

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7120899号
(P7120899)

(45)発行日 令和4年8月17日(2022.8.17)

(24)登録日 令和4年8月8日(2022.8.8)

(51)国際特許分類 F I
F 0 4 B 43/10 (2006.01) F 0 4 B 43/10

請求項の数 2 (全18頁)

(21)出願番号	特願2018-231725(P2018-231725)	(73)特許権者	000229737 日本ビラー工業株式会社 大阪府大阪市西区新町1丁目7番1号
(22)出願日	平成30年12月11日(2018.12.11)	(74)代理人	110000280 特許業務法人サンクレスト国際特許事務所
(65)公開番号	特開2020-94513(P2020-94513A)	(72)発明者	中野 篤 大阪府大阪市西区新町1丁目7番1号 日本ビラー工業株式会社内
(43)公開日	令和2年6月18日(2020.6.18)	(72)発明者	友利 愛 大阪府大阪市西区新町1丁目7番1号 日本ビラー工業株式会社内
審査請求日	令和3年6月28日(2021.6.28)	(72)発明者	手嶋 一清 大阪府大阪市西区新町1丁目7番1号 日本ビ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】

移送流体の吸込通路及び吐出通路を有するポンプヘッドと、
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移送流体を吸い込み、収縮により内部から前記吐出通路に移送流体を吐出する第1ベローズ及び第2ベローズと、
前記吸込通路及び吐出通路に対する一方向への移送流体の流れを許容するとともに他方向への移送流体の流れを阻止するチェックバルブと、
第1吸込側流体室及び第1吐出側流体室を有し、前記第1吸込側流体室に加圧流体を供給することで前記第1ベローズを最伸長状態まで伸長させ、前記第1吐出側流体室に加圧流体を供給することで前記第1ベローズを最収縮状態まで収縮させる第1駆動部と、
第2吸込側流体室及び第2吐出側流体室を有し、前記第2吸込側流体室に加圧流体を供給することで前記第2ベローズを最伸長状態まで伸長させ、前記第2吐出側流体室に加圧流体を供給することで前記第2ベローズを最収縮状態まで収縮させる第2駆動部と、を備え、
前記第1ベローズが最収縮状態となる手前で前記第2ベローズが最伸長状態から収縮し、前記第2ベローズが最収縮状態となる手前で前記第1ベローズが最伸長状態から収縮するベローズポンプ装置であって、
前記第1駆動部の第1吐出側流体室における加圧流体の第1流体圧を調整する第1流体圧調整部と、

前記第 2 駆動部の第 2 吐出側流体室における加圧流体の第 2 流体圧を調整する第 2 流体圧調整部と、

前記第 2 ペローズが収縮を開始してから前記第 1 ペローズが最収縮状態となるまでの間、前記第 1 流体圧が段階的または連続的に減少するように前記第 1 流体圧調整部を制御し、前記第 1 ペローズが収縮を開始してから前記第 2 ペローズが最収縮状態となるまでの間、前記第 2 流体圧が段階的または連続的に減少するように前記第 2 流体圧調整部を制御する制御部と、を備え、

前記制御部は、前記第 1 ペローズが最収縮状態となる以前に、前記第 1 流体圧がゼロとなるように前記第 1 流体圧調整部を制御し、前記第 2 ペローズが最収縮状態となる以前に、前記第 2 流体圧がゼロとなるように前記第 2 流体圧調整部を制御する、ペローズポンプ装置。

10

【請求項 2】

前記制御部は、前記第 1 ペローズが最収縮状態となった時点で、前記第 1 流体圧がゼロとなるように前記第 1 流体圧調整部を制御し、前記第 2 ペローズが最収縮状態となった時点で、前記第 2 流体圧がゼロとなるように前記第 2 流体圧調整部を制御する、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。

20

【背景技術】

【0002】

例えば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するために使用されるペローズポンプとして、互いに独立して伸縮することで内部に移送流体を吸い込んで吐出する一対のペローズと、圧縮空気の給排により各ペローズを伸縮させるエアシリンダとを備えたものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 に記載されたペローズポンプは、一方のペローズが最収縮状態（吐出終了）となる手前で他方のペローズを最伸長状態から収縮させて移送流体を吐出するように、各エアシリンダの駆動を制御している。

【0003】

30

上記のように各エアシリンダの駆動を制御することで、一方のペローズの収縮から伸長（移送流体の吐出から吸い込み）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状態となる。これにより、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、ペローズポンプの吐出側の脈動を低減することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2004 - 293502 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記ペローズポンプは、各ペローズの収縮により移送流体を吐出する吐出工程において、移送流体の逆流を防止するチェックバルブを備えている。一方のペローズが吐出工程から吸込工程に切り換わると、その吐出工程で開弁して移送流体の吐出を許容していたチェックバルブは、他方のペローズから吐出される移送流体に押圧されて閉弁するようになっている。

【0006】

しかし、一方のペローズが吐出工程から吸込工程に切り換わるときには、上記のように他方のペローズは既に収縮して高圧の移送流体を吐出しているため、チェックバルブは、

50

前記高圧の移送流体に押圧されて急速に閉弁する。このため、チェックバルブが急速に閉弁したときの衝撃が、ペローズポンプに接続された移送流体の吐出配管内に伝わることで、図10に示すように、当該吐出配管内でサージ圧（図中の破線で囲んだ部分）が発生するという問題があった。

【0007】

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、吐出側において脈動を低減するとともにサージ圧の発生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】

【0008】

(1) 本発明のペローズポンプ装置は、移送流体の吸込通路及び吐出通路を有するポンプヘッドと、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移送流体を吸い込み、収縮により内部から前記吐出通路に移送流体を吐出する第1ペローズ及び第2ペローズと、前記吸込通路及び吐出通路に対する一方向への移送流体の流れを許容するとともに他方向への移送流体の流れを阻止するチェックバルブと、第1吸込側流体室及び第1吐出側流体室を有し、前記第1吸込側流体室に加圧流体を供給することで前記第1ペローズを最伸長状態まで伸長させ、前記第1吐出側流体室に加圧流体を供給することで前記第1ペローズを最収縮状態まで収縮させる第1駆動部と、第2吸込側流体室及び第2吐出側流体室を有し、前記第2吸込側流体室に加圧流体を供給することで前記第2ペローズを最伸長状態まで伸長させ、前記第2吐出側流体室に加圧流体を供給することで前記第2ペローズを最収縮状態まで収縮させる第2駆動部と、を備え、前記第1ペローズが最収縮状態となる手前で前記第2ペローズが最伸長状態から収縮し、前記第2ペローズが最収縮状態となる手前で前記第1ペローズが最伸長状態から収縮するペローズポンプ装置であって、前記第1駆動部の第1吐出側流体室における加圧流体の第1流体圧を調整する第1流体圧調整部と、前記第2駆動部の第2吐出側流体室における加圧流体の第2流体圧を調整する第2流体圧調整部と、前記第2ペローズが収縮を開始してから前記第1ペローズが最収縮状態となるまでの間、前記第1流体圧が段階的または連続的に減少するように前記第1流体圧調整部を制御し、前記第1ペローズが収縮を開始してから前記第2ペローズが最収縮状態となるまでの間、前記第2流体圧が段階的または連続的に減少するように前記第2流体圧調整部を制御する制御部と、を備える。

【0009】

本発明によれば、第1ペローズ及び第2ペローズのうち、一方のペローズが最収縮状態となる手前で他方のペローズが最伸長状態から収縮する。これにより、一方のペローズの収縮から伸長（移送流体の吐出から吸い込み）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、ペローズポンプ装置の吐出側の脈動を低減することができる。

【0010】

また、制御部は、一方のペローズが収縮を開始してから他方のペローズが最収縮状態となるまでの間、前記他方のペローズに対応する吐出側流体室の流体圧が段階的または連続的に減少するように、当該吐出側流体室に対応する流体圧調整部を制御する。この制御により、前記他方のペローズから吐出通路への移送流体の流れを許容しているチェックバルブは、前記他方のペローズが最収縮状態となるまでに、開弁状態から徐々に閉弁方向へ移動する。これにより、前記他方のペローズが最収縮状態から伸長に切り換わったときに、前記チェックバルブの急速な閉弁に起因する衝撃を緩和することができる。その結果、移送流体の吐出から吸い込みに切り換わるときに、ペローズポンプ装置の吐出側でサージ圧が発生するのを抑制することができる。

【0011】

(2) 前記制御部は、前記第1ペローズが最収縮状態となる以前に、前記第1流体圧がゼロとなるように前記第1流体圧調整部を制御し、前記第2ペローズが最収縮状態となる

10

20

30

40

50

以前に、前記第 2 流体圧がゼロとなるように前記第 2 流体圧調整部を制御するのが好ましい。

この場合、一方のペローズが収縮を開始してから他方のペローズが最収縮状態となる以前に、前記他方のペローズに対応する吐出側流体室の流体圧は、段階的または連続的に減少してゼロとなる。このように吐出側流体室の流体圧が減少することで、前記他方のペローズが最収縮状態となる以前に、前記他方のペローズに対応するチェックバルブが閉弁する。これにより、前記他方のペローズが最収縮状態から伸長に切り換わったときに、前記チェックバルブが急速に閉弁するのを回避することができる。その結果、移送流体の吐出から吸い込みに切り換わるときに、ペローズポンプ装置の吐出側でサージ圧が発生するのをさらに抑制することができる。

10

【 0 0 1 2 】

(3) 前記制御部は、前記第 1 ペローズが最収縮状態となった時点で、前記第 1 流体圧がゼロとなるように前記第 1 流体圧調整部を制御し、前記第 2 ペローズが最収縮状態となった時点で、前記第 2 流体圧がゼロとなるように前記第 2 流体圧調整部を制御するのが好ましい。

この場合、一方のペローズが収縮を開始してから他方のペローズが最収縮状態となるまでの間、前記他方のペローズに対応する吐出側流体室の流体圧は、段階的または連続的に減少し、前記他方のペローズが最収縮状態となった時点でゼロとなる。これにより、前記他方のペローズが最収縮状態となる前に前記流体圧がゼロとなる場合に比べて、前記他方のペローズに対応するチェックバルブはゆっくりと閉弁する。その結果、移送流体の吐出から吸い込みに切り換わるときに、ペローズポンプ装置の吐出側でサージ圧が発生するのをさらに抑制することができる。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、移送流体の吐出から吸い込みに切り換わるときに、吐出側において脈動を低減するとともにサージ圧の発生を抑制することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 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 】 制御部による電空レギュレータの制御例を示すタイムチャートである。

【 図 6 】 ペローズポンプの吐出通路から吐出される移送流体の吐出圧力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第 1 ~ 第 3 変形例を示すタイムチャートである。

【 図 8 】 制御部による電空レギュレータの制御の第 4 変形例及び第 5 変形例を示すタイムチャートである。

【 図 9 】 制御部による電空レギュレータの制御の第 6 変形例を示すタイムチャートである。

【 図 1 0 】 従来ペローズポンプにおける吐出配管内の圧力を示すグラフである。

30

40

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 5 】

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

50

ュレータ（第1流体圧調整部）51、及び第2電空レギュレータ（第2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。

【0016】

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、中央部に配置されたポンプヘッド11と、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第1ペローズ13及び第2ペローズ14と、第1及び第2ペローズ13、14それぞれの内部において、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。

10

【0017】

[ペローズの構成]

第1ペローズ13及び第2ペローズ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ている。第1及び第2ペローズ13、14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して固定されている。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。

【0018】

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121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121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。

20

【0019】

[ポンプケースの構成]

第1ペローズ13のフランジ部13aには、有底円筒状に形成されたポンプケース12（以下、「第1ポンプケース12A」ともいう）の開口周縁部が、気密状に押圧して固定されている。これにより、第1ポンプケース12Aの内部には、気密状態が保持された第1吐出側空気室（第1吐出側流体室）21Aが形成されている。

30

【0020】

第1ポンプケース12Aには第1吸排気ポート22Aが設けられており、第1吸排気ポート22Aは、第1電磁弁4、第1電空レギュレータ51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、第1電空レギュレータ51及び第1電磁弁4及び第1吸排気ポート22Aを介して、第1吐出側空気室21Aの内部に加圧空気を供給し続けることで、第1ペローズ13が最収縮状態まで収縮する。

【0021】

第2ペローズ14のフランジ部14aには、有底円筒状に形成されたポンプケース12（以下、「第2ポンプケース12B」ともいう）の開口周縁部が、気密状に押圧して固定されている。これにより、第2ポンプケース12Bの内部には、気密状態が保持された第2吐出側空気室（第2吐出側流体室）21Bが形成されている。

40

【0022】

第2ポンプケース12Bには第2吸排気ポート22Bが設けられており、第2吸排気ポート22Bは、第2電磁弁5、第2電空レギュレータ52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、第2電空レギュレータ52及び第2電磁弁5及び第2吸排気ポート22Bを介して、第2吐出側空気室21Bの内部に加圧空気を供給し続けることで、第2ペローズ14が最収縮状態まで収縮する。

【0023】

50

各ポンプケース 1 2 A , 1 2 B の底壁部 1 2 1 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 1 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。

【 0 0 2 4 】

これにより、第 1 ポンプケース 1 2 A 側において、底壁部 1 2 1、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第 1 吸込側空気室（第 1 吸込側流体室）2 6 A とされている。また、第 2 ポンプケース 1 2 B 側において、底壁部 1 2 1、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第 2 吸込側空気室（第 2 吸込側流体室）2 6 B とされている。

10

【 0 0 2 5 】

第 1 ポンプケース 1 2 A 側のシリンダ体 2 5 には、第 1 吸込側空気室 2 6 A に連通する吸排気口 2 5 1 が形成されている。この吸排気口 2 5 1 は、第 1 電磁弁 4、第 1 電空レギュレータ 5 1 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、第 1 電空レギュレータ 5 1、第 1 電磁弁 4 及び吸排気口 2 5 1 を介して、第 1 吸込側空気室 2 6 A の内部に加圧空気を供給し続けることで、第 1 ベローズ 1 3 が最伸長状態まで伸長する。

【 0 0 2 6 】

第 2 ポンプケース 1 2 B 側のシリンダ体 2 5 には、第 2 吸込側空気室 2 6 B に連通する吸排気口 2 5 2 が形成されている。この吸排気口 2 5 2 は、第 2 電磁弁 5、第 2 電空レギュレータ 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、第 2 電空レギュレータ 5 2、第 2 電磁弁 5 及び吸排気口 2 5 2 を介して、第 2 吸込側空気室 2 6 B の内部に加圧空気を供給し続けることで、第 2 ベローズ 1 4 が最伸長状態まで伸長する。

20

【 0 0 2 7 】

以上の構成により、第 1 吐出側空気室 2 1 A が形成された第 1 ポンプケース 1 2 A と、第 1 吸込側空気室 2 6 A 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 ベローズ 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。

30

また、第 2 吐出側空気室 2 1 B が形成された第 2 ポンプケース 1 2 B と、第 2 吸込側空気室 2 6 B 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 2 ベローズ 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。

【 0 0 2 8 】

[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、一对の近接センサ 2 9 A , 2 9 B が取り付けられている。第 1 エアシリンダ部 2 7 のピストン体 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。

40

【 0 0 2 9 】

近接センサ 2 9 A は、第 1 ベローズ 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 ベローズ 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 ベローズ 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。

【 0 0 3 0 】

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 が取り付けられている。第 2 エアシリンダ部 2 8 のピストン体 2 3 には、各近接セン

50

サ 3 1 A , 3 1 B 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 3 1 】

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 3 2 】

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 の第 1 吸込側空気室 2 6 A との第 1 吐出側空気室 2 1 A 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 3 3 】

また、空気供給装置 2 によって生成された加圧空気は、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 の第 2 吸込側空気室 2 6 B と第 2 吐出側空気室 2 1 B 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 3 4 】

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 3 5 】

[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 とが形成されている。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 3 6 】

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 3 7 】

[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 8 】

バルブケース 1 5 a は有底円筒形状に形成されている。バルブケース 1 5 a 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

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 3 9 】

これにより、吸込用チェックバルブ 1 5 は、自身が配置されているペローズ 1 3 , 1 4 が伸長したときに開弁して、吸込通路 3 4 からペローズ 1 3 , 1 4 内部に向かう方向（一方向）への移送流体の吸引を許容する。また、吸込用チェックバルブ 1 5 は、自身が配置されているペローズ 1 3 , 1 4 が収縮したときに閉弁して、ペローズ 1 3 , 1 4 内部から吸込通路 3 4 に向かう方向（他方向）への移送流体の逆流を阻止する。

【 0 0 4 0 】

吐出口 3 7 に取り付けられたチェックバルブ 1 6（以下、「吐出用チェックバルブ」ともいう）は、バルブケース 1 6 a と、このバルブケース 1 6 a に収容された弁体 1 6 b と、この弁体 1 6 b を閉弁方向に付勢する圧縮コイルバネ 1 6 c とを有している。

10

【 0 0 4 1 】

バルブケース 1 6 a は有底円筒形状に形成されている。バルブケース 1 6 a 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 6 d が形成されている。弁体 1 6 b は、圧縮コイルバネ 1 6 c の付勢力によりバルブケース 1 6 a の貫通孔 1 6 d 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バルブケース 1 6 a の貫通孔 1 6 d を開放（開弁）するようになっている。

【 0 0 4 2 】

これにより、吐出用チェックバルブ 1 6 は、自身が配置されているペローズ 1 3 , 1 4 が収縮したときに開弁して、ペローズ 1 3 , 1 4 内部から吐出通路 3 5 に向かう方向（一方向）への移送流体の流出を許容する。また、吐出用チェックバルブ 1 6 は、自身が配置されているペローズ 1 3 , 1 4 が伸長したときに閉弁して、吐出通路 3 5 からペローズ 1 3 , 1 4 内部に向かう方向（他方向）への移送流体の逆流を阻止する。

20

【 0 0 4 3 】

[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 1 3 , 1 4 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 1 3 が収縮し、第 2 ペローズ 1 4 が伸長した場合、ポンプヘッド 1 1 の図中左側に装着された吸込用チェックバルブ 1 5 及び吐出用チェックバルブ 1 6 の各弁体 1 5 b , 1 6 b は、第 1 ペローズ 1 3 内の移送流体から圧力を受けて、各バルブケース 1 5 a , 1 6 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 1 5 が閉弁するとともに、吐出用チェックバルブ 1 6 が開弁し、第 1 ペローズ 1 3 内の移送流体が吐出通路 3 5 からポンプ外へ吐出される。

30

【 0 0 4 4 】

一方、ポンプヘッド 1 1 の図中右側に装着された吸込用チェックバルブ 1 5 の弁体 1 5 b は、第 2 ペローズ 1 4 による吸引作用によってバルブケース 1 5 a の図中右側に移動する。また、ポンプヘッド 1 1 の図中右側に装着された吐出用チェックバルブ 1 6 の弁体 1 6 b は、第 2 ペローズ 1 4 による吸引作用、及び第 1 ペローズ 1 3 から吐出通路 3 5 に吐出された移送流体による押圧作用によって、バルブケース 1 6 a の図中右側に移動する。これにより吸込用チェックバルブ 1 5 が閉弁するとともに、吐出用チェックバルブ 1 6 が閉弁し、吸込通路 3 4 から第 2 ペローズ 1 4 内に移送流体が吸い込まれる。

40

【 0 0 4 5 】

次に、図 4 に示すように、第 1 ペローズ 1 3 が伸長し、第 2 ペローズ 1 4 が収縮した場合、ポンプヘッド 1 1 の図中右側に装着された吸込用チェックバルブ 1 5 及び吐出用チェックバルブ 1 6 の各弁体 1 5 b , 1 6 b は、第 2 ペローズ 1 4 内の移送流体から圧力を受けて、各バルブケース 1 5 a , 1 6 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 1 5 が閉弁するとともに、吐出用チェックバルブ 1 6 が開弁し、第 2 ペローズ 1 4 内の移送流体が吐出通路 3 5 からポンプ外へ吐出される。

50

【 0 0 4 6 】

一方、ポンプヘッド 1 1 の図中左側に装着された吸込用チェックバルブ 1 5 の弁体 1 5 b は、第 1 ペローズ 1 3 による吸引作用によってバルブケース 1 5 a の図中左側に移動する。また、ポンプヘッド 1 1 の図中左側に装着された吐出用チェックバルブ 1 6 の弁体 1 6 b は、第 1 ペローズ 1 3 による吸引作用、及び第 1 ペローズ 1 3 から吐出通路 3 5 に吐出された移送流体による押圧作用によって、バルブケース 1 6 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 1 5 が開弁するとともに、吐出用チェックバルブ 1 6 が開弁し、吸込通路 3 4 から第 1 ペローズ 1 3 内に移送流体が吸い込まれる。

以上の動作を繰り返し行うことで、左右のペローズ 1 3 , 1 4 は、交互に移送流体の吸引と吐出とを行うことができる。

10

【 0 0 4 7 】

〔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 2 7 の第 1 吐出側空気室 2 1 A 及び第 1 吸込側空気室 2 6 A 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 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。

【 0 0 4 8 】

第 2 電磁弁 5 は、第 2 エアシリンダ部 2 8 の第 2 吐出側空気室 2 1 B 及び第 2 吸込側空気室 2 6 B 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 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。

20

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。

【 0 0 4 9 】

図 1 において、第 1 エアシリンダ部 2 7 の第 1 吐出側空気室 2 1 A (第 1 吸排気ポート 2 2 A) と第 1 電磁弁 4 との間には、第 1 急速排気弁 6 1 が第 1 吐出側空気室 2 1 A に隣接して配置されている。第 1 急速排気弁 6 1 は、加圧空気を排出する排気口 6 1 a を有しており、第 1 電磁弁 4 から第 1 吐出側空気室 2 1 A への加圧空気の流れを許容するとともに、第 1 吐出側空気室 2 1 A から流れ出た加圧空気を排気口 6 1 a から排出するようになっている。これにより、第 1 吐出側空気室 2 1 A 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 6 1 から迅速に排出することができる。

30

【 0 0 5 0 】

同様に、第 2 エアシリンダ部 2 8 の第 2 吐出側空気室 2 1 B (第 2 吸排気ポート 2 2 B) と第 2 電磁弁 5 との間には、第 2 急速排気弁 6 2 が第 2 吐出側空気室 2 1 B に隣接して配置されている。第 2 急速排気弁 6 2 は、加圧空気を排出する排気口 6 2 a を有しており、第 2 電磁弁 5 から第 2 吐出側空気室 2 1 B への加圧空気の流れを許容するとともに、第 2 吐出側空気室 2 1 B から流れ出た加圧空気を排気口 6 2 a から排出するようになっている。これにより、第 2 吐出側空気室 2 1 B 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 6 2 から迅速に排出することができる。

40

【 0 0 5 1 】

〔制御部の構成〕

制御部 6 は、第 1 検知部 2 9 及び第 2 検知部 3 1 (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 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。

【 0 0 5 2 】

具体的には、制御部 6 は、第 1 検知部 2 9 及び第 2 検知部 3 1 の検知結果に基づいて、第 1 ペローズ 1 3 が最収縮状態となる手前で第 2 ペローズ 1 4 を最伸長状態から収縮させるとともに、第 2 ペローズ 1 4 が最収縮状態となる手前で第 1 ペローズ 1 3 を最伸長状態

50

から収縮させるように、第 1 及び第 2 エアシリンダ部 2 7 , 2 8 を駆動制御する。

【 0 0 5 3 】

ここで、第 1 ペローズ 1 3 が最収縮状態となる「手前」とは、第 1 ペローズ 1 3 の収縮経過位置が収縮開始位置（最伸長位置）よりも収縮終了位置（最収縮位置）に近い位置にあることを意味し、より詳細には、第 1 ペローズ 1 3 がその収縮開始時点から最収縮状態となるまでの収縮期間 T 1 2（図 5 参照）の 6 0 % ~ 9 0 %（好ましくは 6 0 % ~ 7 0 %、より好ましくは 6 6 %）まで収縮した状態を意味する。同様に、第 2 ペローズ 1 4 が最収縮状態となる「手前」とは、第 2 ペローズ 1 4 の収縮経過位置が収縮開始位置（最伸長位置）よりも収縮終了位置（最収縮位置）に近い位置にあることを意味し、より詳細には、第 2 ペローズ 1 4 が、その収縮開始時点から最収縮状態となるまでの収縮期間 T 2 2（図 5 参照）の 6 0 % ~ 9 0 %（好ましくは 6 0 % ~ 7 0 %、より好ましくは 6 6 %）まで収縮した状態を意味する。

10

【 0 0 5 4 】

これにより、一方のペローズの収縮から伸長（移送流体の吐出から吸い込み）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。

【 0 0 5 5 】

[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 5 1 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 5 1 は、第 1 エアシリンダ部 2 7 の第 1 吸込側空気室 2 6 A における加圧空気の空気圧、及び第 1 エアシリンダ部 2 7 の第 1 吐出側空気室 2 1 A における加圧空気の空気圧（第 1 流体圧）を調整する。

20

【 0 0 5 6 】

同様に、第 2 電空レギュレータ 5 2 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 5 2 は、第 2 エアシリンダ部 2 8 の第 2 吸込側空気室 2 6 B における加圧空気の空気圧、及び第 2 エアシリンダ部 2 8 の第 2 吐出側空気室 2 1 B における加圧空気の空気圧（第 2 流体圧）を調整する。

【 0 0 5 7 】

なお、電空レギュレータ 5 1 , 5 2 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 5 1 , 5 2 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が作用するので、電空レギュレータ 5 1 , 5 2 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 5 1 , 5 2 を配置するのが好ましい。

30

【 0 0 5 8 】

また、電空レギュレータ 5 1 , 5 2 は、少なくとも吐出側空気室 2 1 A , 2 1 B における加圧空気の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 5 1 , 5 2 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。

40

【 0 0 5 9 】

[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 による電空レギュレータ 5 1（5 2）の制御例を示すタイムチャートである。図 5 において、制御部 6 は、第 1 ペローズ 1 3 が伸長している伸長期間 T 1 1 の間、第 1 エアシリンダ部 2 7 の第 1 吸込側空気室 2 6 A の空気圧が一定値 P となるように、第 1 電空レギュレータ 5 1 を制御する。

【 0 0 6 0 】

また、制御部 6 は、第 1 ペローズ 1 3 が収縮している収縮期間 T 1 2 のうち、第 1 ペローズ 1 3 の収縮開始時点 t 1 から第 2 ペローズ 1 4 の収縮開始時点 t 2 までの第 1 収縮期間 T 1 2 1 の間において、第 1 エアシリンダ部 2 7 の第 1 吐出側空気室 2 1 A の空気圧が

50

一定値 P となるように、第 1 電空レギュレータ 5 1 を制御する。

【 0 0 6 1 】

続いて、制御部 6 は、前記収縮期間 T 1 2 のうち、第 2 ペローズ 1 4 の収縮開始時点 t 2 から、第 1 ペローズ 1 3 が最収縮状態となる収縮終了時点 t 3 までの第 2 収縮時間 T 1 2 2 の間において、第 1 吐出側空気室 2 1 A の空気圧を P から連続的に減少させ、第 1 ペローズ 1 3 が最収縮状態となる以前に当該空気圧がゼロとなるように、第 1 電空レギュレータ 5 1 を制御する。例えば、本実施形態の制御部 6 は、第 1 吐出側空気室 2 1 A の空気圧を P から直線状に連続的に減少させ、第 1 ペローズ 1 3 が最収縮状態となった収縮終了時点 t 3 で当該空気圧がゼロとなるように、第 1 電空レギュレータ 5 1 を制御する。

【 0 0 6 2 】

一方、制御部 6 は、第 2 ペローズ 1 4 が伸長している伸長期間 T 2 1 の間、第 2 エアシリンダ部 2 8 の第 2 吸込側空気室 2 6 B の空気圧が一定値 P となるように、第 2 電空レギュレータ 5 2 を制御する。

また、制御部 6 は、第 2 ペローズ 1 4 が収縮している収縮期間 T 2 2 のうち、第 2 ペローズ 1 4 の収縮開始時点 t 2 から第 1 ペローズ 1 3 の収縮開始時点 t 1 までの第 1 収縮時間 T 2 2 1 の間において、第 2 エアシリンダ部 2 8 の第 2 吐出側空気室 2 1 B の空気圧が一定値 P となるように、第 2 電空レギュレータ 5 2 を制御する。

【 0 0 6 3 】

続いて、制御部 6 は、前記収縮期間 T 2 2 のうち、第 1 ペローズ 1 3 の収縮開始時点 t 1 から、第 2 ペローズ 1 4 が最収縮状態となる収縮終了時点 t 4 までの第 2 収縮時間 T 2 2 2 の間において、第 2 吐出側空気室 2 1 B の空気圧を P から連続的に減少させ、第 2 ペローズ 1 4 が最収縮状態となる以前に当該空気圧がゼロとなるように、第 2 電空レギュレータ 5 2 を制御する。例えば、本実施形態の制御部 6 は、第 2 吐出側空気室 2 1 B の空気圧を P から直線状に連続的に減少させ、第 2 ペローズ 1 4 が最収縮状態となった収縮終了時点 t 4 で当該空気圧がゼロとなるように、第 2 電空レギュレータ 5 2 を制御する。

【 0 0 6 4 】

図 6 は、本実施形態のペローズポンプ 1 の吐出通路 3 5 から吐出される移送流体の吐出圧力を示すグラフである。図 6 に示すように、制御部 6 が第 1 及び第 2 電空レギュレータ 5 1 , 5 2 を上記のように制御することで、一方のペローズの収縮から伸長（移送流体の吐出から吸い込み）への切り換えタイミング（図中の破線で囲む部分）において、吐出圧力が大きく落ち込むのを低減できていることが分かる。また、本実施形態の図 6 に示すグラフと、従来図 1 0 に示すグラフとを比較すると、前記切り換えタイミングにおいて、サージ圧の発生も抑制できていることが分かる。

【 0 0 6 5 】

[本実施形態の作用効果]

以上、本実施形態のペローズポンプ装置によれば、一方のペローズ 1 3 (1 4) が最収縮状態となる手前で他方のペローズ 1 4 (1 3) が最伸長状態から収縮する。これにより、一方のペローズ 1 3 (1 4) の収縮から伸長（移送流体の吐出から吸い込み）への切り換えタイミングにおいて、他方のペローズ 1 4 (1 3) 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。

【 0 0 6 6 】

また、制御部 6 は、一方のペローズ 1 3 (1 4) が収縮を開始してから他方のペローズ 1 4 (1 3) が最収縮状態となるまでの間、他方のペローズ 1 4 (1 3) に対応する吐出側空気室 2 1 B (2 1 A) の空気圧が連続的に減少するように、当該吐出側空気室 2 1 A (2 1 B) に対応する電空レギュレータ 5 2 (5 1) を制御する。この制御により、他方のペローズ 1 4 (1 3) が最収縮状態となるまでに、他方のペローズ 1 4 (1 3) に対応する吐出用チェックバルブ 1 6 は、開弁状態から徐々に閉弁方向へ移動する。これにより、他方のペローズ 1 4 (1 3) が最収縮状態から伸長に切り換わったときに、前記吐出用チェックバルブ 1 6 の急速な閉弁に起因する衝撃を緩和することができる。その結果、移

10

20

30

40

50

送流体の吐出から吸い込みに切り換わるときに、ペローズポンプ装置の吐出側でサージ圧が発生するのを抑制することができる。

【 0 0 6 7 】

また、一方のペローズ 1 3 (1 4) が収縮を開始してから他方のペローズ 1 4 (1 3) が最収縮状態となる以前に、他方のペローズ 1 4 (1 3) に対応する吐出側空気室 2 1 B (2 1 A) の空気圧は、連続的に減少してゼロとなる。このように吐出側空気室 2 1 B (2 1 A) の空気圧が減少することで、他方のペローズ 1 4 (1 3) が最収縮状態となる以前に、他方のペローズ 1 4 (1 3) に対応する吐出用チェックバルブ 1 6 が閉弁する。これにより、他方のペローズ 1 4 (1 3) が最収縮状態から伸長に切り換わったときに、前記吐出用チェックバルブ 1 6 が急速に閉弁するのを回避することができる。その結果、移送流体の吐出から吸い込みに切り換わるときに、ペローズポンプ装置の吐出側でサージ圧が発生するのをさらに抑制することができる。

10

【 0 0 6 8 】

また、一方のペローズ 1 3 (1 4) が収縮を開始してから他方のペローズ 1 4 (1 3) が最収縮状態となるまでの間、他方のペローズ 1 4 (1 3) に対応する吐出側空気室 2 1 B (2 1 A) の空気圧は、連続的に減少し、他方のペローズ 1 4 (1 3) が最収縮状態となった時点でゼロとなる。これにより、他方のペローズ 1 4 (1 3) が最収縮状態となる前に前記空気圧がゼロとなる場合 (図 8 参照) に比べて、他方のペローズ 1 4 (1 3) に対応する吐出用チェックバルブ 1 6 はゆっくりと閉弁する。その結果、移送流体の吐出から吸い込みに切り換わるときに、ペローズポンプ装置の吐出側でサージ圧が発生するのをさらに抑制することができる。

20

【 0 0 6 9 】

[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) の制御についての、第 1 変形例、第 2 変形例及び第 3 変形例を示すタイムチャートである。

図 7 の実線で示す第 1 変形例において、制御部 6 は、一方のペローズ 1 4 (1 3) の収縮開始時点 t_2 (t_1) から、他方のペローズ 1 3 (1 4) の収縮終了時点 t_3 (t_4) までの第 2 収縮時間 $T_1 2 2$ ($T_2 2 2$) の間において、吐出側空気室 2 1 A (2 1 B) の空気圧を P から段階的に減少させ、収縮終了時点 t_3 (t_4) で当該空気圧がゼロとなるように、電空レギュレータ 5 1 (5 2) を制御する。なお、第 1 変形例では、前記空気圧を 2 段階に分けて減少させているが、前記空気圧を 3 段階以上に分けて減少させてもよい。

30

【 0 0 7 0 】

図 7 の 1 点鎖線で示す第 2 変形例において、制御部 6 は、一方のペローズ 1 4 (1 3) の収縮開始時点 t_2 (t_1) から他方のペローズ 1 3 (1 4) の収縮終了時点 t_3 (t_4) までの第 2 収縮時間 $T_1 2 2$ ($T_2 2 2$) の間において、他方のペローズ 1 3 (1 4) に対応する吐出側空気室 2 1 A (2 1 B) の空気圧を P から凹曲線状に連続的に減少させ、収縮終了時点 t_3 (t_4) で当該空気圧がゼロとなるように、電空レギュレータ 5 1 (5 2) を制御する。

【 0 0 7 1 】

図 7 の 2 点鎖線で示す第 3 変形例において、制御部 6 は、一方のペローズ 1 4 (1 3) の収縮開始時点 t_2 (t_1) から他方のペローズ 1 3 (1 4) の収縮終了時点 t_3 (t_4) までの第 2 収縮時間 $T_1 2 2$ ($T_2 2 2$) の間において、他方のペローズ 1 3 (1 4) に対応する吐出側空気室 2 1 A (2 1 B) の空気圧を P から凸曲線状に連続的に減少させ、収縮終了時点 t_3 (t_4) で当該空気圧がゼロとなるように、電空レギュレータ 5 1 (5 2) を制御する。

40

【 0 0 7 2 】

以上より、図 7 の第 1 ~ 第 3 変形例においても、上記実施形態と同様の作用効果を奏する。なお、第 1 変形例において、制御部 6 は、吐出側空気室 2 1 A (2 1 B) の空気圧を、各段階で直線状に減少させるように電空レギュレータ 5 1 (5 2) を制御しているが、

50

第2変形例又は第3変形例のように、前記空気圧を各段階で曲線状に減少させるように電空レギュレータ51(52)を制御してもよい。

【0073】

図8は、制御部6による電空レギュレータ51(52)の制御についての、第4変形例及び第5変形例を示すタイムチャートである。

図8の実線で示す第4変形例において、制御部6は、一方のペローズ14(13)の収縮開始時点 $t_2(t_1)$ から、他方のペローズ13(14)が最収縮状態となる前の収縮途中時点 $t_5(t_6)$ までの間において、吐出側空気室21A(21B)の空気圧を P から連続的に減少させ、収縮途中時点 $t_5(t_6)$ で当該空気圧がゼロとなるように、電空レギュレータ51(52)を制御する。そして、制御部6は、他方のペローズ13(14)の収縮途中時点 $t_5(t_6)$ から収縮終了時点 $t_3(t_4)$ までの間において、吐出側空気室21A(21B)の空気圧がゼロを維持するように、電空レギュレータ51(52)を制御する。

10

【0074】

図8の1点鎖線で示す第5変形例において、制御部6は、一方のペローズ14(13)の収縮開始時点 $t_2(t_1)$ から、他方のペローズ13(14)が最収縮状態となる前の収縮途中時点 $t_5(t_6)$ までの間において、吐出側空気室21A(21B)の空気圧を P から連続的に減少させ、収縮途中時点 $t_5(t_6)$ で当該空気圧が P' ($0 < P' < P$)となるように、電空レギュレータ51(52)を制御する。そして、制御部6は、他方のペローズ13(14)の収縮途中時点 $t_5(t_6)$ から収縮終了時点 $t_3(t_4)$ までの間において、吐出側空気室21A(21B)の空気圧がゼロとなるように、電空レギュレータ51(52)を制御する。

20

【0075】

以上より、第4及び第5変形例においても、上記実施形態と同様に、一方のペローズ14(13)が収縮を開始してから他方のペローズ13(14)が最収縮状態となるまでの間、他方のペローズ13(14)に対応する吐出側空気室21A(21B)の空気圧が連続的に減少する。これにより、移送流体の吐出から吸い込みに切り換わるときに、吐出側において脈動を低減するとともにサージ圧の発生を抑制することができる。

【0076】

また、一方のペローズ14(13)が収縮を開始してから他方のペローズ13(14)が最収縮状態となる前に、他方のペローズ13(14)に対応する吐出側空気室21A(21B)の空気圧は、連続的に減少してゼロとなる。このように吐出側空気室21A(21B)の空気圧が減少することで、他方のペローズ13(14)が最収縮状態となる前に、他方のペローズ13(14)に対応する吐出用チェックバルブ16が閉弁する。これにより、他方のペローズ13(14)が最収縮状態から伸長に切り換わったときに、前記吐出用チェックバルブ16が急速に閉弁するのを回避することができる。その結果、移送流体の吐出から吸い込みに切り換わるときに、ペローズポンプ装置の吐出側でサージ圧が発生するのをさらに抑制することができる。

30

【0077】

図9は、制御部6による電空レギュレータ51(52)の制御の第6変形例を示すタイムチャートである。本変形例において、制御部6は、一方のペローズ14(13)の収縮開始時点 $t_2(t_1)$ から他方のペローズ13(14)の収縮終了時点 $t_3(t_4)$ までの第2収縮時間 $T_{122}(T_{222})$ の間において、吐出側空気室21A(21B)の空気圧を P から連続的に減少させ、他方のペローズ13(14)が最収縮状態となった収縮終了時点 t_3 で当該空気圧が P'' ($0 < P'' < P$)となるように、電空レギュレータ51(52)を制御する。なお、前記収縮終了時点 $t_3(t_4)$ において、対応する電磁弁4(5)が切り換わると、吐出側空気室21A(21B)内の加圧空気が大気へ開放され、吐出側空気室21A(21B)の空気圧は P'' からゼロとなる。

40

【0078】

以上より、第6変形例においても、上記実施形態と同様に、一方のペローズ14(13)

50

)が収縮を開始してから他方のペローズ13(14)が最収縮状態となるまでの間、他方のペローズ13(14)に対応する吐出側空気室21A(21B)の空気圧が連続的に減少する。これにより、移送流体の吐出から吸い込みに切り換わる時に、吐出側において脈動を低減するとともにサージ圧の発生を抑制することができる。

【0079】

なお、図8及び図9の各変形例において、制御部6は、電空レギュレータ51(52)を制御する際に、吐出側空気室21A(21B)の空気圧を直線状に連続的に減少させているが、図7の第1変形例のように前記空気圧を段階的に減少させてもよいし、図7の第2又は第3変形例のように前記空気圧を曲線状に連続的に減少させてもよい。

【0080】

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図される。

【符号の説明】

【0081】

6 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 吸込用チェックバルブ(チェックバルブ)

16 吐出用チェックバルブ(チェックバルブ)

21A 第1吐出側空気室(第1吐出側流体室)

21B 第2吐出側空気室(第2吐出側流体室)

26A 第1吸込側空気室(第1吸込側流体室)

26B 第2吸込側空気室(第2吸込側流体室)

27 第1エアシリンダ部(第1駆動部)

28 第2エアシリンダ部(第2駆動部)

34 吸込通路

35 吐出通路

51 第1電空レギュレータ(第1流体圧調整部)

52 第2電空レギュレータ(第2流体圧調整部)

10

20

30

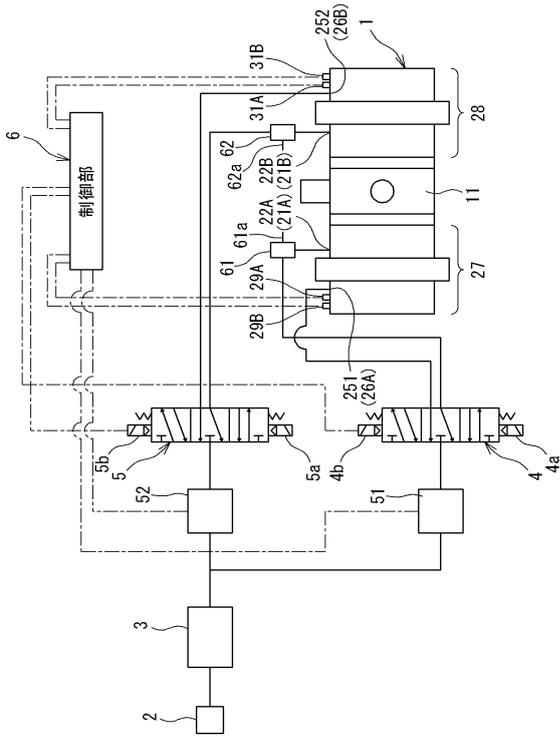
40

50

【図面】

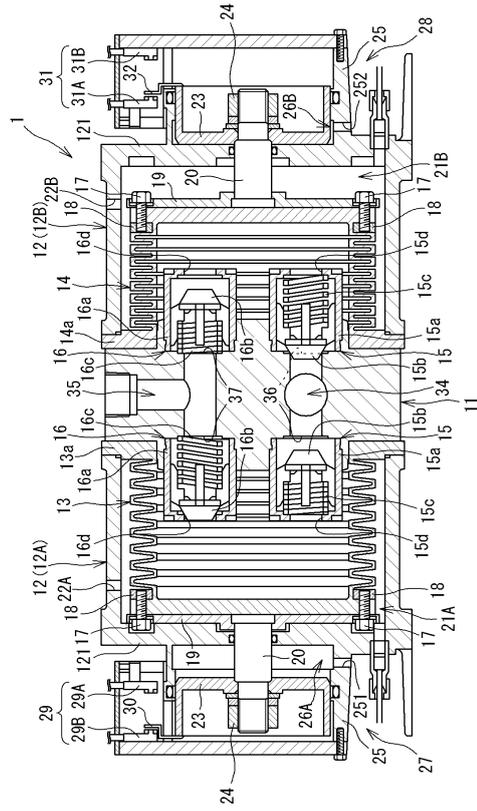
【図 1】

図 1



【図 2】

図 2

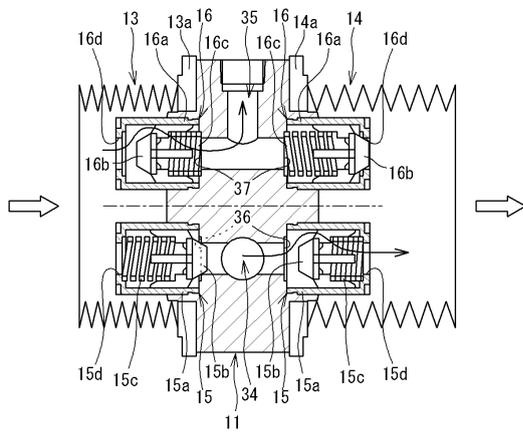


10

20

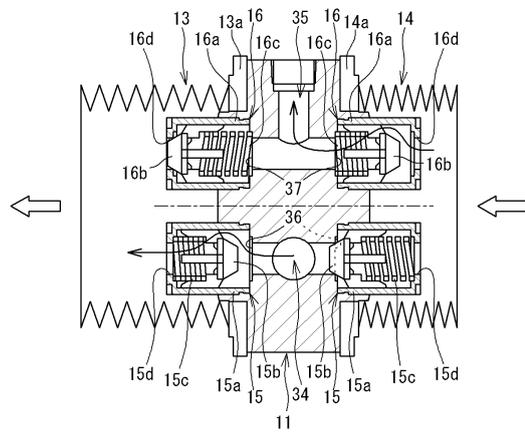
【図 3】

図 3



【図 4】

図 4



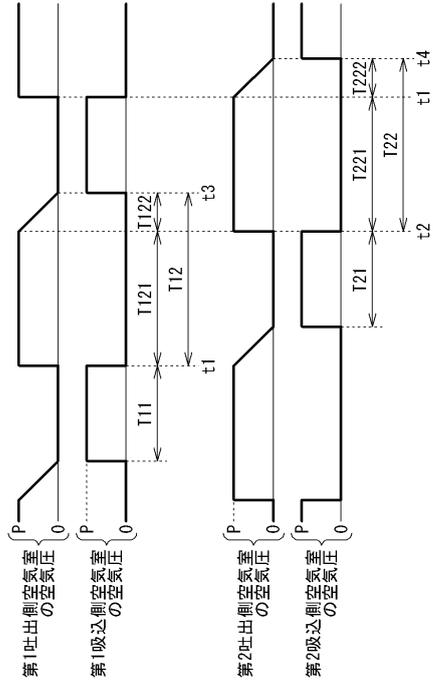
30

40

50

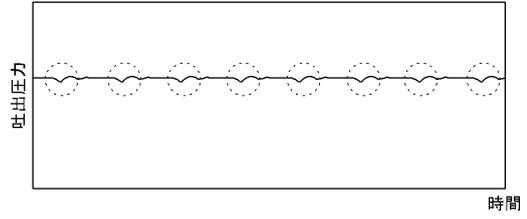
【図 5】

図 5



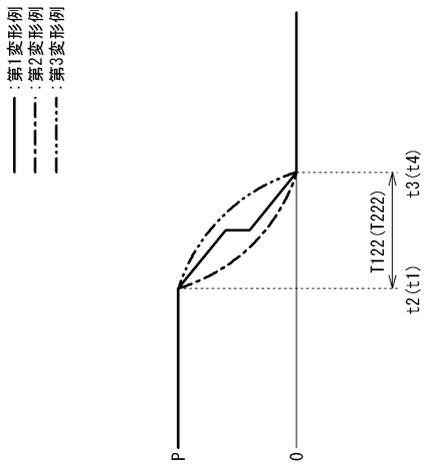
【図 6】

図 6



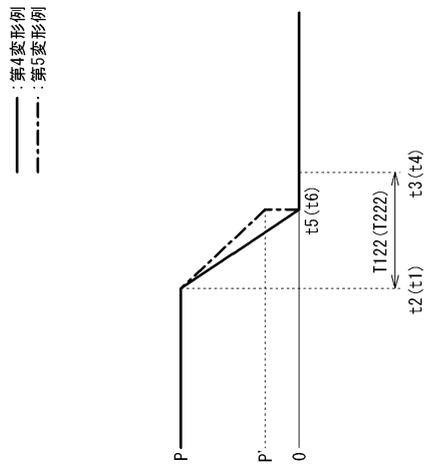
【図 7】

図 7



【図 8】

図 8



10

20

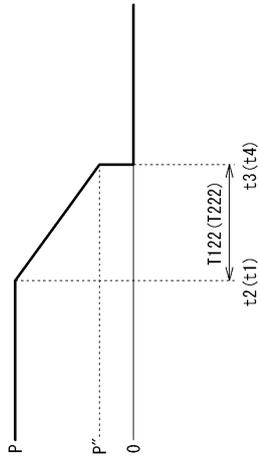
30

40

50

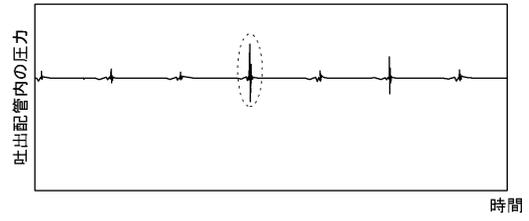
【 9 】

図 9



【 10 】

図 10



10

20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 岸 智章

- (56)参考文献 特開2017-219015(JP,A)
特開2016-121636(JP,A)
特開2017-219002(JP,A)
特開2004-293502(JP,A)
特開2016-037912(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F04B 43/10