

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6089560号
(P6089560)

(45) 発行日 平成29年3月8日(2017.3.8)

(24) 登録日 平成29年2月17日(2017.2.17)

(51) Int.Cl.			F I		
F O 4 B	45/04	(2006.01)	F O 4 B	45/04	F
F O 4 B	45/047	(2006.01)	F O 4 B	45/047	C
F O 4 B	39/08	(2006.01)	F O 4 B	39/08	A
F O 4 B	39/10	(2006.01)	F O 4 B	39/10	A

請求項の数 5 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2012-224952 (P2012-224952)	(73) 特許権者	000006231
(22) 出願日	平成24年10月10日(2012.10.10)		株式会社村田製作所
(65) 公開番号	特開2014-77384 (P2014-77384A)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(43) 公開日	平成26年5月1日(2014.5.1)	(74) 代理人	110000970
審査請求日	平成27年8月3日(2015.8.3)		特許業務法人 楓国際特許事務所
		(72) 発明者	神谷 岳
			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
		(72) 発明者	平田 篤彦
			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
		(72) 発明者	松本 篤志
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
			株式会社村田製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 気体制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

気体の第1吸入孔と前記気体が通過する第1ポンプ室と前記気体の第1吐出孔とを有する第1ポンプと、

前記気体の第2吸入孔と前記気体が通過する第2ポンプ室と前記気体の第2吐出孔とを有し、前記第2吸入孔が前記第1吐出孔に連通し、前記気体を貯蔵する気体貯蔵部に前記第2吐出孔が接続される第2ポンプと、

前記第2吸入孔と連通する第1開口部と、前記気体貯蔵部に接続される第2開口部と、第3開口部と、前記第2開口部と前記第3開口部との間に位置する弁座と、を有する弁筐体と、前記弁筐体内を分割して、前記第1開口部と連通する第1バルブ室と、前記第2開口部及び第3開口部と連通する第2バルブ室と、を前記弁筐体とともに構成する弁体と、を有する排気弁と、を備え、

前記第1ポンプの動作時の前記第1吸入孔と前記第1吐出孔との最大圧力差をP1、前記第1ポンプの動作時の前記第1吸入孔から前記第1吐出孔までの圧力損失をd1、前記第2ポンプの動作時の前記第2吸入孔と前記第2吐出孔との最大圧力差をP2、前記第2ポンプの動作時の前記第2吸入孔から前記第2吐出孔までの圧力損失をd2、前記第1バルブ室に面する前記弁体の第1領域の面積をS1、前記第2開口部に面する前記弁体の第2領域の面積をS2としたとき、前記第1領域に付与される力および前記第2領域に付与される力は、 $S1(P1 - d1) > S2(P1 + P2 - d1 - d2)$ の関係を満たすよう設けられている、気体制御装置。

【請求項 2】

前記弁座は、前記弁体側へ突出して前記弁体に接触し、
前記第 3 開口部は、前記弁筐体の外部に連通する、請求項 1 に記載の気体制御装置。

【請求項 3】

前記弁体は、可撓性を有し、前記弁体の周縁部が前記弁筐体によって挟持されている、
請求項 1 又は 2 に記載の気体制御装置。

【請求項 4】

前記第 2 吐出孔と連通する第 1 連通孔と、前記気体貯蔵部に接続される第 2 連通孔と、
を備え、前記気体貯蔵部から前記第 2 吐出孔への気体の流れを防ぐ逆止弁を備え、
前記逆止弁の圧力損失を B_1 としたとき、前記第 1 領域に付与される力および前記第 2
領域に付与される力は、 $S_1 (P_1 - d_1) > S_2 (P_1 + P_2 - d_1 - d_2 - B_1)$ の
関係を満たすよう設けられている、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】

気体の第 1 吸入孔と前記気体が通過する第 1 ポンプ室と前記気体の第 1 吐出孔とを有す
る第 1 ポンプと、

前記気体の第 t 吸入孔と前記気体が通過する第 t ポンプ室と前記気体の第 t 吐出孔とを
有し、前記第 t 吸入孔が前記第 $t - 1$ 吐出孔に連通する第 t のポンプ (t は 2 から $n - 1$
までの整数) と、

前記気体の第 n 吸入孔と前記気体が通過する第 n ポンプ室と前記気体の第 n 吐出孔とを
有し、前記第 n 吸入孔が第 $n - 1$ 吐出孔に連通し、前記気体を貯蔵する気体貯蔵部に前記
第 n 吐出孔が接続される第 n ポンプ (n は 3 以上の整数) と、

第 m 吸入孔 (m は 2 以上 n 以下の整数) と連通する第 1 開口部と、前記気体貯蔵部と接
続される第 2 開口部と、第 3 開口部と、前記第 2 開口部と前記第 3 開口部との間に位置す
る弁座と、を有する弁筐体と、前記弁筐体内を分割して、前記第 1 開口部に連通する第 1
バルブ室と、前記第 2 開口部及び前記第 3 開口部に連通する第 2 バルブ室と、を前記弁筐
体とともに構成する弁体と、を有する排気弁と、を備え、

前記第 1 ポンプの動作時の前記第 1 吸入孔と前記第 1 吐出孔との最大圧力差を P_1 、前
記第 1 ポンプの動作時の前記第 1 吸入孔から前記第 1 吐出孔までの圧力損失を d_1 、前記
第 n ポンプの動作時の前記第 n 吸入孔から前記第 n 吐出孔までの前記第 n 吸入孔と前記第
 n 吐出孔との最大圧力差を P_n 、前記第 n ポンプの動作時の圧力損失を d_n 、前記第 1 バ
ルブ室に面する前記弁体の第 1 領域の面積を S_1 、前記第 2 開口部に面する前記弁体の第
2 領域の面積を S_2 としたとき、前記第 1 領域に付与される力および前記第 2 領域に付与
される力は、

【数 1】

$$S1 \left\{ \sum_{k=1}^{m-1} (Pk - dk) \right\} > S2 \left\{ \sum_{k=1}^n (Pk - dk) \right\} \quad (k \text{ は任意の整数}) \cdots \text{数式 1}$$

の関係を満たすよう設けられている、気体制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、気体を輸送する気体制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、気体を輸送する気体制御装置が各種考案されている。例えば特許文献 1 には多段
式圧縮機が開示されている。

【0003】

図 20 は、特許文献 1 に係る多段式圧縮機 900 の要部断面図である。多段式圧縮機 9
00 は、低圧側圧縮部 903 (第 1 ポンプ) と、高圧側圧縮部 916 (第 2 ポンプ) と、
空気タンク 933 (気体貯蔵部) とを備えている。低圧側圧縮部 903 と、高圧側圧縮部

10

20

30

40

50

916と、空気タンク933とは、直列に接続されている。

【0004】

低圧側圧縮部903は、吸込室912と、シリンダ904と、圧縮室907と、吐出室913と、弁914、915と、孔910A、905A、905B、910Bと、を有している。シリンダ904内には、ピストン906がスライド自在に設けられている。

【0005】

吸込室912は、孔910Aを介して低圧側圧縮部903の外部に連通している。また、吸込室912は、孔905A及び弁914を介して圧縮室907に連通している。圧縮室907は、孔905B及び弁915を介して吐出室913に連通している。そして、吐出室913は、孔910B、配管931、及び孔922Aを介して高圧側圧縮部916の吸込室923に連通している。

10

【0006】

高圧側圧縮部916は、吸込室923と、シリンダ917と、圧縮室920と、吐出室924と、弁925、926と、孔922A、918A、918B、922Bと、を有している。シリンダ917内には、ピストン919がスライド自在に設けられている。

【0007】

吸込室923は、孔918A及び弁925を介して圧縮室920に連通している。圧縮室920は、孔918B及び弁926を介して吐出室924に連通している。そして、吐出室924は、孔922B及び配管932を介して空気タンク933に連通している。

【0008】

以上の構成において、低圧側圧縮部903は所謂ポンプ動作を行い、シリンダ904内でピストン906が上下に往復動する。これにより、低圧側圧縮部903の外部の空気が孔910A、吸込室912及び孔905Aを介して圧縮室907に吸入される。そして、圧縮室907の空気が孔905B及び吐出室913を介して孔910Bから吐出され、配管931を介して孔922Aから高圧側圧縮部916の吸込室923に流入する。

20

【0009】

また、高圧側圧縮部916も所謂ポンプ動作を行い、シリンダ917内でピストン919が上下に往復動する。これにより、吸込室923の空気が孔918Aを介して圧縮室920に吸入される。そして、圧縮室920の空気が孔918B及び吐出室924を介して孔922Bから吐出され、配管932を介して空気タンク933に流入する。この結果、空気が空気タンク933に充填される。

30

【0010】

多段式圧縮機900では、2つのポンプ（低圧側圧縮部903と高圧側圧縮部916）を直列に接続することで吐出される空気の圧力を増大させている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2006-183531号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0012】

多段式圧縮機900では、低圧側圧縮部903（第1ポンプ）及び高圧側圧縮部916（第2ポンプ）の動作により空気タンク33に充填された空気を排出する排気機構が設けられていない。そのため、低圧側圧縮部903及び高圧側圧縮部916の動作を停止した時に、高圧側圧縮部916の圧縮室920内の圧力や、空気タンク933の圧力を多段式圧縮機900の外部に速やかに開放することができない。

【0013】

そこで、本願の発明者は、図21に示すように、圧電ポンプ101（第1ポンプ）と、圧電ポンプ201（第2ポンプ）と、圧電ポンプ201から吐出される空気を貯蔵する気体貯蔵部959と、気体貯蔵部959から圧電ポンプ201への空気の逆流を防ぐ逆止弁

50

102と、気体貯蔵部959の空気を排出する排気弁103と、を備える気体制御装置950を考案した。

【0014】

詳述すると、圧電ポンプ101は、吸入孔52と、ポンプ室45と、圧電アクチュエータ40と、吐出孔55と、を有する。圧電ポンプ201の構造は、圧電ポンプ101の構造と同じである。駆動電圧が印加されると、圧電アクチュエータ40は屈曲振動する。これにより、圧電ポンプ101、201のそれぞれは、吸入孔52を介して空気をポンプ室45へ吸引し、吐出孔55から吐出する。

【0015】

次に、排気弁103は、下弁筐体35とダイヤフラム39と上弁筐体31とを備えている。下弁筐体35には、圧電ポンプ201の吐出孔55に連通する第1開口部37が設けられている。上弁筐体31には、気体貯蔵部959に連通する第2開口部32と、気体制御装置950の外部に連通する第3開口部34と、第2開口部32の周囲からダイヤフラム39側へ突出した弁座30と、が設けられている。ダイヤフラム39は、下弁筐体35及び上弁筐体31に挟持されている。下弁筐体35とダイヤフラム39とでもって第1バルブ室36が構成され、ダイヤフラム39と上弁筐体31とでもって第2バルブ室33が構成されている。

10

【0016】

排気弁103は、ダイヤフラム39が弁座30に対して接触または離間することで、開閉する。

20

【0017】

次に、逆止弁102は、下弁筐体25とダイヤフラム29と上弁筐体21とを備えている。下弁筐体25には、圧電ポンプ201の吐出孔55に連通する第1連通孔27と、ダイヤフラム29側へ突出した円柱状の突出部20と、が設けられている。上弁筐体21には、気体貯蔵部959に連通する第2連通孔24と、が設けられている。ダイヤフラム29は、下弁筐体25及び上弁筐体21に挟持されている。下弁筐体25とダイヤフラム29とでもって第3バルブ室26が構成され、ダイヤフラム29と上弁筐体21とでもって第4バルブ室23が構成されている。

【0018】

逆止弁102は、第3バルブ室26と第4バルブ室23との圧力差によって、ダイヤフラム29における孔部29Aの周囲が突出部20に対して接触または離間することで、開閉する。

30

【0019】

圧電ポンプ101と、圧電ポンプ201と、逆止弁102と、気体貯蔵部959とは直列に接続されている。圧電ポンプ101の吐出孔55は圧電ポンプ201の吸入孔52に接続される。圧電ポンプ201の吐出孔55は逆止弁102の第1連通孔27に接続される。逆止弁102の第2連通孔24は気体貯蔵部959に接続される。

【0020】

以上の構成において、気体制御装置950においても、2つのポンプ(圧電ポンプ101、201)を直列に接続することで吐出される空気の圧力を増大させている。圧電ポンプ101、201が動作すると、空気が圧電ポンプ101、201から逆止弁102を介して気体貯蔵部959へ送出され、気体貯蔵部959内の圧力(空気圧)が目標圧力まで高まる。

40

【0021】

この後、圧電ポンプ101、201の動作が停止すると、排気弁103の第1バルブ室36の空気は、圧電ポンプ201のポンプ室45及び圧電ポンプ101のポンプ室45を経由して圧電ポンプ101の吸入孔52から排出される。一方、排気弁103の第2開口部32の圧力は、気体貯蔵部959に充填された空気の圧力と等しくなる。

【0022】

この結果、排気弁103では、圧電ポンプ101、201の動作が停止すると、第1バ

50

ルブ室 36 の圧力が第 2 開口部 32 の圧力より低下する。このため、排気弁 103 では、ダイヤフラム 39 が弁座 30 から離間して第 2 開口部 32 と第 3 開口部 34 とが第 2 バルブ室 33 を介して連通する。これにより、気体貯蔵部 959 に充填された空気は、排気弁 103 の第 2 開口部 32 および第 2 バルブ室 33 を経由して第 3 開口部 34 から急速に排出される。

【0023】

しかしながら、圧電ポンプ 101、201 のそれぞれにおいて、吸入孔 52 の直径が小さい程、ポンプ室 45 から吸入孔 52 を介してポンプ室 45 の外部へ排出される空気の流量は少なくなる。そのため、圧電ポンプ 101、201 のそれぞれのポンプ室 45 の圧力は、圧電ポンプ 101、圧電ポンプ 201 が動作を停止した後、すぐに低下せず、徐々に低下していく。

10

【0024】

そのため、圧電ポンプ 101、201 のそれぞれのポンプ室 45 には、圧電ポンプ 101、圧電ポンプ 201 が動作を停止した時から所定時間（例えば 1 時間）が経過するまでの間、空気の圧力が残留する。

【0025】

このような場合に、気体制御装置 950 では圧電ポンプ 101、201 が動作を停止した後、第 1 バルブ室 36 の圧力は、圧電ポンプ 201 の内部に残留する圧力と等しくなる。

【0026】

よって、圧電ポンプ 101、201 が動作を停止した後、気体貯蔵部 959 の圧力が圧電ポンプ 201 の内部に残留する圧力以下には低下しない。そのため、排気弁 103 が開き難く、気体制御装置 950 では、気体貯蔵部 959 に充填された空気が排気弁 103 を介して十分に排出されないという問題がある。

20

【0027】

本発明の目的は、ポンプが動作している間、気体貯蔵部に充填される気体が意図せず排気弁を介して排出されることを防止でき、ポンプが動作を停止した後、排気弁が開き易い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】

【0028】

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。

30

【0029】

(1) 気体の第 1 吸入孔と前記気体が通過する第 1 ポンプ室と前記気体の第 1 吐出孔とを有する第 1 ポンプと、

前記気体の第 2 吸入孔と前記気体が通過する第 2 ポンプ室と前記気体の第 2 吐出孔とを有し、前記第 2 吸入孔が前記第 1 吐出孔に連通し、前記気体を貯蔵する気体貯蔵部に前記第 2 吐出孔が接続される第 2 ポンプと、

前記第 2 吸入孔と連通する第 1 開口部と、前記気体貯蔵部に接続される第 2 開口部と、第 3 開口部と、前記第 2 開口部と前記第 3 開口部との間に位置する弁座と、を有する弁筐体と、前記弁筐体内を分割して、前記第 1 開口部と連通する第 1 バルブ室と、前記第 2 開口部及び第 3 開口部と連通する第 2 バルブ室と、を前記弁筐体とともに構成する弁体と、を有する排気弁と、を備え、

40

前記第 1 ポンプの動作時の前記第 1 吸入孔と前記第 1 吐出孔との圧力差を P_1 、前記第 1 ポンプの動作時の圧力損失を d_1 、前記第 2 ポンプの動作時の前記第 2 吸入孔と前記第 2 吐出孔との圧力差を P_2 、前記第 2 ポンプの動作時の圧力損失を d_2 、前記第 1 バルブ室に面する前記弁体の第 1 領域の面積を S_1 、前記第 2 開口部に面する前記弁体の第 2 領域の面積を S_2 としたとき、前記第 1 領域および前記第 2 領域は、 $S_1 (P_1 - d_1) > S_2 (P_1 + P_2 - d_1 - d_2)$ の関係を満たすよう設けられている。

【0030】

この構成において、気体は、例えば空気である。気体貯蔵部は、例えば血圧測定用のカ

50

フである。第3開口部は、例えば大気開放される。

【0031】

この構成において第1、第2ポンプが動作を開始すると、気体が第1吸入孔から第1ポンプ室へ流入する。そして、第1ポンプ室の気体が第1吐出孔から吐出され、第2吸入孔から第2ポンプ室へ流入するとともに、第1開口部から排気弁の第1バルブ室へ流入する。

【0032】

この結果、気体が第1、第2ポンプから気体貯蔵部へ送出され、気体貯蔵部内の気体の圧力が目標圧力まで高まる。

【0033】

ここで、排気弁の第1領域および第2領域は、 $S1(P1 - d1) > S2(P1 + P2 - d1 - d2)$ の関係を満たすよう設けられている。 $S1(P1 - d1)$ は、弁体の第1領域に付与される力 $F1$ に相当する。また、 $S2(P1 + P2 - d1 - d2)$ は、弁体の第2領域に付与される力 $F2$ に相当する。

【0034】

すなわち、排気弁の第1領域および第2領域は、 $F1 > F2$ の関係を満たすよう設けられている。そのため、この構成によれば、第1、第2ポンプが動作している間に排気弁が意図せず開くことを防止できる。よって、この構成によれば、第1、第2ポンプが動作している間に、気体貯蔵部に充填されている気体が排気弁を介して排出されることを防止できる。

【0035】

次に、第1、第2ポンプの動作が停止すると、排気弁の第1バルブ室の気体は、第1ポンプの第1吐出孔および第1ポンプ室を経由して第1吸入孔から排出される。一方、排気弁の第2開口部の圧力は、気体貯蔵部に充填された気体の圧力と等しくなる。

【0036】

この結果、排気弁では、第1、第2ポンプの動作が停止すると、第1バルブ室の圧力が第2開口部の圧力より低下する。このため、排気弁では、弁体が弁座から離間して第2開口部と第3開口部とが第2バルブ室を介して連通する。これにより、気体貯蔵部の気体が排気弁の第2開口部および第2バルブ室を経由して第3開口部から急速に排出される。

【0037】

但し、第1、第2ポンプのそれぞれにおいて、吸入孔の直径が小さい程、ポンプ室から吸入孔を介して外部へ排出される気体の流量は少なくなる。そのため、第1、第2ポンプのそれぞれのポンプ室の圧力は、第1、第2ポンプが動作を停止した後、すぐに低下せず、徐々に低下していく。そのため、第1、第2ポンプのそれぞれのポンプ室には、第1、第2ポンプが動作を停止した時から所定時間（例えば1時間）が経過するまでの間、空気の圧力が残留する。

【0038】

ここで、排気弁の第1開口部は、第1ポンプの吐出孔と第2ポンプの吸入孔とに連通している。そのため、第1、第2ポンプが動作を停止した後、弁体の第1領域の圧力は、第1ポンプ室に残留する圧力と等しくなる。

【0039】

すなわち、第1、第2ポンプが動作を停止した後、弁体の第1領域の圧力が、第2ポンプ室に残留する圧力と等しくなる場合に比べて排気弁が開き易くなる。よって、第1、第2ポンプが動作を停止した後、気体貯蔵部の気体の圧力が第1ポンプ室に残留する圧力まで低下する。すなわち、第1、第2ポンプが動作を停止した後、気体貯蔵部に充填された気体が排気弁を介してより排出される。

【0040】

従って、この構成によれば、第1、第2ポンプが動作している間、気体貯蔵部に充填されている気体が意図せず排気弁を介して排出されることを防止でき、第1、第2ポンプが動作を停止した後、排気弁が開き易くなる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

(2) 前記弁座は、前記弁体側へ突出して前記弁体に接触し、
前記第 3 開口部は、前記弁筐体の外部に連通することが好ましい。

【 0 0 4 2 】

この構成では、第 1、第 2 ポンプの動作が停止すると、気体貯蔵部の気体が排気弁の第 2 開口部および第 2 バルブ室を経由して第 3 開口部から前記弁筐体の外部へ急速に排出される。

【 0 0 4 3 】

(3) 前記弁体は、可撓性を有し、前記弁体の周縁部が前記弁筐体によって挟持されていることが好ましい。

10

【 0 0 4 4 】

この構成では、弁体において周縁部より内側に位置する中央部が弁座に対して接触または離間することで、排気弁が開閉する。

【 0 0 4 5 】

(4) 前記第 2 吐出孔と連通する第 1 連通孔と、前記気体貯蔵部に接続される第 2 連通孔と、を備え、前記気体貯蔵部から前記第 2 吐出孔への気体の流れを防ぐ逆止弁を備え、

前記逆止弁の圧力損失を B_1 としたとき、前記第 1 領域および前記第 2 領域は、 $S_1 (P_1 - d_1) > S_2 (P_1 + P_2 - d_1 - d_2 - B_1)$ の関係を満たすよう設けられていることが好ましい。

【 0 0 4 6 】

20

この構成において、 $S_1 (P_1 - d_1)$ は、弁体の第 1 領域に付与される力 F_1 に相当する。また、 $S_2 (P_1 + P_2 - d_1 - d_2 - B_1)$ は、弁体の第 2 領域に付与される力 F_2 に相当する。すなわち、排気弁の第 1 領域および第 2 領域は、 $F_1 > F_2$ の関係を満たすよう設けられている。そのため、この構成においても、第 1、第 2 ポンプが動作している間に、気体貯蔵部に充填されている気体が意図せず排気弁を介して排出されることを防止できる。

【 0 0 4 7 】

また、第 1、第 2 ポンプが動作を停止した後、気体貯蔵部に充填されている気体の大部分を排気弁から吐出することができるので、より速やかに気体貯蔵部に充填されている気体を排出することができる。

30

【 0 0 4 8 】

(5) 気体の第 1 吸入孔と前記気体が通過する第 1 ポンプ室と前記気体の第 1 吐出孔とを有する第 1 ポンプと、

前記気体の第 t 吸入孔と前記気体が通過する第 t ポンプ室と前記気体の第 t 吐出孔とを有し、前記第 t 吸入孔が前記第 $t - 1$ 吐出孔に連通する第 t のポンプ (t は 2 から $n - 1$ までの整数) と、

前記気体の第 n 吸入孔と前記気体が通過する第 n ポンプ室と前記気体の第 n 吐出孔とを有し、前記第 n 吸入孔が第 $n - 1$ 吐出孔に連通し、前記気体を貯蔵する気体貯蔵部に前記第 n 吐出孔が接続される第 n ポンプ (n は 3 以上の整数) と、

第 m 吸入孔 (m は 2 以上 n 以下の整数) と連通する第 1 開口部と、前記気体貯蔵部と接続される第 2 開口部と、第 3 開口部と、前記第 2 開口部と前記第 3 開口部との間に位置する弁座と、を有する弁筐体と、前記弁筐体内を分割して、前記第 1 開口部に連通する第 1 バルブ室と、前記第 2 開口部及び前記第 3 開口部に連通する第 2 バルブ室と、を前記弁筐体とともに構成する弁体と、を有する排気弁と、を備え、

40

前記第 1 ポンプの動作時の前記第 1 吸入孔と前記第 1 吐出孔との圧力差を P_1 、前記第 1 ポンプの動作時の圧力損失を d_1 、前記第 n ポンプの動作時の前記第 n 吸入孔と前記第 n 吐出孔との圧力差を P_n 、前記第 n ポンプの動作時の圧力損失を d_n 、前記第 1 バルブ室に面する前記弁体の第 1 領域の面積を S_1 、前記第 2 開口部に面する前記弁体の第 2 領域の面積を S_2 としたとき、前記第 1 領域および前記第 2 領域は、

【 0 0 4 9 】

50

【数 1】

$$S1 \left\{ \sum_{k=1}^{m-1} (Pk - dk) \right\} > S2 \left\{ \sum_{k=1}^n (Pk - dk) \right\} \quad (k \text{は任意の整数}) \cdots \text{数式1}$$

【0050】

の関係を満たすよう設けられていることが好ましい。

【0051】

この構成では、n個のポンプが直列に接続されている。

【0052】

そして、この構成でも前記(1)と同様に、排気弁の第1領域および第2領域が $F1 > F2$ の関係を満たすよう設けられている。そのため、この構成によれば、n個のポンプが動作している間に排気弁が意図せず開くことを防止できる。すなわち、この構成によれば、n個のポンプが動作している間に、気体貯蔵部に充填されている気体が排気弁を介して排出されることを防止できる。

10

【0053】

また、n個のポンプの動作が停止したとき、排気弁の第1バルブ室の気体は、第m-1ポンプの第m-1吐出孔、第m-1ポンプ室、第m-1吸入孔、第1ポンプの第1吐出孔および第1ポンプ室を経由して第1吸入孔から排出される。一方、排気弁の第2開口部の圧力は、気体貯蔵部に充填された気体の圧力と等しくなる。

【0054】

この結果、排気弁では、n個のポンプの動作が停止すると、第1バルブ室の圧力が第2開口部の圧力より低下する。このため、排気弁では、弁体が弁座から離間して第2開口部と第3開口部とが第2バルブ室を介して連通する。これにより、気体貯蔵部の気体が排気弁の第2開口部および第2バルブ室を経由して第3開口部から急速に排出される。

20

【0055】

ここで、排気弁の第1開口部は、第m-1吐出孔および第m吸入孔に連通している。そのため、n個のポンプが動作を停止した後、弁体の第1領域の圧力は、第m-1ポンプ室に残留する圧力と等しくなる。

【0056】

すなわち、n個のポンプが動作を停止した後、弁体の第1領域の圧力が、第nポンプ室に残留する圧力と等しくなる場合に比べて排気弁が開き易くなる。よって、n個のポンプが動作を停止した後、気体貯蔵部の気体の圧力が第m-1ポンプ室に残留する圧力まで低下する。すなわち、n個のポンプが動作を停止した後、気体貯蔵部に充填された気体が排気弁を介してより排出される。

30

【0057】

したがって、この構成によれば、前記(1)と同様に、n個のポンプが動作している間、気体貯蔵部に充填されている気体が意図せず排気弁を介して排出されることを防止でき、n個のポンプが動作を停止した後、排気弁が開き易くなる。

【発明の効果】

【0058】

本発明によれば、ポンプが動作している間、気体貯蔵部に充填されている気体が意図せず排気弁を介して排出されることを防止でき、ポンプが動作を停止した後、排気弁が開き易くなる。

40

【0059】

また、本発明によれば、n個のポンプが動作している間、気体貯蔵部に充填されている気体が意図せず排気弁を介して排出されることを防止でき、n個のポンプが動作を停止した後、排気弁が開き易くなる。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】本発明の第1実施形態に係る気体制御装置100の主要部の構成を示すブロック図である。

50

【図 2】図 1 に示す圧電ポンプ 101 の分解斜視図である。

【図 3】図 1 に示す圧電ポンプ 101 の主要部の断面図である。

【図 4】図 1 に示す排気弁 103 を構成する下弁筐体 35 の斜視図である。

【図 5】図 1 に示す排気弁 103 を構成する上弁筐体 31 の斜視図である。

【図 6】図 1 に示す排気弁 103 の主要部の断面図である。

【図 7】図 1 に示す圧電ポンプ 101 が動作している時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 101 が動作を停止した直後の空気の流れを示す説明図である。

【図 9】本発明の第 2 実施形態に係る気体制御装置 200 の主要部の構成を示すブロック図である。 10

【図 10】図 9 に示す逆止弁 102 を構成する下弁筐体 25 の斜視図である。

【図 11】図 9 に示す逆止弁 102 を構成する上弁筐体 21 の斜視図である。

【図 12】図 9 に示す圧電ポンプ 101、201 が動作している時の空気の流れを示す説明図である。

【図 13】図 9 に示す圧電ポンプ 101、201 が動作を停止した直後の空気の流れを示す説明図である。

【図 14】本発明の第 3 実施形態に係る気体制御装置 300 の主要部の構成を示すブロック図である。

【図 15】図 14 に示す圧電ポンプ 101、201、301 が動作している時の空気の流れを示す説明図である。 20

【図 16】図 14 に示す圧電ポンプ 101、201、301 が動作を停止した直後の空気の流れを示す説明図である。

【図 17】本発明の第 4 実施形態に係る気体制御装置 400 の主要部の構成を示すブロック図である。

【図 18】図 17 に示す圧電ポンプ 101、201、・・・、801 が動作している時の空気の流れを示す説明図である。

【図 19】図 17 に示す圧電ポンプ 101、201、・・・、801 が動作を停止した直後の空気の流れを示す説明図である。

【図 20】特許文献 1 に係る多段式圧縮機 900 の要部断面図である。 30

【図 21】本発明の比較例に係る気体制御装置 950 の主要部の構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0061】

《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。

図 1 は、本発明の第 1 実施形態の気体制御装置 100 の主要部の構成を示すブロック図である。気体制御装置 100 は、圧電ポンプ 101 と圧電ポンプ 201 と排気弁 103 とを備え、カフ 109 に接続されている。気体制御装置 100 は、カフ 109 に空気を充填することにより血圧を測定する装置である。 40

【0062】

気体制御装置 100 の筐体 110 には、カフ 109 のゴム管 109A が接続される接続口 106A と、筐体 110 外部から空気を吸入するための吸入口 107A と、カフ 109 内に充填された空気を筐体 110 外部へ排出するための排気口 107B と、が設けられている。

【0063】

圧電ポンプ 101、圧電ポンプ 201 及びカフ 109 は、直列に接続されており、排気弁 103 は、圧電ポンプ 201 とカフ 109 との間に並列に接続されている。

【0064】

なお、圧電ポンプ 101 が、本発明の「第 1 ポンプ」に相当する。また、圧電ポンプ 2 50

01が、本発明の「第2ポンプ」に相当する。

【0065】

ここで、圧電ポンプ101と排気弁103との構造について詳述する。まず、図2、図3を用いて圧電ポンプ101の構造について詳述する。なお、圧電ポンプ201の構造は、圧電ポンプ101の構造と同じである。

【0066】

図2は、図1に示す圧電ポンプ101の分解斜視図である。図3は、図1に示す圧電ポンプ101の主要部の断面図である。

【0067】

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。

【0068】

なお、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。

【0069】

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。

【0070】

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。

【0071】

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。

【0072】

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を構成する材料を設定することで線膨張係数が調整されている。

【0073】

振動板41の周囲には枠板61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。スペーサ53Aは可撓板51と一定の隙間をあけて圧電アクチュエータ40を保持するために設けられる。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。

【0074】

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。

【0075】

なお、図2に示した例では、連結部62が二箇所設けられているが、三箇所以上に設けられていてもよい。連結部62は、圧電アクチュエータ40の振動を妨げるものではないが、圧電アクチュエータ40の振動に多少の影響を与える。そのため、例えば連結部6

10

20

30

40

50

2 が三箇所に設けられることにより、より自然な支持が可能となり、圧電素子 4 2 の割れを防止することもできる。

【 0 0 7 6 】

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

【 0 0 7 7 】

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

【 0 0 7 8 】

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 7 9 】

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。

【 0 0 8 0 】

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 8 1 】

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 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。なお、吐出孔 5 5 は、必ずしも、蓋板 5 4 の中心に設ける必要はない。

【 0 0 8 2 】

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 8 3 】

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

【 0 0 8 4 】

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 より内側に位置し、開口部 9 2 に面する可動部 5 6 と、を有する。

【 0 0 8 5 】

可動部 5 6 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 6 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 8 6 】

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 9 0 ° 遅れの）振動に設計すれば、可撓板 5 1 と圧電アクチュエータ 4 0 との間の隙間の厚さ

10

20

30

40

50

変動が実質的に増加する。

【0087】

従って、外部端子63、72に交流の駆動電圧が印加されると、圧電アクチュエータ40が同心円状に屈曲振動する。さらに、圧電アクチュエータ40の振動に伴って可撓板51の可動部56も振動する。これにより、圧電ポンプ101は、開口部92及び吸入孔52を介して空気をポンプ室45へ吸引する。さらに、圧電ポンプ101は、ポンプ室45の空気を吐出孔55から吐出する。

【0088】

このとき、圧電ポンプ101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101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。

10

【0089】

次に、図4、図5、図6を用いて排気弁103の構造について詳述する。

図4は、図1に示す排気弁103を構成する下弁筐体35の斜視図である。図5は、図1に示す排気弁103を構成する上弁筐体31の斜視図である。図6は、図1に示す排気弁103の主要部の断面図である。

【0090】

排気弁103は、下弁筐体35とダイヤフラム39と上弁筐体31とを備え、これらが順に積層された構造を有する。

【0091】

なお、ダイヤフラム39が、本発明の「弁体」に相当する。また、下弁筐体35及び上弁筐体31が、本発明の「弁筐体」を構成する。

20

【0092】

下弁筐体35には、第1開口部37が設けられている。上弁筐体31には、第2開口部32と、第3開口部34と、第2開口部32の周囲からダイヤフラム39側へ突出した弁座30と、が設けられている。

【0093】

ダイヤフラム39は、可撓性を有する薄膜からなる。ダイヤフラム39の中央が弁座30に接触した状態で、ダイヤフラム39の周縁が上弁筐体31及び下弁筐体35によって挟持されている。

30

【0094】

これにより、ダイヤフラム39は、上弁筐体31及び下弁筐体35内を分割して、第1開口部37に連通するリング状の第1バルブ室36を下弁筐体35とともに構成し、第3開口部34に連通する円柱状の第2バルブ室33を上弁筐体31とともに構成する。

【0095】

また、ダイヤフラム39は、第1バルブ室36に面する第1領域39Aと、第2開口部32に面する第2領域39Bとを有する。例えば、第1バルブ室36の直径R1は2.6mmであり、第2開口部32の直径R2は1.5mmである。

【0096】

そして、圧電ポンプ101の動作時の吸入孔52と吐出孔55との圧力差をP1、圧電ポンプ101の動作時の圧力損失をd1、圧電ポンプ201の動作時の吸入孔52と吐出孔55との圧力差をP2、圧電ポンプ201の動作時の圧力損失をd2、ダイヤフラム39の第1領域39Aの面積をS1、ダイヤフラム39の第2領域39Bの面積をS2、弁座30がダイヤフラム39を第1バルブ室36側へ押す力をF3としたとき、排気弁103の第1領域39Aおよび第2領域39Bは、 $S1(P1 - d1) > S2(P1 + P2 - d1 - d2) - F3$ の関係を満たすよう設けられている。なお、F3は0(N)に設定することも可能であるため、F3が0(N)になる場合はこの関係式からF3を省いてもよい。

40

【0097】

具体的には、S1の半径が1.3mm(直径R1は2.6mm)、S2の半径が0.75mm

50

m (直径 R 2 は 1.5 mm)、P 1 が 20 kPa、P 2 が 25 kPa、d 1 が 1 kPa、d 2 が 1 kPa である場合、 $13 * 13 * (20 - 1) > 0.75 * 0.75 * (25 - 1) - F 3$ となって、 $3211 > 13.5 - F 3$ となる。そのため、排気弁 103 の第 1 領域 39 A および第 2 領域 39 B は、 $S 1 (P 1 - d 1) > S 2 (P 1 + P 2 - d 1 - d 2) - F 3$ の関係を満たす。

【0098】

以上の構造において排気弁 103 は、ダイヤフラム 39 が弁座 30 に対して接触または離間することで、開閉する。

【0099】

ここで、図 1 に示すように、圧電ポンプ 101、圧電ポンプ 201 及びカフ 109 は、配管 81、82、83 及びゴム管 109 A によって直列に接続されている。圧電ポンプ 201 及び排気弁 103 は、配管 82、83 によって並列に接続されている。

10

【0100】

これにより、圧電ポンプ 101 の吸入孔 52 は、筐体 110 の吸入口 107 A を介して筐体 110 の外部に連通し、圧電ポンプ 101 の吐出孔 55 は、圧電ポンプ 201 の吸入孔 52 に連通している。また、圧電ポンプ 201 の吐出孔 55 は、筐体 110 の接続口 106 A を介してカフ 109 の内部に連通している。

【0101】

そして、排気弁 103 の第 1 開口部 37 は、圧電ポンプ 101 の吐出孔 55 と圧電ポンプ 201 の吸入孔 52 とに連通している。排気弁 103 の第 2 開口部 32 は、圧電ポンプ 201 の吐出孔 55 に連通し、筐体 110 の接続口 106 A を介してカフ 109 の内部に連通している。また、排気弁 103 の第 3 開口部 34 は、配管 84 によって排気口 106 B に接続されており、筐体 110 の外部に連通している。

20

【0102】

以上のように同じ構造の圧電ポンプを 2 個直列にカフ 109 に接続することで、最大吐出圧力は、1 個の圧電ポンプをカフ 109 に接続した場合の約 2 倍に増加する。

【0103】

次に、血圧測定時における気体制御装置 100 の動作について説明する。

図 7 は、図 1 に示す圧電ポンプ 101、201 が動作している時の空気の流れを示す説明図である。

30

【0104】

圧電ポンプ 101、201 が動作を開始すると、筐体 110 外部の空気が吸入口 107 A から吸入され、吸入孔 52 から圧電ポンプ 101 のポンプ室 45 へ流入する。そして、ポンプ室 45 に流入した空気が圧電ポンプ 101 の吐出孔 55 から吐出され、吸入孔 52 から圧電ポンプ 201 のポンプ室 45 へ流入するとともに、第 1 開口部 37 から排気弁 103 の第 1 バルブ室 36 へ流入する。

【0105】

この結果、筐体 110 外部の空気が圧電ポンプ 101、201 からカフ 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。

【0106】

ここで、 $S 1 (P 1 - d 1)$ は、ダイヤフラム 39 の第 1 領域 39 A に付与される力 F 1 に相当する。また、 $S 2 (P 1 + P 2 - d 1 - d 2)$ は、ダイヤフラム 39 の第 2 領域 39 B に付与される力 F 2 に相当する。すなわち、排気弁 103 の第 1 領域 39 A および第 2 領域 39 B は、 $F 1 > F 2 - F 3$ の関係を満たすよう設けられている。

40

【0107】

そのため、気体制御装置 100 によれば、圧電ポンプ 101、201 が動作している間に、排気弁 103 が意図せず開くことを防止できる。すなわち、気体制御装置 100 によれば、圧電ポンプ 101、201 が動作している間に、カフ 109 に充填されている空気が排気弁 103 を介して排出されることを防止できる。

【0108】

50

図8は、図1に示す圧電ポンプ101、201が動作を停止した直後の空気の流れを示す説明図である。

【0109】

次に、血圧の測定が終了すると、圧電ポンプ101、201は動作を停止する。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36との体積はカフ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の動作が停止すると、排気弁103の第1バルブ室36の空気は、圧電ポンプ101の吐出孔55、ポンプ室45、及び吸入孔52を経由して吸入口107Aから筐体110の外部へ排出される。

【0110】

一方、排気弁103の第2開口部32の圧力は、カフ109の圧力と等しくなる。この結果、排気弁103では、圧電ポンプ101、201の動作が停止すると、第1バルブ室36の圧力が第2開口部32の圧力より低下する。このため、排気弁103では、ダイヤフラム39が弁座30から離間して第2開口部32と第3開口部34とが第2バルブ室33を介して連通する。これにより、カフ109の空気が第2開口部32、第2バルブ室33、及び第3開口部34を経由して排気口106Bから急速に排出される。

【0111】

ただし、圧電ポンプ101、201のそれぞれにおいて、吸入孔52の直径が小さい程、ポンプ室45から吸入孔52を介してポンプ筐体80の外部へ排出される空気の流量は少なくなる。気体制御装置100では、吸入孔52の直径が極めて小さいため（例えば5 μm ）、ポンプ室45から吸入孔52へ排出される空気の流量は少ない。

【0112】

そのため、圧電ポンプ101、201のそれぞれのポンプ室45の圧力は、圧電ポンプ101、201が動作を停止した後、すぐに低下せず、徐々に低下していく。そのため、圧電ポンプ101、201のそれぞれのポンプ室45には、圧電ポンプ101、201が動作を停止した時から所定時間（例えば1時間）が経過するまでの間、空気の圧力が残留する。

【0113】

そこで、気体制御装置100では、排気弁103の第1開口部37が、圧電ポンプ101の吐出孔55と圧電ポンプ201の吸入孔52とに連通している。そのため、圧電ポンプ101、201が動作を停止した後、前述のダイヤフラム39の第1領域39Aの圧力は、圧電ポンプ101のポンプ室45に残留する圧力と等しくなる。

【0114】

すなわち、圧電ポンプ101、201が動作を停止した後、ダイヤフラム39の第1領域39Aの圧力が、圧電ポンプ201のポンプ室45に残留する圧力と等しくなる場合に比べて排気弁103が開き易くなる。

【0115】

よって、圧電ポンプ101、201が動作を停止した後、カフ109の圧力が圧電ポンプ101のポンプ室45に残留する圧力まで低下する。すなわち、気体制御装置100では、血圧測定後、カフ109に充填された空気が排気弁103を介してより排出される。

【0116】

従って、気体制御装置100によれば、圧電ポンプ101、201が動作している間、カフ109に充填されている空気が意図せず排気弁103を介して排出されることを防止でき、圧電ポンプ101、201が動作を停止した後、排気弁103が開き易くなる。

【0117】

《第2実施形態》

以下、本発明の第2実施形態に係る気体制御装置200について説明する。

【0118】

図9は、本発明の第2実施形態に係る気体制御装置200の主要部の構成を示すブロック図である。図10は、図9に示す逆止弁102を構成する下弁筐体25の斜視図である

10

20

30

40

50

。図 11 は、図 9 に示す逆止弁 102 を構成する上弁筐体 21 の斜視図である。

【0119】

気体制御装置 200 が前記気体制御装置 100 と相違する点は、逆止弁 102 と排気弁 203 を備える点である。その他の構成については同じである。

【0120】

詳述すると、図 9 ~ 図 11 に示すように逆止弁 102 は、下弁筐体 25 とダイヤフラム 29 と上弁筐体 21 とを備え、これらが順に積層された構造を有する。

【0121】

下弁筐体 25 には、第 1 連通孔 27 と、ダイヤフラム 29 側へ突出した円柱状の突出部 20 と、が設けられている。上弁筐体 21 には、第 2 連通孔 24 と、が設けられている。

10

【0122】

ダイヤフラム 29 は、可撓性を有する薄膜からなる。ダイヤフラム 29 には、図 1、図 5 に示すように、突出部 20 に対向する領域の中心部に円形の孔部 29A が設けられている。孔部 29A の直径は、ダイヤフラム 29 に接触する突出部 20 の面の直径よりも小さく設けられている。

【0123】

ダイヤフラム 29 における孔部 29A の周囲が突出部 20 に接触した状態で、ダイヤフラム 39 の周縁が上弁筐体 21 及び下弁筐体 25 によって挟持されている。これにより、ダイヤフラム 29 は、上弁筐体 21 及び下弁筐体 25 内を分割して、第 1 連通孔 27 に連通するリング状の第 3 パルプ室 26 を下弁筐体 25 とともに構成し、第 2 連通孔 24 に連

20

【0124】

以上の構造において逆止弁 102 は、第 3 パルプ室 26 と第 4 パルプ室 23 との圧力差によって、ダイヤフラム 29 における孔部 29A の周囲が突出部 20 に対して接触または離間することで、開閉する。逆止弁 102 は、カフ 109 の空気が圧電ポンプ 201 の吐出孔 55 からポンプ室 45 へ逆流することを防ぐ。

【0125】

次に、圧電ポンプ 101 の動作時の吸入孔 52 と吐出孔 55 との圧力差を P_1 、圧電ポンプ 101 の動作時の圧力損失を d_1 、圧電ポンプ 201 の動作時の吸入孔 52 と吐出孔 55 との圧力差を P_2 、圧電ポンプ 201 の動作時の圧力損失を d_2 、ダイヤフラム 39 の第 1 領域 39A の面積を S_1 、ダイヤフラム 39 の第 2 領域 39B の面積を S_2 、逆止弁 102 の圧力損失を B_1 、弁座 30 がダイヤフラム 39 を第 1 パルプ室 36 側へ押す力を F_3 としたとき、排気弁 203 の第 1 領域 39A および第 2 領域 39B は、 $S_1 (P_1 - d_1) > S_2 (P_1 + P_2 - d_1 - d_2 - B_1) - F_3$ の関係を満たすよう設けられている。その他の排気弁 203 の構造は、排気弁 103 の構造と同じである。

30

【0126】

ここで、図 9 に示すように、圧電ポンプ 101、圧電ポンプ 201、逆止弁 102 及びカフ 109 は、配管 81、82、283、284 及びゴム管 109A によって直列に接続されている。

【0127】

40

これにより、圧電ポンプ 101 の吸入孔 52 は、筐体 110 の吸入口 107A を介して筐体 110 の外部に連通し、圧電ポンプ 101 の吐出孔 55 は、圧電ポンプ 201 の吸入孔 52 に連通している。また、圧電ポンプ 201 の吐出孔 55 は、逆止弁 102 の第 1 連通孔 27 に連通している。また、逆止弁 102 の第 2 連通孔 24 は、筐体 110 の接続口 106A を介してカフ 109 の内部に連通している。

【0128】

そして、排気弁 203 の第 1 開口部 37 は、圧電ポンプ 101 の吐出孔 55 と圧電ポンプ 201 の吸入孔 52 とに連通している。また、排気弁 203 の第 2 開口部 32 は、逆止弁 102 の第 2 連通孔 24 に連通し、筐体 110 の接続口 106A を介してカフ 109 の内部に連通している。また、排気弁 203 の第 3 開口部 34 は、排気口 106B を介して

50

筐体 110 の外部に連通している。

【0129】

次に、血圧測定時における気体制御装置 200 の動作について説明する。

図 12 は、図 9 に示す圧電ポンプ 101、201 が動作している時の空気の流れを示す説明図である。

【0130】

圧電ポンプ 101、201 が動作を開始すると、筐体 110 外部の空気が吸入口 107 A から吸入され、吸入孔 52 から圧電ポンプ 101 のポンプ室 45 へ流入する。そして、ポンプ室 45 に流入した空気が圧電ポンプ 101 の吐出孔 55 から吐出され、吸入孔 52 から圧電ポンプ 201 のポンプ室 45 へ流入するとともに、第 1 開口部 37 から排気弁 203 の第 1 バルブ室 36 へ流入する。

10

【0131】

さらに、圧電ポンプ 201 のポンプ室 45 に流入した空気が吐出孔 55 から吐出され、第 1 連通孔 27 から逆止弁 102 の第 3 バルブ室 26 へ流入する。これにより、逆止弁 202 では第 3 バルブ室 26 の圧力が高まり、ダイヤフラム 29 における孔部 29 A の周囲が突出部 20 から離間して逆止弁 202 が開く。

【0132】

この結果、筐体 110 外部の空気が圧電ポンプ 101、201 から逆止弁 102 を経由してカフ 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。

【0133】

ここで、 $S1(P1 - d1)$ は、ダイヤフラム 39 の第 1 領域 39 A に付与される力 $F1$ に相当する。また、 $S2(P1 + P2 - d1 - d2 - B1)$ は、ダイヤフラム 39 の第 2 領域 39 B に付与される力 $F2$ に相当する。

20

【0134】

すなわち、排気弁 203 の第 1 領域 39 A および第 2 領域 39 B は、 $F1 > F2 - F3$ の関係を満たすよう設けられている。そのため、気体制御装置 200 においても、圧電ポンプ 101、201 が動作している間に、排気弁 103 が意図せず開くことを防止できる。よって、気体制御装置 200 によれば、圧電ポンプ 101、201 が動作している間に、カフ 109 に充填されている空気が排気弁 203 を介して排出されることを防止できる。

30

【0135】

図 13 は、図 9 に示す圧電ポンプ 101、201 が動作を停止した直後の空気の流れを示す説明図である。

【0136】

次に、血圧の測定が終了すると、圧電ポンプ 101、201 は動作を停止する。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 36 と第 3 バルブ室 26 との体積はカフ 109 の収容可能な空気の体積に比べて極めて小さい。

【0137】

そのため、圧電ポンプ 101、201 の動作が停止すると、逆止弁 102 の第 3 バルブ室 26 の空気は、圧電ポンプ 201 の吐出孔 55、ポンプ室 45、及び吸入孔 52 と圧電ポンプ 101 の吐出孔 55、ポンプ室 45、及び吸入孔 52 とを経由して吸入口 107 A から筐体 110 の外部へ排出される。

40

【0138】

同様に、圧電ポンプ 101、201 の動作が停止すると、排気弁 203 の第 1 バルブ室 36 の空気は、圧電ポンプ 101 の吐出孔 55、ポンプ室 45、及び吸入孔 52 を経由して吸入口 107 A から筐体 110 の外部へ排出される。

【0139】

一方、逆止弁 102 の第 4 バルブ室 23 及び排気弁 203 の第 2 開口部 32 の圧力は、カフ 109 の圧力と等しくなる。この結果、逆止弁 102 では、圧電ポンプ 101、201 の動作が停止すると、第 3 バルブ室 26 の圧力が第 4 バルブ室 23 の圧力より低下する

50

。このため、ダイヤフラム 29 における孔部 29 A の周囲が突出部 20 に接触し、逆止弁 102 が閉じる。

【0140】

同様に、排気弁 203 では、圧電ポンプ 101、201 の動作が停止すると、第 1 バルブ室 36 の圧力が第 2 開口部 32 の圧力より低下する。このため、排気弁 203 では、ダイヤフラム 39 が弁座 30 から離間して第 2 開口部 32 と第 3 開口部 34 とが第 2 バルブ室 33 を介して連通する。これにより、カフ 109 の空気が第 2 開口部 32、第 2 バルブ室 33、及び第 3 開口部 34 を経由して排気口 106 B から急速に排出される。

【0141】

ここで、気体制御装置 200 においても、排気弁 203 の第 1 開口部 37 が、圧電ポンプ 101 の吐出孔 55 と圧電ポンプ 201 の吸入孔 52 とに連通している。そのため、圧電ポンプ 101、201 が動作を停止した後、前述のダイヤフラム 39 の第 1 領域 39 A の圧力が、圧電ポンプ 101 のポンプ室 45 に残留する圧力と等しくなる。

10

【0142】

すなわち、圧電ポンプ 101、201 が動作を停止した後、ダイヤフラム 39 の第 1 領域 39 A の圧力が、圧電ポンプ 201 のポンプ室 45 に残留する圧力と等しくなる場合に比べて排気弁 203 が開き易くなる。

【0143】

よって、圧電ポンプ 101、201 が動作を停止した後、カフ 109 の圧力が圧電ポンプ 101 のポンプ室 45 に残留する圧力まで低下する。すなわち、気体制御装置 200 では、血圧測定後、カフ 109 に充填された空気が排気弁 203 を介してより排出される。

20

【0144】

従って、気体制御装置 200 によれば、前記気体制御装置 100 と同様の効果を奏する。

【0145】

なお、図 8 に示すように、逆止弁 102 を備えない気体制御装置 100 では、圧電ポンプ 201 の吐出孔 55 の直径や吸入孔 52 の直径が大きい程、圧電ポンプ 101、201 が動作を停止した後、カフ 109 の空気が圧電ポンプ 201 のポンプ室 45 を介して排気弁 103 の第 1 バルブ室 36 へ流入し易くなる。

【0146】

これに対して、気体制御装置 200 は、圧電ポンプ 101、201 が動作を停止した後、カフ 109 に充填されている気体の大部分を排気弁 203 から吐出することができるので、より速やかにカフ 109 に充填されている気体を排出することができる。

30

【0147】

すなわち、逆止弁 102 は、圧電ポンプ 201 の吐出孔 55 の直径や吸入孔 52 の直径が大きい気体制御装置において有効である。

【0148】

《第 3 実施形態》

以下、本発明の第 3 実施形態に係る気体制御装置 300 について説明する。

図 14 は、本発明の第 3 実施形態に係る気体制御装置 300 の主要部の構成を示すブロック図である。気体制御装置 300 が前記気体制御装置 100 と相違する点は、圧電ポンプ 301 と排気弁 303 を備える点である。その他の構成については同じである。

40

【0149】

詳述すると、圧電ポンプ 301 の構造は、圧電ポンプ 101 の構造と同じである。

そして、圧電ポンプ 101 の動作時の吸入孔 52 と吐出孔 55 との圧力差を P_1 、圧電ポンプ 101 の動作時の圧力損失を d_1 、圧電ポンプ 201 の動作時の吸入孔 52 と吐出孔 55 との圧力差を P_2 、圧電ポンプ 201 の動作時の圧力損失を d_2 、圧電ポンプ 301 の動作時の吸入孔 52 と吐出孔 55 との圧力差を P_3 、圧電ポンプ 301 の動作時の圧力損失を d_3 、ダイヤフラム 39 の第 1 領域 39 A の面積を S_1 、ダイヤフラム 39 の第 2 領域 39 B の面積を S_2 、弁座 30 がダイヤフラム 39 を第 1 バルブ室 36 側へ押す力

50

を $F3$ としたとき、排気弁 303 の第 1 領域 39A および第 2 領域 39B は、 $S1(P1 - d1) > S2(P1 + P2 + P3 - d1 - d2 - d3) - F3$ の関係を満たすよう設けられている。その他の排気弁 303 の構造は、排気弁 103 の構造と同じである。

【0150】

ここで、図 14 に示すように、圧電ポンプ 101、圧電ポンプ 201、圧電ポンプ 301、及びカフ 109 は、配管 81、82、383、384 及びゴム管 109A によって直列に接続されている。

【0151】

これにより、圧電ポンプ 101 の吸入孔 52 は、筐体 110 の吸入口 107A を介して筐体 110 の外部に連通し、圧電ポンプ 101 の吐出孔 55 は、圧電ポンプ 201 の吸入孔 52 に連通している。また、圧電ポンプ 201 の吐出孔 55 は、圧電ポンプ 301 の吸入孔 52 に連通している。また、圧電ポンプ 301 の吐出孔 55 は、筐体 110 の接続口 106A を介してカフ 109 の内部に連通している。

10

【0152】

そして、排気弁 303 の第 1 開口部 37 は、圧電ポンプ 101 の吐出孔 55 と圧電ポンプ 201 の吸入孔 52 とに連通している。また、排気弁 303 の第 2 開口部 32 は、圧電ポンプ 301 の吐出孔 55 に連通し、筐体 110 の接続口 106A を介してカフ 109 の内部に連通している。排気弁 303 の第 3 開口部 34 は、筐体 110 の接続口 106A を介して筐体 110 の外部に連通している。

【0153】

以上のように、同じ構造の圧電ポンプを 3 個直列にカフ 109 に接続することで最大吐出圧力が、1 個の圧電ポンプをカフ 109 に接続した場合の約 3 倍に増加する。ただし、圧電ポンプ 101、201、301 が動作を停止した後、圧電ポンプ 301 のポンプ室 45 に残留する圧力も、圧電ポンプ 101 のポンプ室 45 に残留する圧力の約 3 倍に増加する。

20

【0154】

次に、血圧測定時における気体制御装置 300 の動作について説明する。

図 15 は、図 14 に示す圧電ポンプ 101、201、301 が動作している時の空気の流れを示す説明図である。

【0155】

圧電ポンプ 101、201、301 が動作を開始すると、筐体 110 外部の空気が吸入口 107A から吸入され、吸入孔 52 から圧電ポンプ 101 のポンプ室 45 へ流入する。そして、ポンプ室 45 に流入した空気が圧電ポンプ 101 の吐出孔 55 から吐出され、吸入孔 52 から圧電ポンプ 201 のポンプ室 45 へ流入するとともに、第 1 開口部 37 から排気弁 303 の第 1 バルブ室 36 へ流入する。

30

【0156】

さらに、圧電ポンプ 201 のポンプ室 45 に流入した空気が吐出孔 55 から吐出され、吸入孔 52 から圧電ポンプ 301 のポンプ室 45 へ流入する。さらに、圧電ポンプ 301 のポンプ室 45 に流入した空気が吐出孔 55 から吐出され、カフ 109 へ送出される。

【0157】

この結果、筐体 110 外部の空気が圧電ポンプ 101、201、301 からカフ 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。

40

【0158】

ここで、 $S1(P1 - d1)$ は、ダイヤフラム 39 の第 1 領域 39A に付与される力 $F1$ に相当する。また、 $S2(P1 + P2 + P3 - d1 - d2 - d3)$ は、ダイヤフラム 39 の第 2 領域 39B に付与される力 $F2$ に相当する。

【0159】

すなわち、排気弁 303 の第 1 領域 39A および第 2 領域 39B は、 $F1 > F2 - F3$ の関係を満たすよう設けられている。そのため、気体制御装置 300 においても、圧電ポンプ 101、201、301 が動作している間に、排気弁 303 が意図せず開くことを防

50

止できる。すなわち、気体制御装置 300 によれば、圧電ポンプ 101、201、301 が動作している間に、カフ 109 に充填されている空気が排気弁 303 を介して排出されることを防止できる。

【0160】

図 16 は、図 14 に示す圧電ポンプ 101、201、301 が動作を停止した直後の空気の流れを示す説明図である。

【0161】

次に、血圧の測定が終了すると、圧電ポンプ 101、201、301 は動作を停止する。ここで、圧電ポンプ 101、201、301 の動作が停止すると、前記第 1 実施形態と同様に、排気弁 303 の第 1 バルブ室 36 の空気は、圧電ポンプ 101 の吐出孔 55、ポンプ室 45、及び吸入孔 52 を経由して吸入口 107A から筐体 110 の外部へ排出される。

10

【0162】

一方、排気弁 303 の第 2 開口部 32 の圧力は、カフ 109 の圧力と等しくなる。この結果、排気弁 303 では、第 1 バルブ室 36 の圧力が第 2 開口部 32 の圧力より低下する。このため、排気弁 303 では、ダイヤフラム 39 が弁座 30 から離間して第 2 開口部 32 と第 3 開口部 34 とが第 2 バルブ室 33 を介して連通する。これにより、カフ 109 の空気が第 2 開口部 32、第 2 バルブ室 33、及び第 3 開口部 34 を経由して排気口 106B から急速に排出される。

【0163】

20

ここで、気体制御装置 300 においても、排気弁 303 の第 1 開口部 37 が、圧電ポンプ 101 の吐出孔 55 と圧電ポンプ 201 の吸入孔 52 とに連通している。そのため、圧電ポンプ 101、201、301 が動作を停止した後、前述のダイヤフラム 39 の第 1 領域 39A は、圧電ポンプ 101 のポンプ室 45 に残留する圧力と等しくなる。

【0164】

すなわち、圧電ポンプ 101、201、301 が動作を停止した後、前述のダイヤフラム 39 の第 1 領域 39A が、圧電ポンプ 301 のポンプ室 45 に残留する圧力と等しくなる場合に比べて排気弁 303 が極めて開き易くなる。

【0165】

よって、圧電ポンプ 101、201、301 が動作を停止した後、カフ 109 の圧力が圧電ポンプ 101 のポンプ室 45 に残留する圧力まで低下する。すなわち、気体制御装置 300 では、血圧測定後、カフ 109 に充填された空気が排気弁 303 を介してより排出される。

30

【0166】

従って、気体制御装置 300 によれば、前記気体制御装置 100 と同様の効果を奏する。

【0167】

《第 4 実施形態》

以下、本発明の第 4 実施形態に係る気体制御装置 400 について説明する。

図 17 は、本発明の第 4 実施形態に係る気体制御装置 400 の主要部の構成を示すブロック図である。気体制御装置 400 が前記気体制御装置 100 と相違する点は、同じ構造の圧電ポンプが n 個直列に接続されている点と排気弁 403 を備える点である。 n は 4 以上の整数である。その他の構成については同じである。

40

【0168】

なお、図 17 において、圧電ポンプ 101 は 1 段目の圧電ポンプであり、圧電ポンプ 201 は 2 段目の圧電ポンプであり、圧電ポンプ 801 は n 段目の圧電ポンプである。図 17 において 3 段目から $n - 1$ 段目までの圧電ポンプは、図示を省略している。

【0169】

詳述すると、 t (t は 2 から $n - 1$ までの整数) 段目の圧電ポンプの構造は、1 段目の圧電ポンプ 101 の構造と同じである。そのため、 t 段目の圧電ポンプは、第 t 吸入孔 5

50

2と第tポンプ室45と第t吐出孔55とを有する。同様に、n段目の圧電ポンプ801の構造も、1段目の圧電ポンプ101の構造と同じである。そのため、n段目の圧電ポンプ801は、第n吸入孔52と第nポンプ室45と第n吐出孔55とを有する。

【0170】

そして、圧電ポンプ101の動作時の吸入孔52と吐出孔55との圧力差をP1、圧電ポンプ101の動作時の圧力損失をd1、圧電ポンプ801の動作時の吸入孔52と吐出孔55との圧力差をPn、圧電ポンプ801の動作時の圧力損失をdn、ダイヤフラム39の第1領域39Aの面積をS1、ダイヤフラム39の第2領域39Bの面積をS2、弁座30がダイヤフラム39を第1バルブ室36側へ押す力をF3としたとき、排気弁403の第1領域39Aおよび第2領域39Bは、

【0171】

【数2】

$$S1 \left\{ \sum_{k=1}^{m-1} (Pk - dk) \right\} > S2 \left\{ \sum_{k=1}^n (Pk - dk) \right\} - F3 \quad (k \text{は任意の整数}) \cdots \text{数式2}$$

【0172】

の関係を満たすよう設けられている。その他の排気弁403の構造は、排気弁103の構造と同じである。なお、F3は0(N)に設定することも可能であるため、F3が0(N)になる場合は数式2からF3を省いてもよい。

【0173】

ここで、図17に示すように、圧電ポンプ101、201、・・・、801、及びカフ109は、配管81、82、384及びゴム管109Aによって直列に接続されている。

【0174】

そのため、圧電ポンプ101の吸入孔52は、筐体110の吸入口107Aを介して筐体110の外部に連通している。また、t-1段目の圧電ポンプの吐出孔55は、t段目の圧電ポンプの吸入孔52に連通する。また、n-1段目の圧電ポンプの吐出孔55は、n段目の圧電ポンプ801の吸入孔52に連通している。また、n段目の圧電ポンプ801の吐出孔55は、筐体110の接続口106Aを介してカフ109の内部に連通している。

【0175】

そして、排気弁403の第1開口部37は、圧電ポンプ101の吐出孔55と圧電ポンプ201の吸入孔52とに連通している。また、排気弁403の第2開口部32は、圧電ポンプ801の吐出孔55に連通し、筐体110の接続口106Aを介してカフ109の内部に連通している。排気弁403の第3開口部34は、筐体110の排気口106Bを介して筐体110の外部に連通している。

【0176】

以上のように、同じ構造の圧電ポンプをn個直列にカフ109に接続することで最大吐出圧力が、1個の圧電ポンプをカフ109に接続した場合の約n倍に増加する。ただし、圧電ポンプ101、201、・・・、801が動作を停止した後、圧電ポンプ801のポンプ室45に残留する圧力も、圧電ポンプ101のポンプ室45に残留する圧力の約n倍に増加する。

【0177】

次に、血圧測定時における気体制御装置400の動作について説明する。

図18は、図17に示す圧電ポンプ101、201、・・・、801が動作している時の空気の流れを示す説明図である。

【0178】

圧電ポンプ101、201、・・・、801が動作を開始すると、筐体110外部の空気が吸入口107Aから吸入され、吸入孔52から圧電ポンプ101のポンプ室45へ流入する。そして、ポンプ室45に流入した空気が圧電ポンプ101の吐出孔55から吐出され、吸入孔52から圧電ポンプ201のポンプ室45へ流入するとともに、第1開口部37から排気弁403の第1バルブ室36へ流入する。

10

20

30

40

50

【 0 1 7 9 】

さらに、圧電ポンプ 2 0 1 のポンプ室 4 5 に流入した空気が吐出孔 5 5 から吐出され、3 段目から n - 1 段目までの圧電ポンプのポンプ室 4 5 を経て、圧電ポンプ 8 0 1 の吸入孔 5 2 から圧電ポンプ 8 0 1 のポンプ室 4 5 へ流入する。さらに、圧電ポンプ 8 0 1 のポンプ室 4 5 に流入した空気が吐出孔 5 5 から吐出され、カフ 1 0 9 へ送出される。

【 0 1 8 0 】

この結果、筐体 1 1 0 外部の空気が圧電ポンプ 1 0 1、2 0 1、・・・、8 0 1 からカフ 1 0 9 へ送出され、カフ 1 0 9 内の圧力（空気圧）が目標圧力まで高まる。

【 0 1 8 1 】

なお、排気弁 4 0 3 の第 1 領域 3 9 A および第 2 領域 3 9 B は、前述したように、数式 2 の関係を満たすよう設けられている。すなわち、排気弁 4 0 3 の第 1 領域 3 9 A および第 2 領域 3 9 B は、 $F 1 > F 2 - F 3$ の関係を満たすよう設けられている。

10

【 0 1 8 2 】

そのため、気体制御装置 4 0 0 においても、圧電ポンプ 1 0 1、2 0 1、・・・、8 0 1 が動作している間に、排気弁 4 0 3 が意図せず開くことを防止できる。すなわち、気体制御装置 4 0 0 によれば、圧電ポンプ 1 0 1、2 0 1、・・・、8 0 1 が動作している間に、カフ 1 0 9 に充填されている空気が排気弁 4 0 3 を介して排出されることを防止できる。

【 0 1 8 3 】

図 1 9 は、図 1 7 に示す圧電ポンプ 1 0 1、2 0 1、・・・、8 0 1 が動作を停止した直後の空気の流れを示す説明図である。

20

【 0 1 8 4 】

次に、血圧の測定が終了すると、圧電ポンプ 1 0 1、2 0 1、・・・、8 0 1 は動作を停止する。ここで、圧電ポンプ 1 0 1、2 0 1、・・・、8 0 1 の動作が停止すると、前記第 1 実施形態と同様に、排気弁 4 0 3 の第 1 バルブ室 3 6 の空気は、圧電ポンプ 1 0 1 の吐出孔 5 5、ポンプ室 4 5、及び吸入孔 5 2 を経由して吸入口 1 0 7 A から筐体 1 1 0 の外部へ排出される。

【 0 1 8 5 】

一方、排気弁 4 0 3 の第 2 開口部 3 2 の圧力は、カフ 1 0 9 の圧力と等しくなる。この結果、排気弁 4 0 3 では、第 1 バルブ室 3 6 の圧力が第 2 開口部 3 2 の圧力より低下する。このため、排気弁 4 0 3 では、ダイヤフラム 3 9 が弁座 3 0 から離間して第 2 開口部 3 2 と第 3 開口部 3 4 とが第 2 バルブ室 3 3 を介して連通する。これにより、カフ 1 0 9 の空気が第 2 開口部 3 2、第 2 バルブ室 3 3、及び第 3 開口部 3 4 を経由して排気口 1 0 6 B から急速に排出される。

30

【 0 1 8 6 】

ここで、気体制御装置 4 0 0 においても、排気弁 4 0 3 の第 1 開口部 3 7 が、圧電ポンプ 1 0 1 の吐出孔 5 5 と圧電ポンプ 2 0 1 の吸入孔 5 2 とに連通している。そのため、圧電ポンプ 1 0 1、2 0 1、・・・、8 0 1 が動作を停止した後、前述のダイヤフラム 3 9 の第 1 領域 3 9 A は、1 段目の圧電ポンプ 1 0 1 のポンプ室 4 5 に残留する圧力と等しくなる。

40

【 0 1 8 7 】

すなわち、圧電ポンプ 1 0 1、2 0 1、・・・、8 0 1 が動作を停止した後、ダイヤフラム 3 9 の第 1 領域 3 9 A の圧力が、n 段目の圧電ポンプ 8 0 1 のポンプ室 4 5 に残留する圧力と等しくなる場合に比べて排気弁 4 0 3 が極めて開き易くなる。

【 0 1 8 8 】

よって、圧電ポンプ 1 0 1、2 0 1、・・・、8 0 1 が動作を停止した後、カフ 1 0 9 の圧力が圧電ポンプ 1 0 1 のポンプ室 4 5 に残留する圧力まで低下する。すなわち、気体制御装置 4 0 0 では、血圧測定後、カフ 1 0 9 に充填された空気が排気弁 4 0 3 を介してより排出される。

【 0 1 8 9 】

50

従って、図17示すようにn個の圧電ポンプを直列に接続した気体制御装置400でも、前記気体制御装置100と同様の効果を奏する。

【0190】

なお、本実施形態では、排気弁403の第1開口部37が、1段目の圧電ポンプ101の吐出孔55と2段目の圧電ポンプ201の吸入孔52とに連通しているが、これに限るものではない。実施の際は、排気弁403の第1開口部37が、m-1段目の圧電ポンプの吐出孔55とm段目の圧電ポンプの吸入孔52とに連通していてもよい。ここで、mは2以上n以下の整数である。

【0191】

この構成では、圧電ポンプ101、201、・・・、801が動作を停止した後、前述のダイヤフラム39の第1領域39Aは、m-1段目の圧電ポンプのポンプ室45に残留する圧力と等しくなる。

10

【0192】

すなわち、圧電ポンプ101、201、・・・、801が動作を停止した後、ダイヤフラム39の第1領域39Aの圧力が、n段目の圧電ポンプ801のポンプ室45に残留する圧力と等しくなる場合に比べて排気弁403が開き易くなる。

【0193】

よって、圧電ポンプ101、201、・・・、801が動作を停止した後、カフ109の圧力がm-1段目の圧電ポンプのポンプ室45に残留する圧力まで低下する。すなわち、この構成でも、血圧測定後、カフ109に充填された空気が排気弁403を介してより

20

排出される。

【0194】

《その他の実施形態》

なお、前記各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い。当該気体が、空気以外の他の気体であっても適用できる。

【0195】

また、前記各実施形態では気体貯蔵部としてカフを用いているが、これに限るものではない。当該気体貯蔵部が、カフ以外のものであっても適用できる。

【0196】

また、前記各実施形態ではポンプの駆動源として圧電素子42を設けたが、これに限るものではない。例えば、電磁駆動で動作するポンプを使用してもよい。

30

【0197】

また、前記各実施形態ではユニモルフ型の圧電振動子を使用しているが、これに限るものではない。振動板41の両面に圧電素子42を設けたバイモルフ型の圧電振動子を使用してもよい。

【0198】

また、前記各実施形態において、圧電素子42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。

40

【0199】

また、前記各実施形態では円板状の圧電アクチュエータ40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40の形状が矩形板状や多角板状、楕円板状であってもよい。

【0200】

また、前記各実施形態では、圧電アクチュエータ40の屈曲振動に伴って可撓板51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40のみが屈曲振動してもよく、必ずしも可撓板51が、圧電アクチュエータ40の屈曲振動に伴って屈曲振動しなくても良い。

【0201】

50

また、前記各実施形態において排気弁 103、203、303、403では、第2開口部 32をカフ 109に接続して第3開口部 34が排気口 106Bに接続しているが、第3開口部 34を第2開口部 32の位置に配置した状態でカフ 109に接続し、第2開口部 32を第3開口部 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。

【0202】

また、前記各実施形態においてカフ 109はひとつの接続口 106Aを有し、ポンプと排気弁とは共通の配管 83でもってカフ 109と接続しているが、これに限るものではない。例えば、カフ 109は2つの接続口を有し、ポンプと排気弁とを別々の配管でもって接続してもよい。

10

【0203】

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】

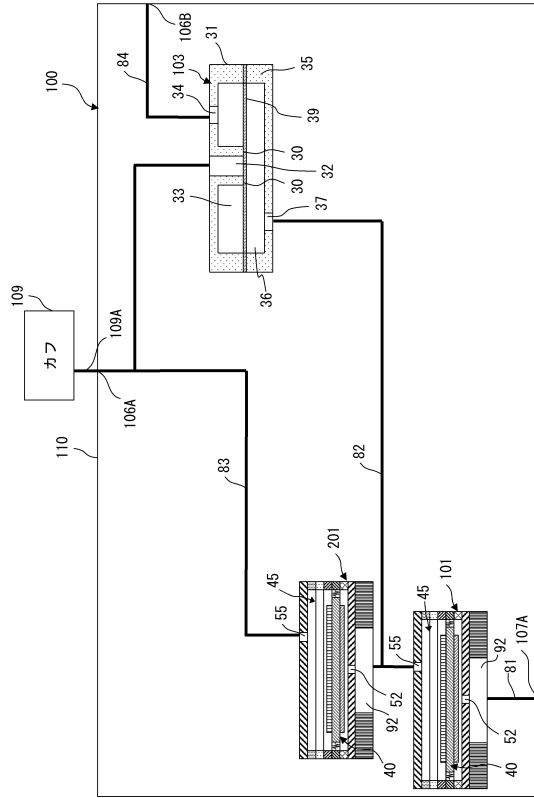
【0204】

20 ... 突出部	
21 ... 上弁筐体	20
23 ... 第4バルブ室	
24 ... 第2連通孔	
25 ... 下弁筐体	
26 ... 第3バルブ室	
27 ... 第1連通孔	
29 ... ダイアフラム	
29A ... 孔部	
30 ... 弁座	
31 ... 上弁筐体	
32 ... 第2開口部	30
33 ... 空気タンク	
34 ... 第3開口部	
35 ... 下弁筐体	
36 ... 第1バルブ室	
37 ... 第1開口部	
39 ... ダイアフラム	
39A ... 第1領域	
39B ... 第2領域	
40 ... 圧電アクチュエータ	
41 ... 振動板	40
42 ... 圧電素子	
43 ... 補強板	
45 ... ポンプ室	
51 ... 可撓板	
52 ... 吸入孔	
53A、53B、53C ... スペーサ	
54 ... 蓋板	
55 ... 吐出孔	
56 ... 可動部	
57 ... 固定部	50

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	
8 1、8 2、8 3、8 4、2 8 3、2 8 4、3 8 3、3 8 4 ... 配管	10
9 1 ... 基板	
9 2 ... 開口部	
1 0 0、2 0 0、3 0 0、4 0 0 ... 気体制御装置	
1 0 1、2 0 1、3 0 1、8 0 1 ... 圧電ポンプ	
1 0 2 ... 逆止弁	
1 0 3、2 0 3、3 0 3、4 0 3 ... 排気弁	
1 0 6 A ... 接続口	
1 0 6 B ... 排気口	
1 0 7 A ... 吸入口	
1 0 7 B ... 排気口	20
1 0 9 ... カフ	
1 0 9 A ... ゴム管	
1 1 0 ... 筐体	
2 0 2 ... 逆止弁	
9 0 0 ... 多段式圧縮機	
9 0 3 ... 低圧側圧縮部	
9 0 4 ... シリンダ	
9 0 5 A、9 0 5 B ... 孔	
9 0 6 ... ピストン	
9 0 7 ... 圧縮室	30
9 1 0 A、9 1 0 B ... 孔	
9 1 2 ... 吸込室	
9 1 3 ... 吐出室	
9 1 4、9 1 5 ... 弁	
9 1 6 ... 高圧側圧縮部	
9 1 7 ... シリンダ	
9 1 8 A、9 1 8 B ... 孔	
9 1 9 ... ピストン	
9 2 0 ... 圧縮室	
9 2 2 A、9 2 2 B ... 孔	40
9 2 3 ... 吸込室	
9 2 4 ... 吐出室	
9 2 5、9 2 6 ... 弁	
9 3 1、9 3 2 ... 配管	
9 3 3 ... 空気タンク	
9 5 0 ... 気体制御装置	
9 5 9 ... 気体貯蔵部	

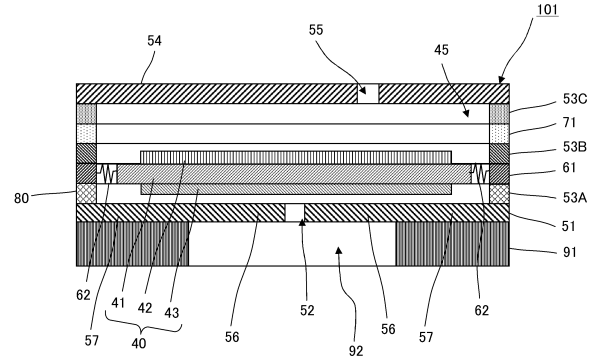
【図1】

図1



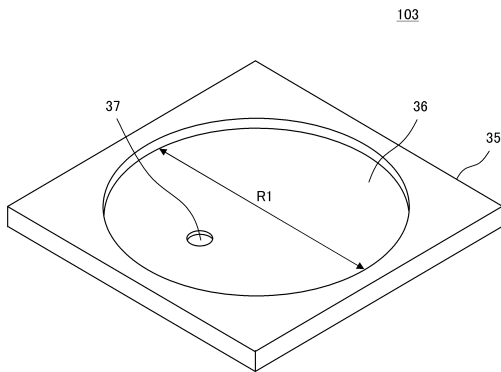
【図3】

図3



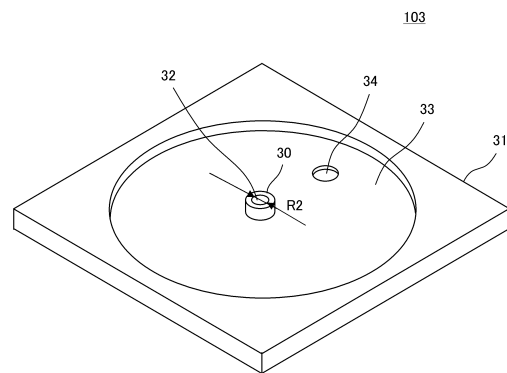
【図4】

図4



【図5】

図5



【図6】

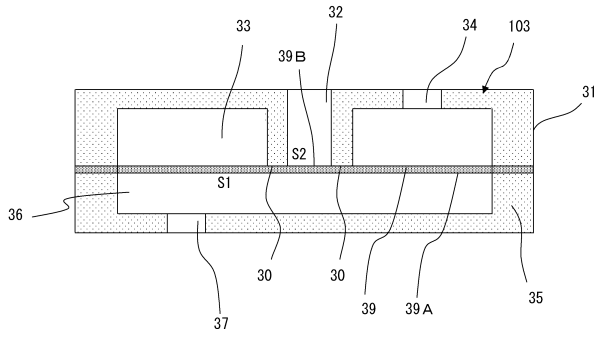


図6

【図7】

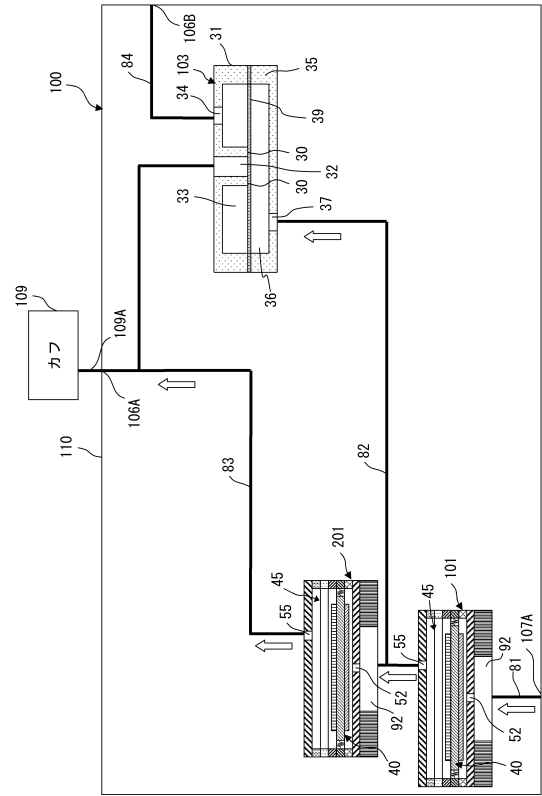


図7

【図8】

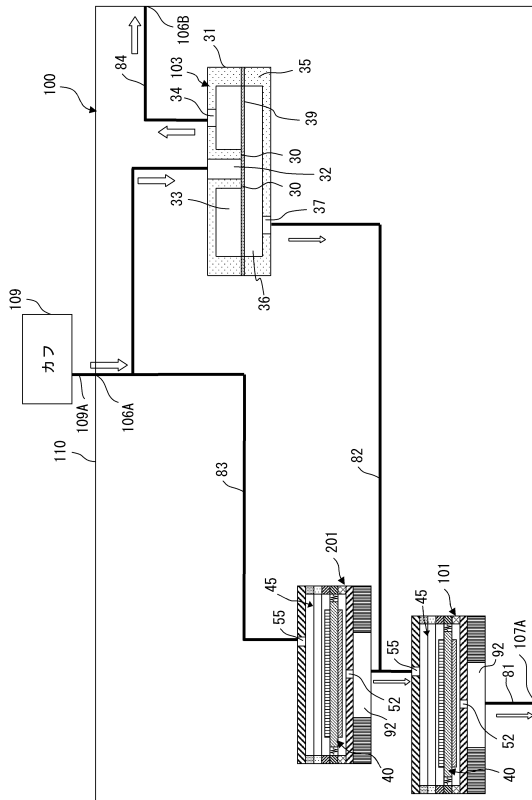


図8

【図9】

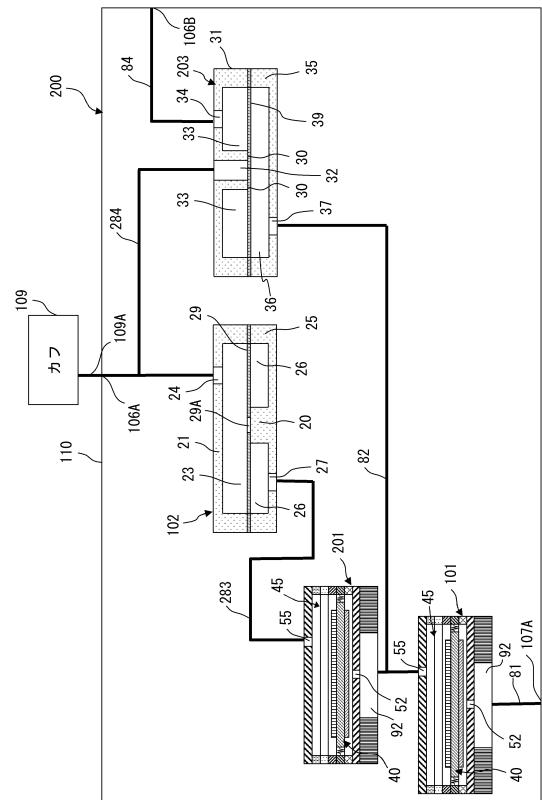


図9

【図14】

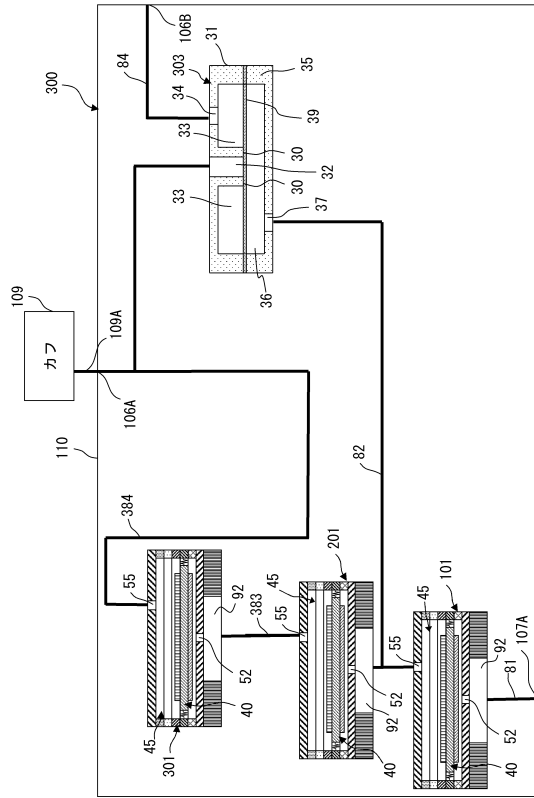


図14

【図15】

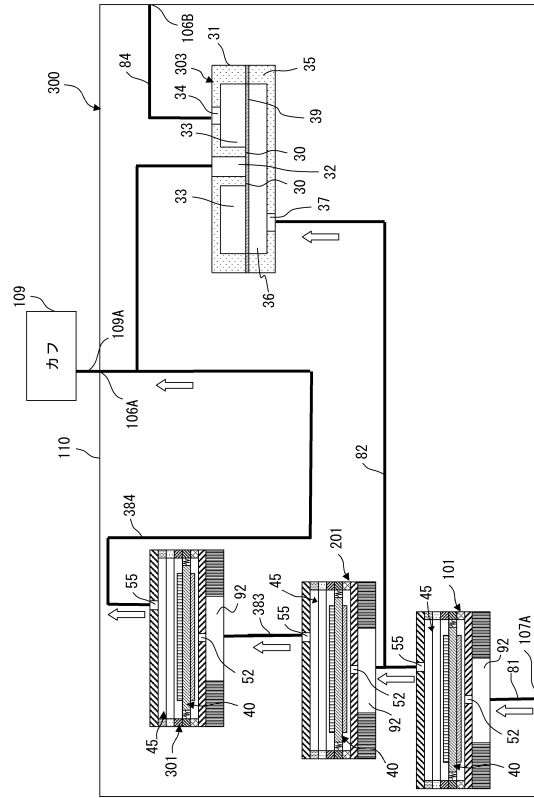


図15

【図16】

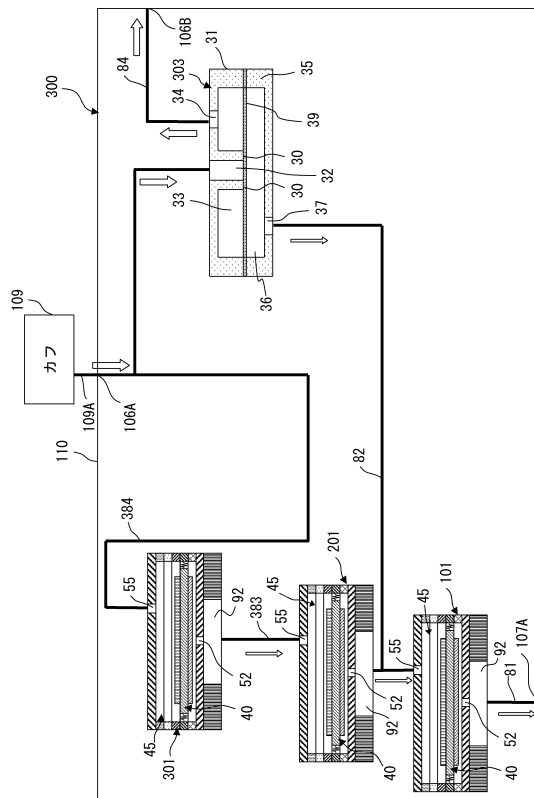


図16

【図17】

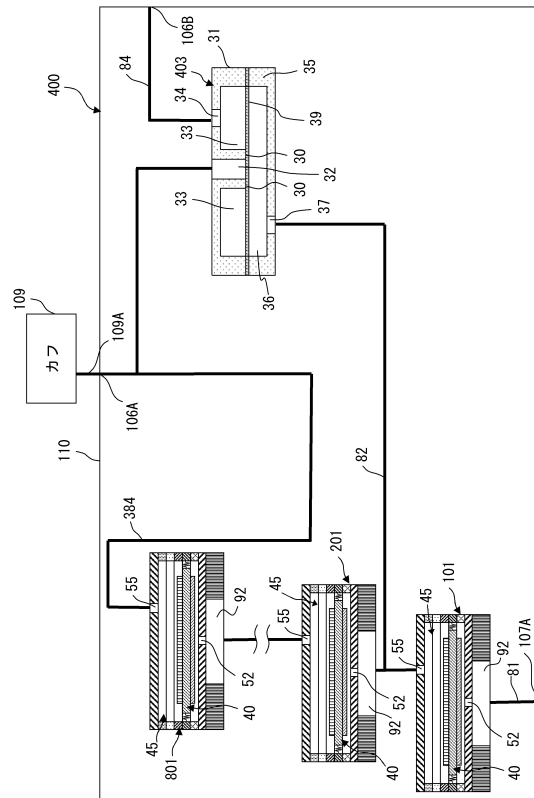


図17

【図18】

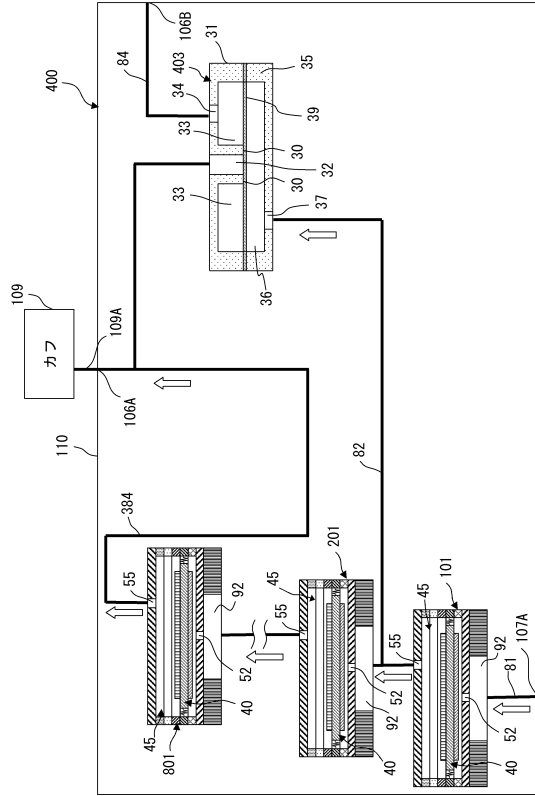


図18

【図19】

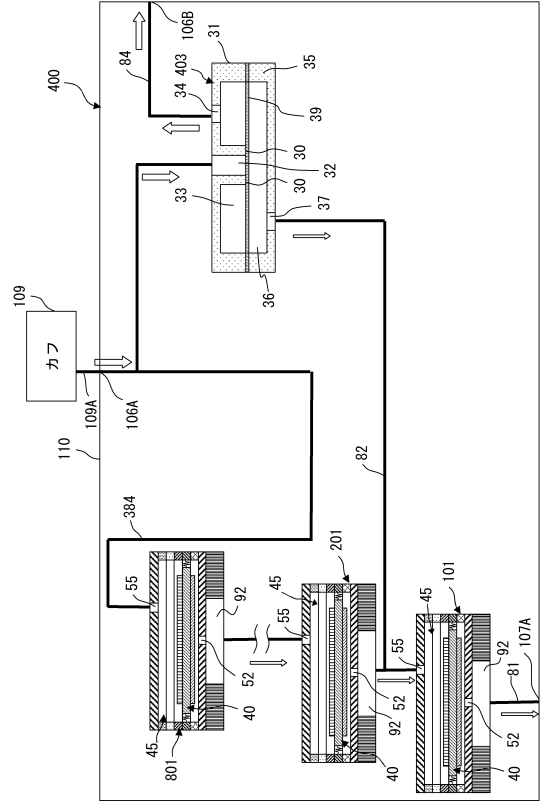


図19

【図20】

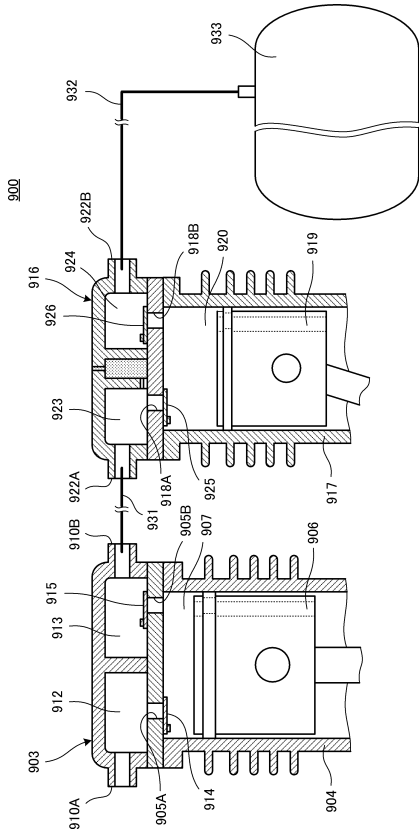


図20

【図21】

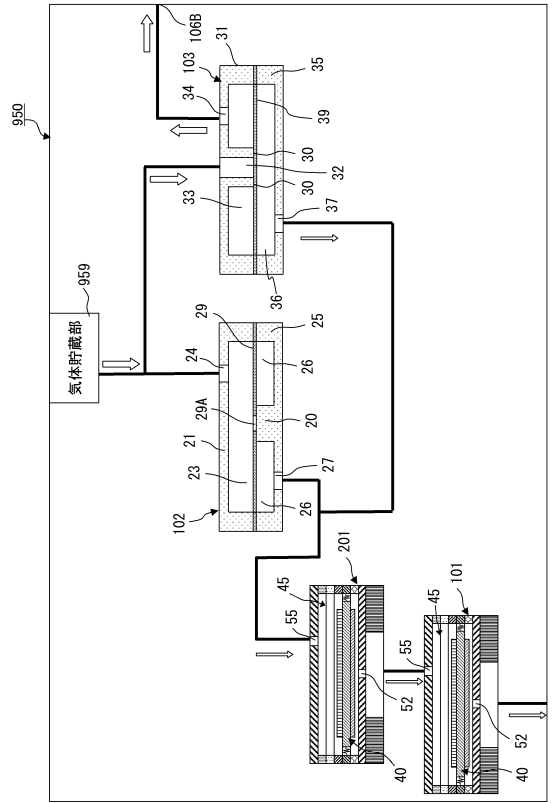
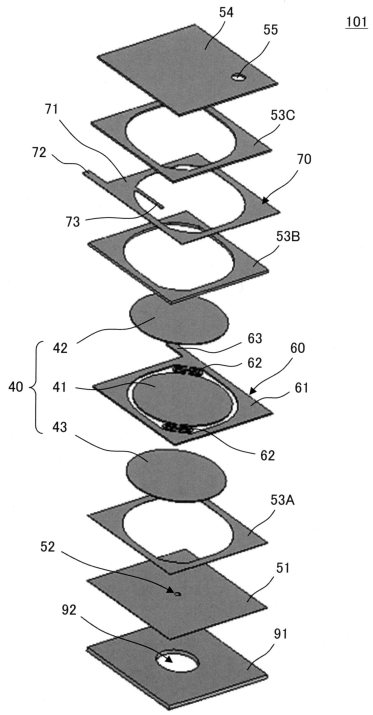


図21

【 図 2 】

図2



フロントページの続き

審査官 新井 浩士

- (56)参考文献 実開昭61-019688(JP,U)
特開2006-183531(JP,A)
特開2006-300001(JP,A)
特開2010-225788(JP,A)
特開2001-263486(JP,A)
特開2009-185800(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F04B 45/04
F04B 39/08
F04B 39/10
F04B 45/047