

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013 年 6 月 13 日 (13.06.2013)



W O I P C T



(10) 国際公開番号

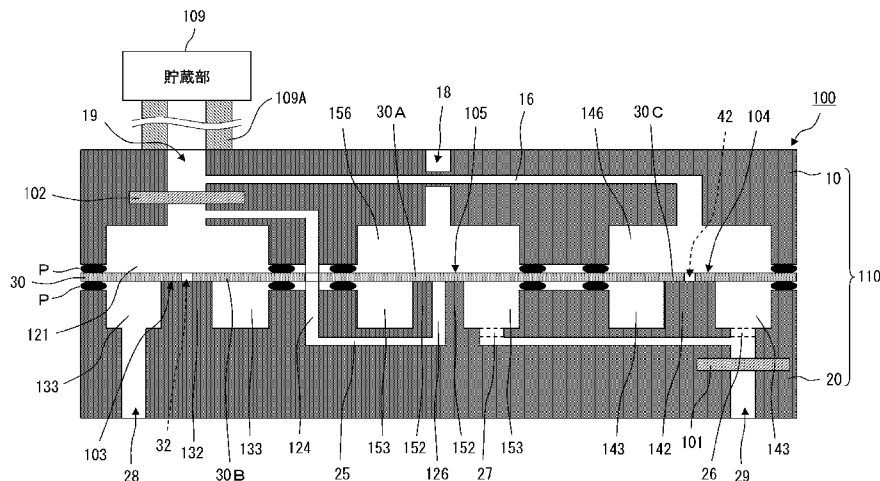
W O 2013/084909 A 1

- (51) 国際特許分類：
F04B 41/06 (2006.01) F04B 41/00 (2006.01)
F04B 39/10 (2006.01) F04B 45/047 (2006.01)
F04B 39/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号： PCT/JP2012/081453
- (22) 国際出願日： 2012 年 12 月 5 日 (05.12.2012)
- (25) 国際出願の言語： 日本語
- (26) 国際公開の言語： 日本語
- (30) 優先権データ：
特願 2011-270062 2011 年 12 月 9 日 (09.12.2011) JP
- (71) 出願人：株式会社村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者：神谷岳 (KAMITANI, Gaku); 〒6178555 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 Kyoto (JP). 平田篤彦 (HIRATA, Atsuhiko); 〒6178555 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 Kyoto (JP).
- (74) 代理人：特許業務法人 楓国際特許事務所 (KAEDE PATENT ATTORNEYS' OFFICE); 〒540001 大阪府大阪市中央区農人橋 1 丁目 4 番 3 4 号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, ML, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, ML, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: GAS CONTROL APPARATUS

(54) 発明の名称：気体制御装置



109 Storage portion

(57) Abstract: A gas control apparatus (100) is constituted of an upper housing (10) to which a second piezoelectric pump (102) is connected, a lower housing (20) to which a first piezoelectric pump (101) is connected, and a diaphragm (30). An outlet (19) through which gas flows out is disposed at the upper housing (10). Inlets (28 and 29) through which gas flows in, an opening (126), a first valve seat (152), a second valve seat (132), and a third valve seat (142) are disposed at the lower housing (20). The diaphragm (30) is clamped by the upper housing (10) and the lower housing (20), and fixed to the upper housing (10) and the lower housing (20) in contact with the first valve seat (152), the second valve seat (132), and the third valve seat (142). The diaphragm (30) divides the upper housing (10) and the lower housing (20) inside so that each valve chamber is formed together with the upper housing (10) and the lower housing (20).

(57) 要約：

[続葉有]



2013 084909 A1



第

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

() () (0) 1
() () () れ
() () ()
() () 1 (0) 1、 1 ()
() () (3) ()
() 1 () () は
() () ()

明 細 書

発明の名称 : 気体制御装置

技術分野

[0001] この発明は、気体制御を行う気体制御装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、複数のポンプを用いて気体制御を行う気体制御装置が各種考案されている。例えば特許文献 1 には、状況に応じて 2 つのポンプの接続を、直列接続または並列接続に切り替えることができる 2 段式真空ポンプが開示されている。

[0003] 図 17 (A) は、特許文献 1 の 2 段式真空ポンプ 1 内における、1 段目ポンプ 4、2 段目ポンプ 5 の並列接続時の空気の流れを示す説明図である。図 17 (B) は、特許文献 1 の 2 段式真空ポンプ 1 内における、1 段目ポンプ 4、2 段目ポンプ 5 の直列接続時の空気の流れを示す説明図である。図 18 は、図 17 (A) (B) に示す切替弁 9 の断面図である。

[0004] 2 段式真空ポンプ 1 は、図 17 (A) (B) に示すように、ポンプ吸入口 2 と、ポンプ排出口 3 と、1 段目ポンプ 4 と、2 段目ポンプ 5 と、逆止弁 7 と、切替弁 9 と、から構成されている。

[0005] 1 段目ポンプ 4 の吸気口はポンプ吸入口 2 及び逆止弁 7 に接続されており、1 段目ポンプ 4 の排気口は切替弁 9 の導入口 9 12 に接続されている。2 段目ポンプ 5 の吸気口は、切替弁 9 の導出口 9 13 に接続され、逆止弁 7 を介してポンプ吸入口 2 に接続されている。2 段目ポンプ 5 の排気口は、切替弁 9 の導出口 9 14 に接続され、ポンプ排出口 3 に接続されている。逆止弁 7 は、ポンプ吸入口 2 から 2 段目ポンプ 5 への空気の通過を許容するが、2 段目ポンプ 5 からポンプ吸入口 2 への空気の通過を阻止する。

[0006] 切替弁 9 は、図 18 に示すように、円柱状のケース 9 2 1 と、ケース 9 2 1 内に設けられた弁体 9 2 5 と、を備える。ケース 9 2 1 には、前述の導入口 9 12 及び導出口 9 13、9 14 と、弁室 9 2 2、9 2 3 と、両弁室 9 2

２、９２３を連通する導入路９２４と、リング状の弾性体９３２、９３４とが、設けられている。そして、弁室９２２、９２３と導入路９２４とには、弁体９２５がケース９２１の軸線方向にスライド自在に収納されている。そして、この弁体９２５は、棒部９２６の両端に円板状の弁部９２７、９２８が設けられた形状である。

[0007] 前記の構成において、ポンプ吸入口２とポンプ排出口３との圧力差が所定値以下の場合、切替弁９の弁体９２５が弁室９２２側にスライドする。そして弁部９２７の周縁部がリング状の弾性体９３４に当接し、導入口９１２と導出口９１４とが連通する。この結果、１段目ポンプ４、２段目ポンプ５は図１７（Ａ）に示すように並列に接続される。

[0008] また、ポンプ吸入口２とポンプ排出口３との圧力差が所定値以上になった場合、切替弁９の弁体９２５がばね９２９を圧縮して弁室９２３側にスライドする。そして弁部９２８の周縁部がリング状の弾性体９３２に当接し、導入口９１２と導出口９１３とが連通する。また、逆止弁７が閉鎖される。この結果、１段目ポンプ４、２段目ポンプ５は図１７（Ｂ）に示すように直列に接続される。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献１：実開昭６２－５２２９１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、前記切替弁９のような弁構造では、弁体９２５とケース９２１の内壁との隙間からの漏気を防ぎ、かつスライドをスムーズにするため、弁体９２５とケース９２１の内壁との間にダリスが塗布されていることが一般的である。しかし、この方法では、ケース９２１内を空気が通過する時にダリスの微細な粒子（オイルミスト）が該空気に混ざるため、クリーンな空気をポンプ排出口３から排出できなくなるという問題がある。

[001 1] また、前記２段式真空ポンプ１では、前記切替弁９が弁体９２５をスライド自在に内蔵する複雑かつ大型な構造を有するため、２段式真空ポンプ１の小型低背化を阻害してしまう。さらに、２段式真空ポンプ１が小型化する程、ポンプの能力（流量と圧力）は低下するため、ポンプの能力を維持しつつ小型化しようとするれば、従来構造を有する２段式真空ポンプ１では限界がある。

[001 2] そこで、本発明の目的は、複数のポンプの接続を、直列接続または並列接続に切り替えることが可能で、不純物の気体への混入を抑制することができる小型低背の気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

[001 3] 本発明の気体制御装置は、前記課題を解決するために以下の構成を備えている。

[0014] （１）流入口と流出口とを有する筐体を備え、

前記筐体の内部に、

前記流入口と前記流出口との間に設けられ、前記流出口から前記流入口への気体の流れを遮断する第１の逆止弁及び第２の逆止弁と、

前記流入口と接続された吸入孔と、前記第２の逆止弁と接続された吐出孔と、を有する第１のポンプと、

前記第１の逆止弁と接続された吸入孔と、前記流出口と接続された吐出孔と、を有する第２のポンプと、

前記第１のポンプの吐出孔と前記第２のポンプの吸入孔との間に設けられている切替弁と、を備える気体制御装置であって、

前記切替弁は、第１のダイヤフラムと、前記第１のダイヤフラムによって仕切られた第１及び第２の弁室と、前記第１の弁室側に設けられている第１の弁座とを備え、

前記第１のダイヤフラムは、前記第１の弁座と当接する領域を有し、

前記第１の弁座は、前記第２のポンプの吸入孔と接続される開口を有し、

前記第１の弁室は前記第１のポンプの吐出孔と接続され、

前記切替弁は、前記第 1 のダイヤフラムにおける両主面に加わる力の差によって、前記第 1 のポンプ吐出孔と、前記第 2 のポンプの吸入孔との接続と遮断とを切り替える。

[001 5] (2) 前記第 1 の逆止弁は、第 2 のダイヤフラムと、前記第 2 のダイヤフラムによって仕切られた第 3 及び第 4 の弁室と、前記第 3 の弁室側に設けられている第 2 の弁座とを備え、

前記第 2 のダイヤフラムは、前記第 2 の弁座の先端部と当接する領域と、該領域の一部を貫通する孔とを有し、

前記第 3 の弁室は前記流入口と接続され、前記第 4 の弁室は前記第 2 のポンプの吸入孔と接続されていることが好ましい。

[001 6] (3) 前記第 2 の逆止弁は、第 3 のダイヤフラムと、前記第 3 のダイヤフラムによって仕切られた第 5 及び第 6 の弁室と、前記第 5 の弁室側に設けられている第 3 の弁座とを備え、

前記第 3 のダイヤフラムは、前記第 3 の弁座の先端部と当接する領域と、該領域の一部を貫通する孔とを有し、

前記第 5 の弁室は前記第 1 のポンプの吐出孔と接続され、前記第 6 の弁室は前記流出口と接続されていることが好ましい。

[001 7] この構成において流出口は、気体を貯蔵する貯蔵部に接続される。この構成では、第 1、第 2 のポンプが動作を開始すると、第 4 の弁室の気体が第 2 のポンプに吸引されて貯蔵部へ吐出される。すなわち、第 4 の弁室の圧力が外気圧よりも低くなり、貯蔵部の圧力が外気圧よりも高くなる。同時に、筐体外部の気体が流入口から第 1 のポンプに吸引されて第 1 のポンプの吐出孔から吐出される。すなわち、第 1 の弁室及び第 5 の弁室の圧力が外気圧よりも高くなる。

[001 8] この結果、第 1 の逆止弁においては、第 4 の弁室の圧力が第 3 の弁室の圧力よりも低くなるため、第 2 のダイヤフラムが第 2 の弁座から離間して、第 4 の弁室と第 3 の弁室とを連通させる。また、第 2 の逆止弁においては、第 5 の弁室の圧力が第 6 の弁室の圧力よりも高くなるため、第 3 のダイヤフラ

ムが第3の弁座から離間して、第5の弁室と第6の弁室とを連通させる。

[0019] なお、切替弁においては、第1のダイヤフラムの一方主面に加わる第2の弁室の圧力と面積の積からなる力が、第1のダイヤフラムの他方主面に加わる第1の弁室の圧力及び開口の圧力と面積の積からなる力よりも高い。このため、第1のダイヤフラムが第1の弁座と当接し、第1の弁室と第2の弁室とは遮断されている。

[0020] すなわち、この構成の気体制御装置では、第1、第2のポンプの動作開始時に、第1のポンプ、第2のポンプが並列に接続される。

[0021] 第1のポンプ、第2のポンプが並列に接続された状態で貯蔵部への気体の充填が行われると、徐々に貯蔵部内の圧力が高まっていく。これにより、貯蔵部内に連通する第6の弁室の圧力も高まっていき、第1の弁室、第4の弁室および開口の圧力が高まっていく。

[0022] そのため、切替弁においては、第1のダイヤフラムの他方主面に加わる第1の弁室の圧力及び開口の圧力と面積の積からなる力が、第1のダイヤフラムの一方主面に加わる第2の弁室の圧力と面積の積からなる力よりも高くなる。このため、第1のダイヤフラムが第1の弁座から離間し、第1の弁室及び開口を連通させる。

[0023] また、第2の逆止弁においては、第6の弁室の圧力が第5の弁室の圧力よりも高くなるため、第3のダイヤフラムが第3の弁座と当接し、第5の弁室と第6の弁室との通気を遮断させる。

[0024] また、第1の逆止弁においては、第4の弁室の圧力が第3の弁室の圧力よりも高くなるため、第2のダイヤフラムが第2の弁座と当接し、第4の弁室と第3の弁室との通気を遮断させる。

[0025] すなわち、この構成の気体制御装置では、貯蔵部の圧力が高まると、第1のポンプ、第2のポンプが直列に接続される。

[0026] 前記気体制御装置は、貯蔵部の圧力が低い間、第1、第2のポンプが並列接続となっており、貯蔵部の圧力が高くなると、第1、第2のポンプが並列接続から直列接続へ切り替わる。ここで、2個のポンプを並列に接続した場

合の気体制御装置の最大ポンプ圧力は、２個のポンプのうち、単体での最大ポンプ圧力が高い方のポンプのみを貯蔵部に接続した場合と同じであるが、最大流量は、おのこのポンプの単体での最大ポンプ流量を合計した流量となる。一方、２個のポンプを直列に接続した場合の気体制御装置の最大吐出流量は、２個のポンプのうち、単体での最大ポンプ流量が多い方のポンプを貯蔵部に接続した場合と同じであるが、最大ポンプ圧力は、おのこのポンプの単体での最大ポンプ圧力を合計した圧力となる。

[0027] よって、この構成によれば、第１、第２のポンプの並列接続時において、低いポンプ圧力下で多くの流量を得ることができる。また、第１、第２のポンプの直列接続時において、少ない流量下で高いポンプ圧力を得ることができる。すなわち、これらの両方の特性を実現することができる。

[0028] また、気体制御装置の各領域の圧力変化に併せたダイヤフラムの変位によって、第１、第２のポンプが徐々に並列接続から直列接続に切り替わるため、急激な圧力、流量の変化が起きず、ポンプの特性がスムーズに移行する。

[0029] また、この構成では、柔軟なダイヤフラムと各々の弁座とが密着するため漏気が発生しない。また、ダイヤフラムと各々の弁座との密着及び離間の際に摺動が発生しないので、ダイヤフラムと筐体との間にグリスを設ける必要がない。そのため、気体への不純物の混入を抑制することができる。

[0030] また、この構成の気体制御装置は、ダイヤフラムが筐体に固定される簡易な構造を有するため、ポンプの特性（流量と圧力）を維持しつつ小型低背化を図ることができる。

[0031] したがって、この構成によれば、複数のポンプの接続を、直列接続または並列接続に切り替えることが可能で、気体への不純物の混入を抑制することができる小型低背の気体制御装置を提供できる。

[0032] （４）前記筐体は、通気孔をさらに有し、
前記切替弁においては、前記第２の弁室が前記通気孔と接続され、
前記前記第２の弁室の圧力は、大気圧であることが好ましい。

[0033] この構成の切替弁においては、第２の弁室の圧力である大気圧と面積の積

からなる力が、第 1 のダイヤフラムの一方主面に加わる。

[0034] (5) 前記第 1、第 2、及び第 3 のダイヤフラムは、共通の 1 枚のダイヤフラムによって構成されていることが好ましい。

[0035] この構成によれば、ダイヤフラムの枚数が一枚で済むため、気体制御装置の製造コストを低減できる。

[0036] (6) 流入口と流出口とを有する筐体と、

前記筐体内を分割して前記筐体内に、前記流入口に連通する第 1 領域と、前記流出口に連通する第 2 領域と、第 3 領域と、第 4 領域と、を形成するダイヤフラムと、

第 1 ポンプ室と、前記第 1 ポンプ室を介して互いに連通する第 1 吸引孔および第 1 吐出孔と、を有し、前記第 1 吸引孔が前記第 1 領域に連通し、前記第 1 吐出孔が前記第 3 領域に連通する第 1 のポンプと、

第 2 ポンプ室と、前記第 2 ポンプ室を介して互いに連通する第 2 吸引孔および第 2 吐出孔と、を有し、前記第 2 吸引孔が前記第 4 領域に連通し、前記第 2 吐出孔が前記第 2 領域に連通する第 2 のポンプと、を備え、

前記ダイヤフラムは、

前記第 1、第 2 のポンプの動作時、前記第 3 領域の圧力が前記第 2 領域の圧力よりも高く、前記第 4 領域の圧力が前記第 1 領域の圧力よりも低い場合、前記第 3 領域および前記第 4 領域を遮断し、前記第 2 領域および前記第 3 領域を連通するとともに前記第 1 領域および前記第 4 領域を連通し、

前記第 1、第 2 のポンプの動作時、前記第 3 領域の圧力が前記第 2 領域の圧力よりも低く、前記第 4 領域の圧力が前記第 1 領域の圧力よりも高い場合、前記第 2 領域および前記第 3 領域の通気と前記第 1 領域および前記第 4 領域の通気とを遮断し、前記第 3 領域および前記第 4 領域を連通するよう、前記筐体に固定されている。

[0037] この構成において流出口は、気体を貯蔵する貯蔵部に接続される。この構成では、第 1、第 2 のポンプが動作を開始すると、第 4 領域の気体が第 2 のポンプに吸引されて第 2 領域へ吐出される。すなわち、第 4 領域の圧力が外

気圧よりも低くなり、第2領域の圧力が外気圧よりも高くなる。同時に、筐体外部の気体が流入口から第1領域を介して第1のポンプに吸引されて第3領域へ吐出される。すなわち、第1領域の圧力が外気圧となり、第3領域の圧力が外気圧よりも高くなる。

[0038] この結果、第4領域の圧力が第1領域の圧力よりも低くなると、ダイヤフラムが、第1領域および第4領域を連通させる。また、第3領域の圧力が第2領域の圧力よりも高くなると、ダイヤフラムが、第2領域および第3領域を連通させる。なお、ダイヤフラムは、第3領域および第4領域を遮断している。

[0039] すなわち、この構成の気体制御装置では、第1、第2のポンプの動作開始時に、第1、第2のポンプが並列に接続される。

[0040] 第1のポンプ、第2のポンプが並列に接続された状態で貯蔵部への気体の充填が行われると、徐々に貯蔵部内の圧力が高まっていく。これにより、貯蔵部内に連通する第2領域の圧力も高まっていき、第4領域及び第3領域の圧力も高まっていく。

[0041] そのため、ダイヤフラムが第3領域および第4領域を連通させる。

[0042] また、第2領域の圧力が第3領域の圧力よりも高くなると、ダイヤフラムが第2領域および第3領域の通気を遮断させる。

[0043] また、第4領域の圧力が第1領域の圧力よりも高くなると、ダイヤフラムが第1領域および第4領域の通気を遮断させる。

[0044] すなわち、この構成の気体制御装置では、貯蔵部の圧力が高まると、第1のポンプ、第2のポンプが直列に接続される。

[0045] この構成では、貯蔵部の圧力が低い間、第1、第2のポンプが並列接続となっており、貯蔵部の圧力が高くなると、第1、第2のポンプが並列接続から直列接続へ切り替わる。ここで、2個のポンプを並列に接続した場合の気体制御装置の最大ポンプ圧力は、2個のポンプのうち、単体での最大ポンプ圧力が高い方のポンプのみを貯蔵部に接続した場合と同じであるが、最大流量は、おのこのポンプの単体での最大ポンプ流量を合計した流量となる。

一方、２個のポンプを直列に接続した場合の気体制御装置の最大吐出流量は、２個のポンプのうち、単体での最大ポンプ流量が多い方のポンプを貯蔵部に接続した場合と同じであるが、最大ポンプ圧力は、おのこのポンプの単体での最大ポンプ圧力を合計した圧力となる。

[0046] よって、この構成によれば、第１、第２のポンプの並列接続時において、低いポンプ圧力下で多くの流量を得ることができる。また、第１、第２のポンプの直列接続時において、少ない流量下で高いポンプ圧力を得ることができる。すなわち、これらの両方の特性を実現することができる。

[0047] また、気体制御装置の各領域の圧力変化に併せたダイヤフラムの変位によって、第１、第２のポンプが徐々に並列接続から直列接続に切り替わるため、急激な圧力、流量の変化が起きず、ポンプの特性がスムーズに移行する。

[0048] また、この構成では、柔軟なダイヤフラムと筐体とが密着するため漏気が発生しない。また、ダイヤフラムと筐体との密着及び離間の際に摺動が発生しないので、ダイヤフラムと筐体との間にグリスを設ける必要がない。そのため、気体への不純物の混入を抑制することができる。

[0049] また、この構成の気体制御装置は、ダイヤフラムが筐体に固定される簡易な構造を有するため、ポンプの特性（流量と圧力）を維持しつつ小型低背化を図ることができる。

[0050] したがって、この構成によれば、複数のポンプの接続を、直列接続または並列接続に切り替えることが可能で、気体への不純物の混入を抑制することができる小型低背の気体制御装置を提供できる。

[0051] （７）前記筐体は、前記第４領域に連通する開口と、前記第３領域において前記開口の周囲から前記ダイヤフラム側へ突出する第１の弁座と、前記第１領域において前記ダイヤフラム側へ突出する第２の弁座と、前記第３領域において前記ダイヤフラム側へ突出する第３の弁座と、が設けられ、

前記ダイヤフラムは、前記第１の弁座、及び前記第２の弁座、前記第３の弁座に当接して前記筐体に固定されており、

前記ダイヤフラムには、前記第２の弁座に当接する領域の一部に孔が設け

られ、前記第3の弁座に当接する領域の一部に孔が設けられていることが好ましい。

[0052] (8) 前記ダイヤフラムは、前記第1領域と前記第3領域との圧力差により前記第1の弁座に対して接触または離間して開閉し、前記第1領域と前記第4領域との圧力差により前記第2の弁座に対して接触または離間して開閉し、前記第2領域と前記第3領域との圧力差により前記第3の弁座に対して接触または離間して開閉することが好ましい。

[0053] この構成では、第3領域の圧力が第2領域の圧力よりも高く、第4領域の圧力が第1領域の圧力よりも低いとき、ダイヤフラムは、第1の弁座に接触して開口を閉じ、第2の弁座から離間して孔を開放し、第3の弁座から離間して孔を開放する。

[0054] 一方、第3領域の圧力が第2領域の圧力よりも低く、第4領域の圧力が第1領域の圧力よりも高いとき、ダイヤフラムは、第1の弁座から離間して開口を開放し、第2の弁座に接触して孔を閉じ、第3の弁座に接触して孔を閉じる。

[0055] (9) 前記ダイヤフラムは、前記第1領域と前記第4領域との圧力差により開閉する第1の逆止弁と、前記第2領域と前記第3領域との圧力差により開閉する第2の逆止弁と、前記第1領域と前記第3領域との圧力差により開閉する切替弁と、を前記筐体とともに構成し、

前記第1の逆止弁は、前記第4領域から前記第1領域への気体の流れを阻止し、

前記第2の逆止弁は、前記第2領域から前記第3領域への気体の流れを阻止し、

前記切替弁は、前記第1、第2のポンプの動作時、前記第3領域の圧力が前記第2領域の圧力よりも高く前記第4領域の圧力が前記第1領域の圧力よりも低い場合、前記第3領域および前記第4領域を遮断し、前記第3領域の圧力が前記第2領域の圧力よりも低く前記第4領域の圧力が前記第1領域の圧力よりも高い場合、前記第3領域および前記第4領域を連通することが好

ましい。

[0056] この構成では、気体制御装置は、第 1 のポンプ、第 2 のポンプ、第 1 の逆止弁、第 2 の逆止弁、切替弁、流入口及び流出口を備える。第 1 のポンプの第 1 吸引孔は、流入口及び第 1 の逆止弁に接続され、その第 1 吐出孔は、第 2 の逆止弁及び切替弁に接続されている。また、第 2 のポンプの第 2 吸引孔は、第 1 の逆止弁及び切替弁に接続され、その第 2 吐出孔は、流出口及び第 2 の逆止弁に接続されている。

[0057] そして、第 1 の逆止弁は、流入口から第 2 のポンプへの気体の通過を許容するが、第 2 のポンプ及び切替弁から流入口への気体の通過を阻止する。第 2 の逆止弁は、第 1 のポンプから流出口への気体の通過を許容するが、流出口から第 1 のポンプ及び切替弁への気体の通過を阻止する。

[0058] (1 0) 前記第 1、第 2、及び第 3 の弁座は、前記ダイヤフラムと与圧するように前記筐体に設けられていることが好ましい。

[0059] この構成では、第 1、第 2、及び第 3 の弁座がダイヤフラムに張力（以下、与圧力）を付与するように接触しているため、第 3 領域の圧力が第 2 領域の圧力よりも高く、第 4 領域の圧力が第 1 領域の圧力よりも低いとき、その与圧力によって、ダイヤフラムが弁座に接触して弁を閉じた状態を維持できる。

[0060] (1 1) 前記筐体は、前記流入口が設けられている第 1 の筐体と、前記流出口が設けられている第 2 の筐体とを有し、

前記ダイヤフラムは、弾性部材からなり、前記第 1 の筐体と前記第 2 の筐体とに両面から挟持されていることが好ましい。

[0061] この構成では、ダイヤフラムが第 1、第 2 の弁筐体に押圧されて挟持される。この結果、ダイヤフラムと第 1、第 2 の弁筐体との当接部分の密着性が高くなる。そのため、気体がダイヤフラムと第 1、第 2 の弁筐体との間を通過して外側へ漏れるのを防ぐことができる。

[0062] よって、この構成では、シール性向上の為にグリスが不要であるため、筐体内を気体が通過する時にグリスのオイルミストが該気体に混ざることが無

し。従って、この構成によれば、クリーンな気体を流出口から送出できる。

[0063] (12) 前記流出口は貯蔵部に接続されており、

前記流出口に連通し、前記第1、第2のポンプの動作により前記貯蔵部に充填された気体を、前記第1、第2のポンプの動作の停止時に急速に排気が可能である急速排気部を備えることが好ましい。

[0064] この構成では、貯蔵部の気体が第2領域を介して急速に排気される。従って、この構成によれば、貯蔵部に圧縮空気を充填した後に、貯蔵部から気体を急速排気することができる。

[0065] (13) 流入口と流出口とを有する筐体と、

前記筐体内を分割して前記筐体内に、前記流入口に連通する第1領域、前記流出口に連通する第2領域、第3領域、第2 t (t は2から $n-1$ までの整数)領域、第2 $t+1$ 領域及び第2 n (n は3以上の整数)領域を形成するダイヤフラムと、

第1ポンプ室と前記第1ポンプ室を介して互いに連通する第1吸引孔および第1吐出孔とを有し、前記第1吸引孔が前記第1領域に連通し、前記第1吐出孔が前記第3領域に連通する第1のポンプと、

第 t ポンプ室と前記第 t ポンプ室を介して互いに連通する第 t 吸引孔および第 t 吐出孔とを有し、前記第 t 吸引孔が前記第2 t 領域に連通し、前記第 t 吐出孔が前記第2 $t+1$ 領域に連通する第 t のポンプと、

第 n ポンプ室と前記第 n ポンプ室を介して互いに連通する第 n 吸引孔および第 n 吐出孔とを有し、前記第 n 吸引孔が前記第2 n 領域に連通し、前記第 n 吐出孔が前記第2領域に連通する第 n のポンプと、を備え、 n 段のポンプを接続した、気体制御装置であって、

前記ダイヤフラムは、

前記第1、第 t 、及び第 n のポンプの動作時、前記第3領域および前記第2 $t+1$ 領域の圧力が前記第2領域の圧力よりも高く、前記第2 t 領域および前記第2 n 領域の圧力が前記第1領域の圧力よりも低いとき、前記第3領域および前記第2 $t+1$ 領域のそれぞれと前記第2 t 領域および前記第2 n 領域

のそれぞれとを遮断し、前記第 3 領域および前記第 2 t + 1 領域のそれぞれと前記第 2 領域とを連通するとともに前記第 2 t 領域および前記第 2 n 領域のそれぞれと前記第 1 領域とを連通し、

前記第 1、第 t、及び第 n のポンプの動作時、前記第 3 領域および前記第 2 t + 1 領域の圧力が前記第 2 領域の圧力よりも低く、前記第 2 t 領域および前記第 2 n 領域の圧力が前記第 1 領域の圧力よりも高いとき、前記第 3 領域および前記第 2 t + 1 領域のそれぞれと前記第 2 領域とを遮断するとともに前記第 2 t 領域および前記第 2 n 領域のそれぞれと前記第 1 領域とを遮断し、前記第 3 領域および前記第 2 t + 1 領域のそれぞれと前記第 2 t 領域および前記第 2 n 領域のそれぞれとを連通するよう、前記筐体に固定されている。

[0066] この構成において流出口は、気体を貯蔵する貯蔵部に接続される。この構成では前記 (6) と同様に、貯蔵部の圧力が低い間、n 個のポンプが並列に接続され、貯蔵部の圧力が高くなると、n 個のポンプが直列に接続される。

[0067] よって、この構成においても、第 1、第 t、第 n ポンプの並列接続時において、低いポンプ圧力下で多くの流量を得ることができる。また、第 1、第 t、第 n ポンプの直列接続時において、少ない流量下で高いポンプ圧力を得ることができる。すなわち、これらの両方の特性を実現することができる。

[0068] また、気体制御装置の各領域の圧力変化に併せたダイヤフラムの変位によって、第 1、第 t、第 n ポンプが徐々に並列接続から直列接続に切り替わるため、大流量特性から高ポンプ圧力特性へスムーズに移行する。

[0069] また、この構成では、柔軟なダイヤフラムと筐体とが密着するため漏気が発生しない。また、ダイヤフラムと筐体との密着及び離間の際に摺動が発生しないので、ダイヤフラムと筐体との間にグリスを設ける必要がない。そのため、気体への不純物の混入を抑制することができる。

[0070] また、この構成の気体制御装置は、ダイヤフラムが筐体に固定される簡易な構造を有するため、ポンプの能力 (流量と圧力) を維持しつつ小型低背化を図ることができる。

[0071] したがって、この構成によれば、前記 (6) と同様の効果を奏する。

発明の効果

[0072] 本発明によれば、複数のポンプの接続を、直列接続または並列接続に切り替えることが可能で、不純物の気体への混入を抑制することができる小型低背の気体制御装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0073] [図1] 本発明の第1実施形態に係る気体制御装置100に備えられる各部材の接続関係を示すブロック図である。

[図2] 第1実施形態に係る気体制御装置100の概念図である。

[図3] 第1実施形態の変形例に係る気体制御装置100'の概念図である。

[図4] 第1実施形態に係る気体制御装置100の外観斜視図である。

[図5] 第1実施形態に係る気体制御装置100の分解斜視図である。

[図6] 第1実施形態に係る気体制御装置100の、図4に示すT-T線における断面図である。

[図7] 第1実施形態に係る第1圧電ポンプ101の分解斜視図である。

[図8] 第1実施形態に係る第1圧電ポンプ101の主要部の断面図である。

[図9] 第1実施形態に係る第1圧電ポンプ101、第2圧電ポンプ102の並列接続時における気体制御装置100内の空気の流れを示す断面図である。

[図10] 第1実施形態に係る第1圧電ポンプ101、第2圧電ポンプ102の直列接続時における気体制御装置100内の空気の流れを示す断面図である。

[図11] 本発明の第2実施形態に係る気体制御装置200に備えられる各部材の接続関係を示すブロック図である。

[図12] 本発明の第2実施形態の変形例に係る気体制御装置200'に備えられる各部材の接続関係を示すブロック図である。

[図13] 本発明の第3実施形態に係る気体制御装置300の断面図である。

[図14] 第3実施形態に係る第1圧電ポンプ101、第2圧電ポンプ102の並列接続時における気体制御装置300内の空気の流れを示す断面図である。

[図15] 第3実施形態に係る第1圧電ポンプ101、第2圧電ポンプ102の直列接続時における気体制御装置300内の空気の流れを示す断面図である。

[図16] 第3実施形態に係る第1圧電ポンプ101、第2圧電ポンプ102が動作を停止した直後における気体制御装置300内の空気の流れを示す断面図である。

[図17] 図17(A)は、特許文献1の2段式真空ポンプ1内における、ポンプ4、5の並列接続時の空気の流れを示す説明図である。図17(B)は、特許文献1の2段式真空ポンプ1内における、ポンプ4、5の直列接続時の空気の流れを示す説明図である。

[図18] 特許文献1に係る切替弁9の断面図である。

発明を実施するための形態

[0074] 第1実施形態

本発明の第1実施形態に係る気体制御装置100について以下説明する。

[0075] 図1は、本発明の第1実施形態に係る気体制御装置100に備えられる第1圧電ポンプ101、第2圧電ポンプ102、第1の逆止弁103、第2の逆止弁104、切替弁105、流入口28、29及び流出口19の接続関係を示すブロック図である。図2は、気体制御装置100の概念図である。図4は、気体制御装置100の外観斜視図である。図5は、気体制御装置100の分解斜視図である。図6は、気体制御装置100の図4に示す丁線における断面図である。まず、図1、図2を用いて、気体制御装置100の概略構成について以下説明する。

[0076] なお、本発明の「第1の筐体」が下部筐体20に相当し、本発明の「第2の筐体」が上部筐体10に相当し、「筐体」が下部筐体20および上部筐体10に相当する。また、本発明の「第1の弁室」が第1弁室153、「第2の弁室」が第2弁室156、「第3の弁室」が第3弁室133、「第4の弁室」が第4弁室121、「第5の弁室」が第5弁室143、「第6の弁室」が第6弁室146に相当する。

[0077] また、本発明の「第 1 領域」は、第 2 弁室 1 5 6、第 3 弁室 1 3 3、第 8 弁室 1 1 6、連通孔 1 7、及び流入室 1 1 1 で構成される第 1 領域 1 に相当する。本発明の「第 2 領域」は、流出室 1 2 2、連通孔 1 6、及び第 6 弁室 1 4 6 で構成される第 2 領域 2 に相当する。本発明の「第 3 領域」は、第 1 弁室 1 5 3、第 7 弁室 1 1 2、連通孔 2 6、第 5 弁室 1 4 3、連通孔 2 7 で構成される第 3 領域 3 に相当する。本発明の「第 4 領域」は、連絡路 1 2 4、連通孔 2 5、第 4 弁室 1 2 1 で構成される第 4 領域 4 に相当する。

[0078] また、本発明の「第 1 の弁座」が第 1 の弁座 1 5 2 に相当する。本発明の「第 2 の弁座」が第 2 の弁座 1 3 2 に相当する。本発明の「第 3 の弁座」が第 3 の弁座 1 4 2 に相当する。

[0079] 気体制御装置 1 0 0 は、図 1、図 2 に示すように、流入口 2 8、2 9、及び流出口 1 9 を備える筐体 1 1 0 と、第 1 圧電ポンプ 1 0 1 と、第 2 圧電ポンプ 1 0 2 と、第 1 の逆止弁 1 0 3 と、第 2 の逆止弁 1 0 4 と、切替弁 1 0 5 と、を有する。流出口 1 9 は、例えば貯蔵部に接続される。

[0080] 第 1 圧電ポンプ 1 0 1 は、流入口 2 9 と接続された吸入孔と、第 2 の逆止弁 1 0 4 と接続された吐出孔と、を有する。

[0081] 第 2 圧電ポンプ 1 0 2 は、第 1 の逆止弁 1 0 3 と接続された吸入孔と、流出口 1 9 と接続された吐出孔と、を有する。

[0082] 切替弁 1 0 5 は、第 1 圧電ポンプ 1 0 1 における吐出孔と第 2 圧電ポンプ 1 0 2 における吸入孔との間に設けられている。切替弁 1 0 5 は、第 1 のダイヤフラム 3 0 A と、第 1 のダイヤフラム 3 0 A によって仕切られた第 1 弁室 1 5 3 及び第 2 弁室 1 5 6 と、第 1 のダイヤフラム 3 0 A へ突出して第 1 弁室 1 5 3 に設けられている第 1 の弁座 1 5 2 とを備える。

[0083] 第 1 のダイヤフラム 3 0 A は、第 1 の弁座 1 5 2 と当接する領域を有する。第 1 の弁座 1 5 2 は、第 2 圧電ポンプ 1 0 2 の吸入孔と接続される開口 1 2 6 を有する。切替弁 1 0 5 において、第 1 弁室 1 5 3 は第 1 圧電ポンプ 1 0 1 の吐出孔と接続されている。切替弁 1 0 5 において、第 2 弁室 1 5 6 は例えば大気開放されている通気口 1 8 と接続されている。さらに、第 1 の弁

座 1 5 2 は、第 1 のダイヤフラム 3 0 A を与圧するように、筐体 1 1 0 に設けられている。

[0084] 切替弁 1 0 5 は、第 1 のダイヤフラム 3 0 A の両主面に加わる力の差によって、第 1 圧電ポンプ 1 0 1 の吐出孔と、第 2 圧電ポンプ 1 0 2 の吸入孔との接続と遮断とを切り替える。

[0085] 第 1 の逆止弁 1 0 3 は、流入口 2 8 と第 2 圧電ポンプ 1 0 2 の吸入孔との間に設けられている。第 1 の逆止弁 1 0 3 は、流入口 2 8 から第 2 圧電ポンプ 1 0 2 の吸入孔への気体の流れを許可し、第 2 圧電ポンプ 1 0 2 の吸入孔から流入口 2 8 への気体の流れを遮断する逆止弁である。

[0086] 第 1 の逆止弁 1 0 3 は、第 2 のダイヤフラム 3 0 B と、第 2 のダイヤフラム 3 0 B によって仕切られた第 3 弁室 1 3 3 及び第 4 弁室 1 2 1 と、第 2 のダイヤフラム 3 0 B 側へ突出して第 3 弁室 1 3 3 に設けられている第 2 の弁座 1 3 2 とを備える。第 2 のダイヤフラム 3 0 B は、第 2 の弁座 1 3 2 の突出方向の先端部と当接する領域を有し、該領域の一部に貫通孔 3 2 が設けられている。第 3 弁室 1 3 3 は流入口 2 8 と接続され、第 4 弁室 1 2 1 は第 2 圧電ポンプ 1 0 2 の吸入孔と接続されている。さらに、第 2 の弁座 1 3 2 は、第 2 のダイヤフラム 3 0 B を与圧するように、筐体 1 1 0 に設けられている。

[0087] 第 1 の逆止弁 1 0 3 は、第 2 のダイヤフラム 3 0 B の両主面に加わる力の差によって、流入口 2 8 と第 2 圧電ポンプ 1 0 2 の吸入孔との接続と遮断とを切り替える。

[0088] 一方、第 2 の逆止弁 1 0 4 は、第 1 圧電ポンプ 1 0 1 の吐出孔と流出口 1 9 との間に設けられている。第 2 の逆止弁 1 0 4 は、第 1 圧電ポンプ 1 0 1 の吐出孔から流出口 1 9 への気体の流れを許可し、流出口 1 9 から第 1 圧電ポンプ 1 0 1 の吐出孔への気体の流れを遮断する逆止弁である。

[0089] 第 2 の逆止弁 1 0 4 は、第 3 のダイヤフラム 3 0 C と、第 3 のダイヤフラム 3 0 C によって仕切られた第 5 弁室 1 4 3 及び第 6 弁室 1 4 6 と、第 3 のダイヤフラム 3 0 C 側へ突出して第 5 弁室 1 4 3 に設けられている第 3 の弁

座 1 4 2 とを備える。第 3 のダイヤフラム 3 0 C は、第 3 の弁座 1 4 2 の突出方向の先端部と当接するを有し、該領域の一部に貫通孔 4 2 が設けられている。第 5 弁室 1 4 3 は第 1 圧電ポンプ 1 0 1 の吐出孔と接続され、第 6 弁室 1 4 6 は流出口 1 9 と接続されている。さらに、第 3 の弁座 1 4 2 は、第 3 のダイヤフラム 3 0 C を与圧するように、筐体 1 1 0 に設けられている。

[0090] 第 2 の逆止弁 1 0 4 は、第 3 のダイヤフラム 3 0 C の両主面に加わる力の差によって、第 1 圧電ポンプ 1 0 1 の吐出孔と流出口 1 9 との接続と遮断とを切り替える。

[0091] なお、この実施形態では、第 1 のダイヤフラム 3 0 A、第 2 のダイヤフラム 3 B、及び第 3 のダイヤフラム 3 0 C は、共通の 1 枚のダイヤフラム 3 0 によって構成されているが、これに限るものではない。実施の際は、図 3 に示すように、第 1 のダイヤフラム 3 0 A、第 2 のダイヤフラム 3 B、及び第 3 のダイヤフラム 3 0 C が、3 枚のダイヤフラムによって構成されていてもよい。

[0092] 次に、図 4 ～図 6 を用いて、気体制御装置 1 0 0 の具体的な構成について以下説明する。

[0093] 気体制御装置 1 0 0 は、図 4 ～図 6 に示すように、筐体 1 1 0 と、第 1 の逆止弁 1 0 3 と、第 2 の逆止弁 1 0 4 と、切替弁 1 0 5 と、第 1 圧電ポンプ 1 0 1 と、第 2 圧電ポンプ 1 0 2 と、から構成されている。

[0094] 第 1 の逆止弁 1 0 3、第 2 の逆止弁 1 0 4、及び切替弁 1 0 5 は、筐体 1 1 0 及びダイヤフラム 3 0 によって構成されている。すなわち、前述した第 1 ないし第 6 の弁室 1 5 3、1 5 6、1 3 3、1 2 1、1 4 3、1 4 6 と第 7 弁室 1 1 2、第 8 弁室 1 1 6 とは、筐体 1 1 0 及びダイヤフラム 3 0 によって構成されている。

[0095] また、第 1 の弁座 1 5 2、第 2 の弁座 1 3 2、及び第 3 の弁座 1 4 2 は、共通の筐体 1 1 0 によって構成されている。また、ダイヤフラム 3 0 は、第 1 のダイヤフラム 3 0 A、第 2 のダイヤフラム 3 0 B、第 3 のダイヤフラム 3 0 C、及び第 4 のダイヤフラム 3 0 D を有する。すなわち、第 1 のダイヤ

フラム 30A、第2のダイヤフラム 30B、第3のダイヤフラム 30C、及び第4のダイヤフラム 30Dは、共通の1枚のダイヤフラム 30によって構成されている。

[0096] 筐体 110は、上部筐体 10と、下部筐体 20とから構成されている。上部筐体 10と下部筐体 20とは例えば樹脂からなる。図5、図6に示すように、上部筐体 10の内部には、詳細を後述する第2圧電ポンプ 102が配置されており、下部筐体 20の内部には、詳細を後述する第1圧電ポンプ 101が配置されている。

[0097] なお、図6では気体制御装置 100の構造を見易くするため便宜上、上部筐体 10を蓋部 11と中間部 12と第1挾持部 13の3層に分けて表示し、下部筐体 20を第2挾持部 21と底板 22の2層に分けて表示している。そして、図6において各層の間の境界線を点線で示している。

[0098] 図6に示すように、上部筐体 10には、貯蔵部 109のゴム管 109Aに接続され、筐体 110内の空気をゴム管 109Aを介して貯蔵部 109へ流出させる流出口 19と、この流出口 19に連通する直方体状の流出室 122と、この流出室 122と第6弁室 146を連通する連通孔 16と、上部筐体 10の外部に連通する通気口 18と、後述の第2弁室 156と第8弁室 116を連通する連通孔 17と、が設けられている。貯蔵部 109は、例えばビーチボールやゴムボート、風船人形のような玩具やタイヤである。

[0099] 下部筐体 20には、下部筐体 20外部の空気を筐体 110内部へ流入させる流入口 28、29と、この流入口 29に連通し、第1圧電ポンプ 101を収納する直方体状の流入室 111と、第5弁室 143と第7弁室 112を連通する連通孔 26と、第1弁室 153と第7弁室 112を連通する連通孔 27と、開口 126と、ダイヤフラム 30の孔 35を介して第4弁室 121に連通する連絡路 124と、開口 126及び連絡路 124を連通する連通孔 25と、開口 126の周囲においてダイヤフラム 30側へ突出した円筒状の第1の弁座 152と、ダイヤフラム 30側へ突出した第2の弁座 132、第3の弁座 142と、が設けられている。第1の弁座 152、第2の弁座 132

、及び第３の弁座１４２は、ダイヤフラム３０を与圧するように、下部筐体２０に設けられている。

[01 00] ダイヤフラム３０は、板状の薄膜からなり、可撓性を有する。ダイヤフラム３０は、パッキンＰを介して上部筐体１０及び下部筐体２０に両面から挟持され、第１の弁座１５２、第２の弁座１３２、及び第３の弁座１４２に当接して上部筐体１０及び下部筐体２０に固定されている。

[01 01] これにより、ダイヤフラム３０は、上部筐体１０、下部筐体２０内を分割し、リング状の第１弁室１５３と円柱状の第２弁室１５６とリング状の第３弁室１３３と直方体状の第４弁室１２１とリング状の第５弁室１４３と円柱状の第６弁室１４６と直方体状の第７弁室１１２と円柱状の第８弁室１１６とを、上部筐体１０及び下部筐体２０とともに構成している。

[01 02] なお、ダイヤフラム３０は、例えばエチレンプロピレンゴムまたはシリコンゴム等の弾性部材で構成されている。ダイヤフラム３０は、常温より高い温度で上部筐体１０及び下部筐体２０に両面から押圧されて挟持されている。このように形成しているので、ダイヤフラム３０が上部筐体１０、下部筐体２０によって圧接され、ダイヤフラム３０と上部筐体１０、下部筐体２０との当接部分の密着性が高くなる。そのため、空気がダイヤフラム３０と上部筐体１０、下部筐体２０との間を通過して外側へ漏れることを抑制できる。

[01 03] 第１弁室１５３及び第２弁室１５６を構成するダイヤフラム３０Ａは、円筒状の第１の弁座１５２に当接し、切替弁１０５を上部筐体１０及び下部筐体２０とともに構成する。第３弁室１３３及び第４弁室１２１を構成するダイヤフラム３０Ｂは、第２の弁座１３２に当接し、第１の逆止弁１０３を上部筐体１０及び下部筐体２０とともに構成する。また、第５弁室１４３及び第６弁室１４６を構成するダイヤフラム３０Ｃは、第３の弁座１４２に当接し、第２の逆止弁１０４を上部筐体１０及び下部筐体２０とともに構成する。

[01 04] 第７弁室１１２は、連通孔２６を介して第５弁室１４３に連通するとともに

に、連通孔 27 を介して第 1 弁室 153 に連通している。また、第 8 弁室 116 は、連通孔 17 を介して第 2 弁室 156 に連通するとともに、通気口 18 を介して下部筐体 20 外部に連通している。このため、第 2 弁室 156 及び第 8 弁室 116 の空気圧は常に大気圧となる。

[01 05] ここで、第 1 圧電ポンプ 101、第 2 圧電ポンプ 102 の構造について詳述する。図 7 は、本発明の第 1 実施形態の気体制御装置 100 に備えられる第 1 圧電ポンプ 101 の分解斜視図である。図 8 は、図 7 に示す第 1 圧電ポンプ 101 の主要部の断面図である。第 1 圧電ポンプ 101 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 44、スペーサ 53B、電極導通用板 70、スペーサ 53C 及び蓋部 54 を備え、それらを順に積層した構造を有している。

[01 06] なお、第 2 圧電ポンプ 102 は、第 1 圧電ポンプ 101 と同じ構造を有しているため、説明を省略する。

[01 07] 円板状の振動板 41 の上面には圧電素子 44 が貼着され、振動板 41 の下面には補強板 43 が貼着されて、振動板 41 と圧電素子 44 と補強板 43 とによってアクチュエータ 40 が構成される。圧電素子 44 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。ここで、振動板 41 を圧電素子 44 および補強板 43 よりも線膨張係数の大きな金属板としておき、接着時に加熱硬化させることにより、全体が反ることなく、圧電素子 44 に適切な圧縮応力を残留させることができ、圧電素子 44 の割れを防止できる。例えば、振動板 41 をリン青銅 (C5210) やステンレススチール SUS301 など線膨張係数の大きな材料とし、補強板 43 を 42 ニッケルまたは 36 ニッケルまたはステンレススチール SUS430 などとするのがよい。この場合スペーサ 53B の厚さは、圧電素子 44 の厚さと同じか、少し厚くしておくとよい。

[01 08] なお、振動板 41、圧電素子 44、補強板 43 については、上から圧電素子 44、補強板 43、振動板 41 の順に配置してもよい。この場合も圧電素子 44 に適切な圧縮応力が残留するように、補強板 43、振動板 41 の材質

を逆にすることで線膨張係数が調整されている。

[01 09] 振動板 4 1 の周囲には枠板 6 1 が設けられていて、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 は例えばリング状に設けられており、小さなパネ定数の弾性をもたせて弾性構造としている。

[01 10] 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、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。

[01 11] なお、スペーサ 5 3 A は可撓板 5 1 と一定の隙間をあけてアクチュエータ 4 0 を保持するために設けられる。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。

[01 12] 振動板 4 1、枠板 6 1、連結部 6 2 及び外部端子 6 3 は金属板の打ち抜き加工により成形されていて、これらによって振動板ユニット 6 0 が構成されている。

[01 13] 枠板 6 1 の上面には、樹脂製のスペーサ 5 3 B が接着固定されている。スペーサ 5 3 B の厚さは圧電素子 4 4 と同じか少し厚く、ポンプ筐体 8 0 の一部を構成するとともに、次に述べる電極導通用板 7 0 と振動板ユニット 6 0 とを電氣的に絶縁する。

[01 14] スペーサ 5 3 B の上には、金属製の電極導通用板 7 0 が接着固定されている。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 とで構成されている。

[01 15] 内部端子 7 3 の先端は圧電素子 4 4 の表面にはんだ付けされる。はんだ付け位置をアクチュエータ 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 の振動は抑制できる。

[01 16] 電極導通用板 7 0 の上には、樹脂製のスペーサ 5 3 C が接着固定される。スペーサ 5 3 C はここでは圧電素子 4 4 と同程度の厚さを有する。スペーサ 5 3 C は、アクチュエータが振動したときに、内部端子 7 3 のはんだ部分が

、蓋部 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 4 表面が蓋部 5 4 に過度に接近して、空気抵抗により振動振幅の低下することを防止する。そのため、スペーサ 5 3 C の厚さは、前述の通り、圧電素子 4 4 と同程度の厚さであればよい。

[01 17] 蓋部 5 4 は吐出孔 5 5 を有しており、スペーサ 5 3 C の上部に被せられ、アクチュエータ 4 0 の周囲を覆う。吐出孔 5 5 は、蓋部 5 4 を含むポンプ筐体 8 0 内の正圧を開放するためのものであるので、この機能を果たし得る限り、蓋部 5 4 のどの位置に設けられていてもよい。

[01 18] 一方、可撓板 5 1 の中心には吸引孔 5 2 が設けられている。この可撓板 5 1 と振動板ユニット 6 0 との間に、補強板 4 3 の厚みへ数 10 μ m 程度加えた厚みを有するスペーサ 5 3 A が挿入されている。振動板 4 1 は枠板 6 1 に拘束されているわけではないが、連結部 6 2 (パネ端子) の拘束の影響を多少受ける。そのため、このようにスペーサ 5 3 A を挿入することで、吐出孔 5 5 側に加わる圧力が低いときには、積極的に可撓板 5 1 と振動板 4 1 との隙間を確保して吐出流量を増大することができる。また、スペーサ 5 3 A を挿入した場合でも、吐出孔 5 5 側に加わる圧力が高いときには連結部 6 2 (パネ端子) がたわんで、アクチュエータ 4 0 と可撓板 5 1 との対向領域の隙間が自動的に減少し、高い圧力で動作することが可能である。

[01 19] なお、図 7 に示した例では、連結部 6 2 を二箇所に設けたが、三箇所以上に設けてもよい。

[01 20] 可撓板 5 1 の下部には、中心に円筒形の開口部 9 2 が設けられた基板 9 1 が設けられている。可撓板 5 1 の一部は基板 9 1 の開口部 9 2 で露出する。この円形の露出部は、アクチュエータ 4 0 の振動に伴う圧力変動により、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。この可撓板 5 1 と基板 9 1 との構成により、可撓板 5 1 のアクチュエータ対向領域の中心又は中心付近は屈曲振動可能な可動部であり、周辺部は実質的に拘束された固定部となる。この円形の可動部の固有振動数は、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。

- [0121] 従って、アクチュエータ40の振動に呼応して、吸引孔52を中心とした可撓板51の露出部も大きな振幅で振動する。可撓板51の振動位相がアクチュエータ40の振動位相よりも遅れた（例えば90°遅れの）振動となれば、可撓板51とアクチュエータ40との間の隙間空間の厚さ変動が実質的に増加する。そのことによってポンプの能力をより向上させることができる。
- [0122] ここで、空気充填時における気体制御装置100の動作について説明する。
- [0123] 図9は、図6に示す第1圧電ポンプ101、第2圧電ポンプ102の並列接続時における気体制御装置100内の空気の流れを示す断面図である。図10は、図6に示す第1圧電ポンプ101、第2圧電ポンプ102の直列接続時における気体制御装置100内の空気の流れを示す断面図である。
- [0124] 気体制御装置100では、第1圧電ポンプ101、第2圧電ポンプ102が動作を開始すると、第1圧電ポンプ101、第2圧電ポンプ102が並列に接続され、貯蔵部109内の圧力が一定圧力（例えば15kPa）を超えると、第1圧電ポンプ101、第2圧電ポンプ102が直列に接続される。
- [0125] 詳述すると、気体制御装置100は、貯蔵部109への空気の充填を開始するとき、第1圧電ポンプ101、第2圧電ポンプ102を駆動させる。
- [0126] 第1圧電ポンプ101、第2圧電ポンプ102が駆動を開始すると、第4弁室121の空気が第2圧電ポンプ102のポンプ室45へ吸引されて、第2圧電ポンプ102のポンプ室45から流出室122を介して貯蔵部109へ吐出される。
- [0127] これにより、第4弁室121の圧力が低くなり、貯蔵部109の圧力が外気圧より高くなる。同時に、筐体110の外部の空気が流入口29と流入室111を介して第1圧電ポンプ101のポンプ室45へ吸引されて、第1圧電ポンプ101のポンプ室45から第7弁室112へ吐出される。これにより、第7弁室112と第5弁室143と第1弁室153との圧力が外気圧よりも高くなる。

- [01 28] この結果、第 1 の逆止弁 1 0 3 においては、第 4 弁室 1 2 1 の圧力が第 3 弁室 1 3 3 の圧力よりも低くなるため、第 2 のダイヤフラム 3 0 B が第 2 の弁座 1 3 2 から離間して、第 2 のダイヤフラム 3 0 B の孔 3 2 を介して第 3 弁室 1 3 3 と第 4 弁室 1 2 1 とを連通させる。
- [01 29] また、第 2 の逆止弁 1 0 4 においては、第 5 弁室 1 4 3 の圧力が第 6 弁室 1 4 6 の圧力よりも高くなるため、第 3 のダイヤフラム 3 0 C が第 3 の弁座 1 4 2 から離間して、第 3 のダイヤフラム 3 0 C の孔 4 2 を介して第 5 弁室 1 4 3 と第 6 弁室 1 4 6 とを連通させる。
- [01 30] なお、切替弁 1 0 5 では、第 1 のダイヤフラム 3 0 A の一方主面に加わる第 2 の弁室 1 5 6 の圧力と面積の積からなる力が、第 1 のダイヤフラム 3 0 A の他方主面に加わる第 1 の弁室 1 5 3 の圧力及び開口 1 2 6 の圧力と面積の積からなる力よりも高い。このため、第 1 のダイヤフラム 3 0 A が第 1 の弁座 1 5 2 と当接し、第 1 弁室 1 5 3 と第 2 弁室 1 5 6 とは遮断されている。
- [01 31] すなわち、気体制御装置 1 0 0 では、第 1 圧電ポンプ 1 0 1、第 2 圧電ポンプ 1 0 2 の駆動開始時に、第 1 圧電ポンプ 1 0 1、第 2 圧電ポンプ 1 0 2 が並列に接続される (図 9 参照)。
- [01 32] この並列接続時では、外気が流入口 2 9 と流入室 1 1 1 を介して第 1 圧電ポンプ 1 0 1 のポンプ室 4 5 へ吸引されて、第 1 圧電ポンプ 1 0 1 のポンプ室 4 5 から第 7 弁室 1 1 2 へ吐出され、第 5 弁室 1 4 3 と第 6 弁室 1 4 6 を経由して流出室 1 2 2 へ流入する。また、外気が流入口 2 8 と第 3 弁室 1 3 3 と第 4 弁室 1 2 1 を介して第 2 圧電ポンプ 1 0 2 のポンプ室 4 5 へ吸引されて、第 2 圧電ポンプ 1 0 2 のポンプ室 4 5 から流出室 1 2 2 へ吐出される。そして、合流した流出室 1 2 2 の空気が流出口 1 9 から貯蔵部 1 0 9 へ送出される。第 1 圧電ポンプ 1 0 1、第 2 圧電ポンプ 1 0 2 が並列に接続された状態で貯蔵部 1 0 9 への空気の充填が行われると、徐々に貯蔵部 1 0 9 内の圧力 (空気圧) が高まっていく。
- [01 33] これにより、貯蔵部 1 0 9 内に連通する第 6 弁室 1 4 6 の圧力も高まって

いき、第 1 弁室 153、第 4 弁室 121 及び開口 126 の圧力も高まっていく。

[0134] この結果、第 2 の逆止弁 104 においては、第 5 弁室 143 の圧力が第 6 弁室 146 の圧力よりも高くなるため、第 3 のダイヤフラム 30C が第 3 の弁座 142 から当接して、第 5 弁室 143 と第 6 弁室 146 との通気を遮断する。

[0135] 次に、切替弁 105 においては、第 1 のダイヤフラム 30A の他方主面に加わる第 1 の弁室 153 の圧力及び開口 126 の圧力と面積の積からなる力が、第 1 のダイヤフラム 30A の一方主面に加わる第 2 の弁室 156 の圧力と面積の積からなる力よりも高くなる。このため、第 1 のダイヤフラム 30A が第 1 の弁座 153 から離間し、第 1 の弁室 153 及び開口 126 を連通させる。

[0136] なお、切替弁 105 において、第 2 弁室 156 に加わる圧力を P_1 、開口 126 に加わる圧力を P_2 、第 1 弁室 153 に加わる圧力を P_0 、第 2 弁室 156 に面する第 1 のダイヤフラム 30A の面積を A_1 、開口 126 に面する第 1 のダイヤフラム 30A の面積を A_2 、第 1 弁室 153 に面する第 1 のダイヤフラム 30A の面積を A_0 としたとき、切替弁 105 が開放する条件は、 $P_1 \times A_1 > P_0 \times A_0 + P_2 \times A_2$ の式を満たすときである。

[0137] 次に、第 1 の逆止弁 103 においては、第 4 弁室 121 の圧力が第 3 弁室 133 の圧力よりも高くなるため、第 2 のダイヤフラム 30B が第 2 の弁座 132 に当接して、第 3 弁室 133 と第 4 弁室 121 との通気を遮断する。

[0138] すなわち、貯蔵部 109 の圧力が高まると、第 1 圧電ポンプ 101、第 2 圧電ポンプ 102 が直列に接続される (図 10 参照)。

[0139] この直列接続時では、外気が流入口 29 と流入室 111 を介して第 1 圧電ポンプ 101 のポンプ室 45 へ吸引されて、第 1 圧電ポンプ 101 のポンプ室 45 から第 7 弁室 112 へ吐出され、第 1 弁室 153、開口 126、連絡路 124 及び連通孔 25 を経由して第 4 弁室 121 へ流入する。そして、第 4 弁室 121 の空気が第 2 圧電ポンプ 102 のポンプ室 45 へ吸引されて、

第 2 圧電ポンプ 102 のポンプ室 45 から流出室 122 へ吐出される。そして、流出室 122 の空気が流出口 19 から貯蔵部 109 へ送出され、貯蔵部 109 内の圧力（空気圧）が目標圧力まで高まる。

[0140] 以上の構成では、貯蔵部 109 の圧力が低い間、2 個の第 1 圧電ポンプ 101、第 2 圧電ポンプ 102 が並列接続となっており、貯蔵部 109 の圧力が高くなると、第 1 圧電ポンプ 101、第 2 圧電ポンプ 102 が直列接続へ切り替わる。

[0141] ここで、2 個の第 1 圧電ポンプ 101、第 2 圧電ポンプ 102 を並列に接続した場合の気体制御装置 100 の最大ポンプ圧力は、2 個の第 1 圧電ポンプ 101、第 2 圧電ポンプ 102 のうち、単体での最大ポンプ圧力が高い方のポンプのみを貯蔵部 109 に接続した場合と同じであるが、最大流量は、おのこのポンプの単体での最大ポンプ流量を合計した流量となる。一方、2 個の第 1 圧電ポンプ 101、第 2 圧電ポンプ 102 を直列に接続した場合の気体制御装置 100 の最大吐出流量は、2 個の第 1 圧電ポンプ 101、第 2 圧電ポンプ 102 のうち、単体での最大ポンプ流量が多い方のポンプを貯蔵部 109 に接続した場合と同じであるが、最大ポンプ圧力は、おのこのポンプの単体での最大ポンプ圧力を合計した圧力となる。

[0142] また、貯蔵部 109 に空気が入っていない動作の初期には、ポンプ圧力は低くとも良いものの大きな流量が必要になるが、この実施形態の気体制御装置 100 では、並列接続により貯蔵部 109 のたるみが無くなるまで空気を大流量で貯蔵部 109 に送出することができる。そして、空気が十分に入り、貯蔵部 109 の体積がほぼ一定で変化しなくなる動作の後期には、流量は少なくともよいものの高いポンプ圧力が必要になるが、この実施形態の気体制御装置 100 では、直列接続により高圧縮の空気を充填することができる。

[0143] よって、この実施形態の気体制御装置 100 では、並列接続時における低ポンプ圧力下での大流量特性と、直列接続時における低流量下での高ポンプ圧力特性との両方を実現することができる。

[0144] また、図 17 に示す前記切替弁 9 のように弁体 925 のスライド移動によって並列接続時の弁構造と直列接続時の弁構造とのいずれかに切り替わる二値変化ではなく、各弁室の圧力変化に応じたダイヤフラムの変位によって徐々に並列接続から直列接続に切り替わるため、大流量特性から高ポンプ圧力特性へスムーズに移行する。

[0145] また、この実施形態の気体制御装置 100 では、ダイヤフラム 30 と上部筐体 10、下部筐体 20 との間にシール性向上の為にグリスが不要であるため、上部筐体 10、下部筐体 20 内を空気が通過する時にグリスのオイルミストが該空気に混ざることが無い。そのため、この実施形態の気体制御装置 100 によれば、クリーンな空気を流出口 19 から送出できる。

[0146] したがって、気体制御装置 100 によれば、複数のポンプの接続を、直列接続または並列接続に切り替えることが可能で、気体への不純物の混入を抑制することができる。

[0147] また、気体制御装置 100 は、ダイヤフラム 30 が上部筐体 10、下部筐体 20 に挟持される簡易な構造を有するため、ポンプの能力（流量と圧力）を維持しつつ小型低背化を図ることができる。

[0148] また、この実施形態では、逆止弁 103 と逆止弁 104 と切替弁 105 とが一枚のダイヤフラム 30 から一体設けられているため、ダイヤフラムの枚数が一枚で済む。そのため、この実施形態の気体制御装置 100 は安価に製造できる。

[0149] 《第 2 実施形態》

図 11 は、本発明の第 2 実施形態の気体制御装置 200 に備えられる第 1 圧電ポンプ 101、第 2 圧電ポンプ 102、第 3 圧電ポンプ 202、逆止弁 103、104、203、204、切替弁 105、205、流入口 28、29 及び流出口 19 の接続関係を示すブロック図である。

[0150] この実施形態の気体制御装置 200 は、圧電ポンプ 202 と逆止弁 203、204 と切替弁 205 とを備える点で、図 5 に示した気体制御装置 100 と相違する。その他の構成については同じである。ここで、第 3 圧電ポンプ

202は、図7、図8に示す第1圧電ポンプ101と同じ構造を有している。また、逆止弁203、204は、図5、図6に示す逆止弁103と同じ構造を有している。また、切替弁205は、図5、図6に示す切替弁105と同じ構造を有している。

[0151] 以上の構成では、貯蔵部109の圧力が低い間、3個の第1圧電ポンプ101、第2圧電ポンプ102、及び第3圧電ポンプ202が並列に接続され、貯蔵部109の圧力が高くなると、3個の第1圧電ポンプ101、第2圧電ポンプ102、及び第3圧電ポンプ202が直列に接続される。

[0152] ここで、2個の第1圧電ポンプ101、第2圧電ポンプ102及び第3圧電ポンプ202を並列に接続した場合の気体制御装置200の最大ポンプ圧力は、3個の第1圧電ポンプ101、第2圧電ポンプ102及び第3圧電ポンプ202のうち、単体での最大ポンプ圧力が最も高いポンプのみを貯蔵部109に接続した場合と同じであるが、最大流量は、おのおののポンプの単体での最大ポンプ流量を合計した流量となる。一方、3個の第1圧電ポンプ101、第2圧電ポンプ102及び第3圧電ポンプ202を直列に接続した場合の気体制御装置200の最大吐出流量は、3個の第1圧電ポンプ101、第2圧電ポンプ102及び第3圧電ポンプ202のうち、単体での最大ポンプ流量が最も多いポンプを貯蔵部109に接続した場合と同じであるが、最大ポンプ圧力は、おのおののポンプの単体での最大ポンプ圧力を合計した圧力となる。

[0153] よって、この実施形態の気体制御装置200においても、並列接続時における低ポンプ圧力下で多くの流量を得ることができる特性と、直列接続時における低流量下で高いポンプ圧力を得ることができる特性との両方を実現することができる。また、各弁室の圧力変化に併せたダイヤフラムの変位によって徐々に並列接続から直列接続に切り替わるため、大流量特性から高ポンプ圧力特性へスムーズに移行する。

[0154] また、この実施形態の気体制御装置200においても、柔軟なダイヤフラム30と筐体110とが密着するため漏気が発生しない。また、ダイヤフラ

ム 3 0 と筐体 1 1 0 との密着及び離間の際に摺動が発生しないので、ダイヤフラム 3 0 と筐体 1 1 0 との間にグリスを設ける必要がない。そのため、気体への不純物の混入を抑制することができる。

[01 55] 従って、この実施形態の気体制御装置 2 0 0 によれば、気体制御装置 1 0 0 と同様の効果を奏する。

[01 56] また、以上より、図 1 2 に示すように n 段の圧電ポンプを接続した場合でも、気体制御装置 1 0 0 と同様の効果を奏する。

[01 57] 図 1 2 は、本発明の第 2 実施形態の変形例に係る気体制御装置 2 0 0' に備えられる第 1 圧電ポンプ 1 0 1、第 2 圧電ポンプ 1 0 2、第 $n - 1$ 圧電ポンプ 7 0 2、第 n 圧電ポンプ 8 0 2、逆止弁 1 0 3、1 0 4、2 0 4、7 0 3、8 0 3、8 0 4、切替弁 1 0 5、2 0 5、8 0 5、流入口 2 8、2 9 及び流出口 1 9 の接続関係を示すブロック図である。

[01 58] なお、図 1 2 では、1 段目の第 1 圧電ポンプ 1 0 1 を第 1 のポンプ、2 段目の第 2 圧電ポンプ 1 0 2 を第 2 のポンプ、 $n - 1$ 段目の第 $n - 1$ 圧電ポンプ 7 0 2 を第 $n - 1$ のポンプ、 n 段目の第 n 圧電ポンプ 8 0 2 を第 n のポンプ、と表記している。同様に、1 段目の切替弁 1 0 5 を第 1 切替弁と、2 段目の切替弁 2 0 5 を第 2 切替弁と、 $n - 1$ 段目の切替弁 8 0 5 を第 $n - 1$ 切替弁と、表記している。同様に、1 段目の逆止弁 1 0 3 を第 1 の逆止弁と、 $n - 1$ 段目の逆止弁 7 0 3 を第 $2n - 5$ の逆止弁と、 n 段目の逆止弁 8 0 3 を第 $2n - 3$ の逆止弁と、表記している。また、1 段目の逆止弁 1 0 4 を第 2 の逆止弁と、2 段目の逆止弁 2 0 4 を第 4 の逆止弁と、 n 段目の逆止弁 8 0 4 を第 $2n - 2$ の逆止弁と、表記している。

[01 59] この構成において、気体制御装置 2 0 0' は、流入口 2 8、2 9、及び流出口 1 9 が設けられた筐体と、ダイヤフラムと、第 1 ポンプと、第 t ポンプと、第 n ポンプと、を備える。ここで、 t は 2 から $n - 1$ までの整数であり、 n は 4 以上の整数である。

[01 60] 気体制御装置 2 0 0' のダイヤフラムは、筐体内を分割して筐体内に、流入口 2 8、2 9 に連通する第 1 領域 1 と、流出口 1 9 に連通する第 2 領域 2

と、第 3 領域 3 と、第 2 t 領域と、第 2 t + 1 領域と、第 2 η 領域 2 η とを形成する。

[01 61] ここで、第 1 ポンプと第 1 切替弁と第 2 の逆止弁の間の領域は第 3 領域 3 に相当する。第 2 のポンプと第 1 切替弁と第 1 の逆止弁の間の領域は第 4 領域 4 に相当し、第 2 のポンプと第 2 切替弁と第 4 の逆止弁の間の領域は第 5 領域 5 に相当する。同様に、第 η₁ ポンプと第 η₂ 切替弁と第 2 η₅ の逆止弁の間の領域は第 2 η₂ 領域 2 η₂ に相当し、第 η₁ ポンプと第 η₁ 切替弁と第 2 η₂ の逆止弁の間の領域は第 2 η₁ 領域 2 η₁ に相当する。第 η ポンプと第 η₁ 切替弁と第 2 η₃ の逆止弁の間の領域は第 2 η 領域 2 η に相当する。

[01 62] 第 1 ポンプは、第 1 ポンプ室と第 1 ポンプ室を介して互いに連通する第 1 吸引孔および第 1 吐出孔とを有し、第 1 吸引孔が第 1 領域 1 に連通し、第 1 吐出孔が第 3 領域 3 に連通する。第 t ポンプは、第 t ポンプ室と第 t ポンプ室を介して互いに連通する第 t 吸引孔および第 t 吐出孔とを有し、第 t 吸引孔が第 2 t 領域に連通し、第 t 吐出孔が第 2 t + 1 領域に連通する。第 n ポンプは、第 n ポンプ室と第 n ポンプ室を介して互いに連通する第 n 吸引孔および第 n 吐出孔とを有し、第 n 吸引孔が第 2 n 領域 2 n に連通し、第 n 吐出孔が第 2 領域 2 に連通する。

[01 63] そして、気体制御装置 2 0 0' のダイヤフラムは、第 1、第 t、第 n ポンプの動作時、第 3 領域 3 および第 2 t + 1 領域の圧力が第 2 領域 2 の圧力よりも高く、第 2 t 領域および第 2 n 領域 2 n の圧力が第 1 領域 1 の圧力よりも低いとき、第 3 領域 3 および第 2 t + 1 領域のそれぞれと第 2 t 領域および第 2 n 領域 2 n のそれぞれとを遮断して、第 3 領域 3 および第 2 t + 1 領域のそれぞれと第 2 領域 2 とを連通するとともに第 2 t 領域および第 2 n 領域 2 n のそれぞれと第 1 領域とを連通し、第 3 領域 3 および第 2 t + 1 領域の圧力が第 2 領域 2 の圧力よりも低く、第 2 t 領域および第 2 n 領域 2 n の圧力が第 1 領域 1 の圧力よりも高いとき、第 3 領域 3 および第 2 t + 1 領域のそれぞれと第 2 領域 2 とを遮断するとともに第 2 t 領域および第 2 n 領域 2 n のそれ

ぞれと第 1 領域 1 とを遮断して、第 3 領域 3 および第 2 t + 1 領域のそれぞれと第 2 t 領域および第 2 n 領域 2 n のそれぞれとを連通するよう、筐体に固定されている。

[01 64] 以上の構成では、貯蔵部 109 の圧力が低い間、n 個の圧電ポンプ 101、102、・・・、702、802 が並列に接続され、貯蔵部 109 の圧力が高くなると、n 個の圧電ポンプ 101、102、・・・、702、802 が直列に接続される。

[01 65] ここで、n 個の圧電ポンプ 101、102、・・・、702、802 を並列に接続した場合の気体制御装置 200' の最大ポンプ圧力は、n 個の圧電ポンプ 101、102、・・・、702、802 のうち、単体での最大ポンプ圧力が最も高いポンプのみを貯蔵部 109 に接続した場合と同じであるが、最大流量は、おのこのポンプの単体での最大ポンプ流量を合計した流量となる。一方、n 個の圧電ポンプ 101、102、・・・、702、802 を直列に接続した場合の気体制御装置 200' の最大吐出流量は、n 個の圧電ポンプ 101、102、・・・、702、802 のうち、単体での最大ポンプ流量が最も多いポンプを貯蔵部 109 に接続した場合と同じであるが、最大ポンプ圧力は、おのこのポンプの単体での最大ポンプ圧力を合計した圧力となる。

[01 66] よって、この実施形態の気体制御装置 200' においても、並列接続時における低ポンプ圧力下で多くの流量を得ることができる特性と、直列接続時における低流量下で高いポンプ圧力を得ることができる特性との両方を実現することができる。また、各弁室の圧力変化に併せたダイヤフラムの変位によって徐々に並列接続から直列接続に切り替わるため、大流量特性から高ポンプ圧力特性へスムーズに移行する。

[01 67] また、この実施形態の気体制御装置 200' においても、ダイヤフラムと筐体との間に隙間を設ける必要がなく、ダイヤフラムが筐体に固定される簡易な構造を有する。

[01 68] 従って、この実施形態によれば、図 12 に示すように n 段の圧電ポンプを

接続した場合でも、気体制御装置 100 と同様の効果を奏する。

[01 69] 《第 3 実施形態》

図 13 は、本発明の第 3 実施形態の気体制御装置 300 の断面図である。
この実施形態の気体制御装置 300 は、急速排気が可能な急速排気部 340 を備える点で気体制御装置 100 と相違し、その他の構成については同じである。そのため、気体制御装置 300 は、圧縮空気を充填した後に急速排気が必要な血圧測定用のカフ 309 に接続するのに好適な装置である。当該カフ 309 も本発明の「貯蔵部」に相当する。急速排気部 340 は、排気弁 306 を有し、連通孔 316 を介して流出室 122 に接続する。

[01 70] 気体制御装置 300 は、図 13 に示すように、筐体 325 と、ダイヤフラム 330 とで構成されている。筐体 325 は、上部筐体 310 と、下部筐体 320 とで構成されている。そして、気体制御装置 300 の上部筐体 310 の流出口 19 には、カフ 309 のゴム管 309A が接続される。

[01 71] なお、図 13 では気体制御装置 300 の構造を見易くするため便宜上、上部筐体 310 を蓋部 311 と中間部 312 と第 1 挟持部 313 の 3 層に分けて表示し、下部筐体 320 を第 2 挟持部 321 と底板 322 の 2 層に分けて表示している。そして、各層の間の境界線を点線で示している。

[01 72] また、気体制御装置 300 の上部筐体 310 には、カフ 309 の空気を外部へ排気するための排気口 15 と、流出室 122 に連通する連通孔 316 と、連通孔 316 に連通する開口 364 と、開口 364 の周囲から第 5 のダイヤフラム 30E 側へ突出した円筒状の第 4 の弁座 362 と、が設けられている。

[01 73] また、ダイヤフラム 330 は、第 5 のダイヤフラム 30E をさらに有する。すなわち、第 1 のダイヤフラム 30A、第 2 のダイヤフラム 30B、第 3 のダイヤフラム 30C、第 4 のダイヤフラム 30D 及び第 5 のダイヤフラム 30E は、共通の 1 枚のダイヤフラム 330 によって構成されている。

[01 74] 第 5 のダイヤフラム 30E は、上部筐体 310、下部筐体 320 内を分割して、排気口 15 に連通するリング状の排気室 365 と、図示しない連通孔

を介して第 7 弁室 1 1 2 に連通する円柱状の第 9 弁室 3 6 3 とを構成する。

第 5 のダイヤフラム 3 0 E は、第 4 の弁座 3 6 2 に当接し、排気弁 3 0 6 を上部筐体 3 1 0、下部筐体 3 2 0 とともに構成する。

[01 75] 即ち、第 1 の逆止弁 1 0 3 と第 2 の逆止弁 1 0 4 と切替弁 1 0 5 と排気弁 3 0 6 とは一体に設けられている。この構造により、気体制御装置 3 0 0 は、第 1 圧電ポンプ 1 0 1 と第 2 圧電ポンプ 1 0 2 と第 1 の逆止弁 1 0 3 と第 2 の逆止弁 1 0 4 と切替弁 1 0 5 と排気弁 3 0 6 とを備える。

[01 76] 排気弁 3 0 6 は、第 5 のダイヤフラム 3 0 E と、排気室 3 6 5 と、第 9 弁室 3 6 3 と、第 4 の弁座 3 6 2 とを備える。第 4 の弁座 3 6 2 は、第 5 のダイヤフラム 3 0 E を与圧するように、上部筐体 3 1 0 に設けられている。

[01 77] 以上の構造において排気弁 3 0 6 は、第 5 のダイヤフラム 3 0 E の両主面に加わる力の差によって、排気室 3 6 5 と開口 3 6 4 との接続と遮断とを切り替える。

[01 78] ここで、血圧測定時における気体制御装置 3 0 0 の動作について説明する。

[01 79] 血圧計は、カフへ空気を充填することによってポンプの圧力を徐々に高め、ゆつくり排気しながら高血圧側と低血圧側の血圧測定を順次行い、その後カフに残った空気を急速排気するものが一般的である。

[01 80] 図 1 4 は、図 1 3 に示す第 1 圧電ポンプ 1 0 1、第 2 圧電ポンプ 1 0 2 の並列接続時における気体制御装置 3 0 0 内の空気の流れを示す断面図である。図 1 5 は、図 1 3 に示す第 1 圧電ポンプ 1 0 1、第 2 圧電ポンプ 1 0 2 の直列接続時における気体制御装置 3 0 0 内の空気の流れを示す断面図である。図 1 6 は、図 1 3 に示す第 1 圧電ポンプ 1 0 1、第 2 圧電ポンプ 1 0 2 が動作を停止した直後における気体制御装置 3 0 0 内の空気の流れを示す断面図である。

[01 81] 第 1 圧電ポンプ 1 0 1、第 2 圧電ポンプ 1 0 2 の並列接続時における気体制御装置 3 0 0 内の空気の流れは、図 1 4 に示すように、第 1 圧電ポンプ 1 0 1、第 2 圧電ポンプ 1 0 2 の並列接続時における気体制御装置 1 0 0 内の

空気の流れと同じである (図 9 参照)。

[01 82] また、第 1 圧電ポンプ 101、第 2 圧電ポンプ 102 の直列接続時における気体制御装置 300 内の空気の流れも、図 15 に示すように、第 1 圧電ポンプ 101、第 2 圧電ポンプ 102 の直列接続時における気体制御装置 100 内の空気の流れと同じである (図 10 参照)。

[01 83] なお、第 9 弁室 363 は、前述したように第 7 弁室 112 に連通しているため、第 1 圧電ポンプ 101、第 2 圧電ポンプ 102 が動作を行っている間、排気弁 306 は閉じた状態を維持する。

[01 84] 血圧の測定が終了した後、気体制御装置 300 では、第 1 圧電ポンプ 101、第 2 圧電ポンプ 102 の動作を停止する。ここで、第 1 圧電ポンプ 101 のポンプ室 45 と第 7 弁室 112 と第 9 弁室 363 との体積はカフ 309 の収容可能な空気の体積に比べて極めて小さい。

[01 85] そのため、第 1 圧電ポンプ 101、第 2 圧電ポンプ 201 の動作が停止すると、第 1 圧電ポンプ 101 のポンプ室 45 と第 7 弁室 112 と第 9 弁室 363 との空気は、第 1 圧電ポンプ 101 の吸引孔 52 および開口部 92 を経由して気体制御装置 300 の流入口 29 から気体制御装置 300 の外部へ速やかに排気される。また、急速排気部 340 における排気弁 306 の開口 364 には、カフ 309 の圧力がかかる。

[01 86] この結果、急速排気部 340 の排気弁 306 では、第 1 圧電ポンプ 101、第 2 圧電ポンプ 102 が動作を停止すると、第 9 弁室 363 の圧力がすぐに低下し、第 5 のダイヤフラム 30E が開放して開口 364 と排気室 365 とが連通する。これにより、カフ 309 の空気が流出室 122、連通孔 316、開口 364 及び排気室 365 を経由して排気口 15 から急速に排気される (図 16 参照)。

[01 87] 従って、この実施形態の気体制御装置 300 によれば、カフ 309 に圧縮空気を充填した後に、さらにカフ 309 から空気を急速排気することができる。

[01 88] 《その他の実施形態》

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

[01 89] また、前記実施形態では圧電ポンプを設けたが、これに限るものではない。例えば、電磁駆動で動作を行う電磁ポンプを圧電ポンプの代わりに設けても構わない。

[01 90] また、前記実施形態では、圧電素子 4 4 はチタン酸ジルコン酸鉛系セラミックスから構成しているが、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構成してもよい。

[01 91] また、前記実施形態ではユニモルフ型で屈曲振動する圧電アクチュエータ 4 0 を設けたが、振動板 4 1 の両面に圧電素子 4 4 を貼着してバイモルフ型で屈曲振動するように構成してもよい。

[01 92] また、前記各実施形態では、圧電アクチュエータ 4 0 の屈曲振動に伴って可撓板 5 1 が屈曲振動する例を示したが、これに限るものではない。実施の際は、圧電アクチュエータ 4 0 のみが屈曲振動してもよく、必ずしも可撓板 5 1 が、圧電アクチュエータ 4 0 の屈曲振動に伴って屈曲振動しなくてもよい。

[01 93] また、前記各実施形態では円板状の圧電アクチュエータ 4 0 を用いたが、これに限るものではない。例えば、圧電アクチュエータ 4 0 の形状が矩形板状や多角板状、楕円板状であってもよい。

[01 94] また、前記実施形態では、第 2 の弁室 1 5 6 は通気口 1 8 を介して大気解放されているが、これに限るものではない。例えば、第 2 の弁室 1 5 6 を開放せず、弾性体を第 2 の弁室 1 5 6 に充填することで、ダイヤフラム 3 0 A に圧力を付与してもよい。このとき、弾性体の力を F とすると、 F は、 $P_1 \times A_1 > P_2 \times A_2 + F$ の式を満たすよう設計される。

[01 95] また、前記実施形態では、第 1 の逆止弁 1 0 3 または第 2 の逆止弁 1 0 4 は、弁座と、弁座の先端部と当接する領域の一部を貫通する孔とを有するダイヤフラムと、を有しているが、これに限るものではない。例えば、切替弁

１５２と同様の構成により、第１の逆止弁１０３または第２の逆止弁１０４を構成しても構わない。

[0196] 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

[0197] １０ 上部筐体
１１ 蓋部
１２ 中間部
１３ 第１挾持部
１５ 排気口
１６、１７ 連通孔
１８ 通気口
１９ 流出口
２０ 下部筐体
２１ 第２挾持部
２２ 底板
２５、２６、２７ 連通孔
２８、２９ 流入口
３０ ダイヤフラム
３２、３５ 孔
４０ アクチュエータ
４１ 振動板
４２ 孔
４３ 補強板
４４ 圧電素子

4 5	ポンプ室	
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	蓋部	
5 5	吐出孔	
6 0	振動板ユニット	
6 1	枠板	
6 2	連結部	
6 3	外部端子	
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	気体制御装置	
1 0 1	第 1 圧電ポンプ	
1 0 2	第 2 圧電ポンプ	
1 0 3	第 1 逆止弁	
1 0 4	第 2 逆止弁	
1 0 5	切替弁	
1 0 9	貯蔵部	
1 0 9 A	ゴム管	
1 1 0	筐体	
1 1 1	流入室	
1 1 2	第 7 弁室	

1 1 6	第 8 弁 室
1 2 1	第 4 弁 室
1 2 2	流 出 室
1 2 4	連 絡 路
1 2 6	開 口
1 3 2	第 3 の 弁 座
1 3 3	第 3 弁 室
1 4 2	第 1 の 弁 座
1 4 3	第 5 弁 室
1 4 6	第 6 弁 室
1 5 2	第 2 の 弁 座
1 5 3	第 1 弁 室
1 5 6	第 2 弁 室
2 0 0	気 体 制 御 装 置
2 0 2	第 3 ポ ン プ
2 0 5	切 替 弁
3 0 0	気 体 制 御 装 置
3 0 6	排 気 弁
3 0 9	カ フ
3 0 9 A	ゴ ム 管
3 1 0	上 部 筐 体
3 1 6	連 通 孔
3 2 0	下 部 筐 体
3 2 5	筐 体
3 3 0	ダ イ ヤ フ ラ ム
3 4 0	急 速 排 気 部
3 6 2	弁 座
3 6 3	第 9 弁 室

3 6 4 開 口

3 6 5 排 気 室

7 0 2 第 $n - 1$ 圧 電 ポ ン プ

7 0 3 第 $2n - 5$ 逆 止 弁

8 0 2 第 n 圧 電 ポ ン プ

8 0 3 第 $2n - 3$ 逆 止 弁

8 0 4 第 $2n - 2$ 逆 止 弁

8 0 5 切 替 弁

P パ ッ キ ン

請求の範囲

[請求項 1]

流入口と流出口とを有する筐体を備え、

前記筐体の内部に、

前記流入口と前記流出口との間に設けられ、前記流出口から前記流入口への気体の流れを遮断する第 1 の逆止弁及び第 2 の逆止弁と、

前記流入口と接続された吸入孔と、前記第 2 の逆止弁と接続された吐出孔と、を有する第 1 のポンプと、

前記第 1 の逆止弁と接続された吸入孔と、前記流出口と接続された吐出孔と、を有する第 2 のポンプと、

前記第 1 のポンプの吐出孔と前記第 2 のポンプの吸入孔との間に設けられている切替弁と、を備える気体制御装置であって、

前記切替弁は、第 1 のダイヤフラムと、前記第 1 のダイヤフラムによって仕切られた第 1 及び第 2 の弁室と、前記第 1 の弁室側に設けられている第 1 の弁座とを備え、

前記第 1 のダイヤフラムは、前記第 1 の弁座と当接する領域を有し、

前記第 1 の弁座は、前記第 2 のポンプの吸入孔と接続される開口を有し、

前記第 1 の弁室は、前記第 1 のポンプの吐出孔と接続され、

前記切替弁は、前記第 1 のダイヤフラムにおける両主面に加わる力の差によって、前記第 1 のポンプ吐出孔と、前記第 2 のポンプの吸入孔との接続と遮断とを切り替える、気体制御装置。

[請求項 2]

前記第 1 の逆止弁は、第 2 のダイヤフラムと、前記第 2 のダイヤフラムによって仕切られた第 3 及び第 4 の弁室と、前記第 3 の弁室側に設けられている第 2 の弁座とを備え、

前記第 2 のダイヤフラムは、前記第 2 の弁座の先端部と当接する領域と、該領域の一部を貫通する孔とを有し、

前記第 3 の弁室は前記流入口と接続され、前記第 4 の弁室は前記第

2 のポンプの吸入孔と接続されている、請求項 1 に記載の気体制御装置。

[請求項 3] 前記第 2 の逆止弁は、第 3 のダイヤフラムと、前記第 3 のダイヤフラムによつて仕切られた第 5 及び第 6 の弁室と、前記第 5 の弁室側に設けられている第 3 の弁座とを備え、

前記第 3 のダイヤフラムは、前記第 3 の弁座の先端部と当接する領域と、該領域の一部を貫通する孔とを有し、

前記第 5 の弁室は前記第 1 のポンプの吐出孔と接続され、前記第 6 の弁室は前記流出口と接続されている、請求項 1 または 2 に記載の気体制御装置。

[請求項 4] 前記筐体は、通気孔をさらに有し、

前記切替弁においては、前記第 2 の弁室が前記通気孔と接続され、

前記第 2 の弁室の圧力は、大気圧である、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の気体制御装置。

[請求項 5] 前記第 1、第 2、及び第 3 のダイヤフラムは、共通の 1 枚のダイヤフラムによつて構成されている、請求項 3 または 4 に記載の気体制御装置。

[請求項 6] 流入口と流出口とを有する筐体と、

前記筐体内を分割して前記筐体内に、前記流入口に連通する第 1 領域と、前記流出口に連通する第 2 領域と、第 3 領域と、第 4 領域と、を形成するダイヤフラムと、

第 1 ポンプ室と、前記第 1 ポンプ室を介して互いに連通する第 1 吸引孔および第 1 吐出孔と、を有し、前記第 1 吸引孔が前記第 1 領域に連通し、前記第 1 吐出孔が前記第 3 領域に連通する第 1 のポンプと、

第 2 ポンプ室と、前記第 2 ポンプ室を介して互いに連通する第 2 吸引孔および第 2 吐出孔と、を有し、前記第 2 吸引孔が前記第 4 領域に連通し、前記第 2 吐出孔が前記第 2 領域に連通する第 2 のポンプと、を備え、

前記ダイヤフラムは、

前記第 1、第 2 のポンプの動作時、前記第 3 領域の圧力が前記第 2 領域の圧力よりも高く、前記第 4 領域の圧力が前記第 1 領域の圧力よりも低い場合、前記第 3 領域および前記第 4 領域を遮断し、前記第 2 領域および前記第 3 領域を連通するとともに前記第 1 領域および前記第 4 領域を連通し、

前記第 1、第 2 のポンプの動作時、前記第 3 領域の圧力が前記第 2 領域の圧力よりも低く、前記第 4 領域の圧力が前記第 1 領域の圧力よりも高い場合、前記第 2 領域および前記第 3 領域の通気と前記第 1 領域および前記第 4 領域の通気とを遮断し、前記第 3 領域および前記第 4 領域を連通するよう、前記筐体に固定されていることを特徴とする気体制御装置。

[請求項 7]

前記筐体は、前記第 4 領域に連通する開口と、前記第 3 領域において前記開口の周囲から前記ダイヤフラム側へ突出する第 1 の弁座と、前記第 1 領域において前記ダイヤフラム側へ突出する第 2 の弁座と、前記第 3 領域において前記ダイヤフラム側へ突出する第 3 の弁座と、が設けられ、

前記ダイヤフラムは、前記第 1 の弁座、及び前記第 2 の弁座、前記第 3 の弁座に当接して前記筐体に固定されており、

前記ダイヤフラムには、前記第 2 の弁座に当接する領域の一部に孔が設けられ、前記第 3 の弁座に当接する領域の一部に孔が設けられていることを特徴とする、請求項 6 に記載の気体制御装置。

[請求項 8]

前記ダイヤフラムは、前記第 1 領域と前記第 3 領域との圧力差により前記第 1 の弁座に対して接触または離間して開閉し、前記第 1 領域と前記第 4 領域との圧力差により前記第 2 の弁座に対して接触または離間して開閉し、前記第 2 領域と前記第 3 領域との圧力差により前記第 3 の弁座に対して接触または離間して開閉することを特徴とする、請求項 7 に記載の気体制御装置。

[請求項9] 前記ダイヤフラムは、前記第 1 領域と前記第 4 領域との圧力差により開閉する第 1 の逆止弁と、前記第 2 領域と前記第 3 領域との圧力差により開閉する第 2 の逆止弁と、前記第 1 領域と前記第 3 領域との圧力差により開閉する切替弁と、を前記筐体とともに構成し、

前記第 1 の逆止弁は、前記第 4 領域から前記第 1 領域への気体の流れを阻止し、

前記第 2 の逆止弁は、前記第 2 領域から前記第 3 領域への気体の流れを阻止し、

前記切替弁は、前記第 1、第 2 のポンプの動作時、前記第 3 領域の圧力が前記第 2 領域の圧力よりも高く前記第 4 領域の圧力が前記第 1 領域の圧力よりも低い場合、前記第 3 領域および前記第 4 領域を遮断し、前記第 3 領域の圧力が前記第 2 領域の圧力よりも低く前記第 4 領域の圧力が前記第 1 領域の圧力よりも高い場合、前記第 3 領域および前記第 4 領域を連通する、請求項 7 または 8 に記載の気体制御装置。

[請求項10] 前記第 1、第 2、及び第 3 の弁座は、前記ダイヤフラムを与圧するように前記筐体に設けられていることを特徴とする、請求項 5 または 7 に記載の気体制御装置。

[請求項11] 前記筐体は、前記流入口が設けられている第 1 の筐体と、前記流出口が設けられている第 2 の筐体とを有し、

前記ダイヤフラムは、弾性部材からなり、前記第 1 の筐体と前記第 2 の筐体とに両面から挟持されていることを特徴とする、請求項 5 から 10 のいずれか 1 項に記載の気体制御装置。

[請求項12] 前記流出口は貯蔵部に接続されており、

前記流出口に連通し、前記第 1、第 2 のポンプの動作により前記貯蔵部に充填された気体を、前記第 1、第 2 のポンプの動作の停止時に急速に排気が可能である急速排気部を備える、請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載の気体制御装置。

[請求項13] 流入口と流出口とを有する筐体と、

前記筐体内を分割して前記筐体内に、前記流入口に連通する第1領域、前記流出口に連通する第2領域、第3領域、第2 t (t は2から $n-1$ までの整数)領域、第2 $t+1$ 領域及び第2 n (n は3以上の整数)領域を形成するダイヤフラムと、

第1ポンプ室と前記第1ポンプ室を介して互いに連通する第1吸引孔および第1吐出孔とを有し、前記第1吸引孔が前記第1領域に連通し、前記第1吐出孔が前記第3領域に連通する第1のポンプと、

第 t ポンプ室と前記第 t ポンプ室を介して互いに連通する第 t 吸引孔および第 t 吐出孔とを有し、前記第 t 吸引孔が前記第2 t 領域に連通し、前記第 t 吐出孔が前記第2 $t+1$ 領域に連通する第 t のポンプと、

第 n ポンプ室と前記第 n ポンプ室を介して互いに連通する第 n 吸引孔および第 n 吐出孔とを有し、前記第 n 吸引孔が前記第2 n 領域に連通し、前記第 n 吐出孔が前記第2領域に連通する第 n のポンプと、を備え、 n 段のポンプを接続した、気体制御装置であって、

前記ダイヤフラムは、

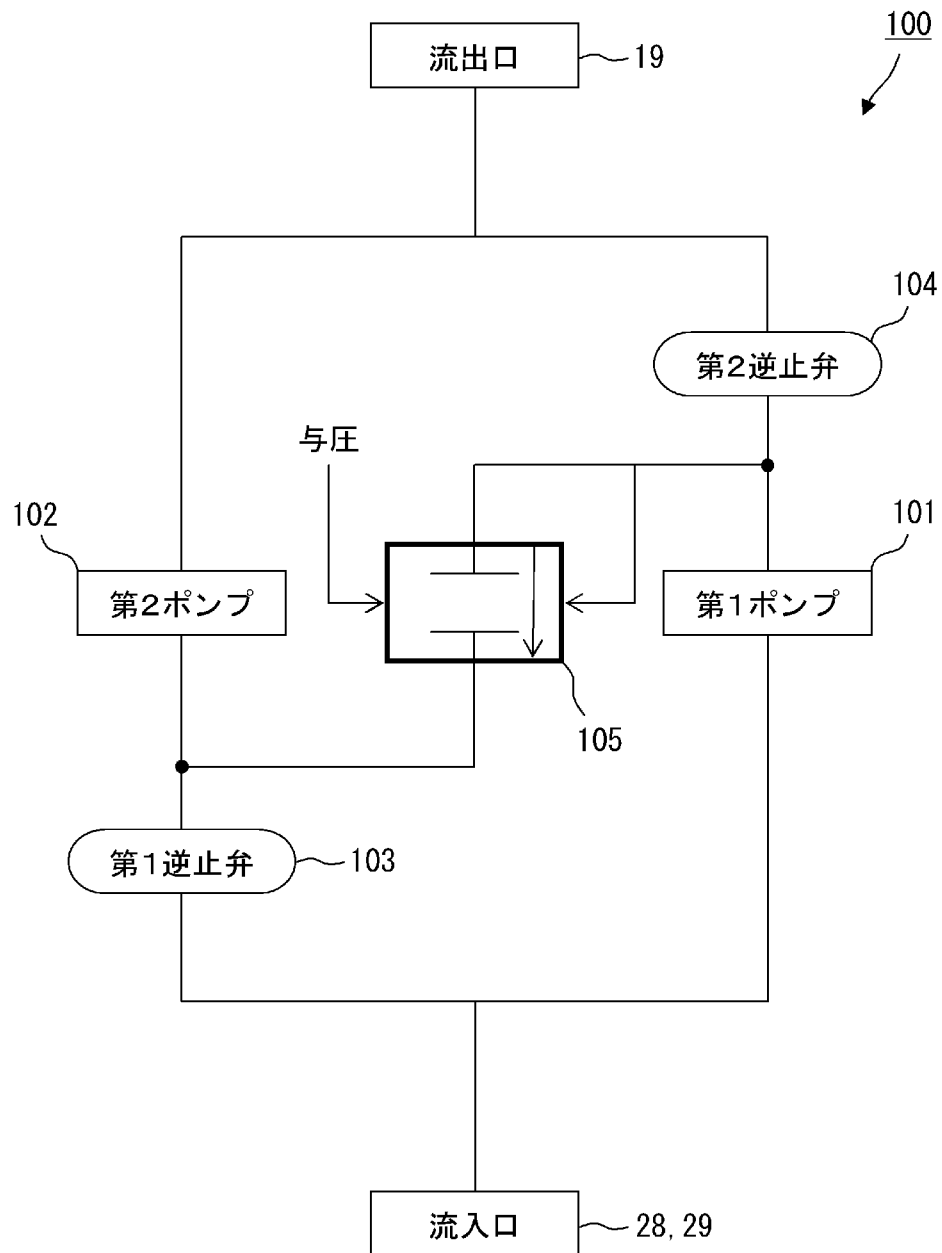
前記第1、第 t 、及び第 n のポンプの動作時、前記第3領域および前記第2 $t+1$ 領域の圧力が前記第2領域の圧力よりも高く、前記第2 t 領域および前記第2 n 領域の圧力が前記第1領域の圧力よりも低いとき、前記第3領域および前記第2 $t+1$ 領域のそれぞれと前記第2 t 領域および前記第2 n 領域のそれぞれとを遮断し、前記第3領域および前記第2 $t+1$ 領域のそれぞれと前記第2領域とを連通するとともに前記第2 t 領域および前記第2 n 領域のそれぞれと前記第1領域とを連通し、

前記第1、第 t 、及び第 n のポンプの動作時、前記第3領域および前記第2 $t+1$ 領域の圧力が前記第2領域の圧力よりも低く、前記第2 t 領域および前記第2 n 領域の圧力が前記第1領域の圧力よりも高いとき、前記第3領域および前記第2 $t+1$ 領域のそれぞれと前記第

2 領域とを遮断するとともに前記第 2 t 領域および前記第 2 n 領域のそれぞれと前記第 1 領域とを遮断し、前記第 3 領域および前記第 2 t + 1 領域のそれぞれと前記第 2 t 領域および前記第 2 n 領域のそれぞれとを連通するよう、前記筐体に固定されていることを特徴とする気体制御装置。

[図1]

図1



[図2]

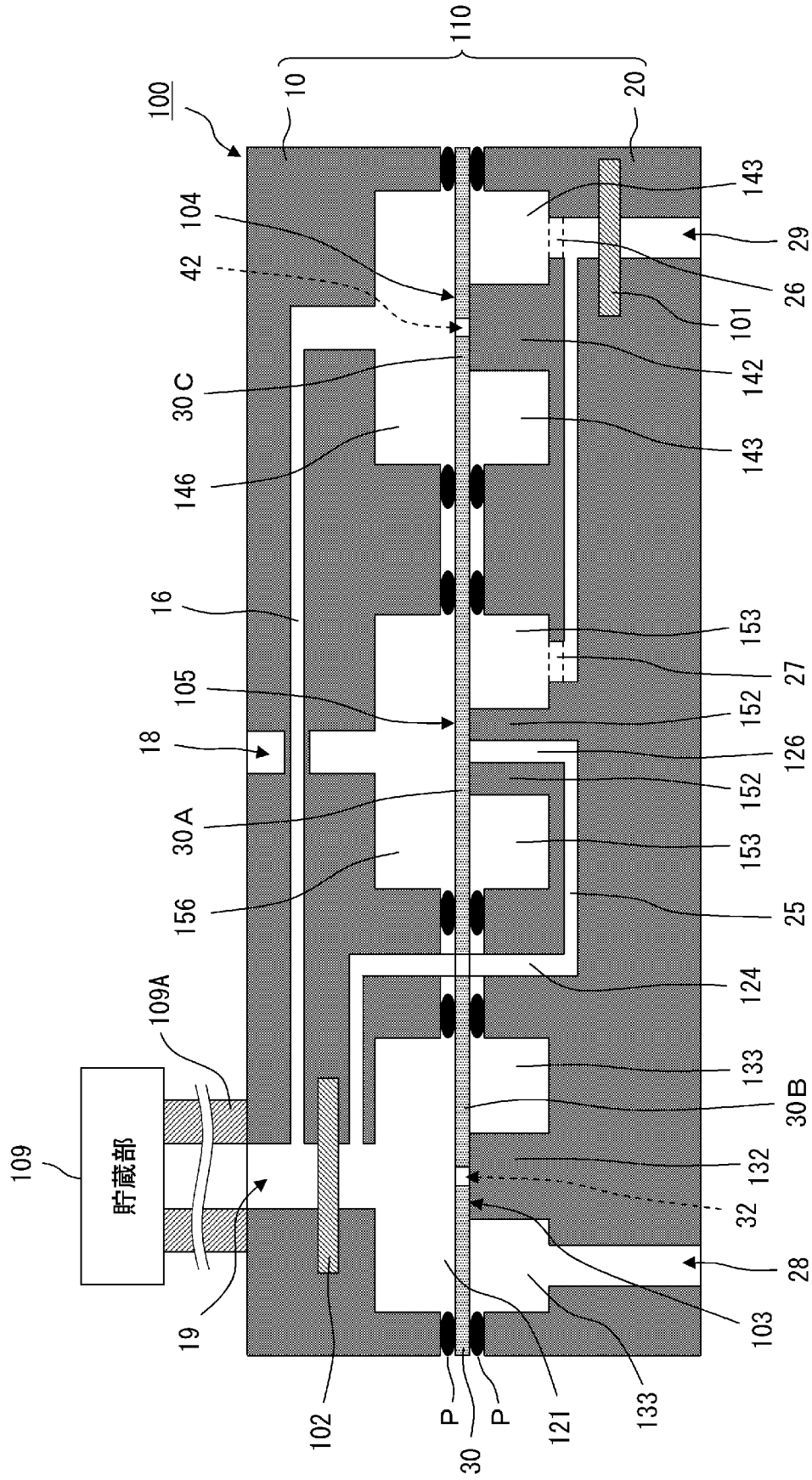
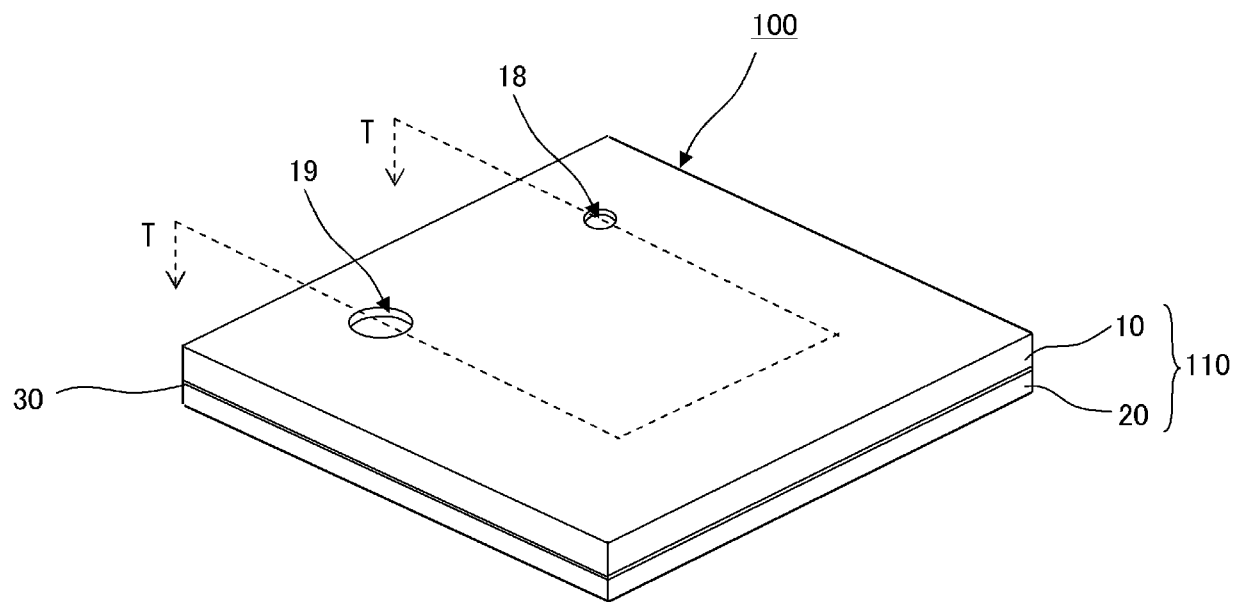


図2

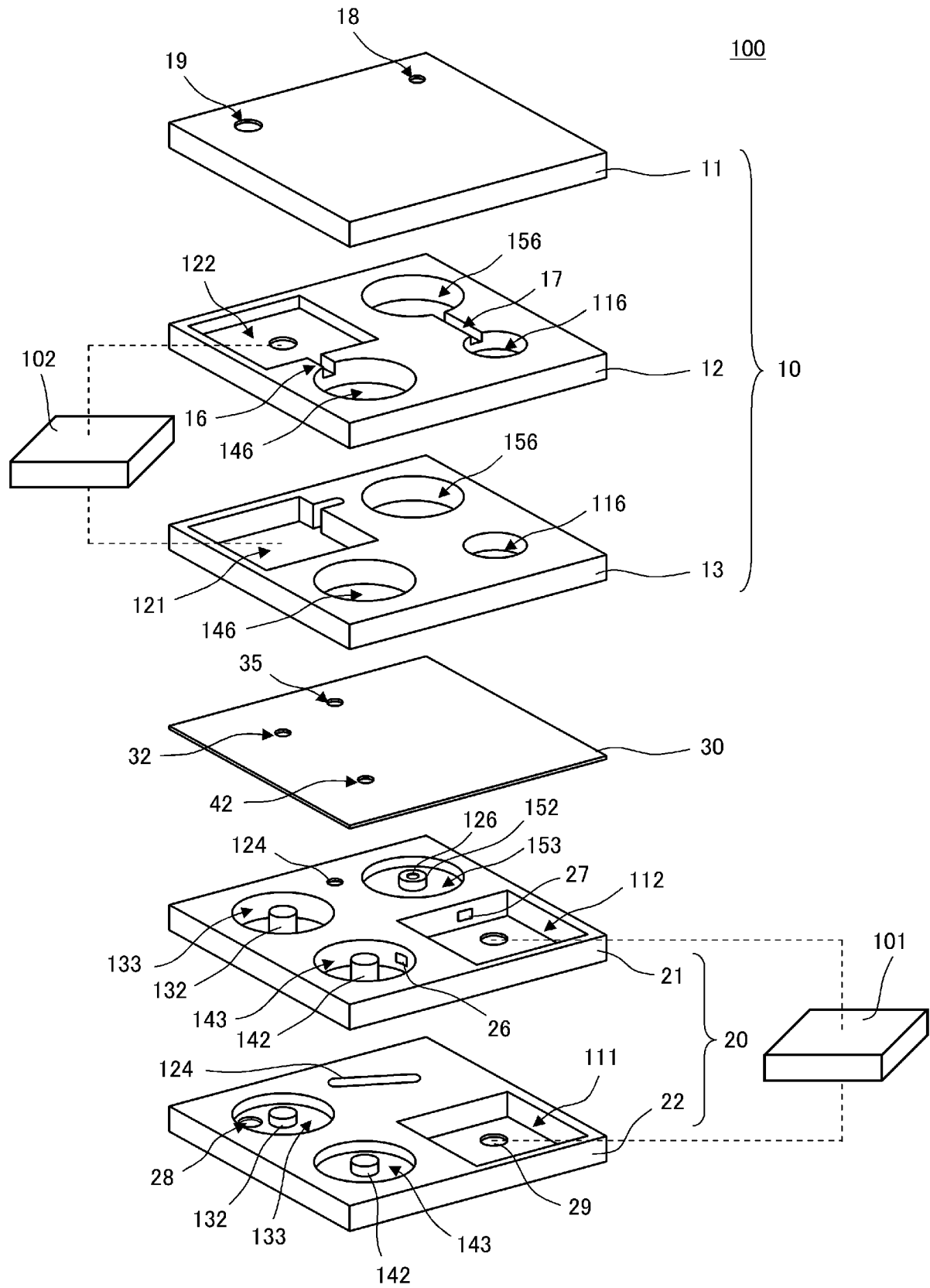
[図4]

図4



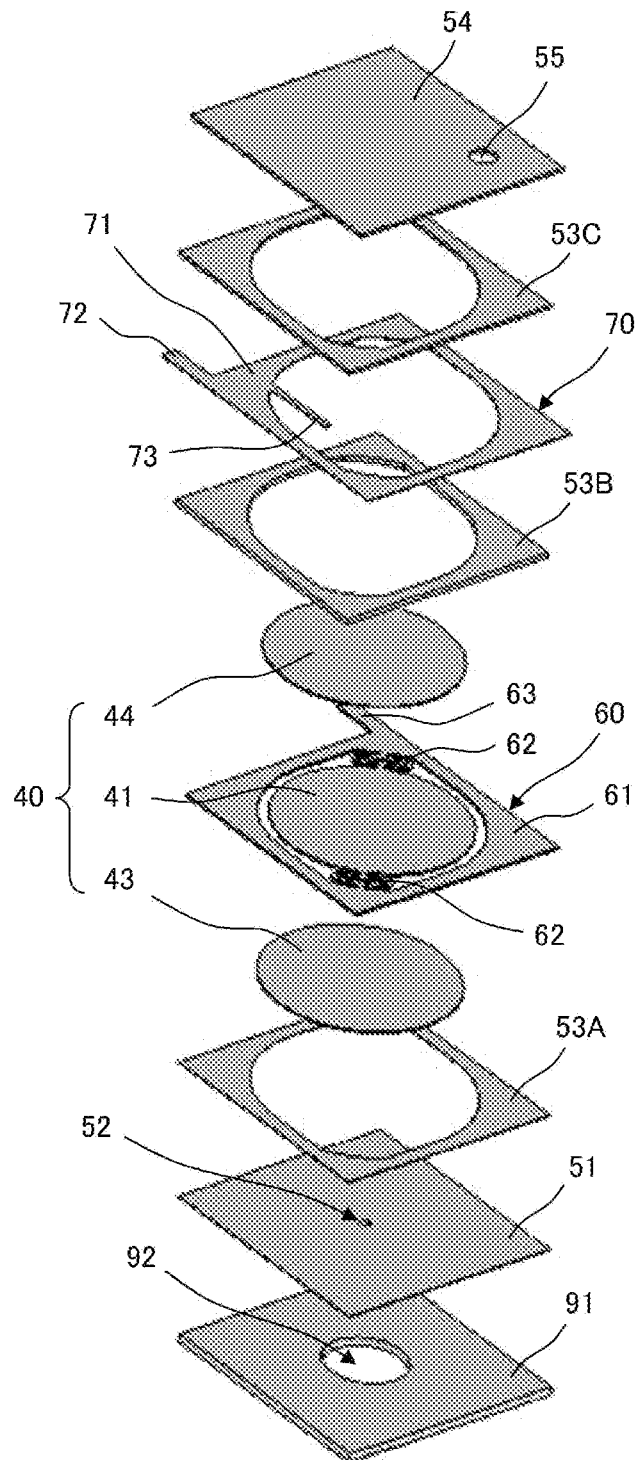
[図5]

図5



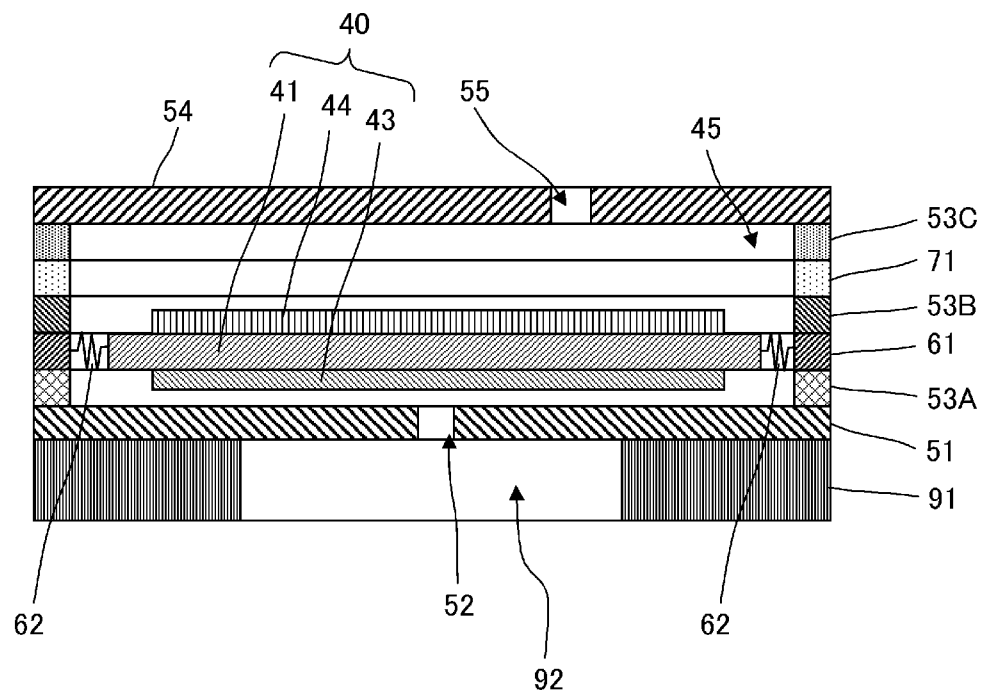
[図7]

図7



[図8]

図8



[図10]

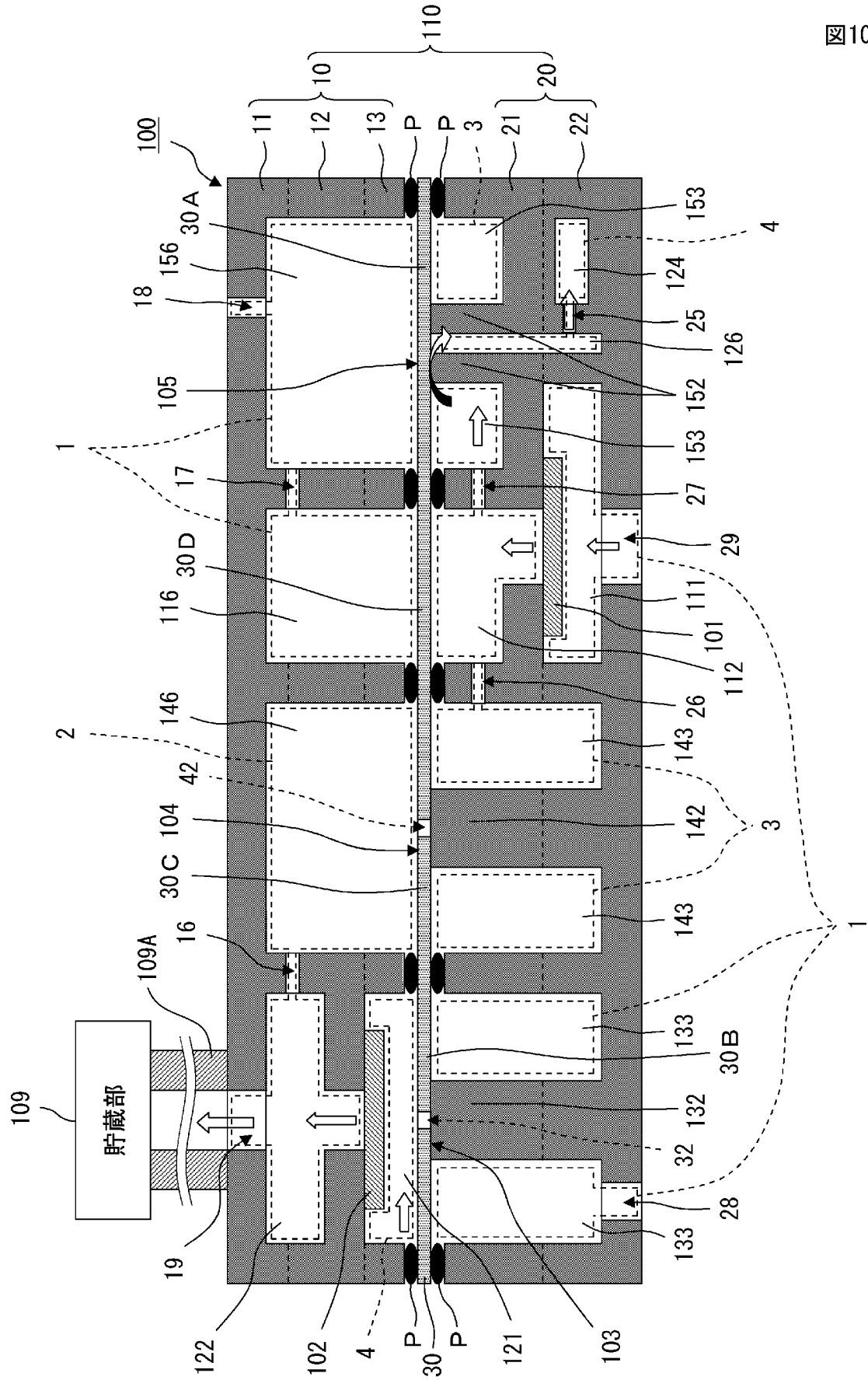
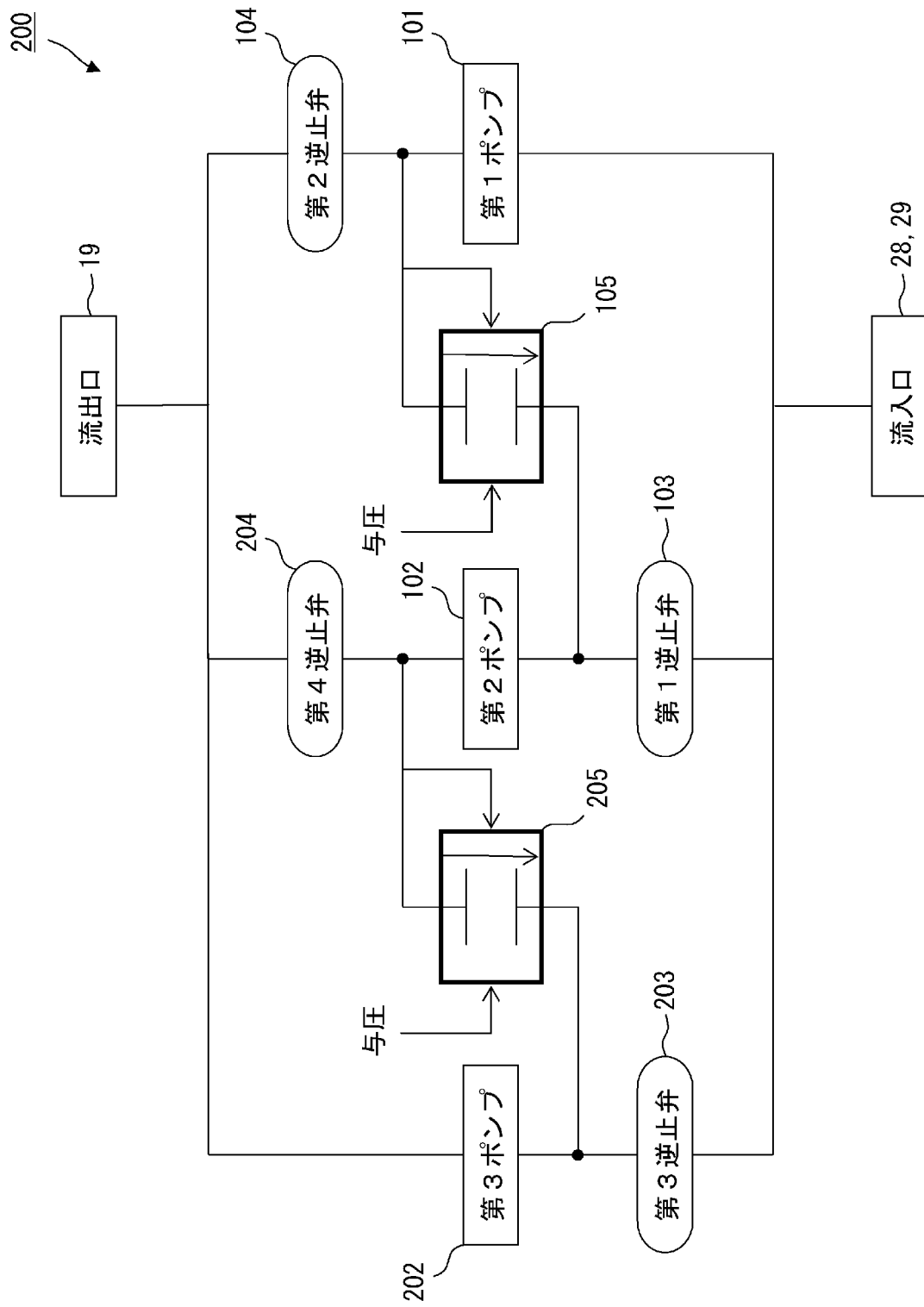


図10

[図11]

図11



[図12]

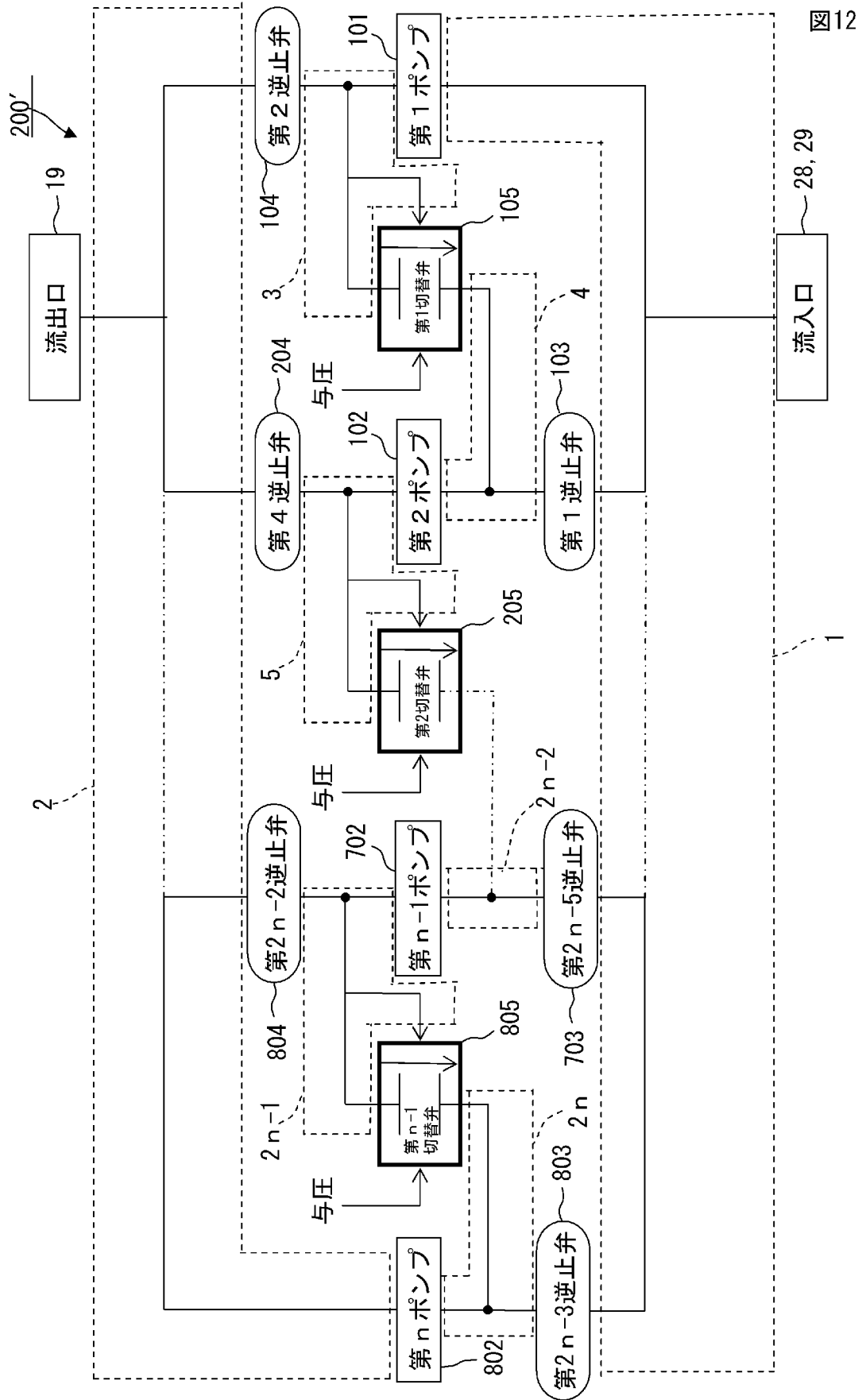


図12

[図16]

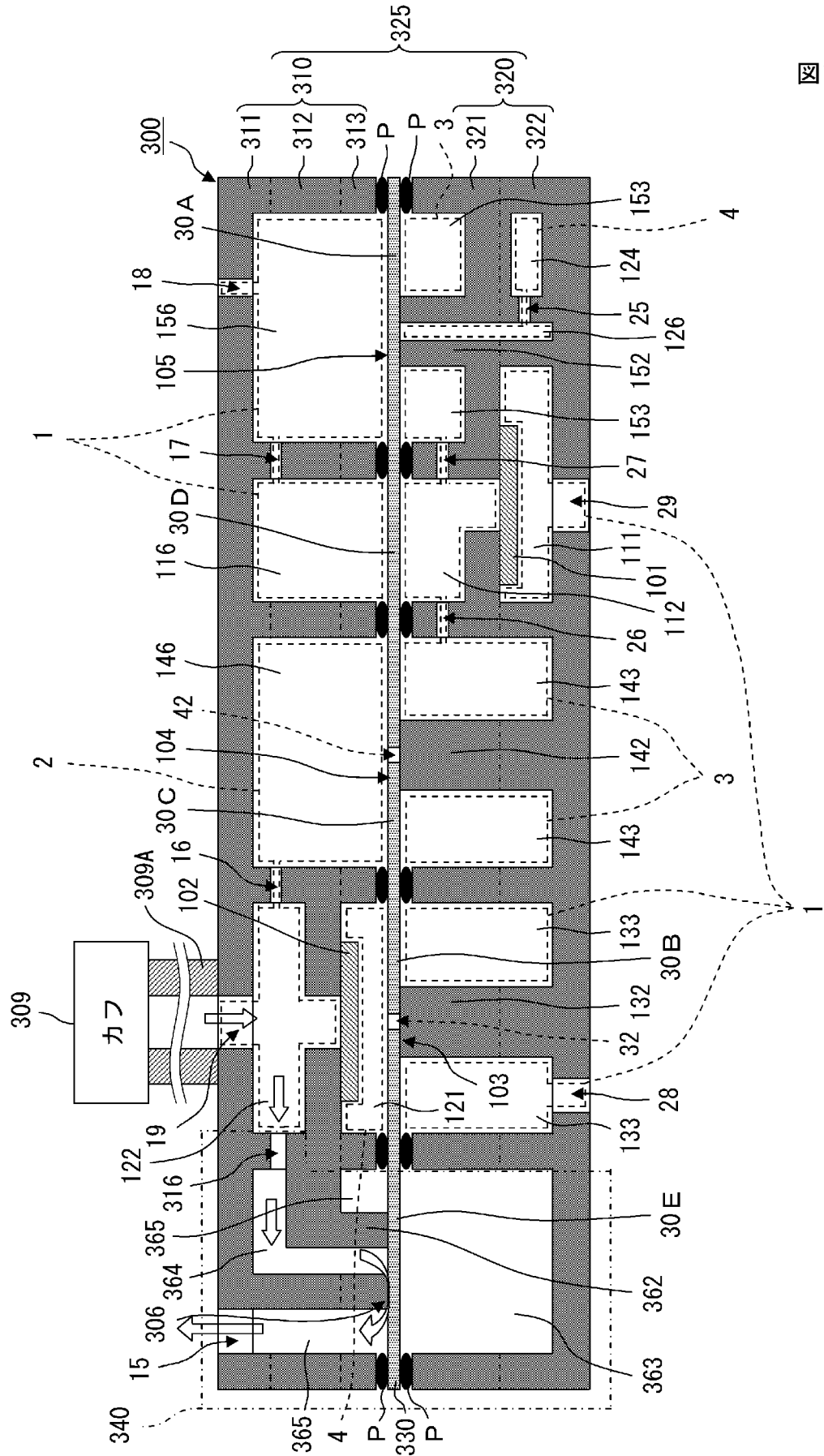
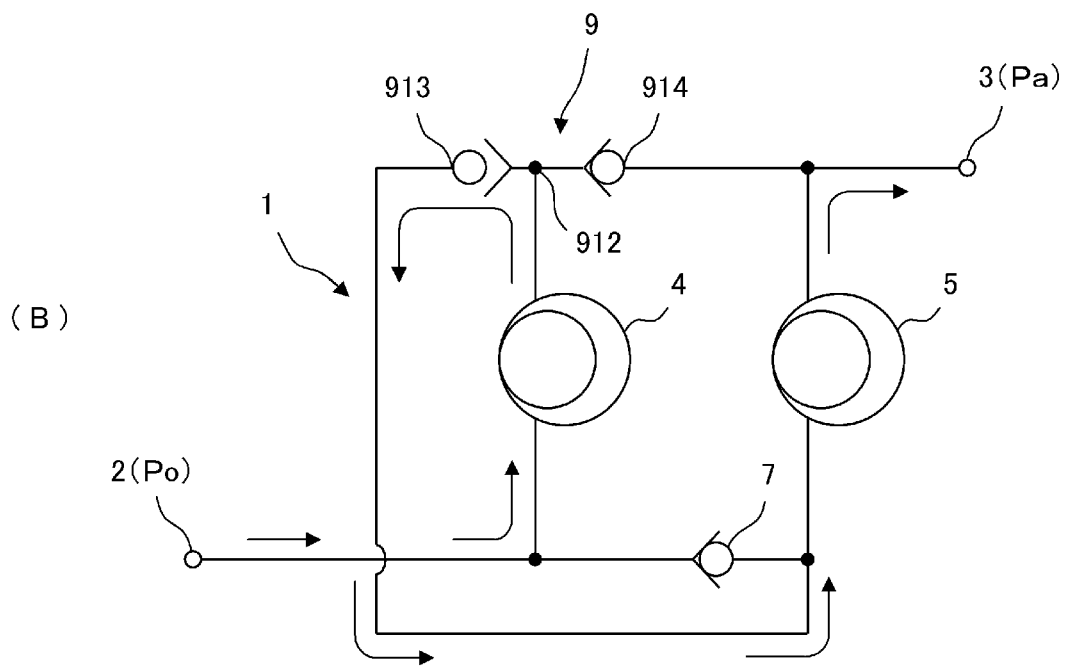
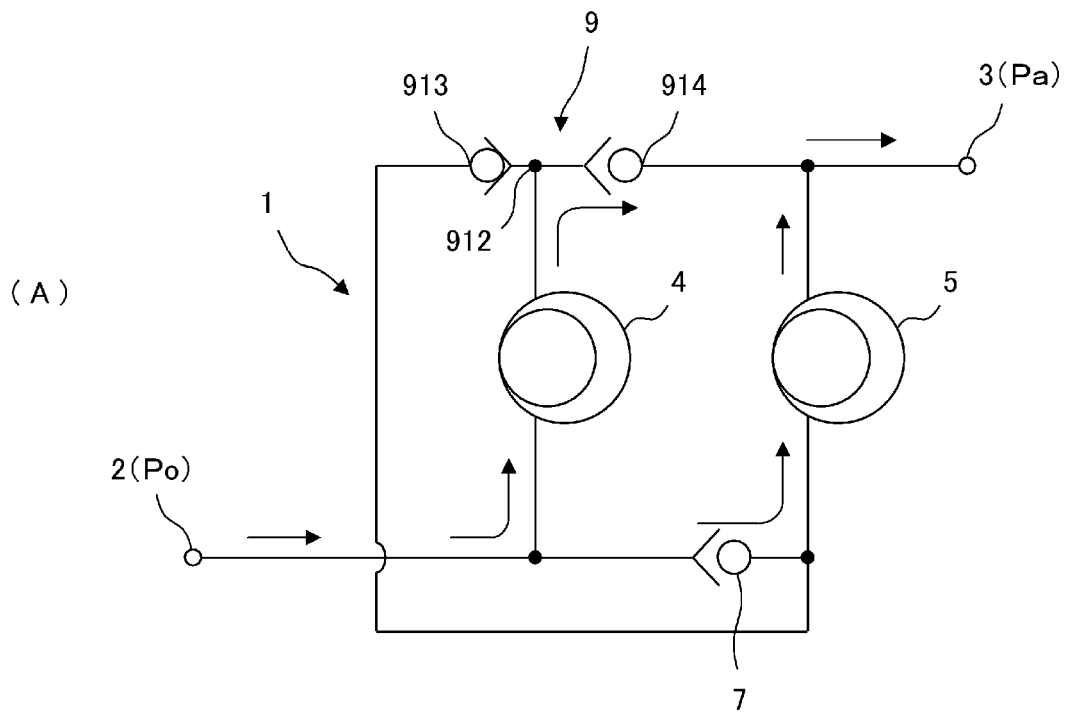


図16

[図17]

図17



A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F 0 4 B 4 1 / 0 6 (2 0 0 6 . 0 1) i , F 0 4 B 3 9 / 1 0 (2 0 0 6 . 0 1) i , F 0 4 B 3 9 / 1 2 (2 0 0 6 . 0 1) i , F 0 4 B 4 1 / 0 0 (2 0 0 6 . 0 1) i , F 0 4 B 4 5 / 0 4 7 (2 0 0 6 . 0 1) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F 0 4 B 4 1 / 0 6 , F 0 4 B 3 9 / 1 0 , F 0 4 B 3 9 / 1 2 , F 0 4 B 4 1 / 0 0 , F 0 4 B 4 5 / 0 4 7

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1	996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2013
Kokai	Jitsuyo	Shinan	Koho	1971-2013	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Micro film of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 143082/1985 (Laid-open No. 52291/1987) (Tokico, Ltd.), 01 April 1987 (01.04.1987), entire text; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 4-20751 A (Toshiba Corp.), 24 January 1992 (24.01.1992), Action; all drawings & US 5094085 A & DE 4115905 A1 & KR 10-1996-0002562 B	1-13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

04 March, 2013 (04.03.13)

Date of mailing of the international search report

12 March, 2013 (12.03.13)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 012 / 081453

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011/145544 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 24 November 2011 (24.11.2011), all drawings & CN 102597520 A & KR 10-2012-0032566 A	1-13

A . 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F04B41/06 (2006. 01) i , F04B39/10 (2006. 01) i , F04B39/12 (2006. 01) i , F04B41/00 (2006. 01) i ,
F04B45/047 (2006. 01) i

B . 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F04B41/06, F04B39/10, F04B39/12, F04B41/00, F04B45/047

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 — 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 — 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 — 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 — 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー水	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	日本国実用新案登録出願 60-143082 号 (日本国実用新案登録出願公開 62-52291 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (トキコ株式会社) 1987. 04. 01, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 1 3
A	JP 4-20751 A (株式会社東芝) 1992. 01. 24, [作用] の欄, 全図 & US 5094085 A & DE 4115905 A1 & KR 10-1996-0002562 B	1 - 1 3

☒ c 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

IA 「特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの」
IE 「国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの」
I 「優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)」
IΘ 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」
P 「国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
X 「特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの」
IY 「特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの」
I& 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日

0 4 . 0 3 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 2 . 0 3 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 — 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

佐伯 憲一

電話番号 0 3 — 3 5 8 1 — 1 1 0 1 内線 3 3 5 8

3 0

3 5 0 9

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	wo 2011/145544 AI (株式会社村田製作所) 2011. 11. 24, 全図 & CN 102597520 A & KR 10-2012-0032566 A	1 - 13