(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5185256号
(P5185256)
(45)発行日　平成25年4月17日(2013.4.17)　(24)登録日　平成25年1月25日(2013.1.25)

(51)Int.Cl.　F I
F04B 49/06 (2006.01)　F04B 49/06 311

請求項の数 30 (全 15 頁)

(21)出願番号	特願2009-507827 (P2009-507827)
(86)(22)出願日	平成19年4月27日 (2007.4.27)
(65)公表番号	特表2009-535557 (P2009-535557A)
(43)公表日	平成21年10月1日 (2009.10.1)
(86)国際出願番号	PCT/US2007/010277
(87)国際公開番号	WO2007/127389
(87)国際公開日	平成19年11月8日 (2007.11.8)
審査請求日	平成22年4月27日 (2010.4.27)
(31)優先権主張番号	11/413,143
(32)優先日	平成18年4月27日 (2006.4.27)
(33)優先権主張国	米国(US)

(73)特許権者　506295621
ドラモンド　サイエンティフィック　カンパニー
DRUMMOND SCIENTIFIC COMPANY
アメリカ合衆国　ペンシルベニア州　１９００８，ブルーマル，パークウエイ　５００
５００ Parkway, Broomall, PA 19008 USA
(74)代理人　100104411
弁理士　矢口　太郎
(74)代理人　100158621
弁理士　佐々木　義行

最終頁に続く

(54)【発明の名称】流体の流れを制御する方法および装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
双方向の流体の流れを制御する装置であって、
ａ）ユーティリティポートと、
ｂ）双方向の流体の流れを共通ポートで産出し、加圧相と減圧相とを有する継続的なポンプサイクルで動作するポンプと、
ｃ）前記共通ポンプポートと前記ユーティリティポートを接続する導管と、
ｄ）前記導管を通る流体の流れを調節する電気的に制御された弁であって、前記ポンプと前記ユーティリティポートを分離する第１の位置と、前記ポンプと前記ユーティリティポートを流体連通により接続する第２の位置との間で動作する電気制御弁と、
ｅ）前記ポンプが前記ポンプサイクルの加圧相または減圧相のいずれで動作しているかを特定する信号を継続的に検知し交信する検出器と、
ｆ）前記検出器および前記弁に接続された制御器であって、この制御器は前記検出器信号を用いて前記弁の動作を前記ポンプサイクルと同期させて持続陽圧または持続負圧のいずれかを前記ユーティリティポートで生成するものである、前記制御器と
を有する装置。
【請求項２】
請求項１記載の装置において、前記減圧相の期間に前記弁を前記第２の位置に周期的に動作させて、次に前記加圧相の期間に前記弁を前記第１の位置に動作させて戻すことにより、前記ユーティリティポートで負圧が生成されるものであり、前記加圧相の期間に前記

弁を前記第２の位置に周期的に動作させて、次に前記ポンプサイクルの減圧相の期間に前記弁を前記第１の位置に動作させて戻すことにより、前記ユーティリティポートで陽圧が生成されるものである。

【請求項３】

請求項２記載の装置において、この装置は、

前記ユーティリティポートを通る流量を制御する手段を含むものである。

【請求項４】

請求項３記載の装置において、前記流量を制御する手段は、前記ポンプサイクルのいずれかの相の期間に前記弁が前記第２の位置に動作される時間の長さを変化させるものである。

【請求項５】

請求項１記載の装置において、前記ポンプは、前記ポンプサイクルの半分の期間は陽流体圧を生成し、前記ポンプサイクルの残りの半分の期間は負流体圧を生成する往復動体積置換要素を含むものである。

【請求項６】

請求項５記載の装置において、前記検出器は、前記体積置換要素の移動を検出する光センサーを有するものである。

【請求項７】

請求項５記載の装置において、前記検出器は、前記体積置換要素の移動を検知する超音波センサーを有するものである。

【請求項８】

請求項１記載の装置において、この装置は、

前記ユーティリティポートを通る流体の測定体積（Ｖ）の流れを制御する体積制御手段を含むものである。

【請求項９】

請求項８記載の装置において、前記体積制御手段は、前記ポンプのストローク毎の置換（ｄｉｓｐｌａｃｅｍｅｎｔ　ｐｅｒ　ｓｔｒｏｋｅ：ＤＰＳ）体積に基づいてポンプサイクル数（Ｎ）を計算し、算出されたポンプサイクル数（Ｎ）で前記ポンプを動作させるものである。

【請求項１０】

請求項１記載の装置において、前記弁は、前記ポンプに接続された共通ポートと、大気に放出するよう通常開かれている（ｎｏｒｍａｌｌｙ－ｏｐｅｎ：ＮＯ）ポートと、前記ユーティリティポートに接続されている通常閉じられている（ｎｏｒｍａｌｌｙ－ｃｌｏｓｅｄ：ＮＣ）ポートとを有する３方向ソレノイド弁を有するものである。

【請求項１１】

請求項１０記載の装置において、前記弁は、前記ＮＣポートと前記共通ポートを前記第２の位置において流体連通して接続させ、前記ＮＯポートと前記共通ポートを前記第１の位置において流体連通して接続させるものである。

【請求項１２】

請求項１記載の装置において、前記弁は、前記導管を通る流体の流れを制御する第１の電気的に動作する２方向弁と、前記ポンプから大気に放出される流体の流れを制御する第２の電気的に動作する２方向弁とを有するものである。

【請求項１３】

請求項１記載の装置において、この装置は、

前記制御器に接続されたユーザーインターフェイスを含むものである。

【請求項１４】

請求項９記載の装置において、この装置は、

前記ユーティリティポートでの上部圧力（ヘッド圧力）を測定し、この上部圧力を前記制御器と交信するセンサーを含み、所定の容量の送出に必要なポンプサイクルの数（Ｎ）を計算するものである。

【請求項１５】
双方向の流体の流れを制御する装置であって、
ａ）ユーティリティポートと、
ｂ）双方向の流体の流れを共通ポートで産出し、加圧相と減圧相とを有する継続的なポンプサイクルで動作するポンプと、
ｃ）前記共通ポートと前記ユーティリティポートを流体連通によって接続させる手段と、
ｄ）前記共通ポートと前記ユーティリティポート間の流体の流れを調節する手段であって、前記共通ポートと前記ユーティリティポートを分離する第１の位置と、前記共通ポートと前記ユーティリティポートを流体連通により接続させる第２の位置とを有するものである、前記調節する手段と、
ｅ）前記ポンプが前記ポンプサイクルの加圧相または減圧相のいずれで動作しているかを継続的に検出する手段と、
ｆ）前記検出手段および前記調節手段に接続された制御手段であって、前記調節手段の動作を前記ポンプサイクルと同期して持続陽圧または持続負圧のいずれかを前記ユーティリティポートで生成する前記制御手段と
を有する装置。
【請求項１６】
請求項１５記載の装置において、この装置は、前記ユーティリティポートを通る流量を制御する手段を含むものである。
【請求項１７】
請求項１５記載の装置において、この装置は、前記ユーティリティポートを通る流体の測定体積（Ｖ）の流れを制御する手段を含むものである。
【請求項１８】
請求項１５記載の装置において、前記検出手段は、前記ポンプの周期的移動要素の動きを検出するものである。
【請求項１９】
ユーティリティポートを通る正の流体の流れおよび負の流体の流れを制御する方法であって、
ａ）反復する周期の加圧相の期間に陽流体圧力を作り、その減圧相の期間に負流体圧力を周期的に生成する流動源を提供する工程と、
ｂ）前記流動源が前記加圧相または減圧相のいずれで動作しているかを継続的に検出する工程と、
ｃ）、前記加圧相の期間に前記流動源を前記ユーティリティポートに流体連通にして接続させ、前記減圧相の期間に前記流動源を前記ユーティリティポートから分離させることにより、前記ユーティリティポートを通る正の流体の流れを産出する工程と、
ｄ）前記減圧相の期間に前記流動源を前記ユーティリティポートに流体連通して接続させ、前記加圧相の期間に前記流動源を前記ユーティリティポートから分離させることにより、前記ユーティリティポートを通る負の流体の流れを産出する工程と
を有する方法。
【請求項２０】
請求項１９記載の方法において、この方法は、
前記ユーティリティポートを通る流量を制御する工程を含むものである。
【請求項２１】
請求項１９記載の方法において、この方法は、
前記ユーティリティポートを通じて、測定された体積の流体を供給する工程を含むものである。
【請求項２２】
使い捨てピペットから流体を出し入れするピペット装置であって、
ａ）ハンドル部分と、ピペットコネクターと、ユーザーインターフェイスとを有するハ

ウジングと、
ｂ）双方向の流体の流れを共通ポートで産出し、加圧相と減圧相とを有する連続的ポンプサイクルで動作するポンプと、
ｃ）前記ポンプと前記ピペットコネクターを接続する導管と、
ｄ）前記導管を通る流体の流れを調節する電気的に制御された弁であって、前記ポンプと前記ユーティリティポートを分離する第１の位置と、前記ポンプを流体連通により前記ユーティリティポートに接続する第２の位置との間で動作する電気制御弁と、
ｅ）前記ポンプが前記ポンプサイクルの加圧相または減圧相のいずれで動作しているかを特定する信号を継続的に検知して交信する検出器と、
ｆ）前記検出器および前記弁に接続された制御器であって、前記検出器信号を用いて前記弁の動作を前記ポンプサイクルと同期して持続陽圧または持続負圧のいずれかを前記ピペットコネクターで生成する前記制御器と
を有するピペット装置。
【請求項２３】
請求項１記載の装置において、前記減圧相の期間に前記弁を前記第２の位置に周期的に動作させて、次に前記加圧相の期間に前記弁を前記第１の位置に動作させて戻すことにより、前記ピペットに流体が流入し、前記加圧相の期間に前記弁を前記第２の位置に周期的に動作させて、次に前記ポンプサイクルの減圧相の期間に前記弁を前記第１の位置に動作させて戻すことにより、前記ピペットから流体が排出される。
【請求項２４】
請求項２２記載の装置において、この装置は、
前記ピペットを通る流量を制御する手段を含むものである。
【請求項２５】
請求項２２記載の装置において、この装置は、
前記ピペットを通る流体の測定体積を挿入するまたは排出する手段を含むものである。
【請求項２６】
請求項２５記載の装置において、この装置は、
前記ピペットコネクターでの上部圧力を測定し、この上部圧力を前記制御器と交信するセンサーを含み、所定の容量の送出に必要なポンプサイクルの数（Ｎ）を計算するものである。
【請求項２７】
請求項２２記載の装置において、前記ポンプは、シャフト付きモーターを有する隔膜ポンプと、前記シャフトに接続された往復動体積置換要素とを有し、当該要素は前記ポンプサイクルの半分の期間は加圧を生成し、前記ポンプサイクルの残りの半分の期間は減圧を生成するものである。
【請求項２８】
請求項２７記載の装置において、前記要素の一つの完全なポンプサイクルを経た往復は、前記シャフトの１回転と同期である。
【請求項２９】
請求項２８記載の装置において、前記検出器は、前記ポンプシャフトの位置の角度を測定する光センサーを有するものである。
【請求項３０】
請求項２２記載の装置において、前記弁は、前記ポンプに接続された共通ポートと、大気に放出するよう通常開かれている（ｎｏｒｍａｌｌｙ－ｏｐｅｎ：ＮＯ）ポートと、前記ピペットコネクターに接続されている通常閉じられている（ｎｏｒｍａｌｌｙ－ｃｌｏｓｅｄ：ＮＣ）ポートとを有する３方向ソレノイド弁を有するものである。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、流体の流れを制御する装置および方法に関するものである。

【背景技術】
【０００２】
負の流体の流れ（減圧）および正の流体の流れ（加圧）の両方を制御する装置は従来から知られている。そのような装置は、通常、加圧ポートと減圧ポートの両方を有する、例えば隔膜ポンプのような双方向ポンプを含む。前記ポンプは、前記減圧ポートで持続的な負の流体の流れを起こすよう周期的に開閉する複数の内部機械弁（通常、フラップ式）を含む。
【０００３】
共通ユーティリティポートを通る双方向の流体の流れを制御するために前記ポンプの加圧ポートと減圧ポートを第２の機械弁に接続することは周知の通りであり、前記第２の機械弁は流体連通によって前記共通ユーティリティポートを前記ポンプの加圧ポートまたは減圧ポートのいずれかと選択的に接続する。前記弁を作業者が制御し、選択的に減圧または加圧を下流ユーティリティポートに生じさせる。作業者は、例えば、陽圧または負圧のいずれかのトリガを押圧することによって前記弁を制御することができる。流体が双方向に流れる装置の１例としては、使い捨てピペットへの流体の出し入れを行う実験用ピペット装置がある。
この出願の発明に関連する先行技術文献情報としては、以下のものがある（国際出願日以降国際段階で引用された文献及び他国に国内移行した際に引用された文献を含む）。
【特許文献１】米国特許第５，４３７，２１８号明細書
【特許文献２】米国特許第３，９７０，１１１号明細書
【特許文献３】米国特許第５，５０９，３１８号明細書
【特許文献４】米国特許第７，３９６，５１２号明細書
【特許文献５】国際公開第９８／４６８７６号パンフレット
【特許文献６】独国特許開発第３４０４０３２号明細書
【特許文献７】米国特許第３，０３９，４９１号明細書
【特許文献８】米国特許第４，０５５，２８１号明細書
【特許文献９】米国特許第４，７５４，６９０号明細書
【特許文献１０】米国特許第５，５２０，５３２号明細書
【特許文献１１】米国特許第５，２６３，５１３号明細書
【特許文献１２】米国特許第５，７３０，１８６号明細書
【特許文献１３】米国特許第５，７５２，７５０号明細書
【特許文献１４】米国特許第６，１９９，５３３号明細書
【特許文献１５】米国特許第６，３５７，４８０号明細書
【特許文献１６】米国特許第６，４９４，２９４号明細書
【特許文献１７】米国特許第６，６５１，６３０号明細書
【特許文献１８】米国特許出願公開第２００５／０１５８２１１号明細書
【発明の開示】
【課題を解決するための手段】
【０００４】
本発明は、流体の流れを制御する装置を提供する。好ましい実施形態において、本発明はユーティリティポートを通し、単一の電気制御弁の動きをポンプの交互の相と同期することによって双方向の流体の流れを制御する。本発明の実施形態は、使い捨てピペットから流体を出し入れするピペット装置を含む。
【０００５】
１実施形態において、前記双方向の流体の流れを制御する装置は、ユーティリティポートと、双方向ポンプと、電気制御弁と、検出器と、制御器とを有する。前記制御器は前記検出器および前記弁に接続される。使用者は、前記制御器に接続されたユーザーインターフェイスを用いて前記装置を動作させる。
【０００６】
前記ポンプは、双方向の流体の流れを共通ポートで産出し、加圧相および減圧相を有す

る継続的なポンプサイクルで動作する。導管が前記共通ポンプポートと前記ユーティリティポートを接続する。１実施形態において、前記ポンプは往復動体積置換要素を含み、この要素は前記ポンプサイクルの半分の期間は陽空気圧を生成し、前記ポンプサイクルの残りの半分の期間は負空気圧を生成する。

【０００７】

前記電気制御弁は前記導管を通る空気の流れを調節する。前記弁は、前記ポンプと前記ユーティリティポートを分離する第１の位置と、前記ポンプと前記ユーティリティポートとを流体連通により接続する第２の位置との間で動作する。好ましい実施形態において、前記弁は、前記ポンプに接続された共通ポートと、大気に放出するよう通常開かれている（ｎｏｒｍａｌｌｙ－ｏｐｅｎ：ＮＯ）ポートと、前記ユーティリティポートに接続されている通常閉じられている（ｎｏｒｍａｌｌｙ－ｃｌｏｓｅｄ：ＮＣ）ポートとを有する３方向ソレノイド弁を有する。前記弁は、前記ＮＣポートと前記共通ポートとを流体連通により前記第２の位置で接続し、前記ＮＯポートと前記共通ポートを流体連通により前記第１の位置で接続する。代替実施形態において、前記弁は、前記導管を通る流体の流れを制御する第１の電気的に動作される（電気制御）２方向弁と、前記ポンプから大気に放出される流体の流れを制御する第２の電気的に動作される（電気制御）２方向弁とを有する。

【０００８】

前記検出器は、前記ポンプが前記ポンプサイクルの加圧相または減圧相のいずれで動作しているかを特定する信号を継続的に検知し、交信する。例えば、前記検出器は、前記ポンプの前記体積置換要素または他の周期的に動く要素の動きを検知する光センサーを有することができる。あるいは、前記検出器は、前記体積置換要素の動きを検知する超音波センサーを有することができる。

【０００９】

前記制御器は前記検出器の信号を用いて前記弁の動作を前記ポンプサイクルと同期することにより、前記ユーティリティポートで継続的な陽圧または継続的な負圧を生成する。前記減圧相の期間に前記弁を前記第２の位置に周期的に動作させ、次に前記加圧の期間に前記弁を前記第１の位置に動作して戻すことにより、前記ユーティリティポートで負圧が生成される。前記加圧相の期間に前記弁を前記第２の位置に周期的に動作させ、次にそのポンプサイクルの減圧相の期間に前記弁を前記第１の位置に動作して戻すことにより、前記ユーティリティポートで陽圧が生成される。

【００１０】

本発明の更なる実施形態において、前記装置は、前記ユーティリティポートを通る流量を制御する手段を含む。この実施形態において、前記制御器は、前記弁が前記ポンプサイクルのいずれかの相の期間に第２の位置に動作される時間の長さを変化させる。

【００１１】

本発明のさらに別の実施形態において、前記装置は、前記ユーティリティポートを通って流れる測定体積（Ｖ）の流れを制御する手段を含む。この実施形態において、前記ポンプのストローク毎の置換（ｄｉｓｐｌａｃｅｍｅｎｔ　ｐｅｒ　ｓｔｒｏｋｅ：ＤＰＳ）体積は算出して若しくは実験的に決定され、前記制御器にプログラムされる。前記制御器は、前記ポンプのＤＰＳに基づく計算によって得られるポンプサイクルの数（Ｎ）を計算し、算出されたポンプサイクル数（Ｎ）で前記ポンプを動作させる。この実施形態において、前記装置は前記ユーティリティポートで上部圧力を測定し、この上部圧力を前記制御器と交信するセンサーを含むことができる。前記制御器は前記上部圧力を用いて、予め定められた要求される体積を満たすために必要なポンプサイクルの回数（Ｎ）をより正確に計算する。

【００１２】

本発明は、ユーティリティポートを通る正と負の流体の流れを制御する方法も提供する。この方法によれば、周期的に反復する周期の加圧相の期間に陽流体圧力を産出し、次に減圧相の期間に負流体圧力を産出する流動源が提供される。前記流出源は、前記流出源が

前記加圧相と減圧相のいずれで動作しているかを決定するために継続的に検知される。前記ユーティリティポートを通る正の流体の流れを作るために、前記流動源は前記加圧相の期間は流体連通により前記ユーティリティポートと接続し、前記減圧相の期間は前記ユーティリティポートから分離される。前記ユーティリティポートを通る負の流体の流れを作るために、前記流動源は前記減圧相の期間は流体連通により前記ユーティリティポートと接続し、前記加圧相の期間は前記流動源ポートから分離される。

【００１３】

本発明の前記方法の更なる実施形態において、前記ユーティリティポートを通る流量は、各周期の加圧相または減圧相のいずれかの期間に、前記流動源が前記ユーティリティポートと流体連通により接続されている時間の長さを変化させることにより制御される。

【００１４】

本発明の前記方法の追加的実施形態において、予め定められた測定体積（Ｖ）の流体は、前記ポンプのストローク毎の置換（ＤＰＳ）体積に基づく計算によって得られるポンプサイクルの数（Ｎ）を算出して前記ポンプを動作することにより、前記ユーティリティポートを通して運ばれる（挿入／排出される）。この実施形態において、特に圧縮可能な流体の流れを制御するために、前記ユーティリティポートで上部圧力を測定することにより、ポンプサイクルの数（Ｎ）をより正確に計算することができる。

【００１５】

追加的実施形態において、前記装置は、電気制御弁の動作を制御することにより、前記ユーティリティポートを通る１方向の流体の流れを制御することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１６】

説明のために、本発明のいくつかの実施形態が添付の図面に示されている。しかし、当業者であれば、本発明の装置および方法が以下に図示および説明される通りの方法および器具に限定されないことを理解すべきである。

【００１７】

本明細書に用いられる「双方向ポンプ」という用語は、繰り返されるポンプサイクルの期間の正（加圧）から負（減圧）への置換を交互に生成するポンプを意味する。本明細書の「１方向ポンプ」という用語は、正または負のいずれかの置換のみを生成するポンプを意味する。

【００１８】

図１が示す本発明の第１の実施形態による流体フロー装置は、参照番号１０で指定される。前記流体フロー装置は、検出器１８と、双方向ポンプ２０と、電気制御弁２２と、制御器２４とを有し、これらは単一のユーティリティポート２９を有するハウジング２８内に収容される。流体の流れの方向に依存し、前記ユーティリティポート２９は入り口ポートまたは出口ポートのいずれかとして作用する。流体フロー導管１９は前記ポンプ２０を前記ユーティリティポート２９に接続する。好ましくは、前記弁２２は前記導管１９の中間に位置する。ユーザーインターフェイス２５は前記ハウジング２８の外に位置する。前記流体フロー装置１０は、前記ユーティリティポート２９で継続的な正の流体の流れまたは継続的な負の流体の流れのいずれかを選択的に提供する。

【００１９】

好ましい実施形態において、前記ポンプ２０は、図２が示すように、ハウジング３０と、単一の共通流体フローポート４６と、ピストンチャンバ３２を分岐する柔軟な隔膜３４とを有する隔膜ポンプを有する。前記隔膜３４はヨーク３６によって駆動ロッド３８の１端に装着される。前記駆動ロッド３８のもう１方の端はフライホイール４０の中心から偏心して接続されており、このフライホイールはその中心でモーター（図示せず）のシャフト４２に接続されている。前記シャフト４２およびフライホイール４０の回転によって前記駆動ロッド３８および隔膜３４が上下に移動し、それによってアップストロークでは前記共通ポート４６で陽圧が生成され、ダウンストロークでは前記共通ポート４６で負圧若しくは減圧が生成される。前記ポンプでは、前記隔膜３４と前記共通ポート４６間で弁動

作はない。前記ポンプ２０はそのポンプサイクルに加圧と減圧を交互に生成し、前記ポンプサイクルの持続期間にかけて前記モーターシャフト４２が１回転する。

【００２０】

前記検出器４４は、前記ポンプ２０が前記ポンプサイクルの加圧相と減圧相のいずれで動作しているかを継続的にモニターする。好ましい実施形態において、前記検出器４４は、前記ポンプ２０の周期移動（線形または回転のいずれかの移動）要素の動きを追跡することによって前記ポンプサイクルの相をモニターする。図２が図示する実施形態において、前記検出器４４は光センサーを有し、これは前記ポンプハウジング３０内にあり、前記フライホイール４０の表面から光を反射する。前記ポンプサイクルの相を差別化するために、前記フライホイール４０の半分４０ａは暗い非反射性の表面（斜交線で図示されている）を有し、前記フライホイール４０の残りの半分４０ｂは明るい反射性の表面を有する。この実施形態において、前記検出器４４およびフライホイール４０は同期されるので、前記検出器４４は前記ポンプ２０がそのポンプサイクルの１つの相から別の相へ転移すると同時に前記反射性表面と非反射性表面間の境界を読み取る。

【００２１】

追加的実施形態の検出器／フライホイールの配置を図３ａ～３ｄに図示する。図３が図示する実施形態において、検出器１４４は前記モーターシャフト１４２の表面で反射される光を発し、且つ検知する。この実施形態において、前記シャフトは、前記シャフト１４２の円形外側表面の周囲１８０度にかけて、暗い非反射性の帯１４２ａ（斜交線で図示されている）を有する。前記シャフトの残りの１８０度の部分１４２ｂは、明るい反射性の表面を有する。前記検出器１４４は、前記シャフト１４２の非反射性の帯１４２ａと軸方向に整合される。この実施形態において、前記検出器１４４およびシャフト１４２は同期されるので、前記検出器１４４は前記ポンプ２０がそのポンプサイクルの１つの相から別の相に転移すると同時に前記反射性表面と非反射性表面間の境界を読み取る。

【００２２】

図３ｂで図示されている実施形態において、検出器２４４は、図のフライホイールにある磁気エンコーダと相互作用するホール効果トランスデューサを有する。前記ポンプサイクルの相を差別化するために、フライホイール２４０の半分２４０ａのエンコーダは、前記フライホイールの残りの半分２４０ｂのエンコーダと異なる極性を有する。前記検出器２４４およびフライホイール２４０は同期されるので、前記検出器は、前記ポンプ２０がそのポンプサイクルの１つの相から別の相に転移すると同時に、極性の変化を検知する。

【００２３】

図３ｃに図示する実施形態において、検出器３４４はマイクロスイッチとカム形フライホイール３４０とを有する。前記マイクロスイッチは、前記フライホイール３４０の外側の不規則な形の周辺を追跡するカム追従器３４７を含む。前記検出器３４４およびフライホイール３４０は同期されるので、前記マイクロスイッチは前記ポンプ２０がそのポンプサイクルの１つの相から別の相に転移すると同時に開く若しくは閉じる。

【００２４】

図３ｄの実施形態において、検出器４４４は光源４４５から直接発される光を検知する。フライホイール４４０は、前記光源４４５と前記検出器間の見通し線を周期的に遮断する不規則な形を有する。前記検出器４４４およびフライホイール４４０は同期されるので、前記検出器４４４は前記ポンプ２０がそのポンプサイクルの１つの相から別の相に転移すると同時に前記光源の遮断と再開を検知する。

【００２５】

図４のさらに別の実施形態において、検出器５４４はピストンチャンバ５３２内に取り付けられた超音波センサー５４４を有する。前記超音波センサー５４４は隔膜５３４に向けて音波を発することにより前記検出器５４４と前記隔膜５３４間の距離を継続的に測定する。この実施形態において、前記検出器５４４と前記隔膜５３４間の最大または最小の距離測定値は、そのポンプサイクルの１つの相から別の相への転移を指示するものである。その他のタイプの検出器であっても、それが継続的に前記ポンプの動作中の相を決定し

、前記相を特定する信号を前記制御器へ電子送信することができる検出器であるならば使用することができる。

【００２６】

前記電気制御弁２２は、前記ポンプ２０を前記出口ポート２９に接続する前記導管１９の中間に位置する。好ましい実施形態において、前記弁２２は図５が示すような３方向ソレノイド弁を有する。前記ソレノイド弁２２は、通常閉じられている（ＮＣ）ポート５４のあるハウジング５２と、共通ポート５６と、通常開かれている（ＮＯ）ポート５８とを有する。前記ＮＣポート５４は前記導管１９の１部分１９ｂによって前記ユーティリティポートに接続されている。前記弁の共通ポート５６は、前記導管１９の１部分１９ａによって前記ポンプの共通ポート２９に接続されている。前記ＮＯポート５８は大気に放出する。

【００２７】

前記ソレノイド弁は鉄製の往復動要素６０を有し、この往復動要素は１端に弁頭部６１を、もう１方の端に円筒形基部６３を有する。誘導コイル６４が前記基部６３の周囲を巻回しており、圧縮バネ６８が前記頭部６１の周囲を巻回している。前記圧縮バネ６８は、通常、前記弁頭部６１を第１の位置に付勢し、この位置で前記共通ポート５６は前記ＮＯポート５８と流体接続され、前記ＮＣポート５４は閉じている。前記第１の位置で、前記ポンプ２０と前記ユーティリティポート２９間の内部導管１９は閉じている。前記誘導コイル６４にエネルギーが送られると、磁場によって前記弁頭部６１は第２の位置に進められ、この位置で前記共通ポート５６は前記ＮＣポート５４と流体接続され、前記ＮＯポート５８は閉じている。前記第２の位置で、前記ポンプ２０と前記ユーティリティポート２９間の内部導管１９は開いている。

【００２８】

図１に示す実施形態において、ユーザーインターフェイス２６は、前記装置を加圧モードで有効化する第１のトリガ２６と、前記装置を減圧モードで有効化する第２のトリガ２７とを有する。好ましい実施形態において、前記装置１０は前記トリガの１つが押されるまでは無効状態である。代わりに、圧力感知式トランスデューサ、キャパシタンストランスデューサ、多方向ジョイスティック、キーパッド、あるいは他の電子入力装置のような入力装置形式を制御器２４に接続することができる。

【００２９】

前記弁２２、検出器４４、およびユーザーインターフェイス２６は前記制御器２４と交信する。前記検出器４４は、前記ポンプが動作中のポンプサイクルの相を特定する信号を前記制御器２４に継続的に送信する。前記制御器２４は前記弁２２の動作を前記ポンプ２０の周期と同期することにより、前記ユーティリティポート２９への正の空気の流れまたは負の空気の流れのいずれかの流れを持続する。加圧が前記ユーティリティポート２９で望まれる場合、前記ソレノイド弁はそのポンプサイクルの加圧相（すなわちｔ＝０からｔ＝Ｔ／２）の期間のみエネルギーを与えられる。続いて、ｔ＝Ｔ／２からｔ＝Ｔにかけて、前記ソレノイド弁はエネルギーを受けない。エネルギーを受けている前記弁２２は、上述した前記第１の位置から前記第２の位置へと移動する。逆に、前記ユーティリティポート２９で減圧が望まれる場合、前記ソレノイド弁２２はそのポンプサイクルの減圧相（ｔ＝Ｔ／２からｔ＝Ｔ）の期間のみエネルギーを与えられる。前記検出器４４およびソレノイド弁２２の応答時間は非常に速いので、前述の（加圧または減圧のいずれかの）周期は非常に高い頻度で繰り返され、前記ユーティリティポート２９から出入りする流体の継続的な持続する流れが生成される。

【００３０】

図２に示す実施形態の検出器４４のようなデジタル検出器が提供される場合、その信号は、ポンプサイクルに応じた電圧（Ｖ）を図示する図６ａが図示する正方形の波を有する。図４の実施形態の検出器５４４のようなアナログ検出器が提供される場合、その信号は、中立の位置からの隔膜の距離（ｄ）をそのポンプサイクルに応じて図示する図６ｂが図示する正弦波形となる。

【００３１】
本発明の別の実施形態の装置は、前記ユーティリティポート２９で選択的に減圧または加圧を生成するだけでなく、付加的な流体の流れ特性も制御する。例えば、前記ユーティリティポート２９を通る流量は、そのポンプサイクルのいずれかの相の期間に前記弁２２にエネルギーが与えられる時間を制御することによって変化させることができる。図６ａおよび６ｂを参照し、斜交線で表される、前記ユーティリティポート２９から出る流量は、前記弁がｔ＝０からｔ＝Ｔ／４にかけての時間のみエネルギーを与えられ、前記ポンプサイクルの加圧相の残りの期間すなわちｔ＝Ｔ／４からｔ＝Ｔ／２にかけて、および前記ポンプサイクルの減圧相の全期間すなわちｔ＝Ｔ／２からｔ＝Ｔにかけて閉じられる場合、５０％低下する。

【００３２】
望ましい流量を前記制御器に交信するために、前記トリガ２６および２７をポテンショメーターに接続することができる。使用者は、各トリガ２６および２７が押される距離を制御することによってその体積流量を制御することができる。上述のような他の既知のユーザーインターフェイス装置を前記トリガ２６および２７の代わりに用いることができる。

【００３３】
図７に示す本発明の別の実施形態による装置１１０は、ユーティリティポート１２９を通して流体の測定体積（Ｖ）を伝達する。この実施形態において、ポンプ１２０のストローク毎置換体積（ＤＰＳ）は制御器１２４にプログラムされる。前記ＤＰＳは前記ポンプ１２０のサイズに基づいて計算すること、若しくはキャリブレーションスケールを用いて実験的に計算することができる。前記制御器１２４は、前記ポンプ１２０が望ましい流体の体積（Ｖ）を伝達するために必要なストローク回数（Ｎ）で動作するよう計算し、それを行うことができる。検出器１１８からのデータによって、前記制御器１２４は前記ポンプの各ストロークを数えることができる。

【００３４】
この実施形態において、ユーザーインターフェイス１２５はキーパッドまたはコンピュータを有することができる。前記キーパッド１２５は複数の入力キー１２７、および前記制御器にプログラムされた様々な付加的制御オプションを表示するＬＣＤ１２８を含むことができる。

【００３５】
この実施形態の装置１１０はセンサー１７８を含み、このセンサーはユーティリティポート１２９で外部圧力または上部圧力を測定する。前記圧力センサー１７８は前記上部圧力を前記制御器１２４に交信し、前記制御器はこの値を取り入れ、理想的な気体の状態の等式（ｐＶ＝ｎＲＴ）およびボイルの法則を考慮し、指定された流体体積（Ｖ）を伝達するために必要なポンプ２０のストローク回数（Ｎ）のキャリブレーションをより正確に行う。前記圧力センサー７８は、好ましくは、前記装置１１０が圧縮可能な流体の流れを空気のような一定の温度で制御する場合に提供され、前記流れの特性は等式$P_1V_1=P_2V_2$によって決められる。

【００３６】
前述の実施形態について、モーター駆動式の隔膜ポンプを参照して説明した。しかし、本発明から逸脱しない範囲でその他のタイプの双方向ポンプを使用できるものと理解すべきである。例えば、ＭＥＤＯ　Ｕ．Ｓ．Ａ．，Ｉｎｃ．製のもののようなソレノイド活性式隔膜ポンプを用いることができる。その他のタイプの双方向ポンプも、前記ポンプが動作中のポンプサイクル相をその検出器が継続的に決定することができるならば用いることができる。

【００３７】
同様に、前述の実施形態について、そのポンプの周期的移動要素の動きを追跡することによって動作中のポンプの相を継続的に決定する検出器を参照して説明した。しかし、前記ポンプのタイプに依存し、その他のタイプの検出器であっても、それが継続的に前記ポ

ンプの動作中の相を決定し、前記相を特定する信号を前記制御器へ電子送信することができる検出器であるならば使用することができる。例えば、ソレノイド活性ポンプが用いられる場合、前記検出器は前記ソレノイドによって生成される極性の変化を検知することによって、１つの相から別の相への転移を特定することができる。

【００３８】

前述の実施形態について、電気制御式３方向ソレノイド弁を参照して説明した。しかし、前記３方向弁を、図８が示すような他の配置の電気制御弁で置換することができる。この実施形態において、装置２１０は検出器２１８と、双方向ポンプ２２０と、制御器２２４と、ユーザーインターフェイス２２５とを含み、これらの構成および配置は上述のものと類似している。しかし、この実施形態では、図１の実施形態の３方向ソレノイド弁は一対の電気制御２方向弁２８０および２８１で置換され、それら２方向弁の各々は、前記ポンプ２２０の共通ポート２４６に接続されたマニホールド２８３の１分岐管を通る流体の流れを調節する。１つの弁２８０は、前記ポンプ２２０から流体フロー導管２１９を通ってユーティリティポート２２９に流れる流体の流れを調節する。もう１つの弁２８１は、前記ポンプ２２０から大気弁２８２に流れる流体の流れを調節する。

【００３９】

検出器２１８からの入力信号を用い、制御器２２４は選択的に前記弁２８０および２８１をポンプサイクル相と同期して開閉し、前記ユーティリティポート２２９で減圧または加圧のいずれかを生成する。図８が示す実施形態の弁２８０および２８１は、圧電セラミック要素の弁を有し、これらは前記ポンプ２２０の変化する相との同期に必要な高速の応答時間を有することで知られている。

【００４０】

前述の実施形態について、双方向ポンプを参照して説明した。しかし、本発明の更なる実施形態の装置は、１方向の流体の流れを制御するものである。この実施形態の装置３１０は、１方向ポンプ３８５と、制御器３２４と、ユーザーインターフェイス３２５と、電気制御３方向弁３２２とを含む。前記装置３１０は検出器３１８を含むこともできる。この実施形態の弁３２２は、上述のようなソレノイド弁を有する。上述の実施形態と同様に、前記制御器３２４は前記弁３２２を選択的に動作し、既定のインターバル、制御量、測定体積（Ｖ）、既定流量、および他の特性または工程で流体を伝達する。

【００４１】

当業者であれば、本発明の上述の実施形態を用いて、様々な環境で圧縮可能な流体と非圧縮可能な流体の両方の流れを制御できることを理解すべきである。例示のみを目的とし、１つの具体的な実施形態について以下に説明する。

【００４２】

図１０は本発明の更なる実施形態による、参照番号４１０で指定されるピペット装置を図示する。前記ピペット装置４１０は、使い捨てピペット４０６に流体を出し入れするよう構成され、そのサイズおよび形は様々な場合がある。

【００４３】

図１０が示す実施形態のピペット装置４１０は、使用者４０８（身体は図示されていない）が容易に握ることができる既知の「銃型」ピペッターの形を有する。しかし、前記装置４１０は、様々な形およびサイズで作ることができる。

【００４４】

前記ピペット装置４１２のハウジング４１１は、ハンドル部４１４と、前記ハンドル部４１４に対し横に配向された銃身部４１５とを有する。ノーズピースまたはピペットコネクター４１６は前記銃身部４１５の横から下向きの配向で固定される。前記ピペットコネクター４１６は、様々な長さおよび直径のピペット４０６を取り外し可能な方法で装着できるように構成および配置される。前記ピペットコネクター１６は、取り外しおよび交換可能な疎水性フィルター４１７を含むことができる。前記フィルター４１７は、前記ピペット１８に流体が入りすぎた場合に前記ピペット装置４１０が汚染されるのを防ぐ。

【００４５】

前記装置４１２は、双方向ポンプ４２０と、制御弁４２２と、制御器４２４とを有する。内部導管４１９が前記ポンプ４２０を前記ピペットコネクター４１６に接続している。前記制御弁は３方向の電気制御ソレノイド弁４２２を有するものであり、前記内部導管４１９の中間に位置する。検出器（図示せず）を前記ポンプ４２０に内蔵することができる。正の空気の流れのトリガ４２６および負の空気の流れのトリガ４２８が前記ハンドル部４１４から延出しており、且つ前記制御器４２４に接続されている。

【００４６】

上述した方法で、前記制御器４２４は、前記正の空気の流れのトリガ４２６または負の空気の流れのトリガ４２８のいずれかを押すことによって生成された信号への応答として、前記弁４２２を動作する。さらに、より洗練されたユーザーインターフェイスを前記ピペット装置に提供することにより、使用者が上述の様々な流体の流れ特性を制御できるようにすることができる。

【図面の簡単な説明】

【００４７】

【図１】図１は、本発明の実施形態による、流体の流れを制御する装置の概略図である。

【図２】図２は、図１の隔膜ポンプおよび検出器の概略図である。

【図３】図３ａ～３ｄは、本発明の代替実施形態によるポンプ・モーター・シャフトおよび検出器の断片的概略図である。

【図４】図４は、本発明の更なる実施形態による隔膜ポンプおよび検出器の概略図である。

【図５】図５は、図１の電気制御弁の実施形態の概略図である。

【図６】図６は、図１のポンプの周期相を図示するグラフである。

【図７】図７は、本発明の追加的実施形態による上部圧力検出器を有する、流体の流れを制御する装置の概略図である。

【図８】図８は、本発明の更なる実施形態による、一対の電気制御２方向弁を有する、流体の流れを制御する装置の概略図である。

【図９】図９は、本発明のさらに別の実施形態による、１方向の流体の流れを制御する装置の概略図である。

【図１０】図１０は、本発明の別の実施形態によるピペット装置である。

【図１】

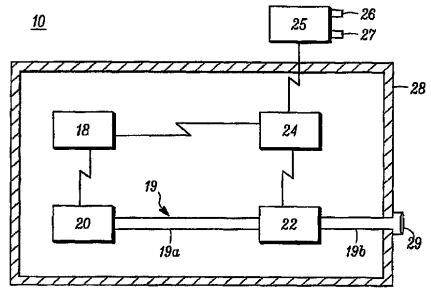


FIG. 1

【図２】

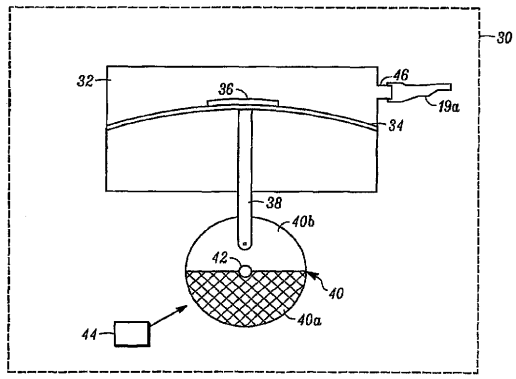


FIG. 2

【図３】

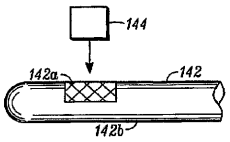


FIG. 3a

FIG. 3b

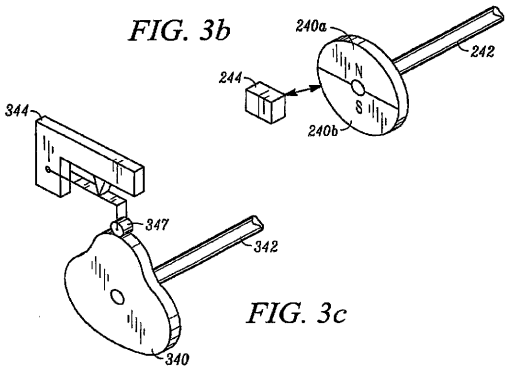


FIG. 3c

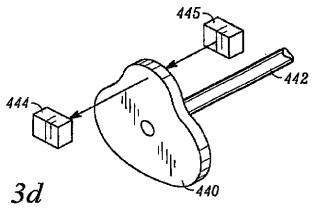


FIG. 3d

【図４】

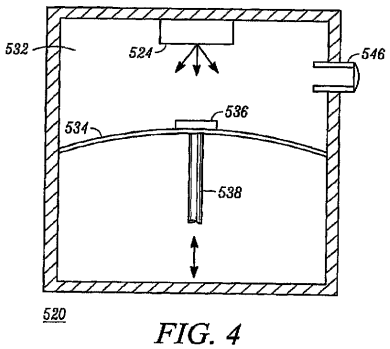


FIG. 4

【図５】

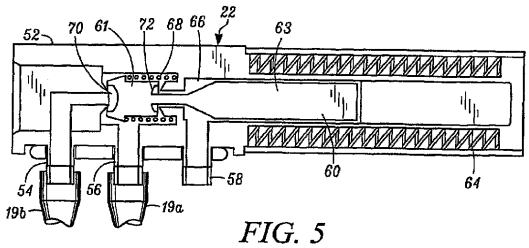


FIG. 5

【図６】

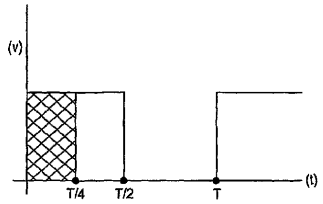


FIG. 6a

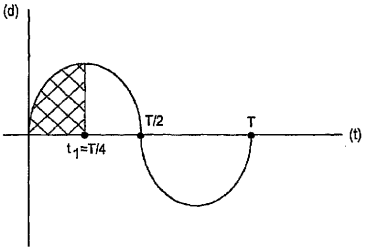


FIG. 6b

【図７】

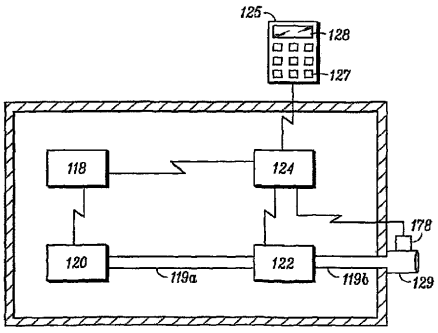


FIG. 7

【図８】

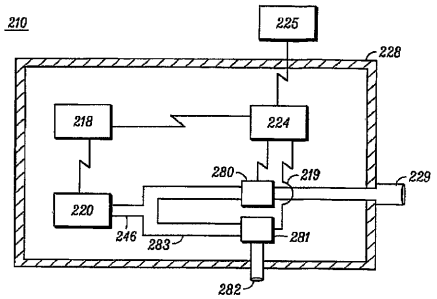


FIG. 8

【図９】

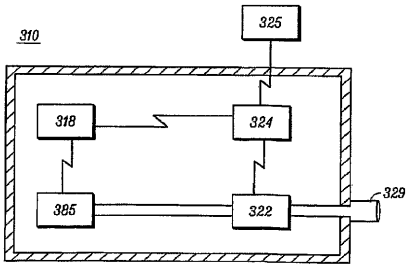


FIG. 9

【図１０】

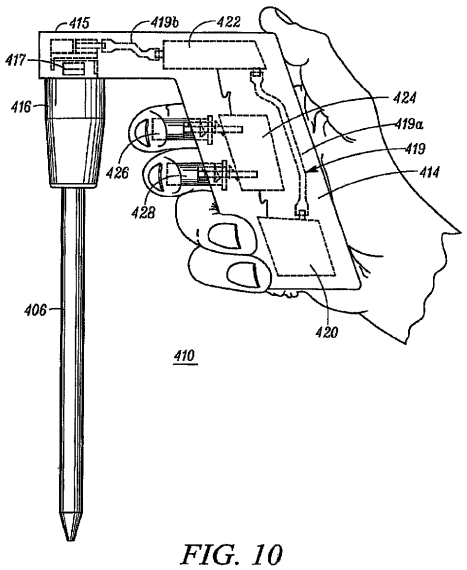


FIG. 10

フロントページの続き

(74)代理人 100133503
弁理士 関口 一哉
(72)発明者 ケニー、ジェイムス、ダブリュー.
アメリカ合衆国、１９００８ ペンシルバニア州、ブルーモール、２８２２ ノース ケント ロード

審査官 柏原 郁昭

(56)参考文献 特開２００４－０８９８４９（ＪＰ，Ａ）
特開昭６０－１２８９７８（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－１６９６７７（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－３４３９７８（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－０７１４７１（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－２５６７５１（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１６１３０７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
F04B 49/06
F04B 53/10
F04B 39/10
B01L 3/02