

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6780959号
(P6780959)

(45) 発行日 令和2年11月4日(2020.11.4)

(24) 登録日 令和2年10月19日(2020.10.19)

(51) Int. Cl. F I
F O 4 B 43/08 (2006.01) F O 4 B 43/08 A

請求項の数 1 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2016-116063 (P2016-116063)	(73) 特許権者	000229737
(22) 出願日	平成28年6月10日 (2016. 6. 10)		日本ピラー工業株式会社
(65) 公開番号	特開2017-219015 (P2017-219015A)		大阪府大阪市西区新町1丁目7番1号
(43) 公開日	平成29年12月14日 (2017.12.14)	(74) 代理人	110000280
審査請求日	平成31年1月16日 (2019.1.16)		特許業務法人サンクレスト国際特許事務所
		(72) 発明者	中野 篤
			大阪府大阪市淀川区野中南2丁目11番4 8号 日本ピラー工業株式会社内
		(72) 発明者	松田 祐太
			大阪府大阪市淀川区野中南2丁目11番4 8号 日本ピラー工業株式会社内
		(72) 発明者	山田 真照
			大阪府大阪市淀川区野中南2丁目11番4 8号 日本ピラー工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ベローズポンプ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

密閉された2つの流体室のうち、一方の流体室に加圧流体を供給することでベローズを伸長させて移送流体を吸入し、他方の流体室に加圧流体を供給することで前記ベローズを収縮させて移送流体を吐出するベローズポンプ装置であって、

前記一方の流体室に供給する加圧流体の流体圧を調整する流体圧調整部と、

前記ベローズの伸長初期に、前記一方の流体室の流体圧が2段階で増加するように前記流体圧調整部を制御し、前記ベローズの伸長終期に、前記一方の流体室の流体圧が2段階で減少するように前記流体圧調整部を制御する制御部と、を備え、

前記制御部は、前記伸長初期において1段階目で増加したときの前記一方の流体室の流体圧よりも、前記伸長終期において1段階目に減少したときの前記一方の流体室の流体圧のほうが小さくなるように、前記流体圧調整部を制御する、ベローズポンプ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ベローズポンプ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体製造や化学工業等において、薬液や溶剤等の移送流体を送給させるために使用されるベローズポンプとして、密閉された2つの空気室のうち、一方の空気室に加圧空気を

供給することでペローズを伸長動作させて移送流体を吸入し、他方の空気室に加圧空気を供給することでペローズを収縮動作させて移送流体を吐出するように構成されたものが知られている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-117322号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

このようなペローズポンプにおいては、移送流体の吐出流量を増加させるために、各空気室に供給する加圧空気の空気圧を上げることが一般的に行われる。しかし、前記空気圧を上げると、ペローズの収縮動作による移送流体の吐出から、ペローズの伸長動作による移送流体の吸い込みに切り換わったときに、ペローズポンプは全力で移送流体を吸い込み始める。

【0005】

このため、図8に示すように、移送流体が吸い込まれるペローズの内部には、瞬間的に大きな負圧による圧力変動（図中の一点鎖線で囲んだ部分）が生じ、移送流体をペローズ内に吸い込む吸込配管内において「ウォーターハンマ」と呼ばれる衝撃圧力が発生する。この衝撃圧力は、図9の一点鎖線の囲み部分で示すように前記負圧が大きくなるほど、ペローズの内部が正圧に戻ったときに、吸込配管内の図9の破線の囲み部分で示すように、図8の破線の囲み部分よりも大きくなっているのが分かる。

【0006】

このような衝撃圧力が発生すると、当該衝撃圧力による振動がポンプ、配管又は機器に伝播し、これらのポンプ等が破損する恐れがある。また、吸込時の負圧が大きくなることで、液体の沸騰（ベーパーやキャビテーション等）が発生し、半導体製造プロセス等に悪影響を及ぼすおそれもある。

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、移送流体の吐出から吸い込みに切り換わるときに発生する衝撃圧力を抑制することができるペローズポンプ装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明のペローズポンプ装置は、密閉された2つの流体室のうち、一方の流体室に加圧流体を供給することでペローズを伸長させて移送流体を吸入し、他方の流体室に加圧流体を供給することで前記ペローズを収縮させて移送流体を吐出するペローズポンプ装置であって、前記一方の流体室に供給する加圧流体の流体圧を調整する流体圧調整部と、前記ペローズの伸長初期に、前記一方の流体室の流体圧が段階的または連続的に増加するように前記流体圧調整部を制御する制御部と、を備える。

【0008】

上記のように構成されたペローズポンプ装置によれば、制御部は、ペローズの伸長初期に、前記一方の流体室の流体圧が段階的または連続的に増加するように流体圧調整部を制御する。これにより、ペローズの収縮動作による移送流体の吐出から、ペローズの伸長動作による移送流体の吸い込みに切り換わったときの圧力変動を抑えることができるため、その切り換わり時に衝撃圧力が発生するのを抑制することができる。

【発明の効果】

【0009】

本発明のペローズポンプ装置によれば、移送流体の吐出から吸い込みに切り換わるときに発生する衝撃圧力を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

10

20

30

40

50

【図1】本発明の第1実施形態に係るペローズポンプ装置の概略構成図である。

【図2】ペローズポンプの断面図である。

【図3】ペローズポンプの動作を示す説明図である。

【図4】ペローズポンプの動作を示す説明図である。

【図5】電空レギュレータの制御例を示すグラフである。

【図6】制御部が移送流体の吸い込み時に電空レギュレータを制御したときの吸込側空気室における空気圧の変化を示すグラフである。

【図7】制御部による電空レギュレータの制御の変形例を実行した場合の吸込側空気室における空気圧の変化を示すグラフである。

【図8】従来のペローズポンプにおけるペローズ内の圧力および吸込配管内の圧力を示すグラフである。

【図9】従来のペローズポンプにおいて大きな負圧が発生した場合のペローズ内の圧力および吸込配管内の圧力を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

次に、本発明の好ましい実施形態について添付図面を参照しながら説明する。

<ペローズポンプ装置の全体構成>

図1は、本発明の一実施形態に係るペローズポンプ装置の概略構成図である。本実施形態のペローズポンプ装置は、例えば半導体製造装置において薬液や溶剤等の移送対象（移送流体）を一定量供給するときに用いられる。このペローズポンプ装置は、ペローズポンプ1と、当該ペローズポンプ1に加圧空気（加圧流体）を供給するエアコンプレッサ等の空気供給装置2と、前記加圧空気の空気圧を調整する機械式レギュレータ3、第1電空レギュレータ（流体圧調整部）51、及び第2電空レギュレータ（流体圧調整部）52と、第1電磁弁4及び第2電磁弁5と、制御部6とを備えている。

【0012】

図2は、本実施形態に係るペローズポンプ1の断面図である。

本実施形態のペローズポンプ1は、ポンプヘッド11と、このポンプヘッド11の左右方向（水平方向）の両側に取り付けられる一对のポンプケース12と、各ポンプケース12の内部において、ポンプヘッド11の左右方向の側面に取り付けられる第1ペローズ13及び第2ペローズ14と、各ペローズ13、14の内部において、ポンプヘッド11の左右方向の側面に取り付けられる合計4個のチェックバルブ15、16と、を備えている。

【0013】

<ペローズの構成>

第1及び第2ペローズ13、14は、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）やテトラフルオロエチレン・パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（PFA）等のフッ素樹脂により有底筒形状に形成され、その開放端部に一体形成されたフランジ部13aおよびフランジ部14aはポンプヘッド11の側面に気密状に押圧固定されている。第1及び第2ペローズ13、14の各周壁は蛇腹形状に形成され、互いに独立して水平方向に伸縮可能に構成されている。

【0014】

具体的には、第1及び第2ペローズ13、14は、後述する作動板19の外面がポンプケース12の底壁部12aの内方側面に当接する最伸長状態と、後述するピストン体23の内方側面がポンプケース12の底壁部12aの外方側面に当接する最収縮状態との間で伸縮するようになっている。第1及び第2ペローズ13、14の底部の外面には、ボルト17及びナット18により作動板19が連結部材20の一端部とともに固定されている。

【0015】

<ポンプケースの構成>

ポンプケース12は、有底円筒状に形成されており、その開口周縁部は、対応するペローズ13（14）のフランジ部13a（14a）に気密状に押圧固定されている。これに

10

20

30

40

50

より、ポンプケース 1 2 の内部には、気密状態が保持された吐出側空気室（流体室）2 1 が形成されている。

【0016】

各ポンプケース 1 2 には吸排気ポート 2 2 がそれぞれ設けられており、吸排気ポート 2 2 は、電磁弁 4（5）、電空レギュレータ 5 1（5 2）及び機械式レギュレータ 3 を介して空気供給装置 2 に接続されている（図 1 参照）。これにより、空気供給装置 2 から機械式レギュレータ 3、電空レギュレータ 5 1（5 2）及び電磁弁 4（5）及び吸排気ポート 2 2 を介して吐出側空気室 2 1 の内部に加圧空気を供給することで、ペローズ 1 3（1 4）が収縮するようになっている。

【0017】

また、各ポンプケース 1 2 の底壁部 1 2 a には、前記連結部材 2 0 が水平方向に摺動可能に支持されており、この連結部材 2 0 の他端部にはピストン体 2 3 がナット 2 4 により固定されている。ピストン体 2 3 は、前記底壁部 1 2 a の外方側面に一体に設けられた円筒状のシリンダ体 2 5 の内周面に対して、気密状態を保持しながら水平方向へ摺動可能に支持されている。これにより、前記底壁部 1 2 a、シリンダ体 2 5、及びピストン体 2 3 によって囲まれた空間は、気密状態が保持された吸込側空気室（流体室）2 6 とされている。

【0018】

前記シリンダ体 2 5 には吸込側空気室 2 6 に連通する吸排気口 2 5 a が形成されており、この吸排気口 2 5 a は、前記電磁弁 4（5）、電空レギュレータ 5 1（5 2）及び機械式レギュレータ 3 を介して空気供給装置 2 に接続されている（図 1 参照）。これにより、空気供給装置 2 から機械式レギュレータ 3、電空レギュレータ 5 1（5 2）及び電磁弁 4（5）及び吸排気口 2 5 a を介して吸込側空気室 2 6 の内部に加圧空気を供給することで、ペローズ 1 3（1 4）が伸長するようになっている。

各ポンプケース 1 2 の底壁部 1 2 a の下方には、移送流体の吐出側空気室 2 1 への漏洩を検知するための漏洩センサ 4 0 が取り付けられている。

【0019】

以上の構成により、図 2 左側の吐出側空気室 2 1 が形成されたポンプケース 1 2 と、図 2 左側の吸込側空気室 2 6 を形成するピストン体 2 3 及びシリンダ体 2 5 とにより、第 1 ペローズ 1 3 を最伸長状態と最収縮状態との間で連続して伸縮動作させる第 1 エアシリンダ部（第 1 駆動部）2 7 が構成されている。

また、図 2 右側の吐出側空気室 2 1 が形成されたポンプケース 1 2 と、図 2 右側の吸込側空気室 2 6 が形成されたピストン体 2 3 及びシリンダ体 2 5 とにより、第 2 ペローズ 1 4 を最伸長状態と最収縮状態との間で連続して伸縮動作させる第 2 エアシリンダ部（第 2 駆動部）2 8 が構成されている。

【0020】

< 検知部の構成 >

第 1 エアシリンダ部 2 7 のシリンダ体 2 5 には、一対の近接センサ 2 9 A，2 9 B が取り付けられ、ピストン体 2 3 には各近接センサ 2 9 A，2 9 B により検知される被検知板 3 0 が取り付けられている。被検知板 3 0 は、ピストン体 2 3 とともに往復動することで、近接センサ 2 9 A，2 9 B に交互に近接することにより検知される。

【0021】

近接センサ 2 9 A は、第 1 ペローズ 1 3 が最収縮状態のときに被検知板 3 0 を検知する位置に配置されている。近接センサ 2 9 B は、第 1 ペローズ 1 3 が最伸長状態のときに被検知板 3 0 を検知する位置に配置されている。各近接センサ 2 9 A，2 9 B の検知信号は制御部 6 に送信される。本実施形態では、上記一対の近接センサ 2 9 A，2 9 B により、第 1 ペローズ 1 3 の伸縮状態を検知する第 1 検知部 2 9 が構成されている。

【0022】

同様に、第 2 エアシリンダ部 2 8 のシリンダ体 2 5 には、一対の近接センサ 3 1 A，3 1 B が取り付けられ、ピストン体 2 3 には各近接センサ 3 1 A，3 1 B により検知される被

10

20

30

40

50

検知板 3 2 が取り付けられている。被検知板 3 2 は、ピストン体 2 3 とともに往復動することで、近接センサ 3 1 A , 3 1 B に交互に近接することにより検知される。

【 0 0 2 3 】

近接センサ 3 1 A は、第 2 ペローズ 1 4 が最収縮状態のときに被検知板 3 2 を検知する位置に配置されている。近接センサ 3 1 B は、第 2 ペローズ 1 4 が最伸長状態のときに被検知板 3 2 を検知する位置に配置されている。各近接センサ 3 1 A , 3 1 B の検知信号は制御部 6 に送信される。本実施形態では、一对の近接センサ 3 1 A , 3 1 B により、第 2 ペローズ 1 4 の伸縮状態を検知する第 2 検知部 3 1 が構成されている。

【 0 0 2 4 】

空気供給装置 2 によって生成された加圧空気は、第 1 検知部 2 9 の一对の近接センサ 2 9 A , 2 9 B が被検知板 3 0 を交互に検知することで、第 1 エアシリンダ部 2 7 の吸込側空気室 2 6 と吐出側空気室 2 1 とに交互に供給される。これにより、第 1 ペローズ 1 3 は連続して伸縮動作する。

【 0 0 2 5 】

また、前記加圧空気は、第 2 検知部 3 1 の一对の近接センサ 3 1 A , 3 1 B が被検知板 3 2 を交互に検知することで、第 2 エアシリンダ部 2 8 の吸込側空気室 2 6 と吐出側空気室 2 1 とに交互に供給される。これにより、第 2 ペローズ 1 4 は連続して伸縮動作する。その際、第 2 ペローズ 1 4 の伸長動作は第 1 ペローズ 1 3 の収縮動作時に行われ、第 2 ペローズ 1 4 の収縮動作は主に第 1 ペローズ 1 3 の伸長動作時に行われる。このように、第 1 ペローズ 1 3 及び第 2 ペローズ 1 4 は、交互に伸縮動作を繰り返すことで、各ペローズ 1 3 , 1 4 の内部への移送流体の吸込と吐出とが交互に行われ、当該移送流体が移送されるようになっている。

【 0 0 2 6 】

なお、第 1 及び第 2 検知部 2 9 , 3 1 は、近接センサによって構成されているが、リミットスイッチ等の他の検知手段により構成されていてもよい。また、第 1 及び第 2 検知部 2 9 , 3 1 は、第 1 及び第 2 ペローズ 1 3 , 1 4 の最伸長状態と最伸縮状態とを検知しているが、伸縮途中の状態を検知するようにしてもよい。

【 0 0 2 7 】

< ポンプヘッドの構成 >

ポンプヘッド 1 1 は、P T F E や P F A 等のフッ素樹脂から形成されている。ポンプヘッド 1 1 の内部には、移送流体の吸込通路 3 4 と吐出通路 3 5 とが形成されており、この吸込通路 3 4 及び吐出通路 3 5 は、ポンプヘッド 1 1 の外周面において開口し、当該外周面に設けられた吸込ポート及び吐出ポート（いずれも図示省略）に接続されている。

【 0 0 2 8 】

吸込ポートは移送流体の貯留タンク等に接続され、吐出ポートは移送流体の移送先に接続される。また、吸込通路 3 4 及び吐出通路 3 5 は、それぞれポンプヘッド 1 1 の左右両側面に向けて分岐するとともに、ポンプヘッド 1 1 の左右両側面において開口する吸込口 3 6 及び吐出口 3 7 を有している。各吸込口 3 6 及び各吐出口 3 7 は、それぞれチェックバルブ 1 5 , 1 6 を介してペローズ 1 3 , 1 4 の内部と連通している。

【 0 0 2 9 】

< チェックバルブの構成 >

各吸込口 3 6 及び各吐出口 3 7 には、チェックバルブ 1 5 , 1 6 が設けられている。

吸込口 3 6 に取り付けられたチェックバルブ 1 5（以下、「吸込用チェックバルブ」ともいう）は、バルブケース 1 5 a と、このバルブケース 1 5 a に収容された弁体 1 5 b と、この弁体 1 5 b を閉弁方向に付勢する圧縮コイルバネ 1 5 c とを有している。

【 0 0 3 0 】

バルブケース 1 5 a は有底円筒形状に形成されており、その底壁にはペローズ 1 3 , 1 4 の内部に連通する貫通孔 1 5 d が形成されている。弁体 1 5 b は、圧縮コイルバネ 1 5 c の付勢力により吸込口 3 6 を閉鎖（閉弁）し、ペローズ 1 3 , 1 4 の伸縮に伴う移送流体の流れによる背圧が作用すると吸込口 3 6 を開放（開弁）するようになっている。

10

20

30

40

50

【0031】

これにより、吸込用チェックバルブ15は、自身が配置されているペローズ13, 14が伸長したときに開弁して、吸込通路34からペローズ13, 14内部に向かう方向への移送流体の吸引を許容し、当該ペローズ13, 14が収縮したときに閉弁して、ペローズ13, 14内部から吸込通路34に向かう方向への移送流体の逆流を阻止する。

【0032】

吐出口37に取り付けられたチェックバルブ16(以下、「吐出用チェックバルブ」ともいう)は、バルブケース16aと、このバルブケース16aに収容された弁体16bと、この弁体16bを閉弁方向に付勢する圧縮コイルバネ16cとを有している。

【0033】

バルブケース16aは有底円筒形状に形成されており、その底壁にはペローズ13, 14の内部に連通する貫通孔16dが形成されている。弁体16bは、圧縮コイルバネ16cの付勢力によりバルブケース16aの貫通孔16dを閉鎖(閉弁)し、ペローズ13, 14の伸縮に伴う移送流体の流れによる背圧が作用するとバルブケース16aの貫通孔16dを開放(開弁)するようになっている。

【0034】

これにより、吐出用チェックバルブ16は、自身が配置されているペローズ13, 14が収縮したときに開弁して、ペローズ13, 14内部から吐出通路35に向かう方向への移送流体の流出を許容し、当該ペローズ13, 14が伸長したときに閉弁して、吐出通路35からペローズ13, 14内部に向かう方向への移送流体の逆流を阻止する。

【0035】

<ペローズポンプの動作>

次に、本実施形態のペローズポンプ1の動作を図3及び図4を参照して説明する。なお、図3及び図4においては第1及び第2ペローズ13, 14の構成を簡略化して示している。

図3に示すように、第1ペローズ13が収縮し、第2ペローズ14が伸長した場合、ポンプヘッド11の図中左側に装着された吸込用チェックバルブ15及び吐出用チェックバルブ16の各弁体15b, 16bは、第1ペローズ13内の移送流体から圧力を受けて各バルブケース15a, 16aの図中右側にそれぞれ移動する。これにより吸込用チェックバルブ15が閉じるとともに、吐出用チェックバルブ16が開き、第1ペローズ13内の移送流体が吐出通路35からポンプ外へ排出される。

【0036】

一方、ポンプヘッド11の図中右側に装着された吸込用チェックバルブ15及び吐出用チェックバルブ16の各弁体15b, 16bは、第2ペローズ14による吸引作用によって各バルブケース15a, 16aの図中右側にそれぞれ移動する。これにより吸込用チェックバルブ15が開くとともに、吐出用チェックバルブ16が閉じ、吸込通路34から第2ペローズ14内に移送流体が吸い込まれる。

【0037】

次に、図4に示すように、第1ペローズ13が伸長し、第2ペローズ14が収縮した場合、ポンプヘッド11の図中右側に装着された吸込用チェックバルブ15及び吐出用チェックバルブ16の各弁体15b, 16bは、第2ペローズ14内の移送流体から圧力を受けて各バルブケース15a, 16aの図中左側に移動する。これにより吸込用チェックバルブ15が閉じるとともに、吐出用チェックバルブ16が開き、第2ペローズ14内の移送流体が吐出通路35からポンプ外へ排出される。

【0038】

一方、ポンプヘッド11の図中左側に装着された吸込用チェックバルブ15及び吐出用チェックバルブ16の各弁体15b, 16bは、第1ペローズ13による吸引作用によって各バルブケース15a, 16aの図中左側に移動する。これにより吸込用チェックバルブ15が開くとともに、吐出用チェックバルブ16が閉じ、吸込通路34から第1ペローズ13内に移送流体が吸い込まれる。

10

20

30

40

50

以上の動作を繰り返し行うことで、左右のペローズ 13, 14 は、交互に移送流体の吸引と排出とを行うことができる。

【0039】

<電磁弁の構成>

図1において、第1電磁弁4は、第1エアシリンダ部27の吐出側空気室21及び吸込側空気室26のうち、一方の空気室への加圧空気の給排、及び他方の空気室内への加圧空気の給排を切り換えるものである。第1電磁弁4は、例えば、一对のソレノイド4a, 4bを有する三位置の電磁切換弁からなる。各ソレノイド4a, 4bは制御部6から受けた指令信号に基づいて励磁されるようになっている。

【0040】

第2電磁弁5は、第2エアシリンダ部28の吐出側空気室21及び吸込側空気室26のうち、一方の空気室への加圧空気の給排、及び他方の空気室内への加圧空気の給排を切り換えるものである。第2電磁弁5は、例えば一对のソレノイド5a, 5bを有する三位置の電磁切換弁からなる。各ソレノイド5a, 5bは制御部6から指令信号を受けて励磁されるようになっている。

なお、本実施形態の第1及び第2電磁弁4, 5は、三位置の電磁切換弁からなるが、中立位置を有しない二位置の電磁切換弁であってもよい。

【0041】

図1において、第1エアシリンダ部27の吐出側空気室21（吸排気ポート22）と第1電磁弁4との間には、第1急速排気弁61が吐出側空気室21に隣接して配置されている。第1急速排気弁61は、加圧空気を排出する排気口61aを有しており、第1電磁弁4から吐出側空気室21への加圧空気の流れを許容するとともに、吐出側空気室21から流れ出た加圧空気を排気口61aから排出するようになっている。これにより、吐出側空気室21内の加圧空気を、第1電磁弁4を介することなく、第1急速排気弁61から迅速に排出することができる。

【0042】

同様に、第2エアシリンダ部28の吐出側空気室21（吸排気ポート22）と第2電磁弁5との間には、第2急速排気弁62が吐出側空気室21に隣接して配置されている。第2急速排気弁62は、加圧空気を排出する排気口62aを有しており、第2電磁弁5から吐出側空気室21への加圧空気の流れを許容するとともに、吐出側空気室21から流れ出た加圧空気を排気口62aから排出するようになっている。これにより、吐出側空気室21内の加圧空気を、第2電磁弁5を介することなく、第2急速排気弁62から迅速に排出することができる。

【0043】

なお、各エアシリンダ部27, 28の吸込側空気室26（吸排気口25a）と、対応する電磁弁4, 5の間にも急速排気弁を配置することが可能であるが、本実施形態においては配置されていない。その理由は、吸込側に急速排気弁を取り付けた場合、吐出側に急速排気弁を取り付けた場合と同様の効果が得られるが、その効果は吐出側ほど小さくなく、コスト面を優先して考慮したためである。

【0044】

<制御部の構成>

制御部6は、第1検知部29及び第2検知部31（図2参照）の検知結果に基づいて、各電磁弁4, 5を切り換えることで、ペローズポンプ1の第1エアシリンダ部27及び第2エアシリンダ部28の各駆動を制御するものである。

【0045】

具体的には、制御部6は、第1検知部29及び第2検知部31の検知結果に基づいて、第1ペローズ13が最収縮状態となる手前で第2ペローズ14を最伸長状態から収縮させるとともに、第2ペローズ14が最収縮状態となる手前で第1ペローズ13を最伸長状態から収縮させるように、第1及び第2エアシリンダ部27, 28を駆動制御する。

【0046】

10

20

30

40

50

これにより、一方のペローズの収縮（吐出）から伸長（吸い込み）への切り換えタイミングにおいて、他方のペローズは既に収縮して移送流体を吐出しているため、前記切り換えタイミングにおいて移送流体の吐出圧力が大きく落ち込むのを低減することができる。その結果、ペローズポンプ1の吐出側の脈動を低減することができる。

【0047】

なお、本実施形態の制御部6は、一方のペローズ13（14）が最収縮状態となる手前で他方のペローズ14（13）を最伸長状態から収縮させているが、一方のペローズ13（14）が最収縮状態となったときに、他方のペローズ14（13）を最伸長状態から収縮させるように制御してもよい。但し、ペローズポンプ1の吐出側の脈動を低減するという観点では、本実施形態のように制御するのが好ましい。

10

【0048】

<電空レギュレータの構成>

図1及び図2において、第1電空レギュレータ51は、機械式レギュレータ3と第1電磁弁4との間に配置されている。第1電空レギュレータ51は、第1エアシリンダ部27の吸込側空気室26に供給する加圧空気の空気圧である第1空気圧、及び第1エアシリンダ部27の吐出側空気室21に供給する加圧空気の空気圧である第2空気圧を調整する。

【0049】

第2電空レギュレータ52は、機械式レギュレータ3と第2電磁弁5との間に配置されている。第2電空レギュレータ52は、第2エアシリンダ部28の吸込側空気室26に供給する加圧空気の空気圧である第1空気圧、及び第2エアシリンダ部28の吐出側空気室21に供給する加圧空気の空気圧である第2空気圧を調整する。

20

【0050】

なお、電空レギュレータ51、52は、電磁弁4、5の上流側に配置されているが、電磁弁4、5の下流側に配置されていてもよい。但し、この場合には、電空レギュレータ51、52の一次側に、電磁弁4、5を切り換えたときに生じる衝撃圧力が作用するので、電空レギュレータ51、52の故障を防止するという観点では、電磁弁4、5の上流側に電空レギュレータ51、52を配置するのが好ましい。

【0051】

また、電空レギュレータ51、52は、少なくとも前記第1空気圧を調整するものであればよい。また、本実施形態では、流体圧調整部として、空気圧を直接的に調整する電空レギュレータ51、52を用いているが、空気流量を調整する空気流量調整弁を用いて空気圧を間接的に調整してもよいし、空気以外の気体（例えば窒素）や液体等の圧力又は流量を調整する機器を用いてもよい。

30

【0052】

<電空レギュレータの制御例>

図5は、本実施形態の制御部6による移送流体の吐出時と吸い込み時における電空レギュレータ51（52）の制御例を示すグラフである。図5において、制御部6は、ペローズ13（14）が移送流体の吐出時に収縮する収縮期間T2の間、第2空気圧を変化させるように電空レギュレータ51（52）を制御する。具体的には、制御部6は、ペローズ13（14）の収縮開始時点から第1収縮途中時点までの第1収縮時間T21の間、第2空気圧を所定の空気圧Pr1から、当該空気圧Pr1よりも高い空気圧Pr2まで連続的に増加させるように電空レギュレータ51（52）を制御する。

40

【0053】

次に、制御部6は、前記第1収縮途中時点から第2収縮途中時点までの第2収縮時間T22の間、第2空気圧を前記空気圧Pr2から、当該空気圧Pr2よりも低い空気圧Pr3まで連続的に減少させるように電空レギュレータ51（52）を制御する。さらに、制御部6は、前記第2収縮途中時点から収縮終了時点までの第3収縮時間T23の間、第2空気圧を前記空気圧Pr3よりも低い一定の空気圧Pr1となるように電空レギュレータ51（52）を制御する。

【0054】

50

続いて、制御部 6 は、ペローズ 13 (14) が移送流体の吸い込み時に伸長する伸長時間 T1 の間、第 1 空気圧を変化させるように電空レギュレータ 51 (52) を制御する。具体的には、制御部 6 は、ペローズ 13 (14) の伸長初期である伸長開始時点から第 1 伸長途中時点までの第 1 伸長時間 T11 の間、第 1 空気圧を一定の空気圧 Pr1 となるように電空レギュレータ 51 (52) を制御する。

【0055】

次に、制御部 6 は、前記第 1 伸長途中時点から第 2 伸長途中時点までの第 2 伸長時間 T12 の間、第 1 空気圧を空気圧 Pr1 よりも高い一定の空気圧 Pr4 となるように電空レギュレータ 51 (52) を制御する。なお、空気圧 Pr4 は、前記空気圧 Pr3 よりも低い値に設定されている。さらに、制御部 6 は、前記第 2 伸長途中時点から伸長終了時点までの第 3 伸長時間 T13 の間、第 1 空気圧を空気圧 Pr4 よりも低い一定の空気圧 Pr1 となるように電空レギュレータ 51 (52) を制御する。

10

【0056】

図 6 は、本実施形態の制御部 6 が移送流体の吸い込み時に電空レギュレータ 51 (52) を制御したときの吸込側空気室 26 における空気圧の変化を示すグラフである。図 6 に示すように、吸込側空気室 26 の空気圧は、第 1 伸長時間 T11 の開始時点においてゼロから空気圧 Pa1 まで増加した後、第 1 伸長時間 T11 の終了時点（第 2 伸長時間 T12 の開始時点）において空気圧 Pa1 から、極大値である空気圧 Pa4 まで増加する。

【0057】

このように、吸込側空気室 26 の空気圧は、ペローズ 13 (14) の伸長初期である第 1 伸長時間 T11 の開始時点から終了時点に至るまで、ゼロから一旦、空気圧 Pa1 まで増加した後、この空気圧 Pa1 よりも高い空気圧 Pa4 まで増加する。したがって、本実施形態の制御部 6 は、ペローズ 13 (14) の伸長初期に、吸込側空気室 26 の空気圧が段階的（ここでは 2 段階）に増加するように電空レギュレータ 51 (52) を制御している。なお、制御部 6 は、吸込側空気室 26 の空気圧が 3 段階以上に増加するように電空レギュレータ 51 (52) を制御してもよい。

20

【0058】

第 2 伸長時間 T12 の開始時点以降、吸込側空気室 26 の空気圧は、第 2 伸長時間 T12 の終了時点（第 3 伸長時間 T13 の開始時点）において空気圧 Pa4 から再び空気圧 Pa1 まで一旦減少した後、第 3 伸長時間 T13 の終了時点（伸長時間 T1 の終了時点）においてゼロまで減少する。

30

【0059】

このように、吸込側空気室 26 の空気圧は、ペローズ 13 (14) の伸長終期である第 3 伸長時間 T13 の開始時点から終了時点に至るまで、空気圧 Pa4 から一旦、空気圧 Pa1 まで低下した後、この空気圧 Pa1 からゼロまで低下する。したがって、本実施形態の制御部 6 は、ペローズ 13 (14) の伸長終期に、吸込側空気室 26 の空気圧が段階的に減少するように電空レギュレータ 51 (52) を制御している。

【0060】

ところで、吸込側空気室 26 の空気圧が低くなると、その分だけペローズ 13 (14) の伸長速度が遅くなる。このため、吸込側空気室 26 の空気圧が低くなる期間である、一方のペローズ 13 (14) の伸長初期（第 1 伸長時間 T11）および伸長終期（第 3 伸長時間 T13）は、収縮中の他方のペローズ 14 (13) が最収縮状態の手前となる時点（一方のペローズ 13 (14) が最伸長状態から収縮を開始する時点）までに、前記一方のペローズ 13 が最伸長状態となる時間長さに設定されている。

40

【0061】

なお、本実施形態では、制御部 6 が制御する第 1 電空レギュレータ 51 の第 1 及び第 2 空気圧と、第 2 電空レギュレータの第 1 及び第 2 空気圧は、それぞれ同じ値 Pr1 ~ Pr4 に変化するように設定されているが、各電空レギュレータによって異なる値に変化するように設定されていても良い。

また、ペローズ 13 (14) の伸長初期（第 1 伸長時間 T11）および伸長終期（第 3

50

伸長時間 T 1 3) の両空気圧は、同じ圧力 (P a 1) に設定されているが、互いに異なる圧力に設定されていてもよい。但し、第 1 伸長時間 T 1 1 の空気圧は、移送流体をスムーズに吸い込み始める慣性力を作用させるために、できるだけ低い値にするのが望ましい。また、第 3 伸長時間 T 1 3 の空気圧は、移送流体を吸い込む流れを緩やかに止めるために、できるだけ低い圧力にするのが望ましい。このため、第 1 伸長時間 T 1 1 および第 3 伸長時間 T 1 3 の両空気圧を互いに異なる圧力に設定する場合には、一方の空気圧を現状の空気圧 P a 1 よりも低くするのが望ましい。この場合、第 1 伸長時間 T 1 1 の空気圧を第 3 伸長時間 T 1 3 の空気圧 P a 1 よりも小さくする場合と、第 3 伸長時間 T 1 3 の空気圧を第 1 伸長時間 T 1 1 の空気圧 P a 1 よりも小さくする場合とが考えられるが、衝撃圧力の発生を抑制するという観点では後者の方が望ましい。

10

【 0 0 6 2 】

< 効果について >

以上、本実施形態のペローズポンプ装置によれば、制御部 6 は、ペローズ 1 3 (1 4) の伸長初期に、吸込側空気室 2 6 の空気圧が段階的に増加するように電空レギュレータ 5 1 (5 2) を制御する。これにより、ペローズ 1 3 (1 4) の収縮動作による移送流体の吐出から、ペローズ 1 3 (1 4) の伸長動作による移送流体の吸い込みに切り換わったときの圧力変動を抑えることができるため、その切り換わり時に衝撃圧力が発生するのを抑制することができる。

【 0 0 6 3 】

< 電空レギュレータの制御の変形例 >

図 7 は、制御部 6 による電空レギュレータ 5 1 (5 2) の制御の変形例を実行した場合の吸込側空気室 2 6 における空気圧の変化を示すグラフである。

本変形例の制御部 6 は、ペローズ 1 3 (1 4) の伸長初期 (第 1 伸長時間 T 1 1) に、吸込側空気室 2 6 の空気圧が連続的に増加するように電空レギュレータ 5 1 (5 2) を制御している。

20

【 0 0 6 4 】

具体的には、制御部 6 は、吸込側空気室 2 6 の空気圧が第 1 伸長時間 T 1 1 の開始時点においてゼロから空気圧 P a 1 まで増加した後、図中の実線で示すようにペローズ 1 3 (1 4) の伸長時間に対して正比例して増加し、第 1 伸長時間 T 1 1 の終了時点で極大値である空気圧 P a 4 となるように、電空レギュレータ 5 1 (5 2) を制御する。

30

【 0 0 6 5 】

なお、本変形例の制御部 6 は、吸込側空気室 2 6 の空気圧が正比例して増加するように電空レギュレータ 5 1 (5 2) を制御しているが、前記空気圧が図中の一点鎖線や二点鎖線で示すように変化しながら増加するように電空レギュレータ 5 1 (5 2) を制御してもよい。具体的には、制御部 6 は、ペローズ 1 3 (1 4) の第 1 伸長時間 T 1 1 において空気圧 P a 1 から空気圧 P a 4 まで、図中の一点鎖線で示す凹曲線状に増加するように電空レギュレータ 5 1 (5 2) を制御してもよいし、図中の二点鎖線で示す凸曲線状に増加するように電空レギュレータ 5 1 (5 2) を制御してもよい。

【 0 0 6 6 】

以上、図 7 に示す変形例によれば、上述した実施形態と同様に、移送流体の吸い込みに切り換わったときの圧力変動を抑えることができ、その切り換わり時に衝撃圧力が発生するのを抑制することが可能となるだけでなく、以下の作用効果を奏する。すなわち、制御部 6 は、ペローズ 1 3 (1 4) の伸長初期に、吸込側空気室 2 6 の空気圧が連続的に増加するように電空レギュレータ 5 1 (5 2) を制御するため、ペローズ 1 3 (1 4) の伸長初期における前記空気圧の圧力変化の自由度を高めることができる。

40

【 0 0 6 7 】

< その他 >

なお、今回開示された実施形態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、上記した意味ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味、及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意

50

図される。

【 0 0 6 8 】

例えば、本実施形態の図 6 および図 7 に示した制御例において、制御部 6 は、ペローズ 1 3 (1 4) の伸長終期 (第 3 伸長時間 T 1 3) に、吸込側空気室 2 6 の空気圧が段階的に減少するように電空レギュレータ 5 1 (5 2) を制御しているが、ペローズ 1 3 (1 4) の伸長初期と同様に、前記空気圧が連続的に減少するように電空レギュレータ 5 1 (5 2) を制御してもよい。

【 0 0 6 9 】

また、ペローズポンプ 1 0 は、上記実施形態に限定されるものではなく、一対のペローズのうち的一方をアキュムレータに入れ替えて構成されたペローズポンプ、または一対のペローズのうち一方のペローズのみから構成されたシングルタイプのペローズポンプなど、他のペローズポンプにも適用することができる。

10

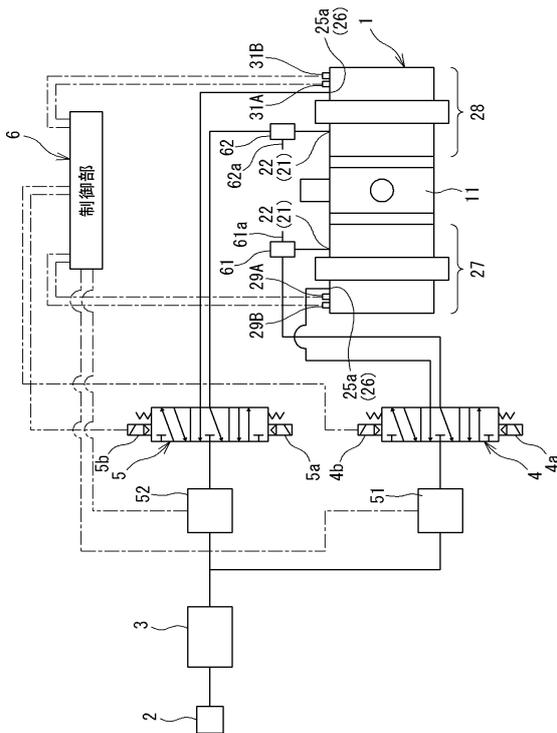
【符号の説明】

【 0 0 7 0 】

6 : 制御部、 1 3 : 第 1 ペローズ、 1 4 : 第 2 ペローズ、 2 1 : 吐出側空気室 (流体室)、 2 6 : 吸込側空気室 (流体室)、 5 1 : 第 1 電空レギュレータ (流体圧調整部)、 5 2 : 第 2 電空レギュレータ (流体圧調整部)、 P r 1 , P r 4 : 空気圧

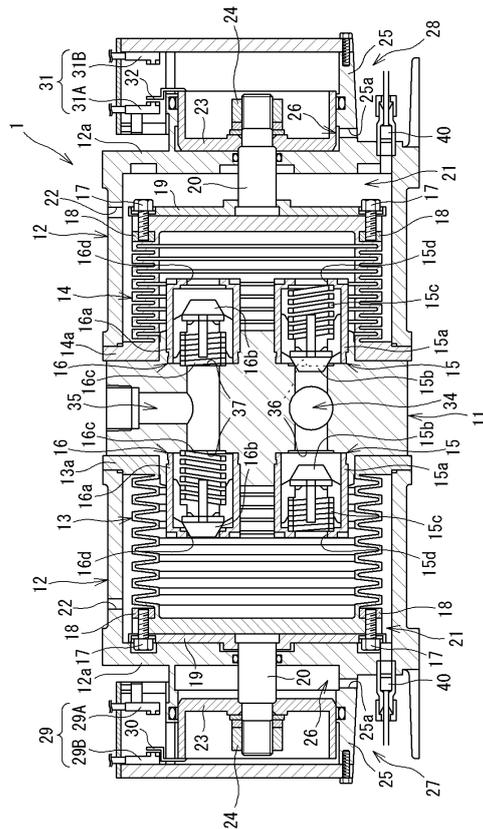
【 図 1 】

図 1



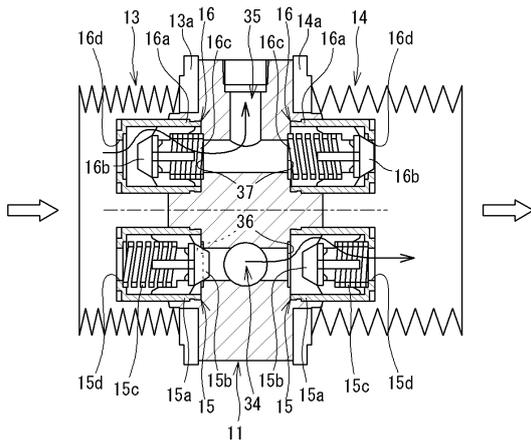
【 図 2 】

図 2



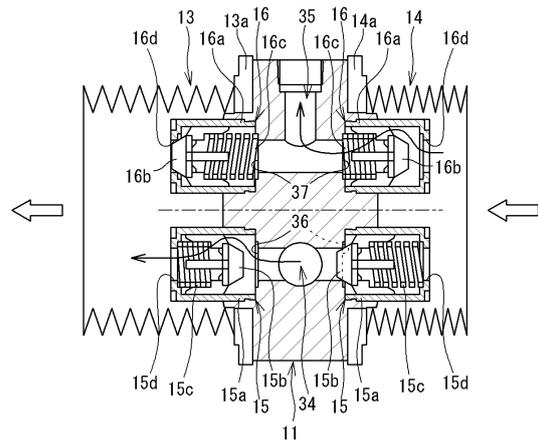
【図3】

図3



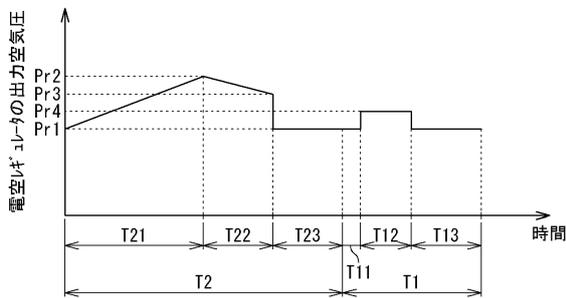
【図4】

図4



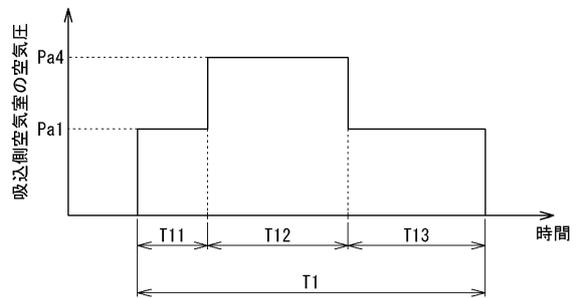
【図5】

図5



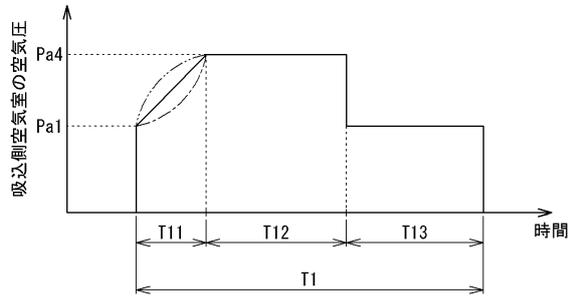
【図6】

図6



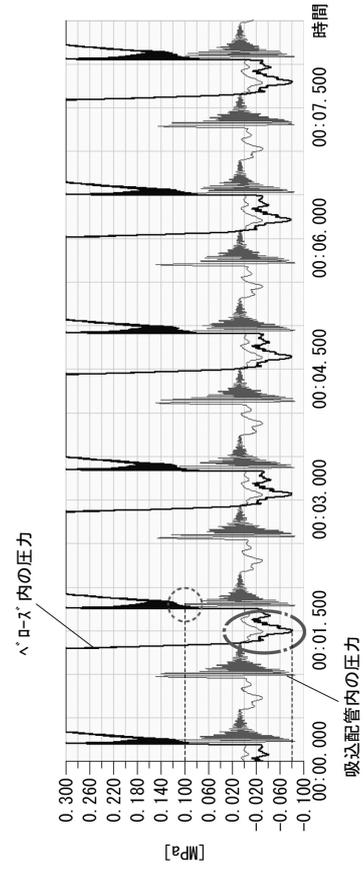
【図7】

図7



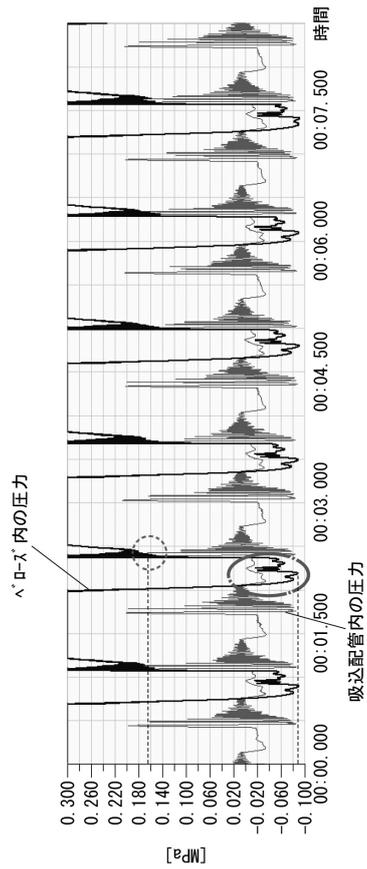
【図8】

図8



【図9】

図9



フロントページの続き

審査官 田谷 宗隆

- (56)参考文献 特開2016-037912(JP,A)
特開2006-063815(JP,A)
特開2008-128059(JP,A)
特開2005-226620(JP,A)
特開2010-196541(JP,A)
特開2015-34481(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F04B 43/08