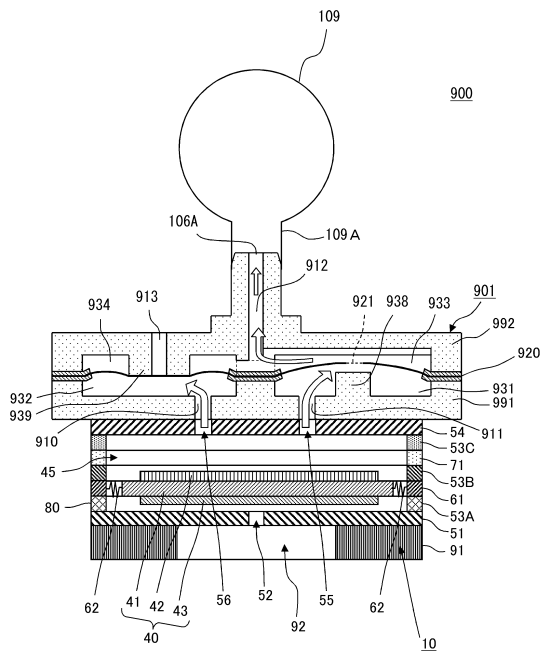
【 17 】

图17



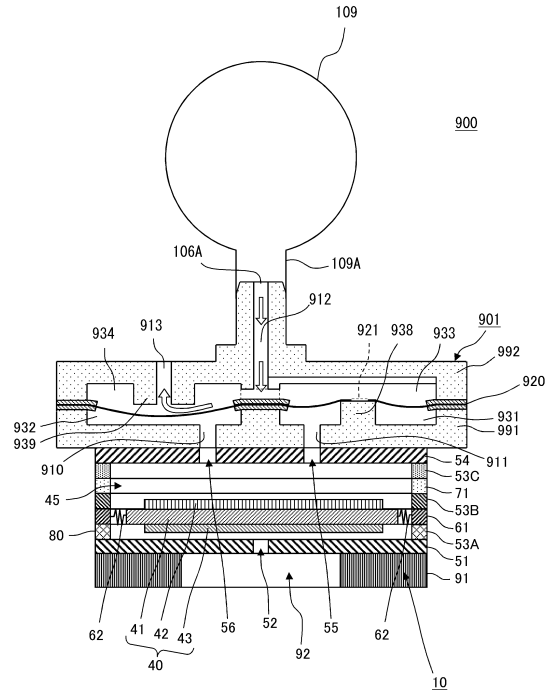
【図18】

図18



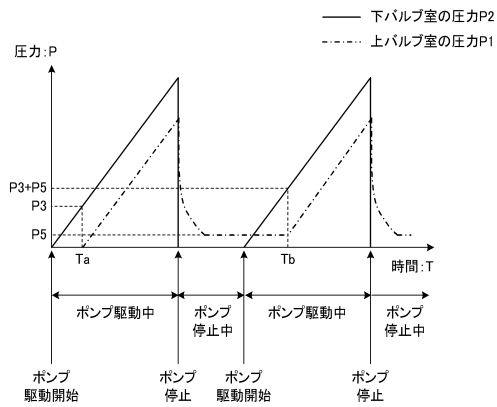
【図19】

図19



【図20】

図20



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
F 1 6 K 27/02 (2006.01) F 1 6 K 27/02
F 1 6 K 11/044 (2006.01) F 1 6 K 11/044 Z

(56) 参考文献 特開 2 0 1 4 - 0 7 7 3 8 4 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 3 / 1 5 7 3 0 4 (W O , A 1)
特開 2 0 0 1 - 1 7 3 5 6 9 (J P , A)
実開平 0 2 - 0 3 3 9 7 5 (J P , U)

(58) 調査した分野 (Int.Cl. , DB 名)
A 6 1 B 5 / 0 2 - 5 / 0 3
F 0 4 B 4 3 / 0 0 - 4 5 / 1 0
F 1 6 K 7 / 0 0 - 1 5 / 2 0