

(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
2012年10月18日(18.10.2012)



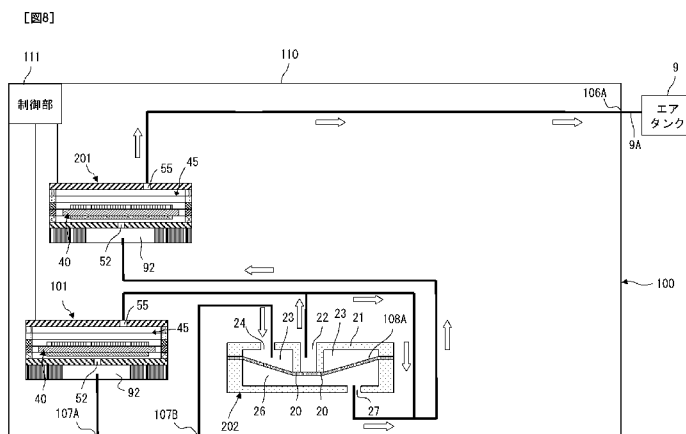
(10) 国際公開番号
WO 2012/140931 A1

- (51) 国際特許分類:
F04B 45/04 (2006.01) F04B 45/047 (2006.01)
F04B 41/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/051493
- (22) 国際出願日: 2012年1月25日(25.01.2012)
- (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 2011-087473 2011年4月11日(11.04.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 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; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 平田篤彦(HIRATA Atsubiko) [JP/JP]; 〒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). 神谷岳(KAMITANI Gaku) [JP/JP]; 〒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). 兒玉幸治(KODAMA Yukiharuru) [JP/JP]; 〒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); 〒5400011 大阪府大阪市中央区農人橋1丁目4番34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, 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, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, 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, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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),

[続葉有]

(54) Title: FLUID CONTROL DEVICE AND PUMP CONNECTION METHOD

(54) 発明の名称: 流体制御装置およびポンプ接続方法



9 Air tank
111 Control unit

(57) Abstract: Provided are a fluid control device and pump connection method that can reduce power consumption when the air pressure in an air-storage unit is low. Said fluid control device (100) is connected to an air tank (9) and provided with piezoelectric pumps (101 and 201), a check valve (202), and a control unit (111). When filling the air tank (9) with pressurized air, the fluid control device (100) first drives one of the piezoelectric pumps (201). Outside air is suctioned in through an intake (107B) via the check valve (202) and sent to the air tank (9) from an outlet (55) in said piezoelectric pump (201). When the pump pressure of said piezoelectric pump (201) exceeds a prescribed pressure, the fluid control device (100) starts driving the other piezoelectric pump (101). Outside air is then suctioned in through another intake (107A), passes through said piezoelectric pump (101) but not the check valve (202), and is sent to the air tank (9) from the outlet (55) in the first piezoelectric pump (201), bringing the air pressure in the air tank (9) up to a target pressure.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2012/140931 A1

OAPI (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))

空気貯蔵部の空気圧が低い間の消費電力を削減できる流体制御装置及びポンプ接続方法を提供する。流体制御装置 (100) は、圧電ポンプ (101) と圧電ポンプ (201) と逆止弁 (202) と制御部 (111) とを備え、エアタンク (9) に接続される。エアタンク (9) に圧縮空気を充填する時、流体制御装置 (100) はまず圧電ポンプ (201) を駆動する。吸引口 (107B) から外気が逆止弁 (202) を介して吸引され、空気が圧電ポンプ (201) の吐出孔 (55) からエアタンク (9) へ送出する。圧電ポンプ (201) のポンプ圧力が一定圧力を超えると、流体制御装置 (100) は圧電ポンプ (101) の駆動を開始する。吸引口 (107A) から外気が吸引され、空気が圧電ポンプ (101) を経由して逆止弁 (202) を経由せず圧電ポンプ (201) の吐出孔 (55) からエアタンク (9) へ送出し、エアタンク (9) の空気圧を目標圧力まで高める。

明 細 書

発明の名称：流体制御装置およびポンプ接続方法

技術分野

[0001] この発明は、ポンプを用いて空気貯蔵部に空気を充填する流体制御装置およびポンプ接続方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1に従来の圧電ポンプが開示されている。

図1は特許文献1の圧電ポンプの3次共振モードでのポンピング動作を示す図である。当該圧電ポンプは、ポンプ本体10と、外周部がポンプ本体10に対して固定されたダイヤフラム19と、このダイヤフラム19の中央部に貼り付けられた圧電素子23と、ダイヤフラム19の略中央部と対向するポンプ本体10の部位に形成された第1開口部11と、ダイヤフラム19の中央部と外周部との中間領域又はこの中間領域と対向するポンプ本体の部位に形成された第2開口部12とを備える。ダイヤフラム19は金属板である。圧電素子23は、第1開口部11を覆い、且つ第2開口部12まで達しない大きさに形成されている。

[0003] 圧電素子23は、圧電素子23に所定周波数の電圧を印加することにより、第1開口部11に対向するダイヤフラム19の部分と第2開口部12に対向するダイヤフラム19の部分とを相反方向に屈曲変形する。特許文献1の圧電ポンプは、第2開口部12から流体を吸込み、第1開口部11から吐出するものである。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2008/069264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

[0005] 上記特許文献1の圧電ポンプを含む従来のポンプにおいて、例えば血圧計

のカフに接続する場合など、ポンプ圧力が不足することがある。この際、例えば、図2に示されるように、圧電ポンプを2つ以上直列に接続することでポンプ圧力を増大させることが考えられる。

[0006] しかしながら、図2に示すように2個の圧電ポンプ1、2を直列に接続し、エアタンク9に空気を充填する場合、当然のことながら2倍の消費電力が必要となる。2個の圧電ポンプ1、2を直列に接続した場合の最大ポンプ圧力は、1個の圧電ポンプ2をエアタンク9に接続した場合の2倍の圧力まで到達できるが、最大流量は、1個の圧電ポンプ2をエアタンク9に接続した場合と変わらない。

[0007] そのため、エアタンク9の圧力（空気圧）が低い間は、消費電力が増大しているにも拘わらず、流量が1個の圧電ポンプ2をエアタンク9に接続した場合とほとんど変わらないため、即ちエアタンク9への空気充填速度が増えないため、電力を無駄に消費することになる。そこで、エアタンク9の圧力が低い間は、圧電ポンプ2を1個だけ駆動しておくことも考えられる。しかし、圧電ポンプ2を1個だけ駆動した場合、直列に接続している他方の圧電ポンプ1の流路抵抗が著しく大きいため、ほとんど流量が生じない。特に、圧電ポンプ1、2共に高い圧力を実現しようとした場合、圧電ポンプ1、2内のポンプ室体積は小さくしておく方が好ましく、その結果、流量抵抗は大きくなってしまう。そのため、圧電ポンプ1、2は、常に2個とも駆動する必要がある。

[0008] 従って、図2に示すように2個の圧電ポンプ1、2を直列に接続し、エアタンク9に空気を充填する場合、エアタンク9の圧力が低い間の電力効率が悪いという問題があった。

[0009] 本発明の目的は、空気貯蔵部の空気圧が低い間の消費電力を削減できる流体制御装置およびポンプ接続方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の流体制御装置は、前記課題を解決するために以下の構成を備えている。

[0011] (1) 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吐出孔とを有する第1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1吐出孔に連通し、前記第2吐出孔が空気貯蔵部に連通する第2ポンプと、

装置本体の外部に連通する第1連通孔と前記第1吐出孔および前記第2吸引孔に連通する第2連通孔を有し、第1連通孔から第2連通孔への流体の流入は許容し、第2連通孔から第1連通孔への流体の流出を禁止する逆止弁と、を備える。

[0012] この構成では、空気貯蔵部に空気の充填を開始するとき、第2ポンプから駆動を開始させる。空気貯蔵部は、例えば血圧測定用のカフである。第2ポンプがポンピング動作を開始すると、外部の空気が逆止弁を通過して、第2ポンプのポンプ室へ流入する。そして、空気が第2ポンプの吐出孔から空気貯蔵部へ送出され、空気貯蔵部内の圧力（空気圧）が高まる。

[0013] その後、第1ポンプが駆動を開始し、第1ポンプ、第2ポンプがポンピング動作を行うと、空気が第1ポンプのポンプ室を経由して、逆止弁を通らずに、第2ポンプ内のポンプ室に流入する。さらに、空気が第2ポンプの吐出孔から空気貯蔵部へ送出され、空気貯蔵部内の圧力（空気圧）が目標圧力まで高まる。

[0014] この構成では、空気貯蔵部の圧力が低い間、第2ポンプだけを駆動した場合でも、流路抵抗の大きな第1ポンプでなく流路抵抗の小さい逆止弁を介して外気を吸引するため、十分な流量が生じる。そのため、空気貯蔵部の圧力（空気圧）が低い間、第1ポンプ、第2ポンプの全てを駆動する必要が無く、第2ポンプを駆動するだけで済む。従って、この構成によれば、空気貯蔵部の空気圧が低い間の消費電力を削減できる。

[0015] (2) 装置本体の外部に連通する第1連通孔と前記第1吐出孔および前記第2吸引孔に連通する第2連通孔と前記第1吐出孔および前記第2吸引孔に連通する第3連通孔とが形成された逆止弁筐体と、前記逆止弁筐体内を分割し

て、前記第1連通孔および前記第2連通孔に連通する第1バルブ室と前記第3連通孔に連通する第2バルブ室とを構成するダイヤフラムと、を有する第1逆止弁を備えた。

[0016] この構成では、空気貯蔵部に空気の充填を開始するとき、第2ポンプから駆動を開始させる。空気貯蔵部は、例えば血圧測定用のカフである。第2ポンプがポンピング動作を開始すると、第1逆止弁の第2バルブ室の空気が第3連通孔から第2ポンプのポンプ室へ流入する。これにより、第1逆止弁では、第2バルブ室の圧力が低下し、ダイヤフラムが開放して第1連通孔と第2連通孔とが連通する。この結果、外気が第1逆止弁の第1連通孔から吸引され、空気が第1逆止弁の第1連通孔、第1バルブ室、及び第2連通孔を経由して第2ポンプのポンプ室へ流入する。そして、空気が第2ポンプの吐出孔から空気貯蔵部へ送出され、空気貯蔵部内の圧力（空気圧）が高まる。

[0017] その後、第1ポンプが駆動を開始し、第1ポンプ、第2ポンプがポンピング動作を行うと、空気が第1ポンプのポンプ室を経由して第1逆止弁の第3連通孔から第2バルブ室へ流入する。これにより、第1逆止弁では第2バルブ室の圧力が高まり、ダイヤフラムが第1連通孔と第2連通孔の連通を遮断する。この結果、空気が、第1逆止弁を通らずに第1ポンプ内のポンプ室を経由して、第2ポンプ内のポンプ室に流入する。さらに、空気が第2ポンプの吐出孔から空気貯蔵部へ送出され、空気貯蔵部内の圧力（空気圧）が目標圧力まで高まる。

[0018] この構成では、空気貯蔵部の圧力が低い間、第2ポンプだけを駆動した場合でも、流路抵抗の大きな第1ポンプでなく流路抵抗の小さい第1逆止弁を介して外気を吸引するため、十分な流量が生じる。そのため、空気貯蔵部の圧力（空気圧）が低い間、第1ポンプ、第2ポンプの全てを駆動する必要が無く、第2ポンプを駆動するだけで済む。

従って、この構成によれば、空気貯蔵部の空気圧が低い間の消費電力を削減できる。

[0019] (3) 第3ポンプ室と前記第3ポンプ室を介して互いに連通する第3吸引孔

および第3吐出孔とを有し、前記第3吸引孔が前記第2吐出孔に連通し、前記第3吐出孔が前記空気貯蔵部に連通する第3ポンプと、

装置本体の外部に連通する第1連通孔と前記第2吐出孔および前記第3吸引孔に連通する第2連通孔と前記第2吐出孔および前記第3吸引孔に連通する第3連通孔とが形成された逆止弁筐体と、前記逆止弁筐体内を分割して、前記第1連通孔および前記第2連通孔に連通する第1バルブ室と前記第3連通孔に連通する第2バルブ室とを構成するダイヤフラムと、を有する第2逆止弁と、を備え、

前記第2ポンプの前記第2吐出孔は、前記第3ポンプを介して前記空気貯蔵部に連通する。

[0020] この構成では、空気貯蔵部に空気の充填を開始するとき、第3ポンプから駆動を開始させる。第3ポンプがポンピング動作を開始すると、第2逆止弁の第2バルブ室の空気が第3連通孔から第3ポンプのポンプ室へ流入する。これにより、第2逆止弁では、第2バルブ室の圧力が低下し、ダイヤフラムが開放して第1連通孔と第2連通孔とが連通する。この結果、外気が第2逆止弁の第1連通孔から吸引され、空気が第2逆止弁の第1連通孔、第1バルブ室、及び第2連通孔を経由して第3ポンプのポンプ室へ流入する。そして、空気が第3ポンプの吐出孔から空気貯蔵部へ送出され、空気貯蔵部内の圧力（空気圧）が高まる。

[0021] この構成では、空気貯蔵部の圧力が低い間、第3ポンプだけを駆動した場合でも、流路抵抗の大きな第1ポンプ、第2ポンプでなく流路抵抗の小さい第2逆止弁を介して外気を吸引するため、十分な流量が生じる。また、第2ポンプ、第3ポンプを駆動した場合でも、流路抵抗の大きな第1ポンプでなく流路抵抗の小さい第1逆止弁を介して外気を吸引するため、十分な流量が生じる。そのため、空気貯蔵部の圧力（空気圧）が低い間、第1ポンプ、第2ポンプ、第3ポンプの全てを駆動する必要が無い。

[0022] 従って、この構成によれば、空気貯蔵部の空気圧が低い間の消費電力を大幅に削減できる。

[0023] (4) 全ポンプのうち前記空気貯蔵部との接続距離が最も近い最後段のポンプと前記空気貯蔵部との間を接続し、少なくとも前記最後段のポンプのポンピング動作により前記空気貯蔵部に充填された空気を、急速排気する急速排気部を備え、

前記急速排気部は、

前記最後段のポンプの吐出孔に連通する第1連通孔と前記空気貯蔵部に連通する第2連通孔と前記空気貯蔵部および前記第2連通孔に連通する第3連通孔とが形成された逆止弁筐体と、前記逆止弁筐体内を分割して、前記第1連通孔および前記第2連通孔に連通する第1バルブ室と前記第3連通孔に連通する第2バルブ室とを構成する第1ダイヤフラムと、を有する逆止弁と、

前記最後段のポンプの吐出孔に連通する第4連通孔と前記空気貯蔵部に連通する第5連通孔と装置本体外部に連通する第6連通孔とが形成された排気弁筐体と、前記排気弁筐体内を分割して、前記第5連通孔および前記第6連通孔に連通する第3バルブ室と前記第4連通孔に連通する第4バルブ室とを構成する第2ダイヤフラムと、を有する排気弁と、を備える。

[0024] この構成では、空気貯蔵部に空気の充填を開始するとき、全ポンプのうち空気貯蔵部との接続距離が最も近いポンプから順に駆動を開始させる。上記(1)に係るこの構成では第2ポンプから駆動を開始し、上記(2)に係るこの構成では第3ポンプから駆動を開始する。両者の構成を代表して前者の構成について説明すると、第2ポンプからポンピング動作を開始した場合、第1逆止弁の第2バルブ室の空気が第3連通孔から第2ポンプのポンプ室へ流入する。これにより、第1逆止弁では、第2バルブ室の圧力が低下し、第1ダイヤフラムが開放して第1連通孔と第2連通孔とが連通する。この結果、外気が第1逆止弁の第1連通孔から吸引され、空気が第1逆止弁の第1連通孔、第1バルブ室、及び第2連通孔を経由して第2ポンプのポンプ室へ流入する。

[0025] そして、第2ポンプは、空気を第2ポンプの吐出孔から急速排気部の逆止弁に流入させる。急速排気部の逆止弁では、第2ポンプのポンピング動作に

より第1連通孔から第2連通孔への順方向の吐出圧力が発生すると、第1ダイヤフラムが開放して第1連通孔と第2連通孔とが連通する。また、急速排気部の排気弁では、第2ポンプのポンピング動作により第4バルブ室が昇圧すると、第2ダイヤフラムが第5連通孔と第6連通孔の連通を遮断する。これにより、空気が第2ポンプから急速排気部の逆止弁の第1連通孔と第2連通孔を経由して空気貯蔵部へ送出され、空気貯蔵部内の圧力（空気圧）が高まる。

[0026] その後、第1ポンプが駆動を開始し、第1ポンプ、第2ポンプがポンピング動作を行うと、空気が第1ポンプのポンプ室を経由して第1逆止弁の第3連通孔から第2バルブ室へ流入する。これにより、第1逆止弁では第2バルブ室の圧力が高まり、ダイヤフラムが第1連通孔と第2連通孔の連通を遮断する。この結果、空気が、第1ポンプ内のポンプ室を経由して、第2ポンプ内のポンプ室に流入する。さらに、空気が第2ポンプの吐出孔から急速排気部の逆止弁の第1連通孔と第2連通孔を経由して空気貯蔵部へ送出され、空気貯蔵部内の圧力（空気圧）が目標圧力まで高まる。

[0027] 次に、空気貯蔵部の空気を排気するとき、流体制御装置は、全ポンプのポンピング動作を停止する。ここで、全ポンプ室と第4バルブ室の体積は空気貯蔵部の収容可能な空気の体積に比べて極めて小さい。そのため、全ポンプのポンピング動作が停止すると、全ポンプ室と第4バルブ室の空気は、第1ポンプの吐出孔を経由して第1ポンプの吸引孔から流体制御装置の外部へすぐに排気される。この結果、急速排気部の排気弁では、ポンプのポンピング動作が停止すると、すぐに第4バルブ室の圧力が第3バルブ室の圧力より低下する。

[0028] 第4バルブ室の圧力が第3バルブ室の圧力より低下すると、急速排気部の排気弁では、第2ダイヤフラムが開放して第5連通孔と第6連通孔とが連通する。これにより、空気貯蔵部の空気が第5連通孔を経由して第6連通孔から急速に排気される。

[0029] 従って、この構成によれば、空気貯蔵部に圧縮空気を充填した後に、空気

貯蔵部から空気を急速排気することもできる。

[0030] (5) 全ポンプのうち前記空気貯蔵部との接続距離が近いポンプから順番に駆動を開始する制御部を備え、

前記制御部は、前記空気貯蔵部の空気圧を監視し、前記空気圧の上昇に応じて、次のポンプの駆動を開始する。

[0031] この構成では、空気貯蔵部の空気圧の値に基づいて制御部が、駆動を開始するタイミングを各ポンプに指示する。

[0032] (6) 前記ポンプは、周辺部が実質的に拘束されていなくて、中心部から周辺部にかけて屈曲振動するアクチュエータと、

前記アクチュエータに近接対向して配置される平面部と、

前記平面部のうち前記アクチュエータと対向するアクチュエータ対向領域の中心又は中心付近に配置された1つまたは複数の中心通気孔と、
を備える。

[0033] このように、アクチュエータの周辺部が（勿論中心部も）実質的に拘束されていないので、アクチュエータの屈曲振動に伴う損失が少なく、小型・低背でありながら高い圧力と大きな流量が得られる。

[0034] (7) 前記アクチュエータは円板状とすれば、回転対称形（同心円状）の振動状態となるため、アクチュエータと平面部との間に不要な隙間が発生せず、ポンプとしての動作効率が高まる。

[0035] (8) 前記平面部におけるアクチュエータ対向領域のうち、例えば中心又は中心付近が屈曲振動可能な薄板部であり、周辺部が実質的に拘束された厚板部とする。

[0036] この構造によれば、アクチュエータの振動に伴い、通気孔を中心とした対向面の薄板部分が振動するため、実質的に振動振幅を増すことができ、そのことにより圧力と流量を増加させることができる。

[0037] (9) 前記アクチュエータ対向領域の周辺部分に、1つまたは複数の周辺通気孔を備えれば、アクチュエータ対向領域の周辺部分で発生している正圧を利用することができ、同一面で吸引／吐出が可能となる。

[0038] (10) 前記アクチュエータは、当該アクチュエータと前記平面部との間に一定の隙間をあけて弾性構造により保持する構成とすれば、負荷変動に応じてアクチュエータと平面部との隙間を自動的に変化させることができる。たとえばアクチュエータに対して低負荷時には積極的に隙間を確保して流量を増大させることができ、高付加時には連結部がたわんでアクチュエータと平面部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。

[0039] また、本発明の流体制御装置のポンプ接続方法は、前記課題を解決するために以下の構成を備えている。

[0040] (11) 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吐出孔とを有する第1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吐出孔とを有する第tポンプと、

装置本体の外部に連通する第1連通孔と、第2連通孔と第3連通孔とが形成された逆止弁筐体と、前記逆止弁筐体内を分割して、前記第1連通孔および前記第2連通孔に連通する第1バルブ室と前記第3連通孔に連通する第2バルブ室とを構成するダイヤフラムと、を有する第t-1逆止弁と、を備え、

前記tは2からnまでの整数であり、n段のポンプを直列に接続した、流体制御装置のポンプ接続方法において、

前記第t吸引孔と第t-1吐出孔とを接続し、前記第n吐出孔と前記空気貯蔵部とを接続し、第t-1吐出孔および前記第t吸引孔と前記第t-1逆止弁の前記第2連通孔とを接続し、第t-1吐出孔および前記第t吸引孔と前記第t-1逆止弁の前記第3連通孔とを接続した。

[0041] この構成におけるポンプ接続方法は、上記(1)又は上記(2)の流体制御装置で用いられる。

これにより、上記(1)又は上記(2)と同様の効果を奏する。

発明の効果

[0042] 本発明によれば、空気貯蔵部の空気圧が低い間の消費電力を削減できる。

図面の簡単な説明

[0043] [図1]特許文献1の圧電ポンプのポンピング動作を示す図である。

[図2]一般的な圧電ポンプ1、圧電ポンプ2、及びエアタンク9の接続方法を示すブロック図である。

[図3]本発明の第1実施形態の流体制御装置100の主要部の構成を示すブロック図である。

[図4]図3に示す圧電ポンプ101、圧電ポンプ201、逆止弁202、及びエアタンク9の接続方法を示すブロック図である。

[図5]本発明の第1実施形態の流体制御装置100に備えられる圧電ポンプ101、201の分解斜視図である。

[図6]図6(A)は、図5に示す圧電ポンプ101、201の主要部の断面図である。図6(B)は、図5に示す圧電ポンプ101、201の変形例である圧電ポンプ101'、201'の主要部の断面図である。

[図7]図3に示す逆止弁202の主要部の断面図である。

[図8]図3に示す圧電ポンプ201がポンピング動作を行っている時の空気の流れを示す説明図である。

[図9]図3に示す圧電ポンプ101、201がポンピング動作を行っている時の空気の流れを示す説明図である。

[図10]エアタンク9の空気圧の変化を示すグラフである。

[図11]図11(A)は、本発明の第2実施形態の流体制御装置200に備えられる圧電ポンプ101、圧電ポンプ201、圧電ポンプ301、逆止弁202、逆止弁302、及びエアタンク9の接続方法を示すブロック図である。図11(B)は、本発明の第2実施形態の変形例に係る流体制御装置200'に備えられる圧電ポンプ101、圧電ポンプ201、圧電ポンプ901、逆止弁202、逆止弁902、及びエアタンク9の接続方法を示すブロック図である。

[図12]本発明の第3実施形態の流体制御装置300の主要部の構成を示すブ

ロック図である。

[図13]図12に示す圧電ポンプ201がポンピング動作を行っている時の空気の流れを示す説明図である。

[図14]図12に示す圧電ポンプ101、201がポンピング動作を行っている時の空気の流れを示す説明図である。

[図15]図12に示す圧電ポンプ101、201がポンピング動作を停止した直後の空気の流れを示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0044] 《第1実施形態》

本発明の第1実施形態に係る流体制御装置100について以下説明する。

図3は、本発明の第1実施形態の流体制御装置100の主要部の構成を示すブロック図である。図4は、図3に示す圧電ポンプ101、圧電ポンプ201、逆止弁202、及びエアタンク9の接続方法を示すブロック図である。流体制御装置100は、圧電ポンプ101と圧電ポンプ201と逆止弁202と制御部111とを備え、エアタンク9に接続される。

[0045] 流体制御装置100の筐体110には、エアタンク9のゴム管9Aに連通させる接続口106Aと、筐体110外部の空気を吸引するための吸引口107A、107Bと、が形成されている。

[0046] 圧電ポンプ101及び圧電ポンプ201は、逆止弁202を介して直列にエアタンク9に接続される。

[0047] 制御部111は、例えばマイクロコンピュータで構成され、装置本体の各部の動作を制御する。制御部111は、全圧電ポンプのうちエアタンク9との接続距離が近い圧電ポンプから順番に駆動を開始する。制御部111は、エアタンク9内の圧力（空気圧）を監視し、空気圧の上昇に応じて、次段の圧電ポンプの駆動を開始する。

[0048] 以上の構成において、流体制御装置100は、詳細を後述するが、エアタンク9に圧縮空気を充填するとき、まず圧電ポンプ201だけを駆動する。圧電ポンプ201のポンピング動作により、吸引口107Bから外気が逆止

弁202を介して吸引され、空気が圧電ポンプ201の吐出孔55からエアタンク9へ送出し、エアタンク9内の圧力（空気圧）を高める。その後、エアタンク9の空気圧が一定圧力を超えると、流体制御装置100は、圧電ポンプ101を駆動する。圧電ポンプ101、201のポンピング動作により、吸引口107Aから外気が吸引され、空気が圧電ポンプ101内のポンプ室45を経由して、逆止弁202を経由せずに圧電ポンプ201内のポンプ室45に流入する。さらに、空気は圧電ポンプ201の吐出孔55からエアタンク9へ送られ、エアタンク9内の圧力（空気圧）を目標圧力まで高める。

[0049] ここで、圧電ポンプ101、201と逆止弁202との構造について詳述する。まず、図3、図5、図6を用いて圧電ポンプ101、201の構造について詳述する。

[0050] 図5は、本発明の第1実施形態の流体制御装置100に備えられる圧電ポンプ101、201の分解斜視図である。図6(A)は、図5に示す圧電ポンプ101、201の主要部の断面図である。圧電ポンプ101は、基板91、平面部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及び蓋部54を備え、それらを順に積層した構造を有している。圧電ポンプ201は、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。

[0051] 円板状の振動板41の上面には圧電素子42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42と補強板43とによって円板状のアクチュエータ40が構成される。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。例えば、圧電素子42は、チタン酸ジルコン酸鉛系セラミックスなどで形成するのがよい。この場合スペーサ53Bの厚さは、圧電素子42の厚さと同じか、少し厚くしておくともよい。

[0052] なお、振動板41、圧電素子42、補強板43については、上から圧電素子42、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42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。

[0053] 振動板41の周囲には振動板支持枠61が設けられていて、振動板41は振動板支持枠61に対して連結部62で連結されている。連結部62は細いリング状に形成されたものであり、小さなバネ定数の弾性をもたせて弾性構造としている。したがって振動板41は二つの連結部62で振動板支持枠61に対して2点で柔軟に支持されている。そのため、振動板41の屈曲振動を殆ど妨げない。すなわち、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。なお、スペーサ53Aは平面部51と一定の隙間をあけてアクチュエータ40を保持するために設けられる。振動板支持枠61には電氣的に接続するための外部端子63が形成されている。

[0054] 振動板41、振動板支持枠61、連結部62及び外部端子63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60が構成されている。

[0055] 振動板支持枠61の上には、樹脂製のスペーサ53Bが接着固定されている。スペーサ53Bの厚さは圧電素子42と同じか少し厚く、ポンプ筐体80の一部を構成するとともに、次に述べる電極導通用板70と振動板ユニット60とを電氣的に絶縁する。

[0056] スペーサ53Bの上には、金属製の電極導通用板70が接着固定されている。電極導通用板70は、ほぼ円形に開口した枠部位71と、この開口内に突出する内部端子73と、外部へ突出する外部端子72とで構成されている。

- [0057] 内部端子 73 の先端は圧電素子 42 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 40 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 73 の振動は抑制できる。
- [0058] 電極導通用板 70 の上には、樹脂製のスペーサ 53C が接着固定される。スペーサ 53C はここでは圧電素子 42 と同程度の厚さを有する。スペーサ 53C は、アクチュエータが振動したときに、内部端子 73 のはんだ部分が、蓋部 54 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 42 表面が蓋部 54 に過度に接近して、空気抵抗により振動振幅の低下するのを防止する。そのため、スペーサ 53C の厚さは、前述の通り、圧電素子 42 と同程度の厚さであればよい。
- [0059] 蓋部 54 はスペーサ 53C の上部に被せられ、アクチュエータ 40 の周囲を覆う。そのため、中心通気孔 52 を通して吸引された流体は吐出孔 55 から吐出される。吐出孔 55 は蓋部 54 の中心に設けてもよいが、蓋部 54 を含むポンプ筐体 80 内の正圧を開放する吐出孔であるので、蓋部 54 の中心に設ける必要はない。
- [0060] 一方、平面部 51 の中心には中心通気孔 52（吸引孔）が形成されている。この平面部 51 と振動板ユニット 60 との間に、補強板 43 の厚みへ数 10 μm 程度加えたスペーサ 53A が挿入されている。このように、スペーサ 53A が存在しても、振動板 41 は振動板支持枠 61 に拘束されているわけではないので、負荷変動に応じて間隙は自動的に変化する。但し、連結部 62（バネ端子）の拘束の影響を多少は受けるので、このようにスペーサ 53A を挿入することで、低負荷時には積極的に隙間を確保して流量を増大することができる。また、スペーサ 53A を挿入した場合でも、高負荷時には連結部 62（バネ端子）がたわんで、アクチュエータ 40 と平面部 51 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。
- [0061] なお、図 5 に示した例では、連結部 62 を二箇所にしたが、三箇所以上に設けてもよい。連結部 62 はアクチュエータ 40 の振動を妨げるものではないが、振動に多少の影響を与えるため、例えば三箇所ですべて連結（保持）する

ことにより、より自然な保持が可能となり、圧電素子の割れを防止することもできる。

[0062] また、図6(B)に示すように、アクチュエータ対向領域の周辺部分に、1つまたは複数の周辺通気孔56A、56Bを設けても構わない。ここで、アクチュエータ対向領域の隙間の圧力は、中心部、周辺部ともに、アクチュエータ40の屈曲振動に伴い刻々と変動するが、時間平均して見れば、中心部では負圧を発生し、周辺部ではそれに対抗して釣り合う正圧を発生している。そこで、アクチュエータ対向領域の周辺部に周辺通気孔56A、56Bを設ければ、周辺部で発生している正圧を利用することができ、同一面で吸引／吐出が可能となる。そのため、周辺通気孔56A、56Bをそのまま圧電ポンプ101の吐出孔としてもよいし、周辺通気孔56A、56Bを別に設ける吐出孔に連通させて集中排気する構成にしてもよい。

[0063] 平面部51の下部には、中心に円柱形の開口部92が形成された基板91が設けられている。平面部51の一部は基板91の開口部92で露出する。この円形の露出部は、アクチュエータ40の振動に伴う圧力変動により、アクチュエータ40と実質的に同一周波数で振動することができる。この平面部51と基板91との構成により、平面部51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薄板部であり、周辺部は実質的に拘束された厚板部となる。この円形の薄板部の固有振動数は、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。

[0064] 従って、外部端子63、72に駆動電圧が印加されると、アクチュエータ40が同心円状に屈曲振動し、アクチュエータ40の振動に呼応して、中心通気孔52を中心とした平面部51の露出部（薄板部）も大きな振幅で振動する。平面部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、平面部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。

[0065] ここで、圧電ポンプ101及び圧電ポンプ201は、図3、図4に示すよ

うに、直列にエアタンク 9 に接続される。詳述すると、圧電ポンプ 101 の中心通気孔 52 は、外気を取り込むための吸引口 107A に連通し、圧電ポンプ 101 の吐出孔 55 は、圧電ポンプ 201 の中心通気孔 52 に連通する。また、圧電ポンプ 201 の吐出孔 55 は、接続口 106A に連通する。

[0066] 次に、逆止弁 202 の構造について詳述する。

図 7 は、本発明の第 1 実施形態に係る流体制御装置 100 に備えられる逆止弁 202 の主要部の断面図である。逆止弁 202 は、円筒状の逆止弁筐体 21 と円状の薄膜からなるダイヤフラム 108A とを有する。

[0067] 逆止弁筐体 21 には、外気を取り込むための吸引口 107B に連通する第 1 連通孔 24 と、圧電ポンプ 101 の吐出孔 55 および圧電ポンプ 201 の中心通気孔 52 (吸引孔) に連通する第 2 連通孔 22 と、圧電ポンプ 101 の吐出孔 55 および圧電ポンプ 201 の中心通気孔 52 に連通する第 3 連通孔 27 と、第 2 連通孔 22 の周縁からダイヤフラム 108A 側へ突出した弁座 20 と、が形成されている。

[0068] ダイヤフラム 108A は、弁座 20 に接触して逆止弁筐体 21 に固定されている。また、ダイヤフラム 108A は、逆止弁筐体 21 内を分割して、第 1 連通孔 24 に連通するリング状の第 1 バルブ室 23 と第 3 連通孔 27 に連通する第 2 バルブ室 26 とを構成する。ダイヤフラム 108A の材質は、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ある。

弁座 20 は、ダイヤフラム 108A を与圧するよう逆止弁筐体 21 に形成されている。

[0069] 以上の構造において逆止弁 202 は、第 1 バルブ室 23 と第 2 バルブ室 26 との圧力差によって、ダイヤフラム 108A が弁座 20 に対して接触または離間し、弁を開閉する。

[0070] ここで、空気充填時における流体制御装置 100 の動作について説明する。

図 8 は、図 3 に示す圧電ポンプ 201 がポンピング動作を行っている時の空気の流れを示す説明図である。図 9 は、図 3 に示す圧電ポンプ 101、2

01がポンピング動作を行っている時の空気の流れを示す説明図である。図10は、エアタンク9の空気圧の変化を示すグラフである。

- [0071] 制御部111は、空気の充填を開始するとき、全ポンプのうちエアタンク9との接続距離が近い圧電ポンプ201から駆動を開始させる（図8参照）。圧電ポンプ201がポンピング動作を開始すると、第2バルブ室26の空気が第3連通孔27から圧電ポンプ201のポンプ室45へ流入する。これにより、逆止弁202では、第2バルブ室26の圧力が低下し、ダイヤフラム108Aが開放して第1連通孔24と第2連通孔22とが連通する。この結果、外気が吸引口107Bから吸引され、空気が逆止弁202の第1連通孔24、第1バルブ室23、及び第2連通孔22を經由して圧電ポンプ201のポンプ室45へ流入する。そして、空気が圧電ポンプ201の吐出孔55からエアタンク9へ送出され、エアタンク9内の圧力（空気圧）が高まる。
- [0072] 圧電ポンプ201がポンピング動作を行っている間、制御部111は、図10に示す圧電ポンプ201の吐出圧力であるポンプ圧力をエアタンク9の空気圧として監視する。そして、ポンプ圧力が一定圧力 P_{th} （この実施形態では15kPa）を超えたと判定した時、制御部111は、次の圧電ポンプ101の駆動を開始させる（図9参照）。
- [0073] 圧電ポンプ101も駆動を開始し、圧電ポンプ101、201がポンピング動作を行うと、外気が吸引口107Aから吸引され、空気が圧電ポンプ101のポンプ室45を經由して逆止弁202の第2バルブ室26へ流入する。これにより、逆止弁202では第2バルブ室26の圧力が高まり、ダイヤフラム108Aが弁座20に当接して第2連通孔22をシールする。この結果、外気が吸引口107Aから吸引され、圧電ポンプ101内のポンプ室45を經由して、逆止弁202を經由せず、圧電ポンプ201内のポンプ室45に流入する。そして、空気が圧電ポンプ201の吐出孔55からエアタンク9へ送出され、エアタンク9内の圧力（空気圧）が目標圧力まで高まる（図10参照）。

[0074] 以上の構成では、エアタンク9の圧力が低い間、圧電ポンプ201だけを駆動した場合でも、流路抵抗の大きな圧電ポンプ101でなく流路抵抗の小さい逆止弁202を介して外気を吸引するため、十分な流量が生じる。そのため、エアタンク9の圧力（空気圧）が低い間、全ての圧電ポンプ101、201を駆動する必要が無く、圧電ポンプ201を駆動するだけで済む。

[0075] 従って、この実施形態の流体制御装置100によれば、エアタンク9の空気圧が低い間の消費電力を削減できる。

[0076] 《第2実施形態》

図11(A)は、本発明の第2実施形態の流体制御装置200に備えられる圧電ポンプ101、逆止弁202、圧電ポンプ201、逆止弁302、圧電ポンプ301、及びエアタンク9の接続方法を示すブロック図である。

[0077] この実施形態の流体制御装置200は、圧電ポンプ301と逆止弁302とを備える点で流体制御装置100と相違する。その他の構成については同じである。

[0078] 圧電ポンプ301は、図5、図6(A)に示す圧電ポンプ101と同じ構造を有している。圧電ポンプ301は、逆止弁302を介して圧電ポンプ201と直列に接続される。具体的には、圧電ポンプ201の吐出孔55は、圧電ポンプ301の中心通気孔52に連通し、圧電ポンプ301の吐出孔55は、接続口106Aに連通する。

[0079] 逆止弁302は、図7に示す逆止弁202と同じ構造を有している。ただし、逆止弁筐体21の第2連通孔22は、圧電ポンプ201の吐出孔55および圧電ポンプ301の中心通気孔52に連通する。また、逆止弁筐体21の第3連通孔27は、圧電ポンプ201の吐出孔55および圧電ポンプ301の中心通気孔52に連通する。

[0080] 制御部111は、全圧電ポンプのうちエアタンク9との接続距離が近い圧電ポンプ301から順番に駆動を開始する。制御部111は、圧電ポンプ301のポンプ圧力をエアタンク9の空気圧として監視し、空気圧の上昇に応じて、次段の圧電ポンプの駆動を開始する。例えば、圧電ポンプ301だけ

がポンピング動作を行っている間に、ポンプ圧力が15 kPaを超えたと判定した時、制御部111は、次の圧電ポンプ201の駆動を開始させる。そして、圧電ポンプ301、201がポンピング動作を行っている間に、ポンプ圧力が30 kPaを超えたと判定した時、制御部111は、次の圧電ポンプ101の駆動を開始させる。

[0081] 以上の構成では、エアタンク9の圧力が低い間、圧電ポンプ301だけを駆動した場合でも、流路抵抗の大きな圧電ポンプ101、201でなく流路抵抗の小さい逆止弁302を介して外気を吸引するため、十分な流量が生じる。また、圧電ポンプ201、301を駆動した場合でも、流路抵抗の大きな圧電ポンプ101でなく流路抵抗の小さい逆止弁202を介して外気を吸引するため、十分な流量が生じる。そのため、エアタンク9の圧力（空気圧）が低い間、全ての圧電ポンプ101、201、301を駆動する必要が無い。

従って、この実施形態の流体制御装置200によれば、流体制御装置100と同様の効果を奏する。

[0082] また、以上より、図11（B）に示すようにn段の圧電ポンプを直列に接続した場合でも、流体制御装置100と同様の効果を奏する。

[0083] 図11（B）は、本発明の第2実施形態の変形例に係る流体制御装置200'に備えられる圧電ポンプ101、逆止弁202、圧電ポンプ201、逆止弁902、圧電ポンプ901、及びエアタンク9の接続方法を示すブロック図である。この図では、圧電ポンプ101を第1ポンプと、圧電ポンプ201を第2ポンプと、n段目の圧電ポンプ901を第nポンプと、表記している。逆止弁902はn-1段目の逆止弁である。

[0084] この構成において、流体制御装置200'は、第1ポンプ101と、第tポンプと、第t-1逆止弁と、を備える。ここで、tは2からnまでの整数である。そして、流体制御装置200'では、第tポンプの第t吸引孔と第t-1ポンプの第t-1吐出孔とが連通し、第nポンプの第n吐出孔とエアタンク9とが連通し、第t-1ポンプの第t-1吐出孔および第tポンプの

第 t 吸引孔と第 $t - 1$ 逆止弁の第 2 連通孔 22 とが連通し、第 $t - 1$ ポンプの第 $t - 1$ 吐出孔および第 t ポンプの第 t 吸引孔と第 $t - 1$ 逆止弁の第 3 連通孔 27 とが連通する。

[0085] 以上の構成では、エアタンク 9 の圧力が低い間、第 n ポンプだけを駆動した場合でも、流路抵抗の大きな第 1 ポンプから第 $n - 1$ ポンプまででなく流路抵抗の小さい第 $n - 1$ 逆止弁を介して外気を吸引するため、十分な流量が生じる。そのため、エアタンク 9 の圧力（空気圧）が低い間、第 1 ポンプ、第 2 ポンプ、・・・、第 n ポンプの全てを駆動する必要が無い。

したがって、図 11 (B) に示すように n 段の圧電ポンプを直列に接続した場合でも、流体制御装置 100 と同様の効果を奏する。

[0086] 《第 3 実施形態》

図 12 は、本発明の第 3 実施形態の流体制御装置 300 の主要部の構成を示すブロック図である。この実施形態の流体制御装置 300 は、急速排気が可能な急速排気部 309 を備える点で流体制御装置 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、流体制御装置 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 109 に接続するのに好適な装置である。急速排気部 309 は、逆止弁 102 と排気弁 103 と排気口 106 B とで構成され、最後段のポンプ 201 とカフ 109 との間を接続する。

[0087] この実施形態では、流体制御装置 300 の筐体 310 の接続口 106 A に、カフ 109 のゴム管 109 A が接続される。また、流体制御装置 300 の筐体 310 には、カフ 109 の空気を排気するための排気口 106 B がさらに形成されている。

[0088] ここで、急速排気部 309 の逆止弁 102 及び排気弁 103 の構造について詳述する。まず、逆止弁 102 の構造について図 12 を参照しながら詳述する。

[0089] 逆止弁 102 の構造は、図 7 に示す逆止弁 202 の構造と同じである。ただし、逆止弁 102 の第 1 連通孔 24 は圧電ポンプ 201 の吐出孔 55 に連

通する。また、逆止弁102の第2連通孔22はカフ109に連通する。また、逆止弁102の第3連通孔27は、第2連通孔22およびカフ109に連通する。

[0090] 次に、排気弁103の構造について図12を参照しながら詳述する。

排気弁103は、円筒状の排気弁筐体31と円状の薄膜からなるダイヤフラム108Bとを有する。

[0091] 排気弁筐体31には、圧電ポンプ201の吐出孔55に連通する第4連通孔37と、カフ109に連通する第5連通孔34と、流体制御装置300外部に連通する第6連通孔32と、第6連通孔32の周縁からダイヤフラム108B側へ突出した弁座30と、が形成されている。

[0092] ダイヤフラム108Bは、弁座30に接触して排気弁筐体31に固定されている。また、ダイヤフラム108Bは、排気弁筐体31内を分割して、第4連通孔37に連通する第4バルブ室36と第5連通孔34に連通するリング状の第3バルブ室33とを構成する。ダイヤフラム108Bの材質は、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ある。

[0093] 以上の構造において排気弁103は、第4バルブ室36と第3バルブ室33との圧力差によってダイヤフラム108Bが弁座30に対して接触または離間し、弁を開閉する。

[0094] ここで、血圧測定時における流体制御装置300の動作について説明する。

図13は、図12に示す圧電ポンプ201がポンピング動作を行っている時の空気の流れを示す説明図である。図14は、図12に示す圧電ポンプ101、201がポンピング動作を行っている時の空気の流れを示す説明図である。図15は、図12に示す圧電ポンプ101、201がポンピング動作を停止した直後の空気の流れを示す説明図である。

[0095] 制御部111は、血圧の測定を開始するとき、全ポンプのうちカフ109との接続距離が近い圧電ポンプ201から順に駆動を開始させる（図13参照）。圧電ポンプ201がポンピング動作を開始すると、逆止弁202の第

2バルブ室26の空気が第3連通孔27から圧電ポンプ201の中心通気孔52を介してポンプ室45へ流入する。これにより、逆止弁202では、第2バルブ室26の圧力が低下し、ダイヤフラム108Aが開放して第1連通孔24と第2連通孔22とが連通する。この結果、外気が吸引口107Bから吸引され、空気が逆止弁202の第1連通孔24、第1バルブ室23、及び第2連通孔22を經由して圧電ポンプ201のポンプ室45へ流入する。

[0096] そして、圧電ポンプ201は、空気を圧電ポンプ201の吐出孔55から急速排気部309の逆止弁102に流入させる。逆止弁102では、圧電ポンプ201のポンピング動作により第1連通孔24から第2連通孔22への順方向の吐出圧力が発生すると、ダイヤフラム108Aが開放して第1連通孔24と第2連通孔22とが連通する。また、急速排気部309の排気弁103では、圧電ポンプ201のポンピング動作により第4バルブ室36が昇圧すると、ダイヤフラム108Bが第6連通孔32をシールする。これにより、空気が圧電ポンプ201から逆止弁102の第1連通孔24と第2連通孔22を經由してカフ109へ送出され、カフ109内の圧力（空気圧）が高まる（図10参照）。

[0097] なお、流体制御装置300は、急速排気部309における逆止弁102の第2連通孔22と第3連通孔27とが連通した構造となっている。また、逆止弁102は、第2連通孔22を中心に第1連通孔24を外周に形成した形状を有している。これにより、逆止弁102の第1連通孔24を經由して第2連通孔22から流出する空気は、圧電ポンプ201の吐出圧力より若干低い圧力となって、第3連通孔27から第2バルブ室26に流入する。一方、第1バルブ室23には圧電ポンプ201の吐出圧力が印加される。この結果、逆止弁102では第1バルブ室23の圧力が第2バルブ室26の圧力より若干勝り、逆止弁102ではダイヤフラム108Aを開放した状態が維持される。また、第1バルブ室23と第2バルブ室26との圧力差が小さいため、当該圧力差が極端に偏ることもなく、ダイヤフラム108Aが破損するのを防ぐこともできる。

[0098] また、流体制御装置300は、急速排気部309における逆止弁102の第2連通孔22と排気弁103の第5連通孔34とが連通した構造となっている。また、排気弁103は、第6連通孔32を中心に連通孔34を外周に形成した形状を有している。これにより、逆止弁102の第1連通孔24を経由して第2連通孔22から流出する空気は、圧電ポンプ201の吐出圧力より若干低い圧力となって、連通孔34から排気弁103の第3バルブ室33に流入する。一方、第4バルブ室36には圧電ポンプ201の吐出圧力が印加される。この結果、排気弁103では第4バルブ室36の圧力が第3バルブ室33より若干勝り、排気弁103ではダイヤフラム108Bを閉じた状態が維持される。また、第4バルブ室36と第3バルブ室33との圧力差が小さいため、当該圧力差が極端に偏ることもなく、ダイヤフラム108Bが破損するのを防ぐこともできる。

[0099] 圧電ポンプ201がポンピング動作を行っている間、制御部111は、図10に示す圧電ポンプ201のポンプ圧力をカフ109の空気圧として監視する。そして、ポンプ圧力が一定圧力（この実施形態では15kPa）を超えたと判定した時、制御部111は、次の圧電ポンプ101の駆動を開始させる（図14参照）。

[0100] 圧電ポンプ101もポンピング動作を開始すると、外気が吸引口107Aから吸引され、空気が圧電ポンプ101の中心通気孔52から流入し、ポンプ室45を経由して逆止弁202の第3連通孔27を通過して第2バルブ室26へ流入する。これにより、逆止弁202では第2バルブ室26の圧力が高まり、ダイヤフラム108Aが弁座20に当接して第2連通孔22をシールする。この結果、外気が吸引口107Aから吸引され、圧電ポンプ101内のポンプ室45を経由して、逆止弁202を経由せずに圧電ポンプ201内のポンプ室45に流入する。そして、空気が圧電ポンプ201の吐出孔55から急速排気部309の逆止弁102を経由して、排気弁103を経由せずカフ109へ送出され、カフ109内の圧力（空気圧）が目標圧力まで高まる（図10参照）。

[0101] 次に、血圧の測定が終了すると、制御部111は、圧電ポンプ101、201のポンピング動作を停止する（図15参照）。ここで、圧電ポンプ101、201のそれぞれのポンプ室45と第1バルブ室23と第4バルブ室36の体積はカフ109の収容可能な空気の体積に比べて極めて小さい。そのため、圧電ポンプ101、201のポンピング動作が停止すると、ポンプ室45と第1バルブ室23と第4バルブ室36の空気は、圧電ポンプ101の中心通気孔52および開口部92を經由して流体制御装置300の吸引口107Aから流体制御装置300の外部へすぐに排気される。また、急速排気部309における逆止弁102の第2バルブ室26及び排気弁103の第3バルブ室33には、カフ109の圧力が印加される。この結果、逆止弁102では、圧電ポンプ101、201のポンピング動作が停止すると、すぐに第1バルブ室23の圧力が第2バルブ室26の圧力より低下する。同様に、急速排気部309の排気弁103では、圧電ポンプ101、201のポンピング動作が停止すると、すぐに第4バルブ室36の圧力が第3バルブ室33の圧力より低下する。

[0102] 急速排気部309の逆止弁102では、第1バルブ室23の圧力が第2バルブ室26の圧力より低下すると、ダイヤフラム108Aが弁座20に当接して第2連通孔22をシールする。逆止弁202では、ダイヤフラム108Aが第2連通孔22をシールした状態を維持する。また、急速排気部309の排気弁103では、第4バルブ室36の圧力が第3バルブ室33の圧力より低下すると、ダイヤフラム108Bが開放して第5連通孔34と第6連通孔32とが連通する。これにより、カフ109の空気が第5連通孔34及び第6連通孔32を經由して排気口106Bから急速に排気される（図15参照）。

[0103] 以上の構成では、カフ109の圧力が低い間、圧電ポンプ201だけを駆動した場合でも、流路抵抗の大きな圧電ポンプ101でなく流路抵抗の小さい逆止弁202を介して外気を吸引するため、十分な流量が生じる。そのため、カフ109の圧力（空気圧）が低い間、全ての圧電ポンプ101、20

1を駆動する必要が無く、圧電ポンプ201を駆動するだけで済む。

[0104] 従って、この実施形態の流体制御装置300によれば、カフ109の空気圧が低い間の消費電力を削減できる。また、カフ109に圧縮空気を充填した後に、カフ109から空気を急速排気することもできる。

[0105] なお、この実施形態においても、図11(B)に示すようにn段の圧電ポンプを直列に接続することが可能である。

[0106] 《その他の実施形態》

以上の実施形態ではユニモルフ型で屈曲振動するアクチュエータを設けたが、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ように構成してもよい。

[0107] また、上述の実施形態では、排気弁103は、第5連通孔34をカフ109に接続して第6連通孔32を排気口106Bに接続しているが、第5連通孔34を図12の第6連通孔32の位置に配置した状態でカフ109に接続し、第6連通孔32を図12の第5連通孔34の位置に配置した状態で排気口106Bに接続しても構わない。この接続方法では、体動などでカフ109の圧力が変動した場合でも、意図しない排気が発生し難いという効果を奏する。

[0108] 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

[0109] 1、2、101、201、301、901 圧電ポンプ
9 エアタンク
9A ゴム管
10 ポンプ本体
11 第1開口部

1 2	第2開口部	
1 9	ダイヤフラム	
2 0	弁座	
2 1	逆止弁筐体	
2 2	第2連通孔	
2 3	第1バルブ室	
2 4	第1連通孔	
2 6	第2バルブ室	
2 7	第3連通孔	
3 0	弁座	
3 1	排気弁筐体	
3 2	第6連通孔	
3 3	第3バルブ室	
3 4	第5連通孔	
3 6	第4バルブ室	
3 7	第4連通孔	
4 0	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	平面部	
5 2	中心通気孔	
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	振動板支持枠	

- 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
- 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 2、2 0 2、3 0 2、9 0 2 逆止弁
- 1 0 3 排気弁
- 1 0 6 A 接続口
- 1 0 6 B 排気口
- 1 0 7 A、1 0 7 B 吸引口
- 1 0 8 A、1 0 8 B ダイアフラム
- 1 0 9 カフ
- 1 0 9 A ゴム管
- 1 1 0、3 1 0 筐体
- 1 1 1 制御部

請求の範囲

- [請求項1] 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吐出孔とを有する第1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1吐出孔に連通し、前記第2吐出孔が空気貯蔵部に連通する第2ポンプと、
- 装置本体の外部に連通する第1連通孔と前記第1吐出孔および前記第2吸引孔に連通する第2連通孔を有し、第1連通孔から第2連通孔への流体の流入は許容し、第2連通孔から第1連通孔への流体の流出は禁止する逆止弁と、を備えることを特徴とする流体制御装置。
- [請求項2] 装置本体の外部に連通する第1連通孔と前記第1吐出孔および前記第2吸引孔に連通する第2連通孔と前記第1吐出孔および前記第2吸引孔に連通する第3連通孔とが形成された逆止弁筐体と、前記逆止弁筐体内を分割して、前記第1連通孔および前記第2連通孔に連通する第1バルブ室と前記第3連通孔に連通する第2バルブ室とを構成するダイヤフラムと、を有する第1逆止弁を備えた、請求項1に記載の流体制御装置。
- [請求項3] 第3ポンプ室と前記第3ポンプ室を介して互いに連通する第3吸引孔および第3吐出孔とを有し、前記第3吸引孔が前記第2吐出孔に連通し、前記第3吐出孔が前記空気貯蔵部に連通する第3ポンプと、
- 装置本体の外部に連通する第1連通孔と前記第2吐出孔および前記第3吸引孔に連通する第2連通孔と前記第2吐出孔および前記第3吸引孔に連通する第3連通孔とが形成された逆止弁筐体と、前記逆止弁筐体内を分割して、前記第1連通孔および前記第2連通孔に連通する第1バルブ室と前記第3連通孔に連通する第2バルブ室とを構成するダイヤフラムと、を有する第2逆止弁と、を備え、
- 前記第2ポンプの前記第2吐出孔は、前記第3ポンプを介して前記空気貯蔵部に連通する、請求項1または2に記載の流体制御装置。

[請求項4] 全ポンプのうち前記空気貯蔵部との接続距離が最も近い最後段のポンプと前記空気貯蔵部との間を接続し、少なくとも前記最後段のポンプのポンピング動作により前記空気貯蔵部に充填された空気を、急速排気する急速排気部を備え、

前記急速排気部は、

前記最後段のポンプの吐出孔に連通する第1連通孔と前記空気貯蔵部に連通する第2連通孔と前記空気貯蔵部および前記第2連通孔に連通する第3連通孔とが形成された逆止弁筐体と、前記逆止弁筐体内を分割して、前記第1連通孔および前記第2連通孔に連通する第1バルブ室と前記第3連通孔に連通する第2バルブ室とを構成する第1ダイヤフラムと、を有する逆止弁と、

前記最後段のポンプの吐出孔に連通する第4連通孔と前記空気貯蔵部に連通する第5連通孔と装置本体外部に連通する第6連通孔とが形成された排気弁筐体と、前記排気弁筐体内を分割して、前記第5連通孔および前記第6連通孔に連通する第3バルブ室と前記第4連通孔に連通する第4バルブ室とを構成する第2ダイヤフラムと、を有する排気弁と、を備える、請求項1から3のいずれかに記載の流体制御装置。

[請求項5] 全ポンプのうち前記空気貯蔵部との接続距離が近いポンプから順番に駆動を開始する制御部を備え、

前記制御部は、前記空気貯蔵部の空気圧を監視し、前記空気圧の上昇に応じて、次のポンプの駆動を開始する、請求項1から4のいずれかに記載の流体制御装置。

[請求項6] 前記ポンプは、周辺部が実質的に拘束されていなくて、中心部から周辺部にかけて屈曲振動するアクチュエータと、前記アクチュエータに近接対向して配置される平面部と、前記平面部のうち前記アクチュエータと対向するアクチュエータ対向領域の中心又は中心付近に配置された1つまたは複数の中心通気孔と、を備える、請求項1から5の

いずれかに記載の流体制御装置。

[請求項7] 前記アクチュエータは円板状である、請求項6に記載の流体制御装置。

[請求項8] 前記アクチュエータ対向領域は、中心又は中心付近が屈曲振動可能な薄板部であり、周辺部が実質的に拘束された厚板部である、請求項6又は7に記載の流体制御装置。

[請求項9] 前記アクチュエータ対向領域の周辺部分に、1つまたは複数の周辺通気孔を備えた、請求項6から8の何れかに記載の流体制御装置。

[請求項10] 前記アクチュエータは、当該アクチュエータと前記平面部との間に一定の隙間をあけて弾性構造により保持されている、請求項6から9の何れかに記載の流体制御装置。

[請求項11] 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吐出孔とを有する第1ポンプと、

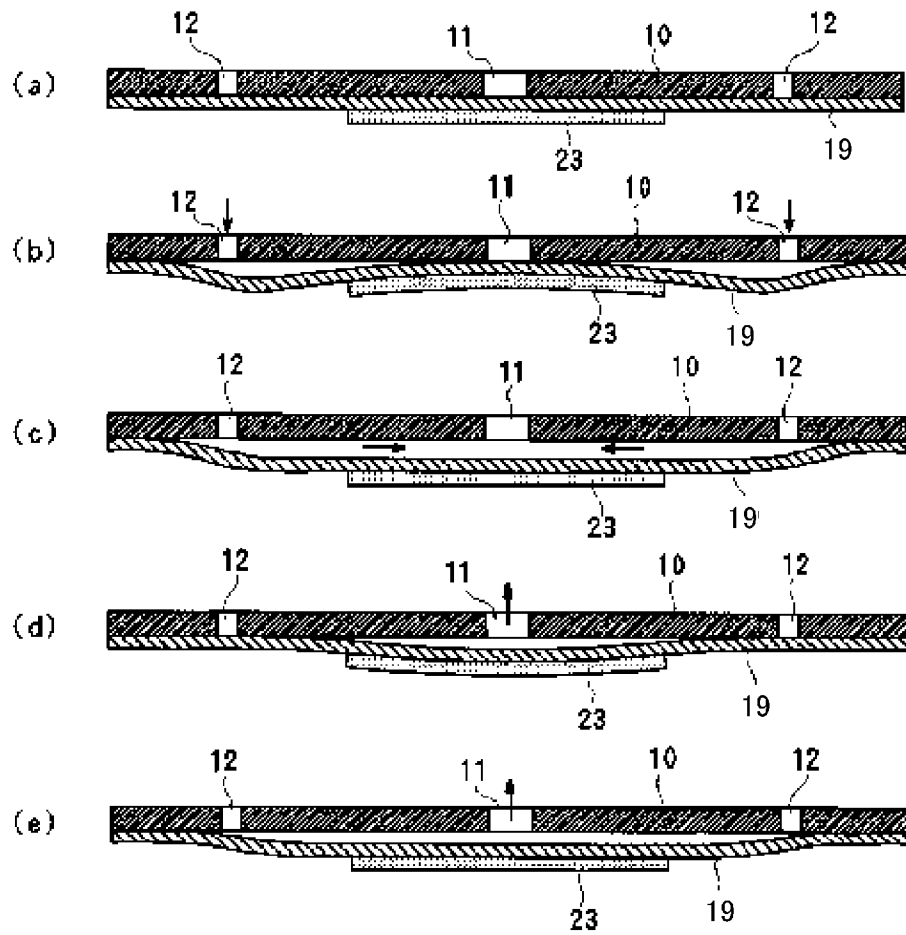
第tポンプ室と前記第tポンプ室を介して互いに連通する第t吸引孔および第t吐出孔とを有する第tポンプと、

装置本体の外部に連通する第1連通孔と、第2連通孔と第3連通孔とが形成された逆止弁筐体と、前記逆止弁筐体内を分割して、前記第1連通孔および前記第2連通孔に連通する第1バルブ室と前記第3連通孔に連通する第2バルブ室とを構成するダイヤフラムと、を有する第t-1逆止弁と、を備え、

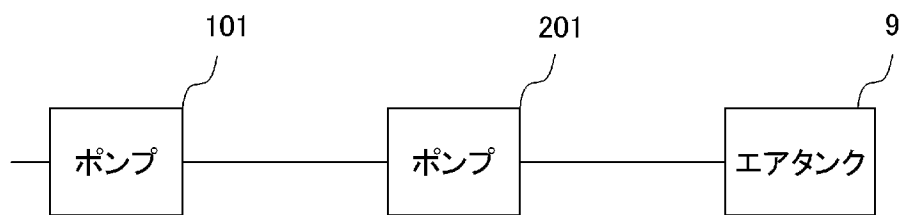
前記tは2からnまでの整数であり、n段のポンプを直列に接続した、流体制御装置のポンプ接続方法において、

前記第t吸引孔と第t-1吐出孔とを接続し、前記第n吐出孔と前記空気貯蔵部とを接続し、第t-1吐出孔および前記第t吸引孔と前記第t-1逆止弁の前記第2連通孔とを接続し、第t-1吐出孔および前記第t吸引孔と前記第t-1逆止弁の前記第3連通孔とを接続した、ポンプ接続方法。

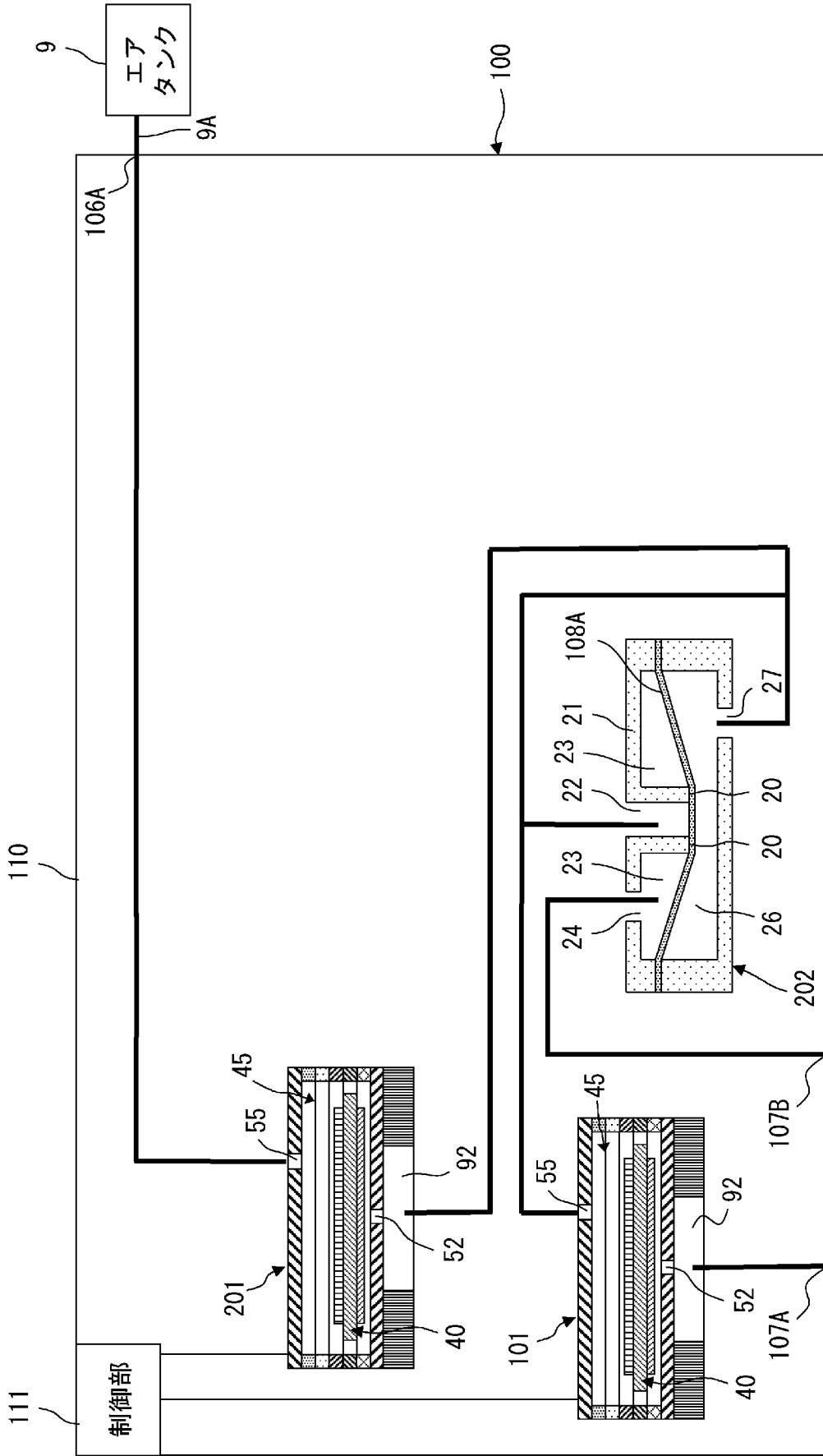
[図1]



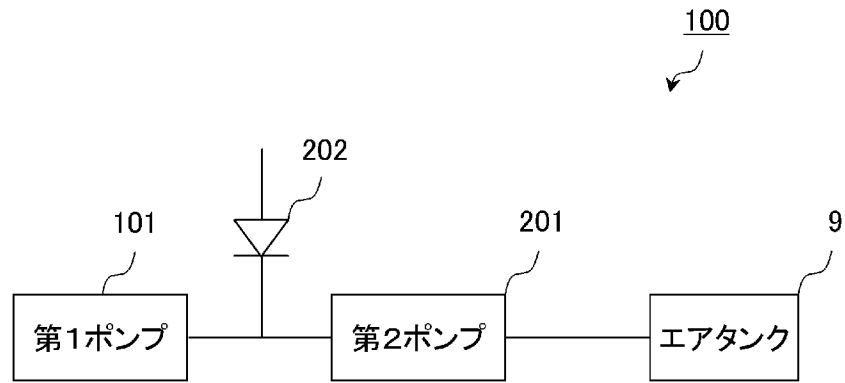
[図2]



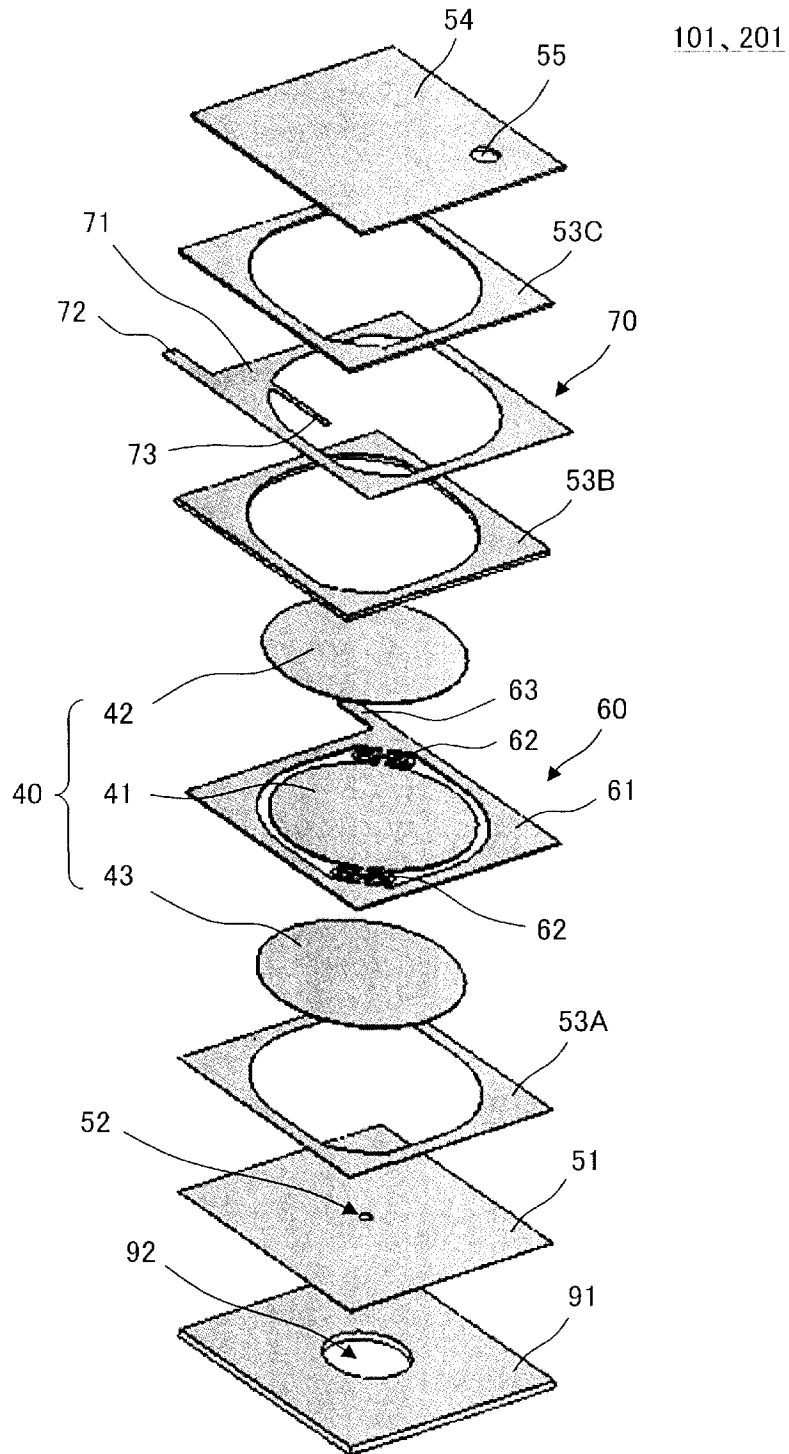
[図3]



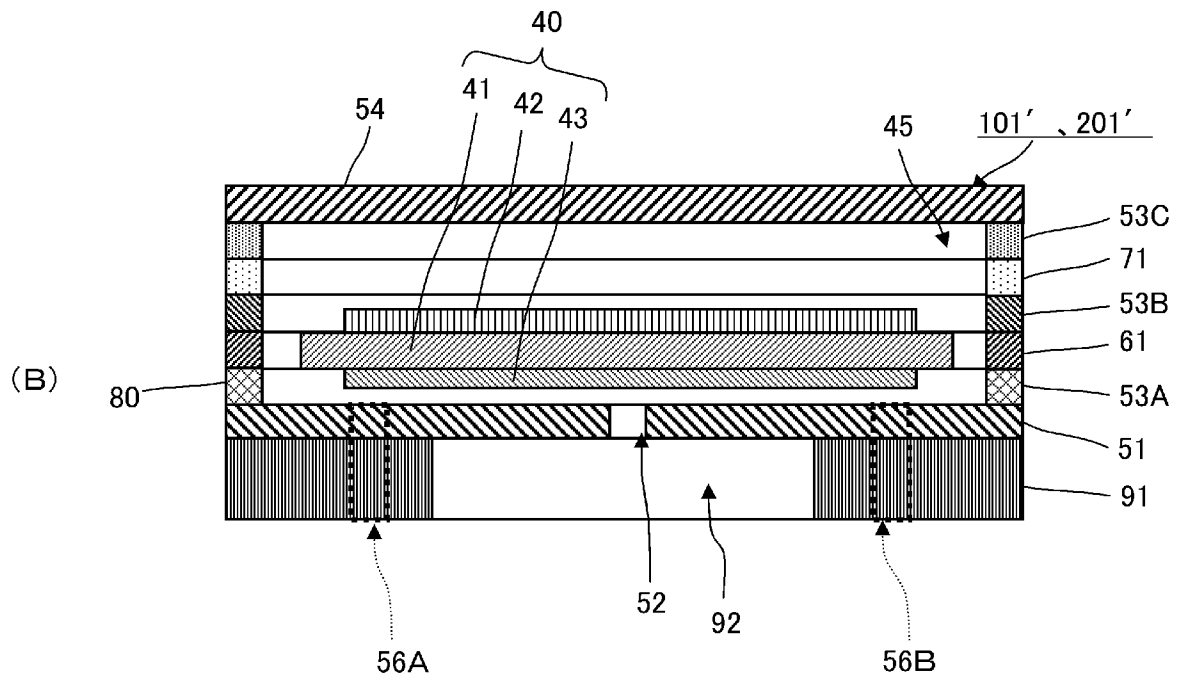
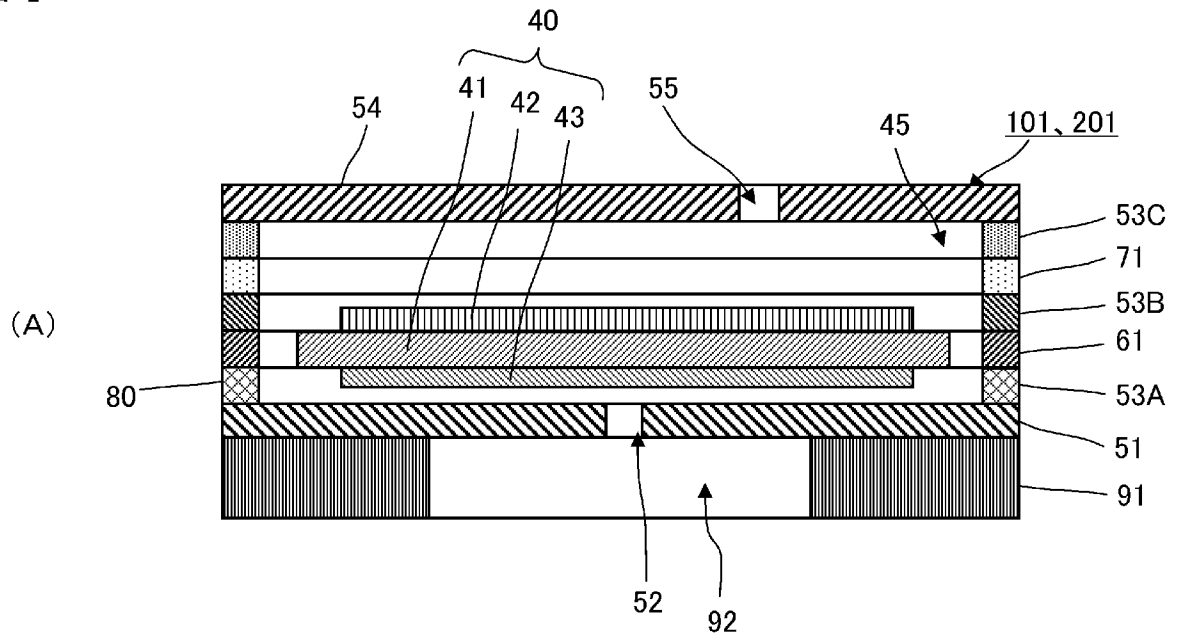
[図4]



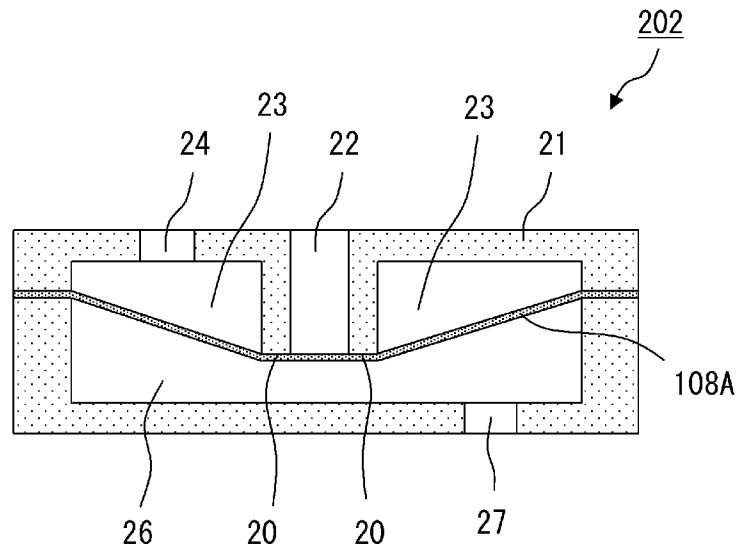
[図5]



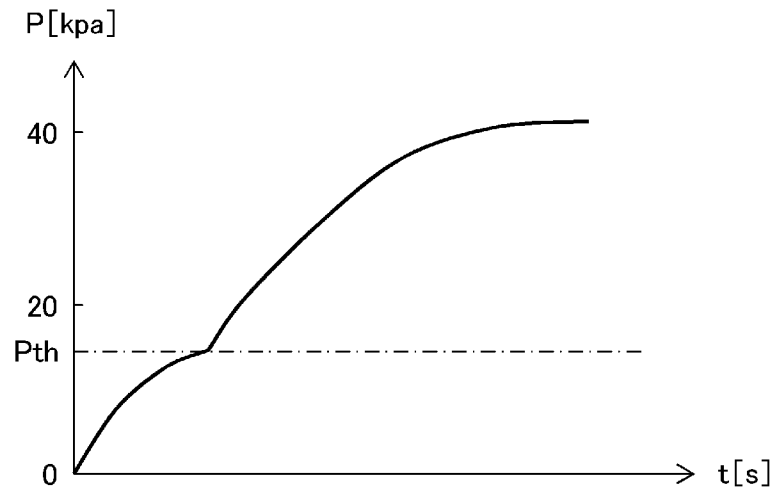
[図6]



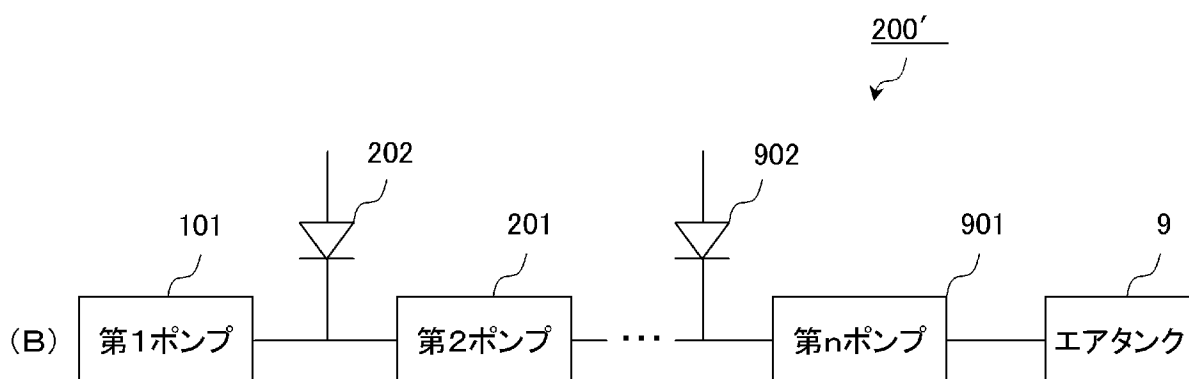
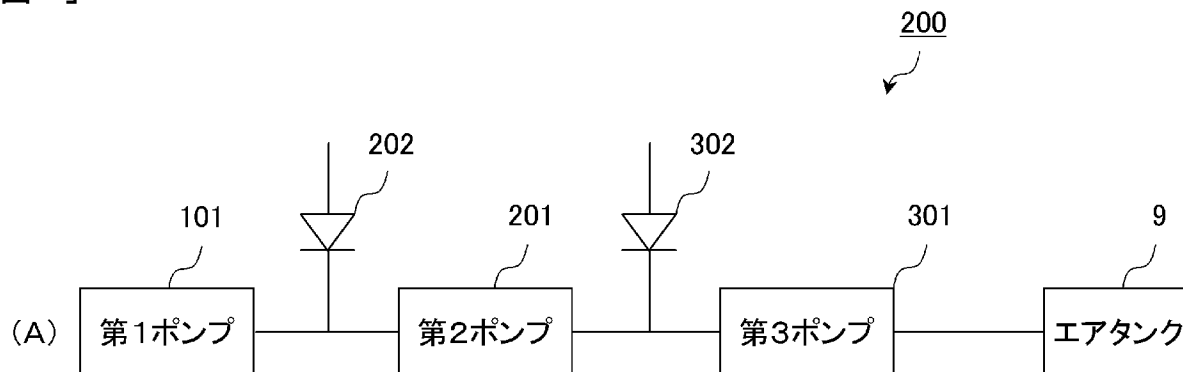
[図7]



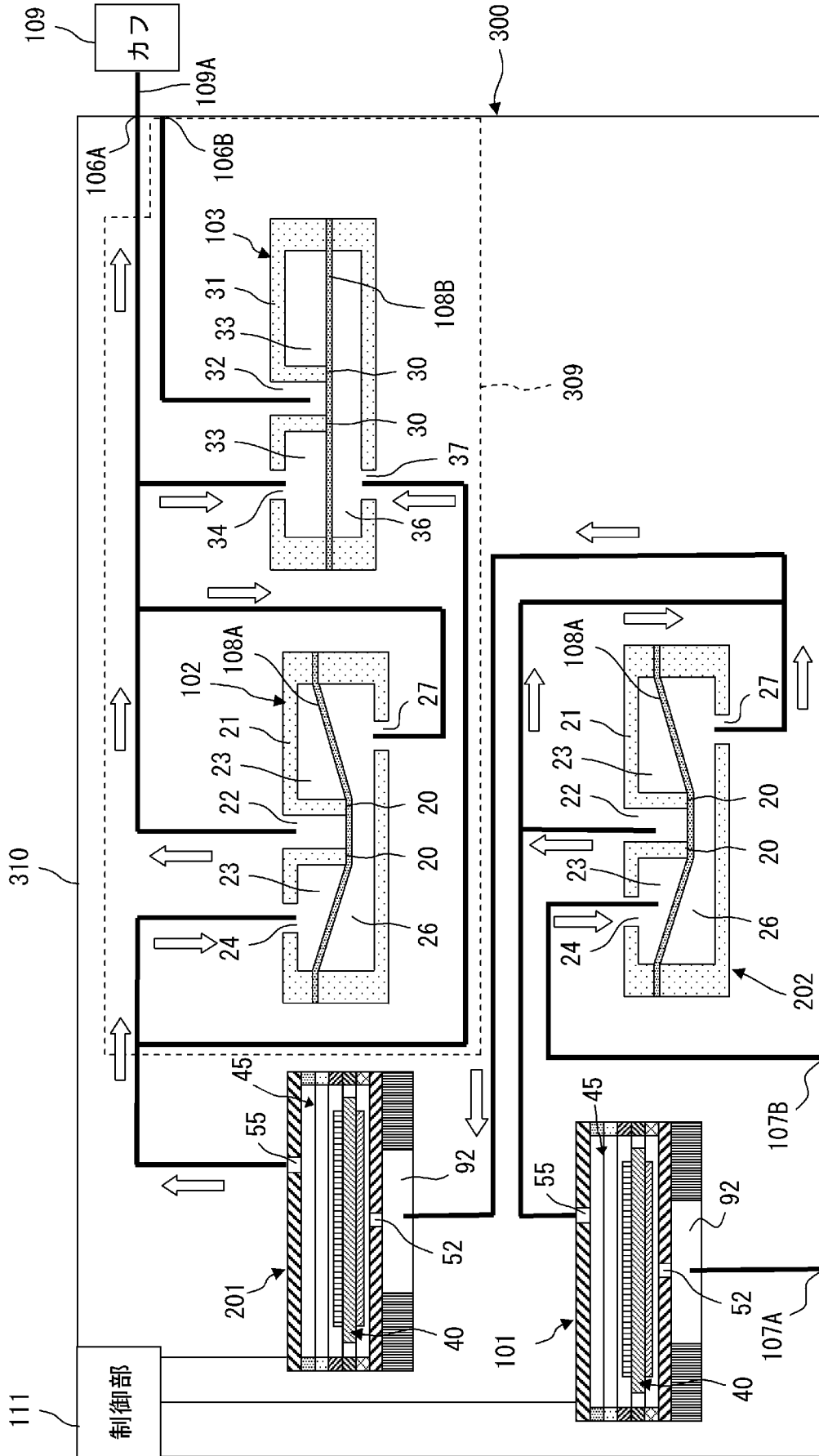
[図10]



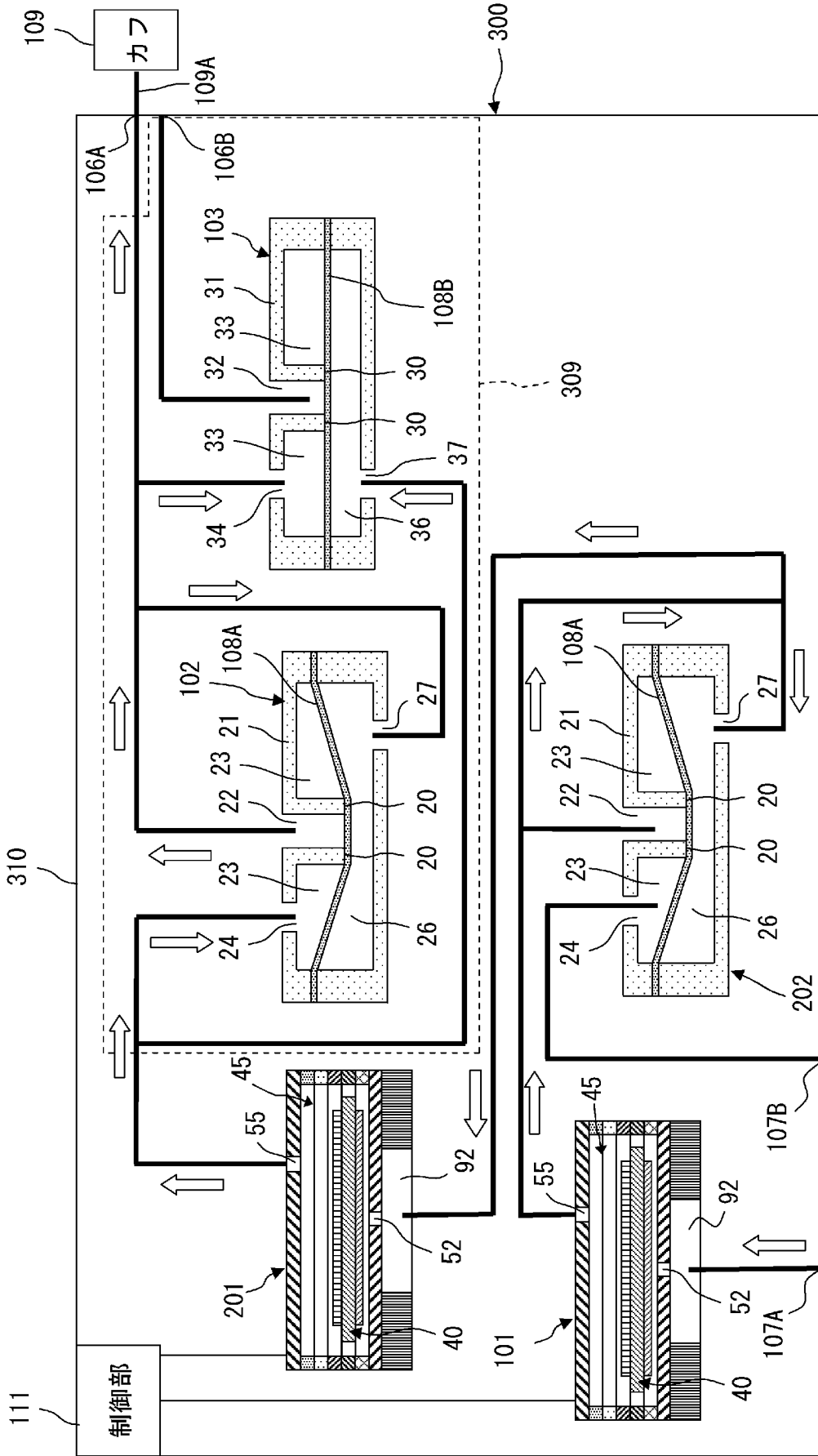
[図11]



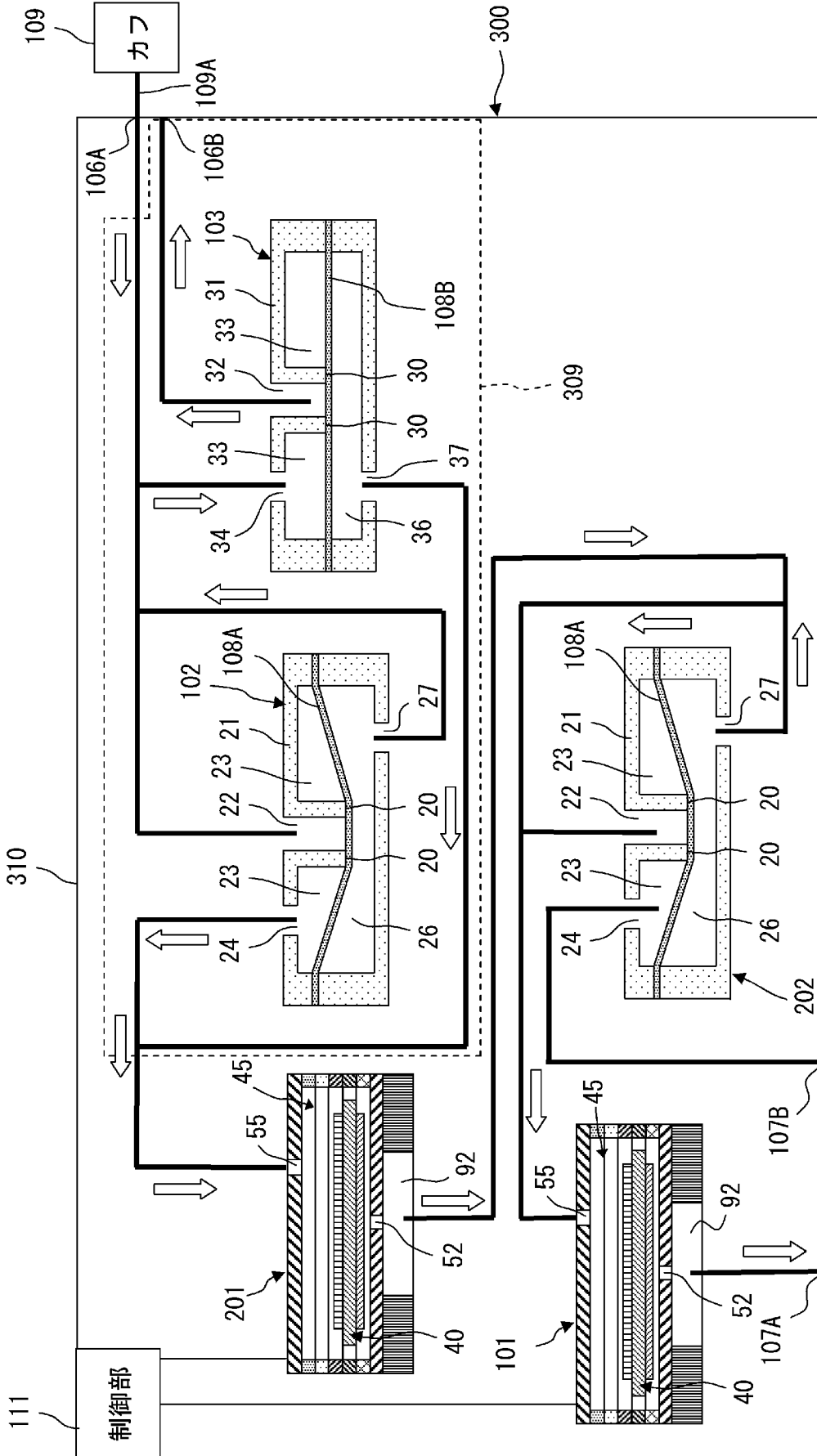
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/051493

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04B45/04 (2006.01) i, *F04B41/02* (2006.01) i, *F04B45/047* (2006.01) 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)

F04B45/04, *F04B41/02*, *F04B45/047*

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
X Y A	Microfilm 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), page 1, lines 16, 17; page 3, line 20 to page 5, line 13; fig. 1, 2 (Family: none)	1 6-10 2-5, 11
Y	WO 2009/148008 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 10 December 2009 (10.12.2009), paragraphs [0036] to [0039]; fig. 5 to 7 & US 2011/0076170 A1 & EP 2306018 A1 & CN 102046978 A	6-10

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

“T” 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
20 April, 2012 (20.04.12)

Date of mailing of the international search report
01 May, 2012 (01.05.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/051493

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4-309332 A (GEC-Marconi Ltd.), 30 October 1992 (30.10.1992), fig. 1, 6 & GB 2251685 A & EP 498999 A2	1-11
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 104010/1984 (Laid-open No. 19688/1986) (Matsushita Electric Works, Ltd.), 04 February 1986 (04.02.1986), fig. 1 to 4 (Family: none)	1-11
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 12695/1985 (Laid-open No. 130783/1986) (CKD Controls Kabushiki Kaisha), 15 August 1986 (15.08.1986), fig. 5 (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. F04B45/04(2006.01)i, F04B41/02(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（IPC））
 Int.Cl. F04B45/04, F04B41/02, 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 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2012年
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年
 日本国登録実用新案公報 1994-2012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*	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
X Y 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, 第1頁第16, 17行, 第3頁第20行-第5頁第13行, 第1, 2図(ファミリーなし)	1 6-10 2-5, 11
Y	WO 2009/148008 A1 (株式会社村田製作所) 2009.12.10, 【0036】-【0039】, 図5-7 & US 2011/0076170 A1 & EP 2306018 A1 & CN 102046978 A	6-10

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
 「A」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
 「E」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
 「L」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)
 「O」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日の後に公表された文献
 「T」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
 「Y」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
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 20.04.2012	国際調査報告の発送日 01.05.2012
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 加藤 一彦 電話番号 03-3581-1101 内線 3358

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	JP 4-309332 A (ジーイーシー ー マーコニ リミテツド) 1992.10.30, 図1, 6 & GB 2251685 A & EP 498999 A2	1-11
A	日本国実用新案登録出願59-104010号(日本国実用新案登録出願公開 61-19688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(松下電工株式会社)1986.02.04, 第1-4図(フ ァミリーなし)	1-11
A	日本国実用新案登録出願60-12695号(日本国実用新案登録出願公開 61-130783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(シーケーデイコントロールズ株式会社) 1986.08.15, 第5図(ファミリーなし)	1-11