

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6353732号  
(P6353732)

(45) 発行日 平成30年7月4日(2018.7.4)

(24) 登録日 平成30年6月15日(2018.6.15)

(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 2 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2014-158570 (P2014-158570)	(73) 特許権者	000229737
(22) 出願日	平成26年8月4日(2014.8.4)		日本ピラー工業株式会社
(65) 公開番号	特開2016-35241 (P2016-35241A)		大阪府大阪市西区新町1丁目7番1号
(43) 公開日	平成28年3月17日(2016.3.17)	(74) 代理人	110000280
審査請求日	平成29年3月9日(2017.3.9)		特許業務法人サンクレスト国際特許事務所
		(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
		(72) 発明者	手嶋 一清
			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	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

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】

流体の吸込通路及び吐出通路が形成されたポンプヘッドと、  
 前記吸込通路及び吐出通路に対する一方向への流体の流れを許容するとともに他方向への流体の流れを阻止するチェックバルブと、  
 前記ポンプヘッドに互いに独立して伸縮自在に取り付けられ、伸長により前記吸込通路から内部に流体を吸い込み、収縮により内部から前記吐出通路に流体を吐出する第1及び第2ベローズと、  
 前記第1ベローズ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駆動装置と、  
 前記第2ベローズ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駆動装置と、  
 前記第1ベローズの伸縮状態を検知する第1検知手段と、  
 前記第2ベローズの伸縮状態を検知する第2検知手段と、  
 前記第1及び第2検知手段の各検知信号に基づいて、前記第1ベローズが最収縮状態となる手前で前記第2ベローズを最伸長状態から収縮させるとともに、前記第2ベローズが最収縮状態となる手前で前記第1ベローズを最伸長状態から収縮させるように、前記第1及び第2駆動装置を駆動制御する制御部と、を備え、  
 前記制御部は、  
 前記第1検知手段の検知信号に基づいて、前記第1ベローズの最収縮状態から最伸長

10

20

状態までの第 1 伸長時間、及び最伸長状態から最収縮状態までの第 1 収縮時間を算出する第 1 算出部と、

前記第 2 検知手段の検知信号に基づいて、前記第 2 ペローズの最収縮状態から最伸長状態までの第 2 伸長時間、及び最伸長状態から最収縮状態までの第 2 収縮時間を算出する第 2 算出部と、

算出された前記第 1 伸長時間及び第 1 収縮時間に基づいて、最伸長状態の前記第 1 ペローズが収縮動作を開始する時点から、当該収縮動作により前記第 1 ペローズが最収縮状態となる手前で最伸長状態の前記第 2 ペローズが収縮動作を開始する時点までの第 1 時間差を決定する第 1 決定部と、

算出された前記第 2 伸長時間及び第 2 収縮時間に基づいて、最伸長状態の前記第 2 ペローズが収縮動作を開始する時点から、当該収縮動作により前記第 2 ペローズが最収縮状態となる手前で最伸長状態の前記第 1 ペローズが収縮動作を開始する時点までの第 2 時間差を決定する第 2 決定部と、

最伸長状態の前記第 1 ペローズが収縮動作を開始した時点から前記第 1 時間差が経過した時点で最伸長状態の前記第 2 ペローズの収縮動作を開始させるとともに、最伸長状態の前記第 2 ペローズが収縮動作を開始した時点から前記第 2 時間差が経過した時点で最伸長状態の前記第 1 ペローズの収縮動作を開始させるように、前記第 1 及び第 2 駆動装置を駆動制御する駆動制御部と、

を有していることを特徴とするペローズポンプ装置。

【請求項 2】

前記第 1 決定部は、直前に算出された前記第 1 伸長時間及び第 1 収縮時間に基づいて、前記第 1 時間差を決定し、

前記第 2 決定部は、直前に算出された前記第 2 伸長時間及び第 2 収縮時間に基づいて、前記第 2 時間差を決定し、

前記駆動制御部は、直前に決定された前記第 1 及び第 2 時間差に基づいて前記第 1 及び第 2 駆動装置を駆動制御する請求項 1 に記載のペローズポンプ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ペ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、薬液や溶剤等の流体を送給させるためのポンプとして、ペローズポンプが使用される場合がある。

このペローズポンプは、例えば、特許文献 1 に記載されているように、ポンプヘッドの左右方向（水平方向）の両側にポンプケースを連結して 2 つの空気室を形成し、各空気室の内部にそれぞれ左右方向に伸縮可能な一対のペローズを設け、各空気室に交互に加圧エアを供給することによって各ペローズを収縮又は伸長させるように構成されている。

【0003】

ポンプヘッドには、各ペローズの内部と連通する流体の吸込通路と吐出通路とが形成され、さらに、吸込通路及び吐出通路に対する一方向への流体の流れを許容し、他方向への流体の流れを阻止するチェックバルブが設けられている。吸込通路用のチェックバルブは、ペローズの伸長により開くことによって吸込通路からペローズ内への流体の流れを許容し、ペローズの収縮により閉じることによって、当該ペローズ内から吸込通路への流体の流れを阻止するように構成されている。また、吐出通路用のチェックバルブは、ペローズの伸長により閉じることによって、吐出通路からペローズ内への流体の流れを阻止し、ペローズの収縮により開くことによって、ペローズ内から吐出通路への流体の流れを許容するように構成されている。

【0004】

一対のペローズは、タイロッドにより一体に連結されており、一方のペローズが収縮し

10

20

30

40

50

て吐出通路へ流体を吐出すると、これと同時に他方のペローズが強制的に伸長して吸込通路から流体が吸い込まれる。また、前記他方のペローズが収縮して吐出通路へ流体を吐出すると、これと同時に前記一方のペローズが強制的に伸長して吸込通路から流体が吸い込まれるようになっている。

【0005】

上記構成のペローズポンプは、流体の吐出と吸い込みとの切り換えタイミングにおいて、吐出圧力が一気にゼロ付近まで落ち込む現象（脈動）が問題となっている。従来は、この脈動を抑えるために、ペローズポンプの吐出側にアキュムレータ（蓄圧器）を取り付けたり（例えば、特許文献2参照）、一对のペローズのうちの一方をアキュムレータに替えて内蔵したペローズポンプ（例えば、特許文献3参照）を使用したりすることが行われていた。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2001-248741号公報

【特許文献2】特開平8-159016号公報

【特許文献3】特開2001-123959号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

20

しかし、特許文献2に記載されているアキュムレータを用いる場合、ペローズポンプとは別体のアキュムレータを設置しなければならないため、これらの設置に大きなスペースを必要としていた。また、特許文献3に記載されているアキュムレータを内蔵したペローズポンプの場合、片側のペローズだけで流体を吐出することになるため、一对のペローズを有するペローズポンプと比べて、流体の吐出量が減少するという問題があった。

【0008】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、設置スペースの大幅な増加や吐出量の減少を招くことなく吐出側の脈動を低減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】

30

【0009】

本発明のペローズポンプ装置は、流体の吸込通路及び吐出通路が形成されたポンプヘッドと、前記吸込通路及び吐出通路に対する一方向への流体の流れを許容するとともに他方向への流体の流れを阻止するチェックバルブと、前記ポンプヘッドに互いに独立して伸縮自在に取り付けられ、伸長により前記吸込通路から内部に流体を吸い込み、収縮により内部から前記吐出通路に流体を吐出する第1及び第2ペローズと、前記第1ペローズ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駆動装置と、前記第2ペローズ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駆動装置と、前記第1ペローズの伸縮状態を検知する第1検知手段と、前記第2ペローズの伸縮状態を検知する第2検知手段と、前記第1及び第2検知手段の各検知信号に基づいて、前記第1ペローズが最収縮状態となる手前で前記第2ペローズを最伸長状態から収縮させるとともに、前記第2ペローズが最収縮状態となる手前で前記第1ペローズを最伸長状態から収縮させるように、前記第1及び第2駆動装置を駆動制御する制御部と、を備えていることを特徴としている。

40

【0010】

上記のように構成されたペローズポンプ装置によれば、第1ペローズ及び第2ペローズを互いに独立して伸縮自在とし、制御部において、第1ペローズが最収縮状態となる手前で第2ペローズを最伸長状態から収縮させるとともに、第2ペローズが最収縮状態となる手前で第1ペローズを最伸長状態から収縮させるように駆動制御するようにしたので、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

50

方のペローズは既に収縮して流体を吐出しているので、前記切り換えタイミングにおいて吐出圧力が落ち込むのを低減することができる。その結果、ペローズポンプ装置の吐出側の脈動を低減することができる。

【0011】

また、従来のペローズポンプの吐出側にアキュムレータを取り付けた場合のように、ペローズポンプ以外に他部材（アキュムレータ）を設置するスペースを確保する必要がないので、設置スペースが大幅に増加するのを抑制することができる。さらに、従来のタイロッドで一对のペローズを連結したペローズポンプと同様に、一对のペローズを用いて流体を吐出するため、流体の吐出量が減少することもない。

【0012】

前記制御部は、前記第1検知手段の検知信号に基づいて、前記第1ペローズの最収縮状態から最伸長状態までの第1伸長時間、及び最伸長状態から最収縮状態までの第1収縮時間を算出する第1算出部と、前記第2検知手段の検知信号に基づいて、前記第2ペローズの最収縮状態から最伸長状態までの第2伸長時間、及び最伸長状態から最収縮状態までの第2収縮時間を算出する第2算出部と、算出された前記第1伸長時間及び第1収縮時間に基づいて、最伸長状態の前記第1ペローズが収縮動作を開始する時点から、当該収縮動作により前記第1ペローズが最収縮状態となる手前で最伸長状態の前記第2ペローズが収縮動作を開始する時点までの第1時間差を決定する第1決定部と、算出された前記第2伸長時間及び第2収縮時間に基づいて、最伸長状態の前記第2ペローズが収縮動作を開始する時点から、当該収縮動作により前記第2ペローズが最収縮状態となる手前で最伸長状態の前記第1ペローズが収縮動作を開始する時点までの第2時間差を決定する第2決定部と、最伸長状態の前記第1ペローズが収縮動作を開始した時点から前記第1時間差が経過した時点で最伸長状態の前記第2ペローズの収縮動作を開始させるとともに、最伸長状態の前記第2ペローズが収縮動作を開始した時点から前記第2時間差が経過した時点で最伸長状態の前記第1ペローズの収縮動作を開始させるように、前記第1及び第2駆動装置を駆動制御する駆動制御部と、を有しているのが好ましい。

この場合、駆動制御部は、上述のように制御するため、第1ペローズが最収縮状態となる手前で第2ペローズを確実に収縮させることができるとともに、第2ペローズが最収縮状態となる手前で第1ペローズを確実に収縮させることができる。

【0013】

前記第1決定部は、直前に算出された前記第1伸長時間及び第1収縮時間に基づいて、前記第1時間差を決定し、前記第2決定部は、直前に算出された前記第2伸長時間及び第2収縮時間に基づいて、前記第2時間差を決定し、前記駆動制御部は、直前に決定された前記第1及び第2時間差に基づいて前記第1及び第2駆動装置を駆動制御するのが好ましい。

この場合、駆動制御部は、上述のように制御するため、第1ペローズの第1伸長時間及び第1収縮時間（第2ペローズの第2伸長時間及び第2収縮時間）に変動があっても、その変動に追従して、第1ペローズ（第2ペローズ）が最収縮状態となる手前で第2ペローズ（第1ペローズ）を確実に収縮させることができる。

【発明の効果】

【0014】

本発明のペローズポンプ装置によれば、設置スペースの大幅な増加や吐出量の減少を招くことなく吐出側の脈動を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の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】制御部の内部構成を示すブロック図である。

10

20

30

40

50

【図6】ペローズポンプの駆動制御の一例を示すタイムチャートである。

【図7】第1ペローズが最収縮状態となる手前で、最伸長状態の第2ペローズが収縮を開始した状態を示す断面図である。

【図8】第2ペローズが最収縮状態となる手前で、最伸長状態の第1ペローズが収縮を開始した状態を示す断面図である。

【図9】ペローズポンプの検証試験の結果を示す表である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

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。

[ペローズポンプの全体構成]

図1は、本発明の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流体を一定量供給するとき用いられる。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（作動流体）を供給するエアコンプレッサ等の空気供給装置2と、前記加圧空気の圧力を調整するレギュレータ3と、2個の第1及び第2切換バルブ4、5と、ペローズポンプ1の駆動を制御する制御部6とを備えている。

【0017】

図2は、本発明の実施形態に係るペローズポンプの断面図である。

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対のポンプケース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2個の第1及び第2ペローズ13、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4個のチェックバルブ15、16と、を備えている。

【0018】

[ペローズの構成]

第1及び第2ペローズ13、14は、PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）やPFA（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）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、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。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。

【0019】

[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。これにより、ポンプケース12の内部には気密状態が保持された吐出側空気室21が形成されている。

ポンプケース12には吸排気ポート22がそれぞれ設けられており、吸排気ポート22は、切換バルブ4（5）及びレギュレータ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からレギュレータ3及び切換バルブ4（5）及び吸排気ポート22を介して吐出側空気室21の内部に加圧空気を供給することで、ペローズ13（14）が収縮するようになっている。

【0020】

また、各ポンプケース12の底壁部12aには、前記連結部材20が水平方向に摺動可能に支持されており、この連結部材20の他端部にはピストン体23がナット24により

10

20

30

40

50

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 と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 2 6 とされている。

#### 【 0 0 2 1 】

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、前記切換バルブ 4 ( 5 ) 及びレギュレータ 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 からレギュレータ 3 及び切換バルブ 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。

10

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。

#### 【 0 0 2 2 】

なお、本実施形態のペローズポンプ装置では、吸込側空気室 2 6 の内部全体に加圧空気が充填されるまでの時間は、吐出側空気室 2 1 の内部全体に加圧空気が充填されるまでの時間よりも短くなっている。つまり、ペローズ 1 3 ( 1 4 ) が最収縮状態から最伸長状態まで伸長する伸長時間 ( 吸込時間 ) は、当該ペローズ 1 3 ( 1 4 ) が最伸長状態から最収縮状態まで収縮する収縮時間 ( 吐出時間 ) よりも短くなっている。

#### 【 0 0 2 3 】

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 駆動装置 ) 2 7 が構成されている。

20

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 駆動装置 ) 2 8 が構成されている。

#### 【 0 0 2 4 】

第 1 エアシリンダ部 2 7 のシリンダ体 2 5 には、一对の近接センサ 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。

30

#### 【 0 0 2 5 】

近接センサ 2 9 A は、第 1 ペローズ 1 3 の最収縮状態を検知する第 1 最収縮検知部であり、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 の最伸長状態を検知する第 1 最伸長検知部であり、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、上記一对の近接センサ 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 検知手段 2 9 が構成されている。

40

#### 【 0 0 2 6 】

同様に、第 2 エアシリンダ部 2 8 のシリンダ体 2 5 には、一对の近接センサ 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 7 】

近接センサ 3 1 A は、第 2 ペローズ 1 4 の最収縮状態を検知する第 2 最収縮検知部であり、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 の最伸長状態を検知する第 2 最伸長検知部であり、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

50

いる。各近接センサ 31 A , 31 B の検知信号は制御部 6 に送信される。本実施形態では、一対の近接センサ 31 A , 31 B により、第 2 ペローズ 14 の伸縮状態を検知する第 2 検知手段 31 が構成されている。

#### 【 0028 】

空気供給装置 2 によって生成された加圧空気は、第 1 検知手段 29 の一対の近接センサ 29 A , 29 B が被検知板 30 を交互に検知することで、第 1 エアシリンダ部 27 の吸込側空気室 26 と吐出側空気室 21 とに交互に供給される。これにより、第 1 ペローズ 13 は連続して伸縮動作する。

#### 【 0029 】

また、前記加圧空気は、第 2 検知手段 31 の一対の近接センサ 31 A , 31 B が被検知板 32 を交互に検知することで、第 2 エアシリンダ部 28 の吸込側空気室 26 と吐出側空気室 21 とに交互に供給される。これにより、第 2 ペローズ 14 は連続して伸縮動作する。その際、第 2 ペローズ 14 の伸長動作は主に第 1 ペローズ 13 の収縮動作時に行われ、第 2 ペローズ 14 の収縮動作は主に第 1 ペローズ 13 の伸長動作時に行われる。このように、第 1 ペローズ 13 及び第 2 ペローズ 14 は、交互に伸縮動作を繰り返すことで、各ペローズ 13 , 14 の内部への流体の吸込と吐出とが交互に行われ、当該流体が移送されるようになっている。

#### 【 0030 】

##### [ ポンプヘッドの構成 ]

ポンプヘッド 11 は、PTFE や PFA 等のフッ素樹脂から形成されている。ポンプヘッド 11 の内部には、流体の吸込通路 34 と吐出通路 35 とが形成されており、この吸込通路 34 及び吐出通路 35 は、ポンプヘッド 11 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。吸込ポートは流体の貯留タンク等に接続され、吐出ポートは流体の移送先に接続される。また、吸込通路 34 及び吐出通路 35 は、それぞれポンプヘッド 11 の左右両側面に向けて分岐するとともに、ポンプヘッド 11 の左右両側面において開口する吸込口 36 及び吐出口 37 を有している。各吸込口 36 及び各吐出口 37 は、それぞれチェックバルブ 15 , 16 を介してペローズ 13 , 14 の内部と連通している。

#### 【 0031 】

##### [ チェックバルブの構成 ]

各吸込口 36 及び各吐出口 37 には、チェックバルブ 15 , 16 が設けられている。

吸込口 36 に取り付けられたチェックバルブ 15（以下、「吸込用チェックバルブ」ともいう）は、バルブケース 15 a と、このバルブケース 15 a に収容された弁体 15 b と、この弁体 15 b を閉弁方向に付勢する圧縮コイルバネ 15 c とを有している。バルブケース 15 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 13 , 14 の内部に連通する貫通孔 15 d が形成されている。弁体 15 b は、圧縮コイルバネ 15 c の付勢力により吸込口 36 を閉鎖（閉弁）し、ペローズ 13 , 14 の伸縮に伴う流体の流れによる背圧が作用すると吸込口 36 を開放（開弁）するようになっている。

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（一方向）への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（他方向）への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 16 a と、このバルブケース 16 a に収容された弁体 16 b と、この弁体 16 b を閉弁方向に付勢する圧縮コイルバネ 16 c とを有している。バルブケース 16 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 13 , 14 の内部に連通する貫通孔 16 d が形成されている。弁体 16 b は、圧縮コイルバネ 16 c の付勢力によりバルブケース 16 a の貫通孔 16 d を閉鎖（閉弁）し、ペローズ 13 , 14 の伸縮

10

20

30

40

50

に伴う流体の流れによる背圧が作用するとバルブケース 16 a の貫通孔 16 d を開放（開弁）するようになっている。

【0033】

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ベローズ 13, 14 が収縮したときに開弁して、ベローズ 13, 14 内部から吐出通路 35 に向かう方向（一方向）への流体の流出を許容し、当該ベローズ 13, 14 が伸長したときに閉弁して、吐出通路 35 からベローズ 13, 14 内部に向かう方向（他方向）への流体の逆流を阻止する。

【0034】

[ベローズポンプの動作]

次に、本実施形態のベローズポンプ 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 ベローズ 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 ベローズ 13 が収縮し、第 2 ベローズ 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 15 b, 16 b は、第 1 ベローズ 13 内の流体から圧力を受けて各バルブケース 15 a, 16 a 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 ベローズ 13 内の流体が吐出通路 35 からポンプ外へ排出される。

【0035】

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 15 b, 16 b は、第 2 ベローズ 14 による吸引作用によって各バルブケース 15 a, 16 a 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 ベローズ 14 内に流体が吸い込まれる。

【0036】

次に、図 4 に示すように、第 1 ベローズ 13 が伸長し、第 2 ベローズ 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 15 b, 16 b は、第 2 ベローズ 14 内の流体から圧力を受けて各バルブケース 15 a, 16 a 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 ベローズ 14 内の流体が吐出通路 35 からポンプ外へ排出される。

【0037】

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 15 b, 16 b は、第 1 ベローズ 13 による吸引作用によって各バルブケース 15 a, 16 a 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 ベローズ 13 内に流体が吸い込まれる。

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

【0038】

[切換バルブの構成]

図 1 において、第 1 切換バルブ 4 は、空気供給装置 2 から第 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 への加圧空気の給排を切り換えるものであり、一对のソレノイド 4 a, 4 b を有する三位置の電磁切換弁からなる。各ソレノイド 4 a, 4 b 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。

【0039】

第 1 切換バルブ 4 は、両ソレノイド 4 a, 4 b が消磁状態のときには中立位置に保持されており、空気供給装置 2 から第 1 エアシリンダ部 27 の吐出側空気室 21（吸排気ポート 22）及び吸込側空気室 26（吸排気口 25 a）への加圧空気の供給は遮断され、第 1

10

20

30

40

50



エアシリンダ部 2 7 の吐出側空気室 2 1 及び吸込側空気室 2 6 は、いずれも大気と連通して開放されている。

【 0 0 4 0 】

また、第 1 切換バルブ 4 は、ソレノイド 4 a が励磁されると、図中の下位置に切り換わり、空気供給装置 2 から第 1 エアシリンダ部 2 7 の吐出側空気室 2 1 に加圧空気が供給される。その際、第 1 エアシリンダ部 2 7 の吸込側空気室 2 6 は大気と連通して開放されている。これにより、第 1 ペローズ 1 3 を収縮させることができる。

【 0 0 4 1 】

さらに、第 1 切換バルブ 4 は、ソレノイド 4 b が励磁されると、図中の上位置に切り換わり、空気供給装置 2 から第 1 エアシリンダ部 2 7 の吸込側空気室 2 6 に加圧空気が供給される。その際、第 1 エアシリンダ部 2 7 の吐出側空気室 2 1 は大気と連通して開放されている。これにより、第 1 ペローズ 1 3 を伸長させることができる。

10

【 0 0 4 2 】

第 2 切換バルブ 5 は、空気供給装置 2 から第 2 エアシリンダ部 2 8 の吐出側空気室 2 1 及び吸込側空気室 2 6 への加圧空気の給排を切り換えるものであり、一対のソレノイド 5 a , 5 b を有する三位置の電磁切換弁からなる。各ソレノイド 5 a , 5 b 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。

【 0 0 4 3 】

第 2 切換バルブ 5 は、両ソレノイド 5 a , 5 b が消磁状態のときには中立位置に保持されており、空気供給装置 2 から第 2 エアシリンダ部 2 8 の吐出側空気室 2 1 ( 吸排気ポート 2 2 ) 及び吸込側空気室 2 6 ( 吸排気口 2 5 a ) への加圧空気の供給は遮断され、第 2 エアシリンダ部 2 8 の吐出側空気室 2 1 及び吸込側空気室 2 6 は、いずれも大気と連通して開放されている。

20

【 0 0 4 4 】

また、第 2 切換バルブ 5 は、ソレノイド 5 a が励磁されると、図中の下位置に切り換わり、空気供給装置 2 から第 2 エアシリンダ部 2 8 の吐出側空気室 2 1 に加圧空気が供給される。その際、第 2 エアシリンダ部 2 8 の吸込側空気室 2 6 は大気と連通して開放されている。これにより、第 2 ペローズ 1 4 を収縮させることができる。

【 0 0 4 5 】

さらに、第 2 切換バルブ 5 は、ソレノイド 5 b が励磁されると、図中の上位置に切り換わり、空気供給装置 2 から第 2 エアシリンダ部 2 8 の吸込側空気室 2 6 に加圧空気が供給される。その際、第 2 エアシリンダ部 2 8 の吐出側空気室 2 1 は大気と連通して開放されている。これにより、第 2 ペローズ 1 4 を伸長させることができる。

30

【 0 0 4 6 】

なお、各切換バルブ 4 , 5 の上流側には、各エアシリンダ部 2 7 , 2 8 の吐出側空気室 2 1 内、または吸込側空気室 2 6 内の加圧空気が大気に開放される際に発生する排気音を消音するためのサイレンサ 7 が設けられている。

【 0 0 4 7 】

[ 制御部の構成 ]

制御部 6 は、第 1 検知手段 2 9 及び第 2 検知手段 3 1 ( 図 2 参照 ) の検知信号に基づいて、各切換バルブ 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 2 7 及び第 2 エアシリンダ部 2 8 の各駆動を制御するものである。

40

図 5 は、制御部 6 の内部構成を示すブロック図である。制御部 6 は、第 1 及び第 2 算出部 6 a , 6 b と、第 1 及び第 2 決定部 6 c , 6 d と、駆動制御部 6 e とを有している。

【 0 0 4 8 】

第 1 算出部 6 a は、一対の近接センサ 2 9 A , 2 9 B の各検知信号に基づいて、第 1 ペローズ 1 3 における最収縮状態から最伸長状態までの第 1 伸長時間、及び最伸長状態から最収縮状態までの第 1 収縮時間を算出するものである。具体的には、第 1 算出部 6 a は、近接センサ 2 9 A の検知終了時点から近接センサ 2 9 B の検知時点までの経過時間を第 1 伸長時間として算出する。また、第 1 算出部 6 a は、近接センサ 2 9 B の検知終了時点か

50

ら近接センサ 29 A の検知時点までの経過時間を第 1 収縮時間として算出する。

【 0 0 4 9 】

第 2 算出部 6 b は、一对の近接センサ 31 A , 31 B の各検知信号に基づいて、第 2 ペロース 14 における最収縮状態から最伸長状態までの第 2 伸長時間、及び最伸長状態から最収縮状態までの第 2 収縮時間を算出するものである。具体的には、第 2 算出部 6 b は、近接センサ 31 A の検知終了時点から近接センサ 31 B の検知時点までの経過時間を第 2 伸長時間として算出する。また、第 2 算出部 6 b は、近接センサ 31 B の検知終了時点から近接センサ 31 A の検知時点までの経過時間を第 2 収縮時間として算出する。

【 0 0 5 0 】

第 1 決定部 6 c は、算出された前記第 1 伸長時間及び第 1 収縮時間に基づいて、最伸長状態の第 1 ペロース 13 が収縮動作を開始する時点から、当該収縮動作により第 1 ペロース 13 が最収縮状態となる手前で最伸長状態の第 2 ペロース 14 が収縮動作を開始する時点までの第 1 時間差を決定する。

本実施形態の第 1 決定部 6 c は、例えば、以下の式を用いて第 1 時間差を決定する。

第 1 時間差 = ( 第 1 伸長時間 + 第 1 収縮時間 ) / 2

【 0 0 5 1 】

第 2 決定部 6 d は、算出された前記第 2 伸長時間及び第 2 収縮時間に基づいて、最伸長状態の第 2 ペロース 14 が収縮動作を開始する時点から、当該収縮動作により第 2 ペロース 14 が最収縮状態となる手前で最伸長状態の第 1 ペロース 13 が収縮動作を開始する時点までの第 2 時間差を決定する。

本実施形態の第 2 決定部 6 d は、例えば、以下の式を用いて第 2 時間差を決定する。

第 2 時間差 = ( 第 2 伸長時間 + 第 2 収縮時間 ) / 2

【 0 0 5 2 】

駆動制御部 6 e は、決定された前記第 1 及び第 2 時間差に基づいて、前記第 1 及び第 2 駆動装置を駆動制御する。具体的には、駆動制御部 6 e は、最伸長状態の第 1 ペロース 13 が収縮動作を開始した時点から前記第 1 時間差が経過した時点で、最伸長状態の第 2 ペロース 14 の収縮動作を開始させるとともに、最伸長状態の第 2 ペロース 14 が収縮動作を開始した時点から前記第 2 時間差が経過した時点で、最伸長状態の第 1 ペロース 13 の収縮動作を開始させるように、第 1 及び第 2 エアシリンダ部 27 , 28 を駆動制御する。

【 0 0 5 3 】

図 1 に示すペロースポンプ装置は、電源スイッチ 8 と、スタートスイッチ 9 と、停止スイッチ 10 とをさらに備えている。

電源スイッチ 8 は、ペロースポンプ 1 への通電をオンオフ操作する操作指令を出力するものであり、その操作指令は制御部 6 に入力される。スタートスイッチ 9 は、ペロースポンプ 1 を駆動させる操作指令を出力するものであり、その操作指令は制御部 6 に入力される。停止スイッチ 10 は、第 1 ペロース 13 及び第 2 ペロース 14 をいずれも最収縮状態としたスタンバイ状態とする操作指令を出力するものである。

【 0 0 5 4 】

[ ペロースポンプの駆動制御 ]

図 6 は、制御部 6 が行うペロースポンプ 1 の駆動制御の一例を示すタイムチャートである。電源スイッチ 8 がオフのとき、第 1 及び第 2 切換バルブ 4、5 ( 図 1 参照 ) は、中立位置に保持されている。したがって、電源スイッチ 8 がオフのとき、ペロースポンプ 1 の第 1 及び第 2 エアシリンダ部 27 , 28 の空気室 21 , 26 は大気に連通しているため、両空気室 21 , 26 内が大気圧でバランスした状態となるように、第 1 ペロース 13 及び第 2 ペロース 14 は、前記スタンバイ状態から少し伸長した位置で保持されている。

【 0 0 5 5 】

ペロースポンプ 1 の駆動を開始させるときは、作業者によって電源スイッチ 8 をオン操作した後、停止スイッチ 10 をオン操作し、第 1 ペロース 13 及び第 2 ペロース 14 をスタンバイ状態まで移動させる。具体的には、駆動制御部 6 e は、第 1 切換バルブ 4 のソレノイド 4 a 及び第 2 切換バルブ 5 のソレノイド 5 a を励磁させ、第 1 ペロース 13 及び第

10

20

30

40

50

2ペローズ14を同時に最収縮状態まで収縮させる。これにより、第1ペローズ13及び第2ペローズ14はスタンバイ状態に保持される。なお、このスタンバイ状態において、近接センサ29A、31Aは、それぞれ被検知板30、32を検知したオン状態となる。

【0056】

次に、作業者によりスタートスイッチ9がオン操作されると、駆動制御部6eは、最初に第1ペローズ13の第1伸長時間及び第1収縮時間と、第2ペローズ14の第1伸長時間及び第1収縮時間とを算出するための制御を実行する。

具体的には、駆動制御部6eは、第1切換バルブ4のソレノイド4aを消磁させるとともにソレノイド4bを励磁させ、第1ペローズ13を最収縮状態（スタンバイ状態）から最伸長状態まで伸長させる。これと同時に、駆動制御部6eは、第2切換バルブ5のソレノイド5aを消磁させるとともにソレノイド5bを励磁させ、第2ペローズ14も最収縮状態（スタンバイ状態）から最伸長状態まで伸長させる。

10

【0057】

第1ペローズ13が最収縮状態から最伸長状態まで伸長するとき、第1算出部6aは、近接センサ29Aがオフになった時点（ $t_1$ ）から、近接センサ29Bがオンになる時点（ $t_2$ ）までの時間をカウントし、第1ペローズ13の第1伸長時間（ $t_2 - t_1$ ）を算出する。

同様に、第2ペローズ14が最収縮状態から最伸長状態まで伸長するとき、第2算出部6bは、近接センサ31Aがオフになった時点（ $t_1$ ）から、近接センサ31Bがオンになる時点（ $t_2$ ）までの時間をカウントし、第2ペローズ14の第2伸長時間（ $t_2 - t_1$ ）を算出する。

20

【0058】

次に、駆動制御部6eは、所定時間（ $t_3 - t_2$ ）経過後、第1切換バルブ4のソレノイド4bを消磁させるとともにソレノイド4aを励磁させ、第1ペローズ13のみを最伸長状態から最収縮状態まで収縮させる。

その際、第1算出部6aは、近接センサ29Bがオフになった時点（ $t_3$ ）から、近接センサ29Aがオンになる時点（ $t_4$ ）までの時間をカウントし、第1ペローズ13の第1収縮時間（ $t_4 - t_3$ ）を算出する。

【0059】

そして、第1決定部6cにおいて、算出された第1伸長時間及び第1収縮時間に基づいて第1時間差が決定される。本実施形態では、第1決定部6cは、以下の式を用いて第1時間差を算出する。

30

$$\text{第1時間差} = (\text{第1伸長時間} + \text{第1収縮時間}) / 2 = ((t_2 - t_1) + (t_4 - t_3)) / 2$$

【0060】

次に、駆動制御部6eは、第1ペローズ13が最収縮状態まで収縮した時点（ $t_4$ ）と同時に、第2切換バルブ5のソレノイド5bを消磁させるとともにソレノイド5aを励磁させ、第2ペローズ14を最伸長状態から最収縮状態まで収縮させる。

その際、第2算出部6bは、近接センサ31Bがオフになった時点（ $t_4$ ）から、近接センサ31Aがオンになる時点（ $t_6$ ）までの時間をカウントし、第2ペローズ14の第2収縮時間（ $t_6 - t_4$ ）を算出する。

40

【0061】

そして、第2決定部6dにおいて、算出された第2伸長時間及び第2収縮時間に基づいて第2時間差が決定される。本実施形態では、第2決定部6dは、以下の式を用いて第2時間差を算出する。

$$\text{第2時間差} = (\text{第2伸長時間} + \text{第2収縮時間}) / 2 = ((t_2 - t_1) + (t_6 - t_4)) / 2$$

【0062】

なお、以降において、第1算出部6a及び第1決定部6cにより、第1ペローズ13が1往復するたびに、上述のように第1伸長時間及び第1収縮時間が算出され、その算出さ

50

れた第1伸長時間及び第1収縮時間に基づいて第1時間差が決定される。

同様に、第2算出部6b及び第2決定部6dにより、第2ペローズ14が1往復するたびに、上述のように第2伸長時間及び第2収縮時間が算出され、その算出された第2伸長時間及び第2収縮時間に基づいて第2時間差が決定される。

【0063】

一方、駆動制御部6eは、第2ペローズ14が最収縮状態となる前に、第1ペローズ13の駆動を開始する。具体的には、駆動制御部6eは、第2ペローズ14が最収縮状態となる手前の時点( $t_5$ )で、第1切換バルブ4のソレノイド4aを消磁させるとともにソレノイド4bを励磁させる。これにより、第1ペローズ13は、最収縮状態から伸長動作を開始する。

10

なお、第1ペローズ13が伸長動作を開始してから所定時間( $t_6 - t_5$ )後に、第2ペローズ14は最収縮状態となり、近接センサ31Bがオフからオンに切り換わるが、駆動制御部6eは、第2ペローズ14をしばらく最収縮状態のまま保持しておく。

【0064】

その後、第1ペローズ13が最伸長状態となった時点( $t_7$ )で、近接センサ29Bがオフからオンに切り換わると、駆動制御部6eは、所定時間( $t_8 - t_7$ )経過後、第1切換バルブ4のソレノイド4bを消磁させるとともにソレノイド4aを励磁させる。これにより、第1ペローズ13は、最伸長状態から収縮動作を開始する。

また、駆動制御部6eは、ソレノイド4aを励磁させた時点( $t_8$ )から、上記で決定された第1時間差のカウントを開始する。

20

【0065】

そして、第1ペローズ13が収縮動作を開始してから所定時間( $t_9 - t_8$ )が経過すると、駆動制御部6eは、第2切換バルブ5のソレノイド5aを消磁させるとともにソレノイド5bを励磁させる。これにより、第1ペローズ13が収縮動作をしている間に、第2ペローズ14は最収縮状態から最伸長状態まで伸長する。

その際、第2ペローズ14が最伸長状態となった時点( $t_{10}$ )で、近接センサ31Bはオフからオンに切り換わるが、駆動制御部6eは、第2ペローズ14を最伸長状態のまま保持しておく。

【0066】

次に、駆動制御部6eは、第1時間差( $t_{11} - t_8$ )が経過すると、第2切換バルブ5のソレノイド5bを消磁させるとともにソレノイド5aを励磁させる。これにより、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は最伸長状態から収縮動作を開始する(図7参照)。

30

また、駆動制御部6eは、ソレノイド5aを励磁させた時点( $t_{11}$ )から、上記で決定された第2時間差のカウントを開始する。

【0067】

第2ペローズ14が収縮動作を開始した後は、第1ペローズ13が最収縮状態となった時点( $t_{12}$ )で、近接センサ29Aがオフからオンに切り換わると、駆動制御部6eは、第1切換バルブ4のソレノイド4aを消磁させるとともにソレノイド4bを励磁させる。これにより、第2ペローズ14が収縮動作をしている間に、第1ペローズ13は最収縮状態から最伸長状態まで伸長する。

40

その際、第1ペローズ13が最伸長状態となった時点( $t_{13}$ )で、近接センサ29Bはオフからオンに切り換わるが、駆動制御部6eは、第1ペローズ13を最伸長状態のまま保持しておく。

【0068】

次に、駆動制御部6eは、第2時間差( $t_{14} - t_{11}$ )が経過すると、第1切換バルブ4のソレノイド4bを消磁させるとともにソレノイド4aを励磁させる。これにより、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は最伸長状態から収縮動作を開始する(図8参照)。

また、駆動制御部6eは、ソレノイド4aを励磁させた時点( $t_{14}$ )から、直前に決

50

定された第1時間差のカウントを開始する。この直前に決定された第1時間差は、第1ペローズ13の直前の1往復動作によって算出された第1伸長時間( $t_7 - t_5$ )及び第1収縮時間( $t_{12} - t_8$ )に基づいて決定されたものである。

【0069】

第1ペローズ13が収縮動作を開始した後は、第2ペローズ14が最収縮状態となった時点( $t_{15}$ )で、近接センサ31Aがオフからオンに切り換わると、駆動制御部6eは、第2切換バルブ5のソレノイド5aを消磁させるとともにソレノイド5bを励磁させる。これにより、第1ペローズ13が収縮動作をしている間に、第2ペローズ14は最収縮状態から最伸長状態まで伸長する。

その際、第2ペローズ14が最伸長状態となった時点( $t_{16}$ )で、近接センサ31Bはオフからオンに切り換わるが、駆動制御部6eは、第2ペローズ14を最伸長状態のまま保持しておく。

【0070】

次に、駆動制御部6eは、上記直前に決定された第1時間差( $t_{17} - t_{14}$ )が経過すると、第2切換バルブ5のソレノイド5bを消磁させるとともにソレノイド5aを励磁させる。これにより、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は最伸長状態から収縮動作を開始する。

また、駆動制御部6eは、ソレノイド5aを励磁させた時点( $t_{17}$ )から、直前に決定された第2時間差のカウントを開始する。この直前に決定された第2時間差は、第2ペローズ14の直前の1往復動作によって算出された第2伸長時間( $t_{10} - t_9$ )及び第2収縮時間( $t_{15} - t_{11}$ )に基づいて決定されたものである。

【0071】

第2ペローズ14が収縮動作を開始した後は、第1ペローズ13が最収縮状態となった時点( $t_{18}$ )で、近接センサ29Aがオフからオンに切り換わると、駆動制御部6eは、第1切換バルブ4のソレノイド4aを消磁させるとともにソレノイド4bを励磁させる。これにより、第2ペローズ14が収縮動作をしている間に、第1ペローズ13は最収縮状態から最伸長状態まで伸長する。

その際、第1ペローズ13が最伸長状態となった時点( $t_{19}$ )で、近接センサ29Bはオフからオンに切り換わるが、駆動制御部6eは、第1ペローズ13を最伸長状態のまま保持しておく。

【0072】

次に、駆動制御部6eは、上記直前に決定された第2時間差( $t_{20} - t_{17}$ )が経過すると、第1切換バルブ4のソレノイド4bを消磁させるとともにソレノイド4aを励磁させる。これにより、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は最伸長状態から収縮動作を開始する。

【0073】

これ以降、駆動制御部6eは、上述のように、直前に決定された第1及び第2時間差に基づいて、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とともに、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ようにペローズポンプ1を駆動制御する。

【0074】

したがって、流体の吐出負荷などによって第1及び第2収縮時間(吐出時間)や第1及び第2伸長時間(吸込時間)に変動があっても、その変動に追従して最適なタイミングでペローズポンプ1を駆動制御することができる。その結果、図6の最下部に示すように、ペローズポンプ1の吐出圧は、駆動制御部6eが第1及び第2時間差に基づいてペローズポンプ1を駆動制御している間は、急激に低下することなく一定の圧力範囲で推移するため、ポンプ1の脈動を抑えることができる。

【0075】

なお、本実施形態では、直前に決定された第1及び第2時間差を用いているが、上記吐出時間や吸込時間の変動が無い場合には、運転開始直後において最初に決定された第1及

10

20

30

40

50

び第2時間差を用いてペローズポンプ1を駆動制御しても良い。この場合、第1及び第2ペローズ13, 14の伸長動作と収縮動作の切り換えは、近接センサ29A, 29B, 31A, 31Bを用いずに、タイマ等を用いて所定時間毎に切り換えるようにしても良い。

【0076】

ペローズポンプ1の駆動を停止させるときは、まず、作業者によって停止スイッチ10をオン操作する。この操作信号を受けた駆動制御部6eは、第1ペローズ13及び第2ペローズ14をスタンバイ状態へ移動させる。その際、駆動制御部6eは、第1ペローズ13及び第2ペローズ14のいずれか一方が伸長動作を行っている場合は、その伸長動作を停止させて、すぐに収縮動作を開始させる。そして、第1ペローズ13及び第2ペローズ14がスタンバイ状態となると、作業者によって電源スイッチ8をオフ操作する。

10

【0077】

図9は、ペローズポンプの検証試験の結果を示す表である。この検証試験は、本発明品と、最大吐出量が40リットルの従来の3種類のペローズポンプとについて行った。従来の3種類のペローズポンプとしては、一对のペローズをタイロッドにより一体に連結したタイロッド連結タイプと、ペローズポンプの吐出側にアキュムレータが取り付けられたアキュムレータ外付けタイプと、アキュムレータが内蔵されたアキュムレータ内蔵タイプのものを使用した。また、試験条件としては、加圧空気の圧力を0.4MPa、吐出圧力を0.33MPaとして比較した。なお、表のカッコ内の数値は、本発明品の数値に対する割合を示している。

【0078】

20

図9に示すように、本発明品の流量は、従来の3種類のタイプの流量よりも増加しており、従来のペローズポンプに対して流体の吐出量が減少していないことが分かる。

また、本発明品の脈圧幅（最大吐出圧と最小吐出圧との差）は、従来のアキュムレータ内蔵タイプの脈圧幅よりも大きいですが、従来のタイロッド連結タイプやアキュムレータ内蔵タイプの各脈圧幅に比べると減少しており、ポンプの脈動を低減できているのが分かる。

【0079】

また、本発明品のフットプリント（平面視における占有面積）は、従来のタイロッド連結タイプやアキュムレータ内蔵タイプのフットプリントに比べて若干増大しているが、従来のアキュムレータ外付けタイプのフットプリントに比べて縮小しており、本発明品の設置スペースが大幅に増加するのを抑制できているのが分かる。

30

【0080】

以上、本実施形態のペローズポンプ装置によれば、第1ペローズ13及び第2ペローズ14を互いに独立して伸縮自在とし、制御部6において、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駆動制御するようにしたので、以下の作用効果を奏する。すなわち、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吐出圧力が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。

40

【0081】

また、本実施形態のペローズポンプ装置は、従来のペローズポンプの吐出側にアキュムレータを取り付けた場合のように、ペローズポンプ以外に他部材（アキュムレータ）を設置するスペースを確保する必要がないので、設置スペースが大幅に増加するのを抑制することができる。さらに、本実施形態のペローズポンプ装置は、従来のタイロッドで一对のペローズが連結されたペローズポンプと同様に、一对のペローズ13, 14を用いて流体を吐出するため、流体の吐出量が減少することもない。

【0082】

また、制御部6は、第1ペローズ13の第1伸長時間と第1収縮時間に基づいて決定された第1時間差を用いて、第1ペローズ13が最収縮状態となる手前で最伸長状態の第2

50

ペローズ 14 を収縮させるとともに、第 2 ペローズ 14 の第 2 伸長時間と第 2 収縮時間に基づいて決定された第 2 時間差を用いて、第 2 ペローズ 14 が最収縮状態となる手前で最伸長状態の第 1 ペローズ 13 を収縮させるように駆動制御することができる。これにより、第 1 ペローズが最収縮状態となる手前で第 2 ペローズを確実に収縮させることができるとともに、第 2 ペローズが最収縮状態となる手前で第 1 ペローズを確実に収縮させることができる。

【 0 0 8 3 】

また、制御部 6 は、ペローズポンプ 1 の運転開始直後に、第 1 及び第 2 ペローズ 13 , 14 の伸長時間及び収縮時間を予め算出してから駆動制御するため、運転開始前にこれらの伸長時間及び収縮時間が不明な場合であっても、第 1 ペローズ 13 ( 第 2 ペローズ 14 ) が最収縮状態となる手前で第 2 ペローズ 14 ( 第 1 ペローズ 13 ) を確実に収縮させることができる。

10

【 0 0 8 4 】

また、制御部 6 は、直前に決定された第 1 及び第 2 時間差に基づいて駆動制御するため、第 1 ペローズ 13 の第 1 伸長時間及び第 1 収縮時間 ( 第 2 ペローズ 14 の第 2 伸長時間及び第 2 収縮時間 ) に変動があっても、その変動に追従して、第 1 ペローズ 13 ( 第 2 ペローズ 14 ) が最収縮状態となる手前で第 2 ペローズ 14 ( 第 1 ペローズ 13 ) を確実に収縮させることができる。

【 0 0 8 5 】

本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内において適宜変更できるものである。例えば、上記実施形態における第 1 及び第 2 検知手段 29 , 31 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良い。また、第 1 及び第 2 検知手段 29 , 31 は、第 1 及び第 2 ペローズ 13 , 14 の最伸長状態と最伸縮状態とを検知しているが、他の伸縮状態を検知するようにしても良い。さらに、本実施形態における第 1 及び第 2 駆動装置 27 , 28 は、加圧空気によって駆動させているが、他の流体やモータ等により駆動するようにしても良い。

20

【 符号の説明 】

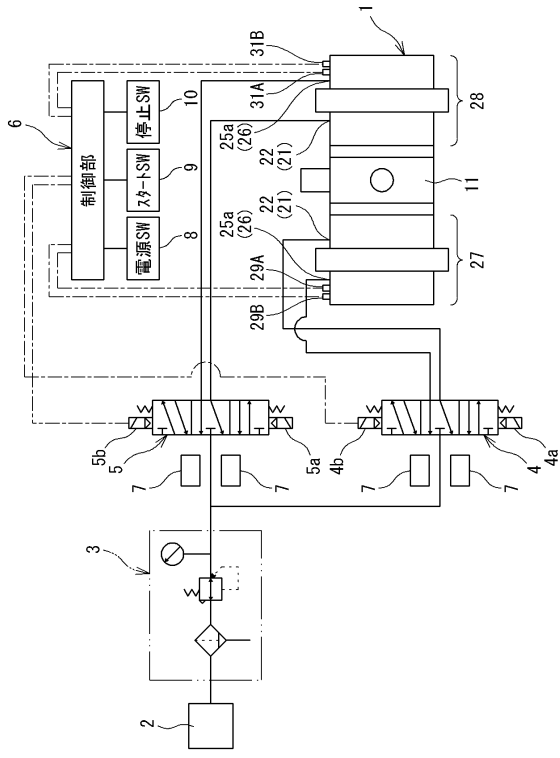
【 0 0 8 6 】

- 6 制御部
- 6 a 第 1 算出部
- 6 b 第 2 算出部
- 6 c 第 1 決定部
- 6 d 第 2 決定部
- 6 e 駆動制御部
- 11 ポンプヘッド
- 13 第 1 ペローズ
- 14 第 2 ペローズ
- 15 , 16 チェックバルブ
- 27 第 1 エアシリンダ部 ( 第 1 駆動装置 )
- 28 第 2 エアシリンダ部 ( 第 2 駆動装置 )
- 29 第 1 検知手段
- 31 第 2 検知手段
- 34 吸込通路
- 35 吐出通路

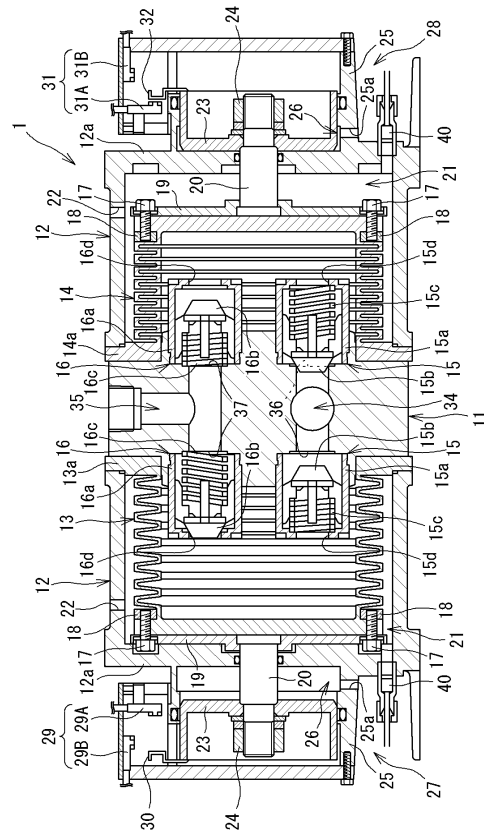
30

40

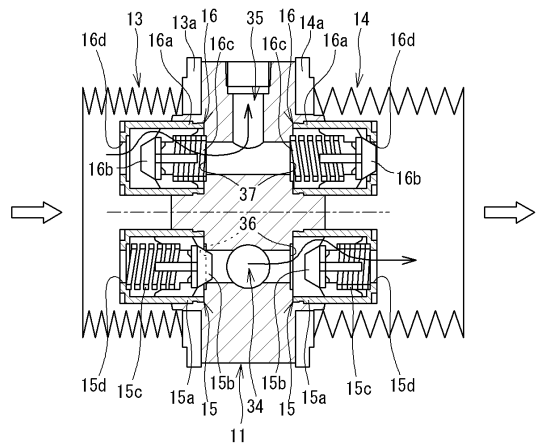
【図1】



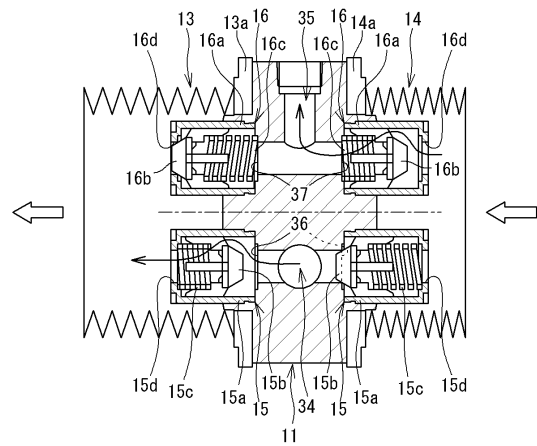
【図2】



【図3】

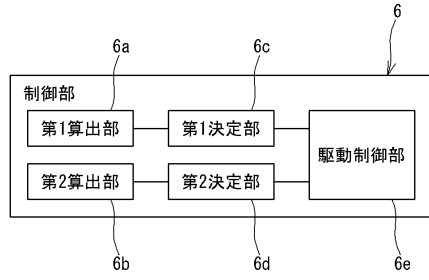


【図4】

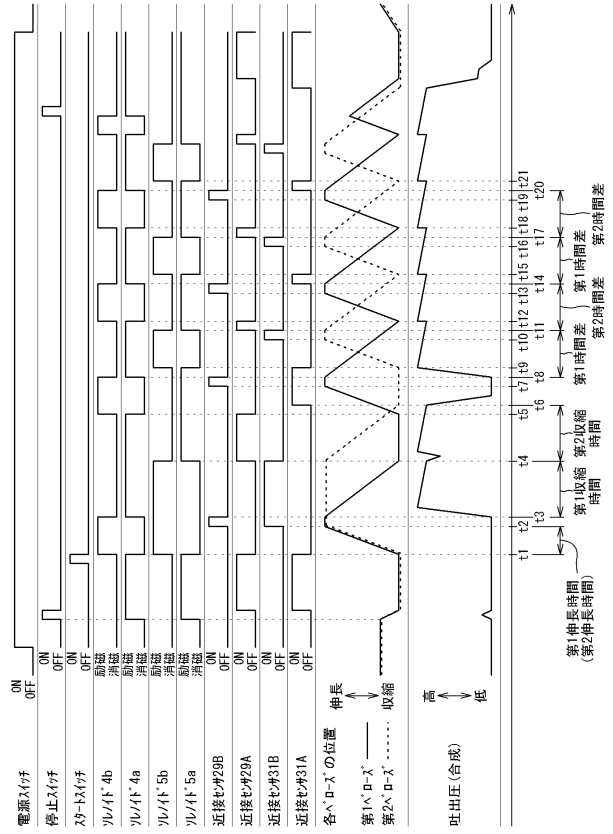




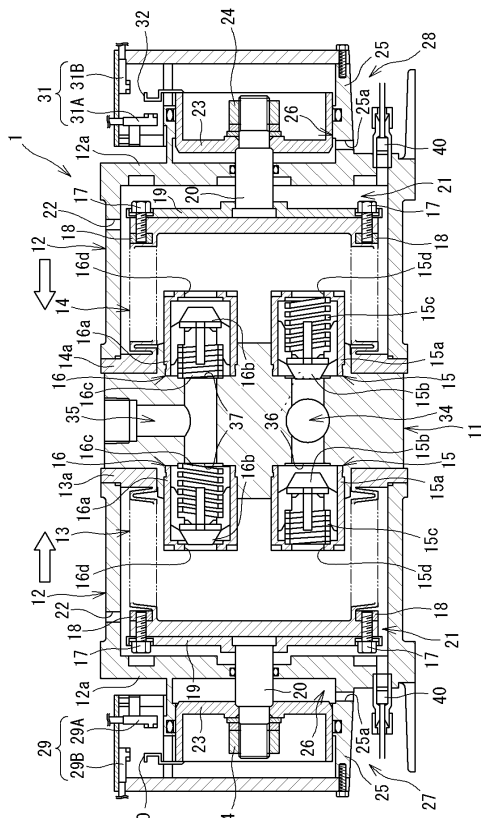
【図5】



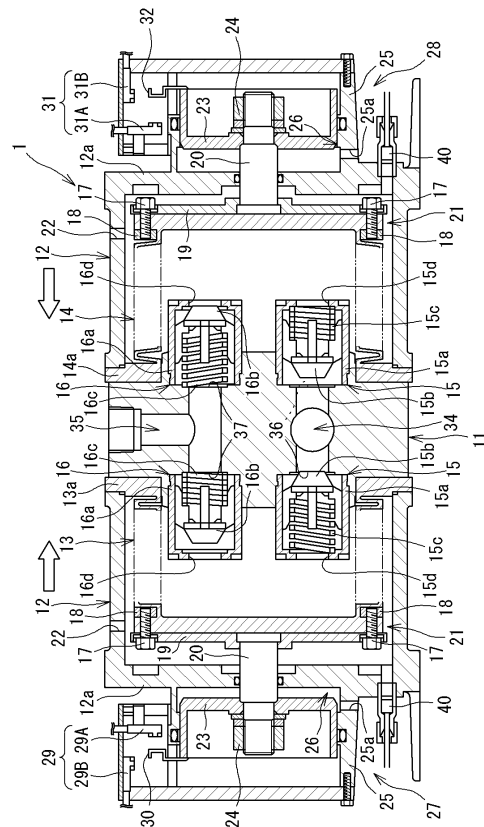
【図6】



【図7】



【図8】



## 【 図 9 】

ベローズポンプ	タイロッド 連結タイプ	アキュムレータ 外付けタイプ	アキュムレータ 内蔵タイプ	本発明品
流量 [L/min]	11.6 (26%)	5.6 (13%)	13.2 (30%)	44 (100%)
脈圧幅 [MPa]	0.164 (205%)	0.083 (104%)	0.069 (86%)	0.080 (100%)
フットプリント [cm <sup>2</sup> ]	989.8 (87%)	1412.8 (125%)	942.9 (83%)	1134 (100%)

---

フロントページの続き

- (72)発明者 浦田 大輔  
大阪府大阪市淀川区野中南2丁目11番48号 日本ピラー工業株式会社内
- (72)発明者 永江 慶士  
大阪府大阪市淀川区野中南2丁目11番48号 日本ピラー工業株式会社内

審査官 新井 浩士

- (56)参考文献 特開2004-293502(JP,A)  
特開2008-118026(JP,A)  
特開2000-002187(JP,A)  
国際公開第2010/143469(WO,A1)  
米国特許第05224841(US,A)  
特開平3-179184(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F04B 43/08