

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-200067
(P2016-200067A)

(43) 公開日 平成28年12月1日(2016.12.1)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)		
F O 4 B	45/04	(2006.01)	F O 4 B	45/04	D	3 H 0 0 3		
F O 4 B	45/047	(2006.01)	F O 4 B	45/047	C	3 H 0 7 7		
F O 4 B	39/06	(2006.01)	F O 4 B	39/06	J	4 C 0 1 7		
A 6 1 B	5/022	(2006.01)	A 6 1 B	5/02	3 3 6 B			

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2015-80903 (P2015-80903)
(22) 出願日 平成27年4月10日 (2015. 4. 10)

(71) 出願人 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
Fターム(参考) 3H003 AA04 AC02 BE05 CC06 CD01
CD05
3H077 AA12 CC02 CC09 DD06 EE30
FF14 FF36 FF52
4C017 AA08 AC01 AD04 EE01

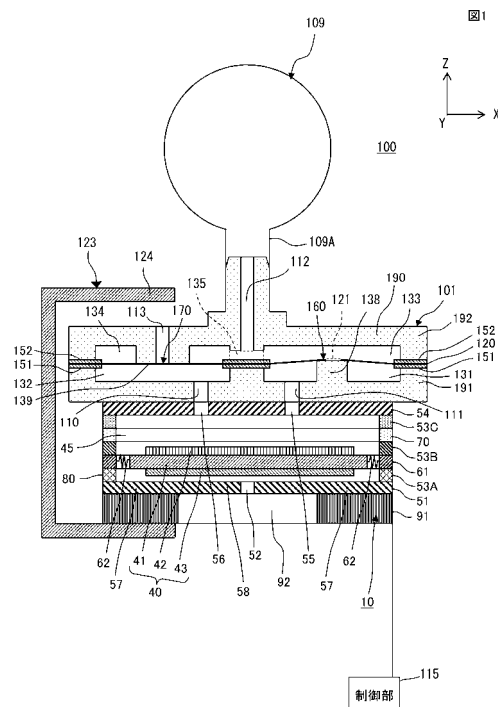
(54) 【発明の名称】 流体制御装置

(57) 【要約】

【課題】小型でありながら、冷却装置を用いずにポンプを冷却することができる流体制御装置を提供する。

【解決手段】流体制御装置100は、圧電ポンプ10とバルブ101とカフ109とヒートシンク123と制御部115とを備える。バルブ101は、第1通気孔110、111が設けられた第1弁筐体191と、第2通気孔112と第3通気孔113とが設けられた第2弁筐体192とを有する。カフ109の腕帯ゴム管109Aがバルブ101の第2通気孔112に装着されることにより、バルブ101がカフ109に接続される。圧電ポンプ10は、吐出孔55、56が設けられたポンプ筐体80を有する。バルブ101の第1通気孔110、111は、圧電ポンプ10の吐出孔55、56に接続されている。ヒートシンク123は、ポンプ筐体80の底面に装着されている。ヒートシンク123は、第3通気孔113に対向する対向部124を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

吐出孔が設けられたポンプ筐体を有するポンプと、
前記吐出孔に接続する第 1 通気孔と、第 2 通気孔と、第 3 通気孔とが設けられたバルブ筐体を有するバルブと、
前記第 2 通気孔に接続し、前記第 1 通気孔を介して前記第 2 通気孔から流出する気体を貯蔵する容器と、
前記第 3 通気孔に対向する対向部を有し、前記ポンプ筐体に装着されたヒートシンクと、
を備える、流体制御装置。

【請求項 2】

前記バルブは、前記バルブ筐体とともに第 1 バルブ室および第 2 バルブ室を構成する弁体を有し、
前記弁体は、前記第 1 バルブ室の圧力および前記第 2 バルブ室の圧力に基づいて、前記第 2 通気孔および前記第 3 通気孔が接続していない状態と、前記第 2 通気孔および前記第 3 通気孔が接続した状態とを切り替える、請求項 1 に記載の流体制御装置。

【請求項 3】

前記対向部は、前記バルブ筐体側へ先端が折り曲げられている、請求項 1 又は 2 に記載の流体制御装置。

【請求項 4】

前記対向部における前記第 3 通気孔に対向する面は、凹凸状に形成されている、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の流体制御装置。

【請求項 5】

前記対向部は、櫛歯状に形成されている、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の流体制御装置。

【請求項 6】

前記ポンプは、振動板と前記振動板を屈曲振動させる圧電素子とを有する、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の流体制御装置。

【請求項 7】

前記容器に貯蔵される前記気体の圧力に基づいて血圧を測定する制御部を備える、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の流体制御装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、流体の流れを制御する流体制御装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、流体の流れを制御する流体制御装置が各種考案されている。流体制御装置には、複数の電子部品が搭載されている。複数の電子部品の中には、自己発熱によって電子部品の温度が上昇し続けるものがある。電子部品の温度が上昇し続けた場合、電子部品の性能が低下したり故障の原因になったりする。

【0003】

そこで、例えば特許文献 1 には、電子部品に装着するヒートシンクと冷却ファンが開示されている。冷却ファンは、電子部品の発熱によって温められたヒートシンクに向けて風を送り、ヒートシンクを冷却している。これにより、特許文献 1 では電子部品の温度上昇が抑えられる。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2007 - 42724 号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】**【0005】**

本願の発明者は、流体制御装置において例えば圧電素子を駆動源とするポンプが駆動し続けた場合、自己発熱によってポンプの温度が上昇し続け、ポンプの吐出性能が低下するという知見を得た。そこで、特許文献1のヒートシンクをポンプに装着し、ヒートシンクを冷却ファンで冷却することでポンプの温度上昇を抑える方法が考えられる。

【0006】

しかしながら、特許文献1のヒートシンクをポンプに装着し、ヒートシンクを冷却ファンで冷却する場合、冷却専用の冷却ファンが必要になる。これは、冷却ファンを用意したり、冷却ファンを装着する専用工程を組まなければならないことを意味し、流体制御装置の製造コストが増大する。

10

【0007】

そこで、ポンプの温度上昇を抑える為に、冷却ファン等の冷却装置を装着せずにヒートシンクのみをポンプに装着する方法も考えられるが、十分な冷却効果を得る為にはヒートシンクのサイズを大きくする必要がある。そのため、この方法では流体制御装置が大型化するという問題がある。

【0008】

本発明の目的は、小型でありながら、冷却装置を用いずにポンプを冷却することができる流体制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

20

【0009】

本発明の流体制御装置は、ポンプと、バルブと、容器と、ヒートシンクと、を備えている。ポンプは、吐出孔が設けられたポンプ筐体を有する。バルブは、吐出孔に接続する第1通気孔と、第2通気孔と、第3通気孔とが設けられたバルブ筐体を有する。容器は、第2通気孔に接続し、第1通気孔を介して第2通気孔から流出する気体を貯蔵する。ヒートシンクは、第3通気孔に対向する対向部を有し、ポンプ筐体に装着された。

【0010】

この構成においてポンプが駆動している間、ポンプの吐出孔から吐出された気体は第1通気孔からバルブ筐体内に流入する。そして、バルブの第2通気孔から流出する気体は、容器内に貯蔵される。また、ポンプが駆動している間、自己発熱によってポンプの温度が上昇し続ける。

30

【0011】

この構成では、熱伝導性に優れたヒートシンクがポンプ筐体に装着されているため、ポンプで発生した熱がポンプ筐体からヒートシンクに伝導し、放散される。さらに、第2通気孔および第3通気孔が接続したとき、容器内に貯蔵された圧縮気体がバルブの第3通気孔からヒートシンクの対向部へ向けて排出される。

【0012】

そのため、この構成の流体制御装置は、サイズの大きいヒートシンクや専用の冷却装置を備えたりしなくても、ヒートシンクを冷却でき、ポンプの温度上昇を抑えることができる。

40

【0013】

従って、この構成の流体制御装置は、小型でありながら、冷却装置を用いずにポンプを冷却することができる。

【0014】

また、本発明においてバルブは、バルブ筐体とともに第1バルブ室および第2バルブ室を構成する弁体を有し、

弁体は、第1バルブ室の圧力および第2バルブ室の圧力に基づいて、第2通気孔および第3通気孔が接続していない状態と、第2通気孔および第3通気孔が接続した状態とを切り替えることが好ましい。

【0015】

50

この構成では、第2通気孔および第3通気孔が接続していないとき、ポンプの吐出孔から吐出された気体はバルブの第1通気孔を介して第2通気孔から流出し、容器内に貯蔵される。そして、第2通気孔および第3通気孔が接続したとき、容器内に貯蔵された圧縮気体がバルブの第3通気孔からヒートシンクの対向部へ向けて排出される。

【0016】

また、本発明において対向部は、バルブ筐体側へ折り曲げられていることが好ましい。

【0017】

この構成では、バルブの第3通気孔から排出される気体が当たるヒートシンクの面積が増える。よって、この構成の流体制御装置は、ポンプの冷却効果を向上できる。

【0018】

また、本発明において、対向部における第3通気孔に対向する面は、凹凸状に形成されていることが好ましい。

【0019】

この構成では、バルブの第3通気孔から排出される気体が当たるヒートシンクの面積が増える。よって、この構成の流体制御装置は、ポンプの冷却効果を向上できる。

【0020】

また、本発明において対向部は、櫛歯状に形成されていることが好ましい。

【0021】

この構成では、バルブの第3通気孔から排出される気体が当たるヒートシンクの面積が増える。よって、この構成の流体制御装置は、ポンプの冷却効果を向上できる。

【0022】

また、本発明においてポンプは、振動板と振動板を屈曲振動させる圧電素子とを有する、ことが好ましい。

【0023】

圧電素子を駆動源とするポンプが駆動し続けた場合、自己発熱によってポンプの温度が上昇し続け、ポンプの吐出性能が低下する。そのため、本発明はこの構成において好適である。

【0024】

また、本発明の流体制御装置は、容器に貯蔵される気体の圧力に基づいて血圧を測定する制御部を備えることが好ましい。

【0025】

この構成において容器は例えばカフである。例えば制御部は、血圧の測定を開始するとき、ポンプをオンする。これにより、ポンプの吐出孔から気体が吐出され、容器内に貯蔵されていく。そして、制御部は、血圧の測定を終了するとき、ポンプをオフする。これにより、容器内に貯蔵された圧縮気体がバルブの第3通気孔からヒートシンクの対向部へ向けて排出される。

【0026】

そのため、血圧を複数回測定する場合、この構成の流体制御装置は、血圧の測定を終了する毎にヒートシンクを冷却でき、ポンプの温度上昇を抑制することが可能となる。

【発明の効果】

【0027】

本発明によれば、小型でありながら、冷却装置を用いずにポンプを冷却することができる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明の第1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、バルブ101及びヒートシンク123の外観斜視図である。

【図3】図1に示す圧電ポンプ10の分解斜視図である。

【図4】図1に示す圧電ポンプ10の温度と最大吐出圧力の関係を示す図である。

10

20

30

40

50

- 【図5】図1に示すバルブ101の分解斜視図である。
- 【図6】図1に示すバルブ101の分解斜視図である。
- 【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】ヒートシンク123が装着された圧電ポンプ10の温度変化とヒートシンク123が装着されていない圧電ポンプ10の温度変化とを示す図である。
- 【図10】本発明の第2実施形態に係る流体制御装置200の要部の断面図である。
- 【図11】図10に示す圧電ポンプ10、バルブ101及びヒートシンク223の外観斜視図である。 10
- 【図12】図11に示すヒートシンク223の要部を拡大した外観斜視図である。
- 【図13】本発明の第3実施形態に係る流体制御装置300の要部の断面図である。
- 【図14】図13に示すヒートシンク323の要部を拡大した外観斜視図である。
- 【図15】本発明の第4実施形態に係る流体制御装置に備えられる圧電ポンプ10、バルブ101及びヒートシンク423の外観斜視図である。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0029】
以下、本発明の第1実施形態に係る流体制御装置100について説明する。
- 【0030】 20
- 図1は、本発明の第1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は、図1に示す圧電ポンプ10、バルブ101及びヒートシンク123の外観斜視図である。なお、図2は、説明の便宜上、ヒートシンク123を透明で図示している。
- 【0031】
- 流体制御装置100は、圧電ポンプ10とバルブ101とカフ109とヒートシンク123と制御部115とを備える。流体制御装置100は、被検者の血圧を測定する装置である。
- 【0032】
- バルブ101は、第1通気孔110、111が設けられた第1弁筐体191と、第2通気孔112と第3通気孔113とが設けられた第2弁筐体192とを有する。バルブ101は、逆止弁160と排気弁170とを構成している。カフ109の腕帯ゴム管109Aがバルブ101の第2通気孔112に装着されることにより、バルブ101がカフ109に接続される。第3通気孔113は大気開放されている。 30
- 【0033】
- 圧電ポンプ10は、吐出孔55、56が設けられたポンプ筐体80を有する。ポンプ筐体80の上面は、バルブ101の第1弁筐体191の底面に接合されている。これにより、バルブ101の第1通気孔110、111が圧電ポンプ10の吐出孔55、56に接続される。
- 【0034】 40
- ヒートシンク123は、ポンプ筐体80の底面に装着されている。ヒートシンク123は、図1、図2に示すように、ポンプ筐体80の底面から、ポンプ筐体80の側面、第1弁筐体191の側面、第2弁筐体192の側面、及び第2弁筐体192の上面に沿って伸びている。そして、ヒートシンク123は、第3通気孔113に対向する対向部124を有する。対向部124は、ヒートシンク123のうち、第2弁筐体192の上面に沿って伸びる部分である。ヒートシンク123の材料は、例えばアルミニウム、鉄、銅などである。
- 【0035】
- 制御部115は、例えばマイクロコンピュータで構成され、流体制御装置100の各部の動作を制御する。制御部115は、圧電ポンプ10に接続されており、圧電ポンプ10に制御信号を送信する。制御部115は、商用の交流電源から交流の駆動電圧を生成して 50

圧電ポンプ 10 に印加し、圧電ポンプ 10 を駆動する。そして、制御部 115 は、カフ 109 に貯蔵される空気の圧力に基づいて血圧を測定する。カフ 109 に貯蔵される空気の圧力値は、不図示の圧力センサによって検知され、制御部 115 に入力する。

【0036】

なお、カフ 109 が本発明の「容器」の一例に相当する。第 1 弁筐体 191 及び第 2 弁筐体 192 が本発明の「バルブ筐体」の一例を構成する。

【0037】

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 3 を用いて圧電ポンプ 10 の構造について詳述する。

【0038】

図 3 は、図 1 に示す圧電ポンプ 10 の分解斜視図である。

【0039】

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。

【0040】

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。ポンプ筐体 80 の材料は、例えば金属である。

【0041】

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。

【0042】

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 は例えば細いリング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。

【0043】

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。

【0044】

なお、図 3 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。

【0045】

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。

【0046】

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 全体が反ることなく、圧電素子 42 に適切な圧縮応力を残留させることができ、圧電素子 42 が割れることを防止できる。

【0047】

10

20

30

40

50

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 4 8 】

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。

【 0 0 4 9 】

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。

10

【 0 0 5 0 】

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 5 1 】

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 5 2 】

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。

【 0 0 5 3 】

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。

30

【 0 0 5 4 】

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。

【 0 0 5 5 】

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 5 6 】

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。

40

【 0 0 5 7 】

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、圧電アクチュエータ 4 0 と実質的に同一周波数で振動することができる。可動部 5 8 の固有振動数は、圧電アクチュエータ 4 0 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。

【 0 0 5 8 】

可撓板 5 1 の振動位相が圧電アクチュエータ 4 0 の振動位相よりも遅れた (例えば 1 8

50

0°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。

【0059】

従って、外部端子63、72に交流の駆動電圧が制御部115により印加されると、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。

【0060】

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。

【0061】

次に、圧電ポンプ10の温度と最大吐出圧力の関係について説明する。

【0062】

図4は、図1に示す圧電ポンプ10の温度と最大吐出圧力の関係を示す図である。図4は、圧電ポンプ10を長時間駆動し、ポンプ筐体80の表面温度と圧電ポンプ10の最大吐出圧力とを測定した結果について示している。

【0063】

圧電素子42を駆動源とする圧電ポンプ10が駆動し続けた場合、自己発熱によって圧電ポンプ10の温度が上昇し続ける。実験では、図4に示すように、圧電ポンプ10の温度が上昇し続けると、圧電ポンプ10の吐出性能が低下することが明らかとなった。特に、圧電ポンプ10の温度が55を超えると、圧電ポンプ10の吐出性能が急激に低下することが明らかとなった。

【0064】

なお、自己発熱の熱源は圧電アクチュエータ40であるが、ポンプ筐体80の材料は導電性の高い金属で構成されている。そのため、圧電アクチュエータ40の熱は連結部62を介して直ぐにポンプ筐体80へ伝導する。よって、図4では、ポンプ筐体80の表面温度を測定している。

【0065】

次に、図1～図6を用いてバルブ101の構造について詳述する。

【0066】

図5、図6は、図1に示すバルブ101の分解斜視図である。図5は、当該バルブ101をカフ109が接続する上面側から見た分解斜視図であり、図6は、当該バルブ101を圧電ポンプ10が接合する底面側から見た分解斜視図である。

【0067】

ここで、図5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。

【0068】

バルブ101は、図1、図5、図6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。

【0069】

なお、ダイヤフラム120が本発明の「弁体」の一例を構成する。

【0070】

第2弁筐体192は、図1、図5、図6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

10

20

30

40

50

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。

【0071】

第1弁筐体 191 は、図1、図5、図6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つの突出部 180 と、を有する。第1弁筐体 191 は、例えば樹脂からなる。第1弁筐体 191 の6つの突出部 180 は、X軸方向から平面視して後述する第2バルブ室 133 及び第2バルブ室 134 よりも周縁側に設けられている。

10

【0072】

ダイヤフラム 120 には、図1、図5、図6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。

【0073】

ダイヤフラム 120 は、6つの突出部 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1弁筐体 191 およ

20

【0074】

これにより、ダイヤフラム 120 の一部が弁座 139 に接触するとともに、ダイヤフラム 120 における孔部 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1弁筐体 191 に設けられている。

【0075】

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。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2バルブ室 133 とを有する逆弁 160 を、第2弁筐体 192 及び第1弁筐体 191 とともに構成する。

30

【0076】

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1バルブ室 132 と、連通路 135 を介して第2バルブ室 133 に連通するリング状の第2バルブ室 134 とを有する排気弁 170 を、第2弁筐体 192 及び第1弁筐体 191 とともに構成する。

【0077】

第1バルブ室 131 と、第1バルブ室 132 と、第2バルブ室 133 と、第2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。

【0078】

第2シール材 152 には、第2バルブ室 133、連通路 135 及び第2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2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バルブ室 134 と中心軸を略同じとする円形状である。

40

【0079】

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。

【0080】

次に、第1シール材 151 には、第1バルブ室 131 及び第1バルブ室 132 に面する

50

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1バルブ室132と中心軸を略同じとする円形状である。

【0081】

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。

【0082】

第1貫通孔155Aの直径は、弁座138の直径よりも大きく、第1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1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1バルブ室132の外周よりも小さい。

10

【0083】

以上より、バルブ101では、第2バルブ室133及び第2バルブ室134内に第2シール材152の一部が位置する。同様に、第1バルブ室131及び第1バルブ室132内に第1シール材151の一部が位置する。

【0084】

次に、バルブ101が構成する逆止弁160と排気弁170とについて説明する。

【0085】

まず、逆止弁160は、第1通気孔111を備える第1弁筐体191の一部と、第2通気孔112を備える第2弁筐体192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バルブ室131側から第2バルブ室133側への流体の流れを許可し、第2バルブ室133側から第1バルブ室131側への流体の流れを遮断する。

20

【0086】

よって、逆止弁160は、第1バルブ室131の圧力と第2バルブ室133の圧力とに基づいてダイヤフラム120が弁座138に対して当接または離間する。

【0087】

次に、排気弁170は、第1通気孔110を備える第1弁筐体191の一部と、第2通気孔112及び第3通気孔113を備える第2弁筐体192の一部と、ダイヤフラム120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。

30

【0088】

よって、排気弁170は、第1バルブ室132の圧力と第2バルブ室134の圧力とに基づいてダイヤフラム120が弁座139に対して当接または離間する。

【0089】

なお、このバルブ101では、図5、図6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。

40

【0090】

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。

【0091】

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。

【0092】

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の空気の流れを示す説明図である。

50

【 0 0 9 3 】

制御部 1 1 5 は、血圧の測定を開始するとき、圧電ポンプ 1 0 をオンする。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 の第 1 バルブ室 1 3 2 及び第 1 バルブ室 1 3 1 の両方に流入する。

【 0 0 9 4 】

これにより、排気弁 1 7 0 では、第 1 バルブ室 1 3 2 の圧力が第 2 バルブ室 1 3 4 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 1 2 0 が第 3 通気孔 1 1 3 をシールして第 2 通気孔 1 1 2 と第 3 通気孔 1 1 3 との接続を遮断する。

【 0 0 9 5 】

また、逆止弁 1 6 0 では、第 1 バルブ室 1 3 1 の圧力が第 2 バルブ室 1 3 3 の圧力より高くなる。このため、ダイヤフラム 1 2 0 における孔部 1 2 1 の周囲が弁座 1 3 8 から離間し、第 1 通気孔 1 1 1 と第 2 通気孔 1 1 2 とが孔部 1 2 1 を介して接続する。

【 0 0 9 6 】

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、孔部 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 7 参照）、カフ 1 0 9 内の圧力（空気圧）が高まっていく。また、圧電ポンプ 1 0 が駆動している間、自己発熱によって圧電ポンプ 1 0 の温度が上昇し続ける（例えば図 4 参照）。しかし、熱伝導性に優れたヒートシンク 1 2 3 が圧電ポンプ 1 0 筐体に装着されているため、圧電ポンプ 1 0 で発生した熱は圧電ポンプ 1 0 筐体からヒートシンク 1 2 3 に伝導し、少しずつ放散される。

【 0 0 9 7 】

なお、ダイヤフラム 1 2 0 は、ダイヤフラム 1 2 0 の孔部 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 における孔部 1 2 1 の周囲を圧している。

【 0 0 9 8 】

これにより、バルブ 1 0 1 の第 1 通気孔 1 1 1 を經由して孔部 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、孔部 1 2 1 から第 2 バルブ室 1 3 3 及び第 2 バルブ室 1 3 4 に流入する。一方、第 1 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 0 9 9 】

この結果、バルブ 1 0 1 では、第 1 バルブ室 1 3 2 の圧力が第 2 バルブ室 1 3 4 の圧力より若干勝り、ダイヤフラム 1 2 0 が第 3 通気孔 1 1 3 をシールして孔部 1 2 1 を開放した状態が維持される。

【 0 1 0 0 】

図 8 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、流体制御装置 1 0 0 の空気の流れを示す説明図である。

【 0 1 0 1 】

血圧の測定が終了すると、制御部 1 1 5 は、圧電ポンプ 1 0 をオフする。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 と第 1 バルブ室 1 3 1 と第 1 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 から流体制御装置 1 0 0 の外部へ速やかに排気される。また、第 2 バルブ室 1 3 3 と第 2 バルブ室 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 0 2 】

この結果、逆止弁 1 6 0 では、第 1 バルブ室 1 3 1 の圧力が第 2 バルブ室 1 3 3 の圧力より低下する。ダイヤフラム 1 2 0 は、弁座 1 3 8 に当接して孔部 1 2 1 をシールする。

【 0 1 0 3 】

また、排気弁 1 7 0 では、第 1 バルブ室 1 3 2 の圧力が第 2 バルブ室 1 3 4 の圧力より低下する。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。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

10

20

30

40

50

第2バルブ室134を介して接続する。これにより、カフ109内の空気が第2通気孔112、連通路135及び第2バルブ室134を経由して第3通気孔113からヒートシンク123の対向部124へ向けて急速に排出される。カフ109に貯蔵される空気の体積は、圧電ポンプ10の体積に比べて極めて大きく、多量の空気が第3通気孔113からヒートシンク123の対向部124へ向けて排出される。

【0104】

そのため、流体制御装置100は、サイズの大きいヒートシンク123や専用の冷却装置を備えたりしなくても、ヒートシンク123を冷却でき、圧電ポンプ10の温度上昇を抑えることができる。

【0105】

従って、流体制御装置100は、小型でありながら、冷却装置を用いずに圧電ポンプ10を冷却することができる。

【0106】

以後、制御部115は、血圧の測定を開始するとき圧電ポンプ10をオンし、血圧の測定を終了したとき圧電ポンプ10をオフする。これにより、流体制御装置100は、血圧を複数回測定する場合、血圧の測定を終了する毎にヒートシンク123を冷却できる。

【0107】

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

【0108】

そのため、第2シール材152及び第1シール材151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。

【0109】

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。

【0110】

以下、本発明の第1実施形態に係る流体制御装置100における圧電ポンプ10の温度変化と、本発明の第1実施形態の比較例に係る流体制御装置における圧電ポンプ10の温度変化とを比較する。比較例の流体制御装置が第1実施形態の流体制御装置100と相違する点は、ヒートシンク123を備えない点である。その他の点に関しては同じであるため、説明を省略する。

【0111】

図9は、ヒートシンク123が装着されている圧電ポンプ10の温度変化とヒートシンク123が装着されていない圧電ポンプ10の温度変化とを示す図である。図9では、貯蔵できる空気の体積が250ccであるカフ109を用いて血圧の測定を3回行ったときの圧電ポンプ10の温度変化を測定した結果について示している。

【0112】

なお、図9の実線は、ヒートシンク123が装着されている圧電ポンプ10の温度変化を示し、図9の点線は、ヒートシンク123が装着されていない圧電ポンプ10の温度変化を示している。

【0113】

実験より、図9に示すように、両方の圧電ポンプ10とも、駆動している間、自己発熱によって圧電ポンプ10の温度が上昇し続け、駆動を停止した時から駆動を再開するまでの間、圧電ポンプ10の温度が低下していくことが明らかとなった。

【0114】

しかし、図9に示すように、ヒートシンク123が装着されていない圧電ポンプ10では、駆動を停止した時から駆動を再開するまでの間、圧電ポンプ10の温度が徐々に低下

10

20

30

40

50

して行くのに対して、ヒートシンク 1 2 3 が装着されている圧電ポンプ 1 0 では、駆動を停止した時から駆動を再開するまでの間、圧電ポンプ 1 0 の温度が急激に低下していくことが明らかとなった。

【0115】

以上の結果になった理由は、図 8 に示すように、圧電ポンプ 1 0 が駆動を停止した直後に、カフ 1 0 9 内の空気が第 2 通気孔 1 1 2 を経由して第 3 通気孔 1 1 3 からヒートシンク 1 2 3 の対向部 1 2 4 へ向けて急速に排出され、ヒートシンク 1 2 3 を冷却するためであると考えられる。

【0116】

よって、ヒートシンク 1 2 3 が装着されていない圧電ポンプ 1 0 と比較して、ヒートシンク 1 2 3 が装着されている圧電ポンプ 1 0 は、圧電ポンプ 1 0 の温度上昇を抑えることができる。

10

【0117】

従って、流体制御装置 1 0 0 は、小型でありながら、圧電ポンプ 1 0 を効果的に冷却することができる。

【0118】

以下、本発明の第 2 実施形態に係る流体制御装置について説明する。

【0119】

図 1 0 は、本発明の第 2 実施形態に係る流体制御装置 2 0 0 の要部の断面図である。図 1 1 は、図 1 0 に示す圧電ポンプ 1 0、バルブ 1 0 1 及びヒートシンク 2 2 3 の外観斜視図である。図 1 2 は、図 1 1 に示すヒートシンク 2 2 3 の要部を拡大した外観斜視図である。

20

【0120】

第 2 実施形態の流体制御装置 2 0 0 が第 1 実施形態の流体制御装置 1 0 0 と相違する点は、ヒートシンク 2 2 3 である。ヒートシンク 2 2 3 が第 1 実施形態のヒートシンク 1 2 3 と相違する点は、対向部 2 2 4 の先端部が第 2 弁筐体 1 9 2 側へ折り曲げられている点である。その他の点に関しては同じであるため、説明を省略する。

【0121】

ヒートシンク 2 2 3 では、図 1 に示すヒートシンク 1 2 3 に比べて、バルブ 1 0 1 の第 3 通気孔 1 1 3 から排出される空気が当たる面積が増えている。したがって、この実施形態の流体制御装置 2 0 0 は、圧電ポンプ 1 0 の冷却効果を向上できる。

30

【0122】

以下、本発明の第 3 実施形態に係る流体制御装置について説明する。

【0123】

図 1 3 は、本発明の第 3 実施形態に係る流体制御装置 3 0 0 の要部の断面図である。図 1 4 は、図 1 3 に示すヒートシンク 3 2 3 の要部を拡大した外観斜視図である。

【0124】

第 3 実施形態の流体制御装置 3 0 0 が第 2 実施形態の流体制御装置 2 0 0 と相違する点は、ヒートシンク 3 2 3 である。ヒートシンク 3 2 3 が第 2 実施形態のヒートシンク 2 2 3 と相違する点は、対向部 3 2 4 における第 3 通気孔 1 1 3 に対向する面が凹凸状に形成されている点である。その他の点に関しては同じであるため、説明を省略する。

40

【0125】

ヒートシンク 3 2 3 では、図 1 1 に示すヒートシンク 2 2 3 に比べて、バルブ 1 0 1 の第 3 通気孔 1 1 3 から排出される空気が当たる面積が増えている。したがって、この実施形態の流体制御装置は、圧電ポンプ 1 0 の冷却効果をさらに向上できる。

【0126】

なお、図 1 に示すヒートシンク 1 2 3 も同様に、対向部 1 2 4 における第 3 通気孔 1 1 3 に対向する面が凹凸状に形成されていてもよい。

【0127】

以下、本発明の第 4 実施形態に係る流体制御装置について説明する。

50

【 0 1 2 8 】

図 1 5 は、本発明の第 4 実施形態に係る流体制御装置に備えられる圧電ポンプ 1 0、バルブ 1 0 1 及びヒートシンク 4 2 3 の外観斜視図である。

【 0 1 2 9 】

第 4 実施形態の流体制御装置が第 2 実施形態の流体制御装置 2 0 0 と相違する点は、ヒートシンク 4 2 3 である。ヒートシンク 4 2 3 が第 2 実施形態のヒートシンク 2 2 3 と相違する点は、対向部 4 2 4 が櫛歯状に形成されている点である。その他の点に関しては同じであるため、説明を省略する。

【 0 1 3 0 】

ヒートシンク 4 2 3 では、図 1 1 に示すヒートシンク 2 2 3 に比べて、バルブ 1 0 1 の第 3 通気孔 1 1 3 から排出される空気が当たる面積が増えている。したがって、この実施形態の流体制御装置は、圧電ポンプ 1 0 の冷却効果をさらに向上できる。

10

【 0 1 3 1 】

なお、図 1 5 に示すヒートシンク 4 2 3 も同様に、対向部 4 2 4 における第 3 通気孔 1 1 3 に対向する面が凹凸状に形成されていてもよい。

【 0 1 3 2 】

《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い。実施の際、当該流体が、空気以外の気体であっても適用できる。

【 0 1 3 3 】

また、前述の実施形態ではヒートシンク 1 2 3、2 2 3、3 2 3、4 2 3 はポンプ筐体 8 0 の底面に装着されているが、これに限るものではない。実施の際、ヒートシンクはポンプ筐体のどこに装着されていてもよい。例えばヒートシンクはポンプ筐体 8 0 の側面に装着されていてもよい。

20

【 0 1 3 4 】

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 4 0 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。

【 0 1 3 5 】

また、前述の実施形態におけるポンプは、圧電素子 4 2 の伸縮によって屈曲振動するアクチュエータ 4 0 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るアクチュエータを備えてもよい。

30

【 0 1 3 6 】

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。

【 0 1 3 7 】

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。

40

【符号の説明】

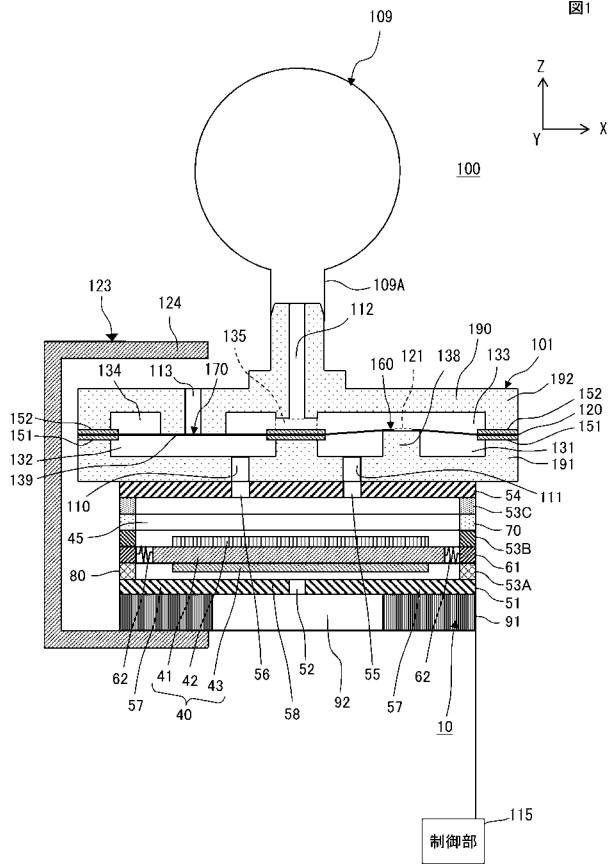
【 0 1 3 8 】

- 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

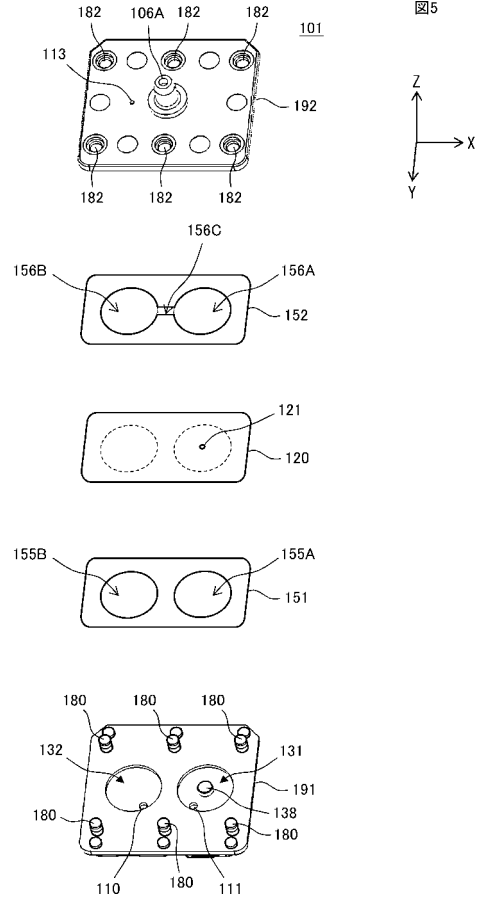
50

5 1 ... 可撓板	
5 2 ... 吸引孔	
5 3 A、5 3 B、5 3 C ... スペーサ	
5 4 ... 蓋板	
5 5、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	10
6 3、7 2 ... 外部端子	
7 0 ... 電極導通用板	
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、2 0 0、3 0 0 ... 流体制御装置	
1 0 1 ... バルブ	
1 0 9 ... カフ	20
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 1 5 ... 制御部	
1 2 0 ... ダイヤフラム	
1 2 1 ... 孔部	
1 2 3、2 2 3、3 2 3、4 2 3 ... ヒートシンク	
1 2 4、2 2 4、3 2 4、4 2 4 ... 対向部	
1 3 1、1 3 2 ... 第 1 バルブ室	30
1 3 3、1 3 4 ... 第 2 バルブ室	
1 3 5 ... 連通路	
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、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 ... 突出部	40
1 8 2 ... 開口部	
1 9 1 ... 第 1 弁筐体	
1 9 2 ... 第 2 弁筐体	

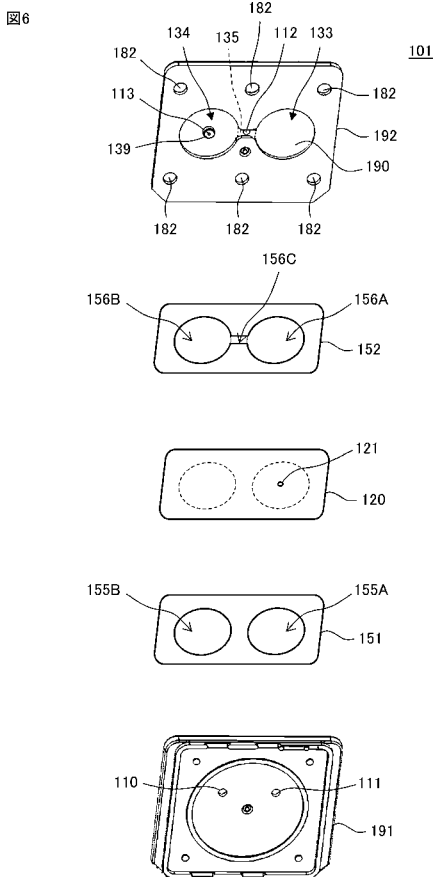
【 図 1 】



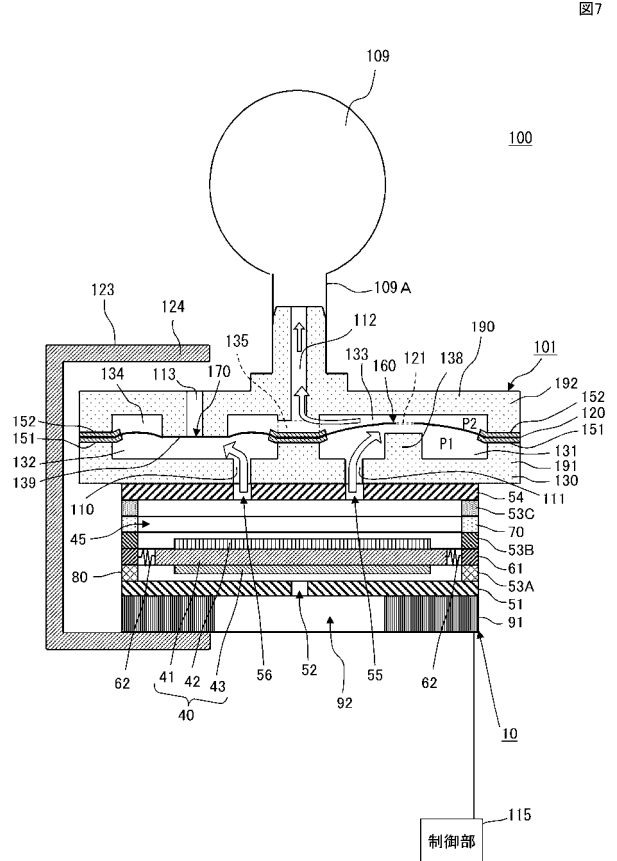
【 図 5 】



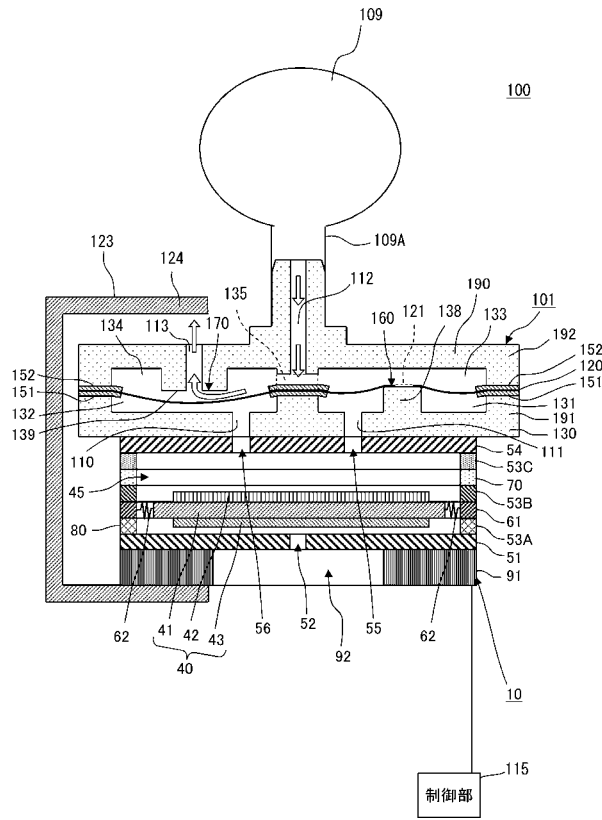
【 図 6 】



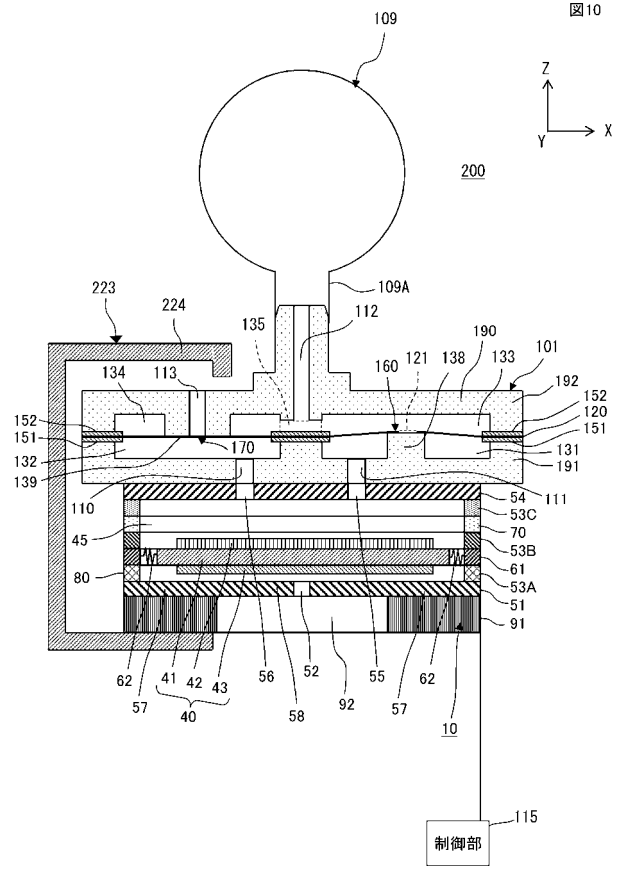
【 図 7 】



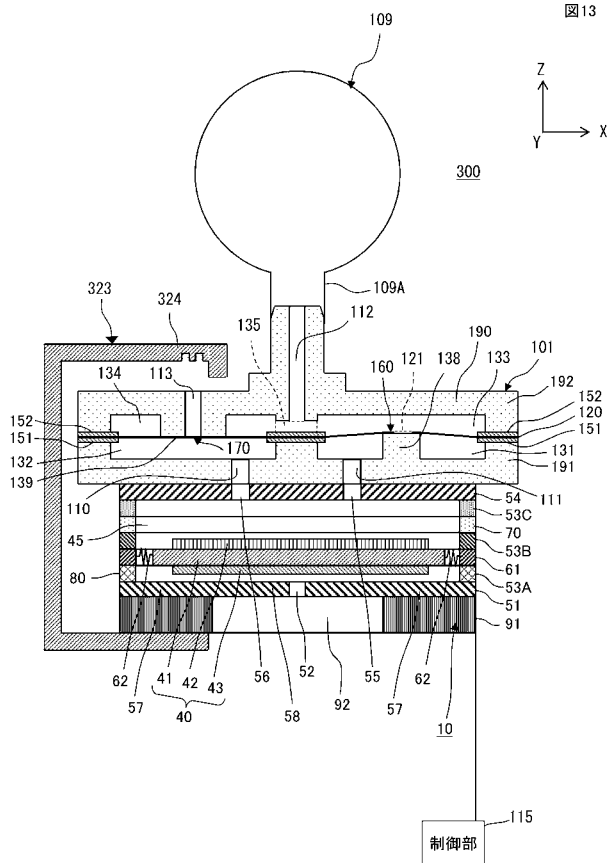
【図8】



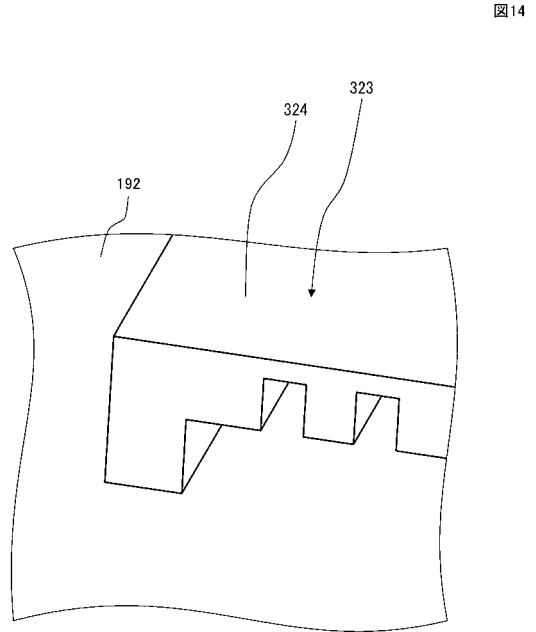
【図10】



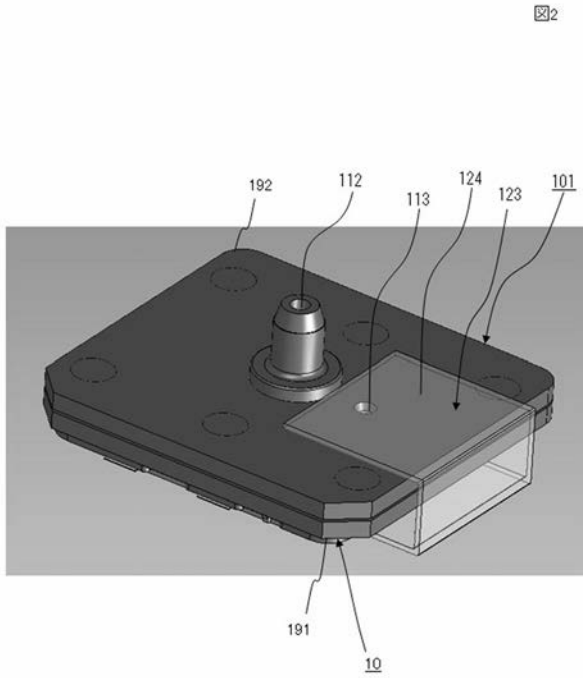
【図13】



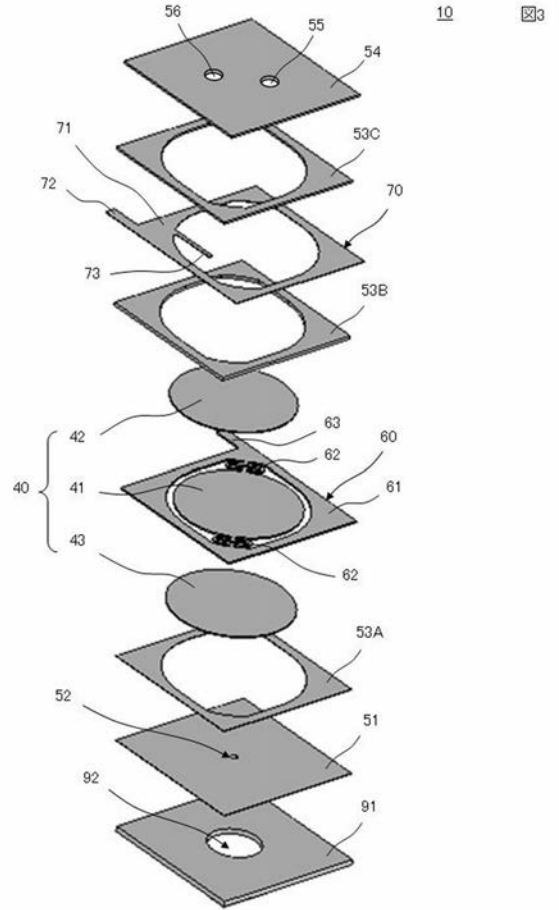
【図14】



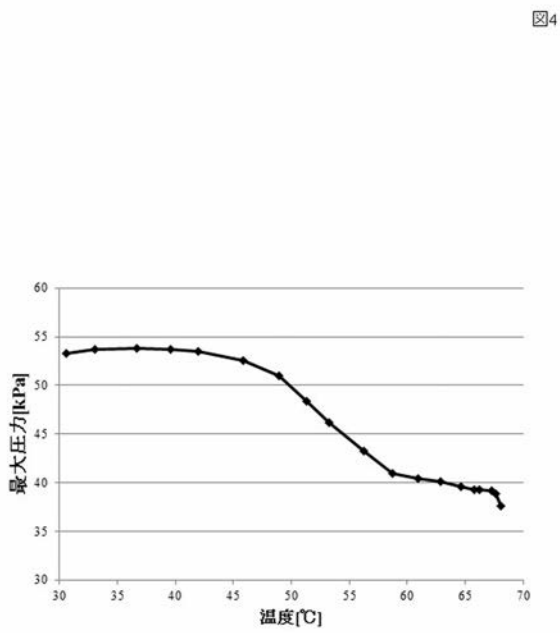
【 図 2 】



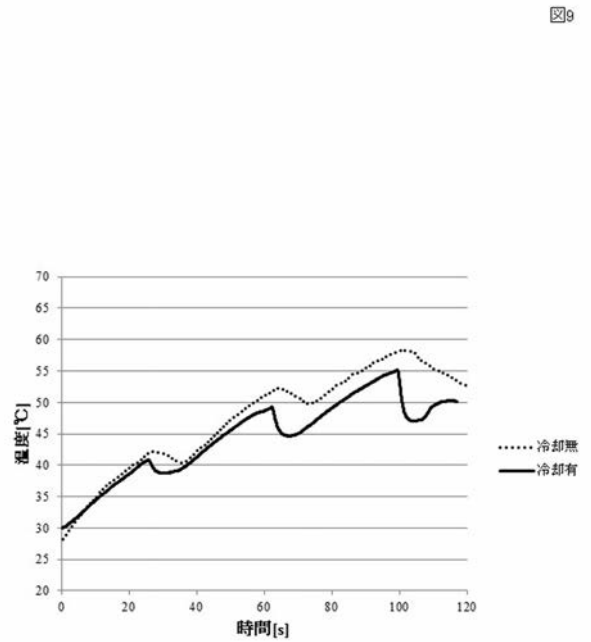
【 図 3 】



【 図 4 】

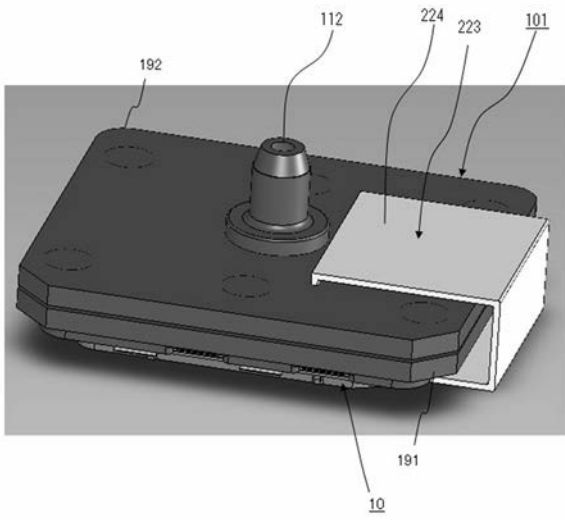


【 図 9 】



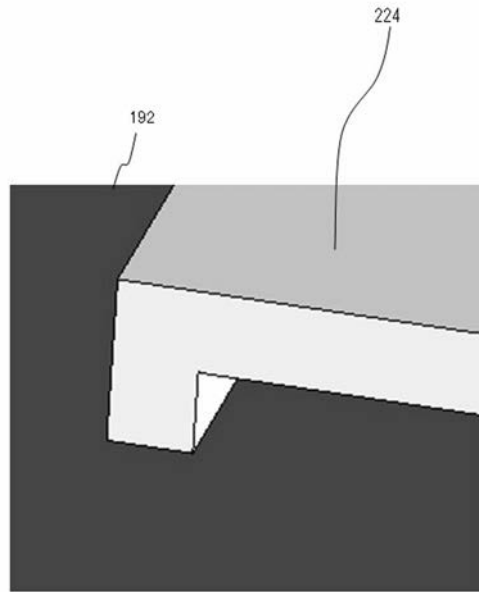
【 図 1 1 】

図11



【 図 1 2 】

図12



【 図 1 5 】

図15

