(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4540227号
(P4540227)
(45)発行日　平成22年9月8日(2010.9.8)　(24)登録日　平成22年7月2日(2010.7.2)

(51)Int.Cl.　　F I
G01P 13/00 (2006.01)　　G01P 13/00　C
A61M 1/14 (2006.01)　　A61M 1/14　500

請求項の数 32　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願2000-558362(P2000-558362)
(86)(22)出願日　平成11年6月25日(1999.6.25)
(65)公表番号　特表2002-519685(P2002-519685A)
(43)公表日　平成14年7月2日(2002.7.2)
(86)国際出願番号　PCT/US1999/014513
(87)国際公開番号　WO2000/002016
(87)国際公開日　平成12年1月13日(2000.1.13)
審査請求日　平成18年5月26日(2006.5.26)
(31)優先権主張番号　09/108,528
(32)優先日　平成10年7月1日(1998.7.1)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　594010009
デカ・プロダクツ・リミテッド・パートナーシップ
アメリカ合衆国，ニューハンプシャー州　０３１０１－１１０８，マンチェスター，コマーシャル　ストリート　３４０
(74)代理人　100071010
弁理士　山崎　行造
(74)代理人　100107799
弁理士　岡田　希子
(74)代理人　100114742
弁理士　林　秀男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ライン内の流体の流れが停止した時を確認する方法及び装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
圧力を持つ第１流体の流れがライン内で停止し又は殆んど停止した時を確認する方法であって、
エネルギーの時間変化量を、膜によって前記第１流体から分離された第２流体に供給する行程と、
その供給したエネルギーに応答して前記第２流体の圧力を測定する行程と、
前記第２流体の圧力が殆んど又は全く変化しないことに基づいて前記第１流体の流れが停止し又は殆んど停止したか否かを決定する行程であって、その第２流体の圧力の殆んど変化しない圧力の変化はある既定量の範囲内のものである工程、とを含む方法。
【請求項２】
請求項１の方法において、前記第２流体は気体である方法。
【請求項３】
請求項１の方法において、前記第２流体は空気である方法。
【請求項４】
請求項１の方法において、前記第１流体は血液である方法。
【請求項５】
請求項１の方法において、前記第１流体は透析液である方法。
【請求項６】
請求項１の方法において、前記第１流体の流れが停止し又は殆んど停止したことを確認

する行程は、
前記第２流体の圧力の時間周期に関する微分係数に対応する値を決定して微分値を作る行程と、
前記微分値の大きさに対応する値を決定して絶対値微分係数を作る行程と、
前記絶対値微分係数をローパスフィルタによって処理して低域通過出力を作る行程と、
前記低域通過出力値をしきい値と比較して該低域通過出力値が該しきい値よりも小さい場合に前記第１流体の流れが停止し又は殆んど停止したことを確認する行程とを含む方法。
【請求項７】
請求項６の方法において、さらに、
前記第２流体の圧力と目標値との間の差を求める行程と、
前記第２流体の圧力と前記目標値との間の差に応答して吸入バルブを変化させて前記第２流体の圧力を前記目標値に向かって変える行程とを含む方法。
【請求項８】
請求項７の方法において、前記目標値は振幅及びＤＣ成分を持つ時間変化成分を含み、前記時間変化成分の振幅は前記ＤＣ成分より小さい方法。
【請求項９】
第１流体を分配するとともに該第１流体の流れの状態を監視する流体管理装置であって、
入口と、出口と、前記第１流体と第２流体とを分離する隔膜とを持つチャンバと、
エネルギーの時間変化量を前記第２流体に供給するエネルギー分配装置と、
前記チャンバ内の前記第２流体の圧力を測定するとともに該圧力の信号を形成するトランスジューサと、
前記第２流体の圧力が殆んど又は全く変化しないことを示す前記信号であって、その第２流体の圧力の殆んど変化しない圧力の変化はある既定量の範囲内のものである前記信号、に基づいて前記第１流体の流れが停止し又は殆んど停止したか否かを決定するプロセッサとを備える装置。
【請求項１０】
請求項９の装置において、前記第２流体は気体である装置。
【請求項１１】
請求項９の装置において、前記第２流体は空気である装置。
【請求項１２】
請求項９の装置において、前記第１流体は透析液である装置。
【請求項１３】
請求項９の装置において、前記第１流体は血液である装置。
【請求項１４】
第１流体を分配するとともに該第１流体の流れの状態を監視する流体管理装置であって、
入口及び出口を持つチャンバと、
該チャンバと流体で連通する第２流体を収容する貯蔵タンクであって、該貯蔵タンクと前記チャンバとの間に配置されたバルブを持つ貯蔵タンクと、
前記チャンバ内において前記第１流体と前記第２流体との間に配置されていて、該第１流体と該第２流体との間の圧力差に応じて前記第１流体をポンピングする膜と、
前記チャンバ内の前記第２流体の圧力を測定するとともに該圧力の信号を形成するトランスジューサと、
チャンバに時間変化する圧力を配送するバルブを制御するプロセッサであって、前記第２流体の圧力が殆んど又は全く変化しないことを示す前記信号であって、その第２流体の圧力の殆んど変化しない圧力の変化はある既定量の範囲内のものである前記信号、に基づいて前記第１流体の流れが停止し又は殆んど停止したか否かを決定するプロセッサとを備える装置。
【請求項１５】

請求項１４の装置において、さらに、前記第１流体の流れが停止し又は殆んど停止した時に作動する指示器を含む装置。
【請求項１６】
第１流体を分配するとともに該第１流体の流れの状態を監視する流体管理装置であって、
入口及び出口を持つチャンバと、
該チャンバと流体で連通する第２流体を収容する貯蔵タンクであって、該貯蔵タンクと前記チャンバとの間に配置されたバルブを持つ貯蔵タンクと、
前記チャンバ内において前記第１流体と前記第２流体との間に配置されていて、該第１流体と該第２流体との間の圧力差に応じて前記第１流体をポンピングする膜と、
前記チャンバ内の前記第２流体の圧力を測定するとともに圧力信号を形成するトランスジューサと、
i）前記圧力信号を受信し、
ii）前記圧力信号の時間周期に関する微分係数に対応する値を決定して微分値を生成し、
iii）前記微分値の絶対値に対応する値を決定して絶対値微分係数を生成し、
iv）前記絶対値微分係数をローパスフィルタによって処理して低域通過出力を形成し、
v）前記低域通過出力をしきい値と比較して前記低域通過出力が前記しきい値よりも小さい場合には前記第１流体の流れが停止し又は殆んど停止していること確認し、さらに、
vi）前記第１流体の流れが停止し又は殆んど停止したときに指示器信号を発生するプロセッサとを備える装置。
【請求項１７】
請求項１６の装置において、前記プロセッサは、前記第２流体の圧力と目標値との差に応じてバルブの開閉を制御し、該バルブの開閉は前記第２流体の圧力を前記目標値に向かって調整する装置。
【請求項１８】
第１流体を分配するとともに該第１流体の流れの状態を監視する流体管理装置であって、
入口と、出口と、前記第１流体と第２流体とを分離する隔膜とを持つチャンバと、
エネルギーの時間変化量を前記第２流体に供給するエネルギー分配装置と、
前記チャンバ内の前記第２流体の圧力を測定するとともに該圧力の信号を形成するトランスジューサと、
前記第２流体の圧力が殆んど又は全く変化しないことを示す前記信号であって、その第２流体の圧力の殆んど変化しない圧力の変化はある既定量の範囲内のものである前記信号、に基づいて前記第１流体の流れが停止し又は殆んど停止したか否かを決定するプロセッサとを備える装置。
【請求項１９】
請求項１８の装置において、前記第２流体は気体である装置。
【請求項２０】
請求項１８の装置において、前記第２流体は空気である装置。
【請求項２１】
請求項１８の装置において、前記第１流体は透析液である装置。
【請求項２２】
請求項１８の装置において、前記第１流体は血液である装置。
【請求項２３】
第１流体を分配するとともに該第１流体の流れの状態を監視する流体管理装置であって、
入口及び出口を持つチャンバと、
該チャンバと流体で連通する第２流体を収容する貯蔵タンクであって、該貯蔵タンクと前記チャンバとの間に配置されたバルブを持つ貯蔵タンクと、
前記チャンバ内において前記第１流体と前記第２流体との間に配置されていて、該第１流体と該第２流体との間の圧力差に応じて前記第１流体をポンピングする膜と、

前記チャンバ内の前記第２流体の圧力を測定するとともに圧力信号を形成するトランスジューサと、
i）前記圧力信号を受信し、
ii）微分値を生成する前記圧力信号の時間周期に関する微分係数に対応する値を決定し、
iii）前記微分係数値の絶対値に対応する値を決定して絶対値微分係数を生成し、
iv）前記絶対値微分係数をローパスフィルタによって処理して低域通過出力を生成し、
v）前記低域通過出力をしきい値と比較して前記第１流体が停止し又は殆んど停止したかを決定し、さらに、
vi）前記第１流体の流れが停止し又は殆んど停止したときに指示器信号を発生するプロセッサとを備える装置。

【請求項２４】
請求項２３の装置において、前記プロセッサは、前記第２流体の圧力と目標値との差に応じてバルブの開閉を制御し、該バルブの開閉は前記第２流体の圧力を前記目標値に向けて調整する装置。

【請求項２５】
コンピュータが読取可能なプログラムコードを持つコンピュータ利用可能な媒体を含む、ライン内の第１流体が停止し又は殆んど停止したかを決定するプロセッサであって、前記コンピュータが読取可能なプログラムコードが、
エネルギーの時間変化量を、膜によって前記第１流体から分離された第２流体に供給するプログラムコードと、
前記供給されたエネルギーに応答して前記第２流体の圧力を測定するプログラムコードと、
前記測定された第２流体の圧力が殆んど又は全く変化しないことに基づいて前記第１流体の流れが停止し又は殆んど停止したか否かを決定するプログラムコードであって、その第２流体の圧力の殆んど変化しない圧力の変化はある既定量の範囲内のものである、プログラムコードとを含むプロセッサ。

【請求項２６】
請求項２５のプロセッサにおいて、前記第２流体は気体であるプロセッサ。

【請求項２７】
請求項２５のプロセッサにおいて、前記第２流体は空気であるプロセッサ。

【請求項２８】
請求項２５のプロセッサにおいて、前記第１流体は血液であるプロセッサ。

【請求項２９】
請求項２５のプロセッサにおいて、前記第１流体は透析液であプロセッサ。

【請求項３０】
請求項２５のプロセッサにおいて、前記第１流体が停止し又は殆んど停止したかを決定するプログラムコードは、
前記第２流体の圧力の時間周期に関する微分係数に対応する値を決定して微分値を作るプログラムコードと、
前記微分値の絶対値に対応する値を決定して絶対値微分係数を作るプログラムコードと、
前記絶対値微分係数をローパスフィルタによって処理して低域通過出力を作るプログラムコードと、
前記低域通過出力値をしきい値と比較して前記第１流体が停止し又は殆んど停止したか決定するプログラムコードとを含むプロセッサ。

【請求項３１】
請求項３０のプロセッサにおいて、さらに、
前記第２流体の圧力と目標値との間の差を求めるプログラムコードと、
前記第２流体の圧力と前記目標値との間の差に応答して吸入バルブを変化させて前記第２流体の圧力を前記目標値に向かって変えるプログラムコードとを含むプロセッサ。

【請求項３２】

請求項３１のプロセッサにおいて、前記目標値は振幅及びＤＣ成分を持つ時間変化成分を含み、前記時間変化成分の振幅は前記ＤＣ成分より小さいプロセッサ。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本願発明は流体装置に関し、詳しくは、ライン内の流体の流れが停止した時を確認する方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

流体管理装置においては、流体ライン内の詰まりを瞬時に検出することができないことが問題となっている。患者が流体分配装置に取り付けられている場合に、流体ラインが折れ曲がったり、つぶれて平らになったりして、閉塞される可能性がある。これは、その患者が所定の長さの時間にわたって既定の量の流体を必要とすることがあるので問題であり、閉塞が、直ぐに検出されない場合には、輸送率が必要な輸送率より低くなってしまうことが有り得る。ラインが閉塞されたか否かを決定するための従来の解決方法として、輸送された流体の容量を測定する方法がある。いくつかの分析装置では、患者が必要な量の流体を受け取ったか否かをチェックするための容量の測定が既定時間に行われている。そのような装置では、ポンプの充填及び分配の両方が計時されている。その測定装置は瞬時的なフィードバックを備えていなし。その容量の測定値が最初の時間間隔において予定の容量と異なる場合には、その装置はその送られた流体の容量を循環して再計測する。その場合には、ラインが実際に閉塞されたのか否かに関する決定を行うことができるようになる前に、少なくとも１つの追加の時間間隔を発生させなければならない。少なくとも２つのタイミングサイクルが経過した後のみに、ラインが閉塞されたことを表す警報を起動することができるようになる。

【０００３】

【課題を解決するための手段】

圧力を持つ第１流体の流れがライン内で停止した時を確認する方法を開示する。一実施例によると、その方法は、エネルギーの時間変化量を、膜によって第１流体から分離された第２流体に供給する行程と、第２流体の圧力を測定する行程と、少なくとも第２流体の圧力に基づいて第１流体の流れが停止したか否かを決定する行程とを含む。他の実施例では、その方法は、膜によって第1流体から分離された第2流体の圧力を調整する行程と、この第２流体の圧力を測定する行程と、第２流体の圧力の時間周期に関する微分係数に対応する値を決定して微分値を作る行程と、微分値の大きさに対応する値を決定して大きさの微分値を作る行程と、大きさの微分値をローパスフィルタによって処理して低域通過出力を作る行程と、低域通過出力値をしきい値と比較して低域通過出力値がしきい値よりも小さい場合に第１流体の流れが停止したことを確認する行程とを含む。さらに他の実施例では、その方法は、第２流体の圧力と目標値との間の差を求める行程と、第２流体の圧力と目標値との間の差に応答して吸入バルブを変化させて第２流体の圧力を目標値に向かって変える行程とを含む。

【０００４】

他の実施例では、目標値は振幅を持つ時間変化成分を含み、それがＤＣ成分に重ねられる。その時間変化成分の振幅はＤＣ成分より小さい。

【０００５】

本願発明の一実施例では、流体管理装置が、第１流体を分配するとともに第１流体の流れの状態を監視する。その装置は、チャンバと、エネルギー分配装置と、トランスジューサと、プロセッサとを備える。そのチャンバは入口と、出口と、第１流体と第２流体とを分離する隔膜とを持つ。そのエネルギー分配装置は、エネルギーの時間変化量を第２流体に供給する。トランスジューサは、チャンバ内の第２流体の圧力を測定するとともに圧力の信号を形成するために用いられる。プロセッサは、信号に基づいて第１流体の流れが停止したか否かを決定するために用いられる。

【０００６】
他の実施例では、流体管理装置は、チャンバ、貯蔵タンク、膜、トランスジューサ及びプロセッサの組合せを持つ。その貯蔵タンクは、チャンバと流体で連通する第２流体を収容し、この貯蔵タンクとチャンバとの間に配置されたバルブを持つ。膜は、チャンバ内の第１流体と第２流体との間に配置されていて、第１流体と第２流体との間の圧力差に応じて第１流体をポンピングするために用いられる。トランスジューサは、チャンバ内の第２流体の圧力を測定するとともにその圧力の信号を形成するために用いられる。プロセッサは、i)圧力信号を読取り、ii)圧力信号の時間周期に関する微分係数に対応する値を決定するとともに微分値を形成し、iii)微分値の大きさに対応する値を決定するとともに大きさの微分係数を形成し、iv)大きさの微分係数をローパスフィルタによって処理して低域通過出力を形成し、v)低域通過出力をしきい値と比較して低域通過出力がしきい値よりも小さい場合には第１流体の流れた停止していること確認し、さらに、vi)第１流体の流れが停止したときに指示器信号を発生する。他の実施例では、プロセッサは、第２流体の圧力と目標値との差に応じてバルブの開閉を制御し、そのバルブの開閉は第２流体の圧力を目標値に向かって調整する。さらに他の実施例では、第１流体は透析液または血液の場合があり、第２流体は空気または気体の場合がある。
【０００７】
【発明の実施の形態】
ここで図１を参照すると、流体管理装置が番号１０によって示されている。その流体管理装置は一つの流体の圧力を用いて他の流体を動かすような種類のものである。図１に示された流体管理装置を参照しながら本願発明の概略を説明するが、透析装置及び血液輸送装置のような多くの流体装置が、本願発明の対象であるさまざまな実施例及び改良から同様な利益を得ることを理解すべきである。以下の詳細な説明及び特許請求の範囲において、用語「ライン」は、ベッセル（管）、チャンバ、ホルダー、タンク及び導管と、特に、透析装置及び血液輸送装置のためのポンピングチャンバとを含むが、それらには限定されない。以下の詳細な説明及び特許請求の範囲において、用語「膜」は、隔膜のように、一方の流体が他方の流体に流れ込まないように２つの流体を分離するものを意味するであろう。流体圧力を電子、水力学、光学またはデジタル信号に変換するどのような機器もここでは「トランスジューサ（変換器）」と呼ぶ。以下の詳細な説明及び特許請求の範囲において、用語「エネルギー分配装置」は、エネルギーをある装置に分配するすべての装置を意味する。エネルギー分配装置のいくつかの例として、加圧された流体タンク、加熱装置、ピストン、アクチュエータ及び圧縮装置がある。
【０００８】
流体がライン内を流れているか否かを決定する装置及び方法の概略
その装置及び方法は、ライン内の流体の流れた停止しているか否かを素早く確認する方法を提供する。望ましい実施例では、ラインはチャンバ１１である。その方法は、流体管理装置のポンプ装置がそのストロークの終端にあり、「第１流体」と称する流体の流れが停止しているか否かを決定する。一実施例では、その装置及び方法は、透析流体１３を輸送するための流体管理装置の一部であり、そこでは、第１流体が、柔軟な膜１２の場合があるポンピング機構によってチャンバ１１を経由して動かされる。その第１流体１３は、血液、透析流体、液体薬剤または他の流体である。第１流体とは反対の側の膜上にある流体は第２流体として知られている。その第２流体１４は望ましくは気体であるが、どのような流体でも良く、望ましい実施例では、空気が第２流体である。
【０００９】
柔軟な膜１２は、第２流体の圧力の変化に応じて、チャンバ１１内を上下に動く。膜１２が最も低い点に到達すると、それはチャンバ１１の底壁１９と接触するようになる。膜１２が底壁１９と接触するときに、それを、そのストロークの底または終端にあると呼ぶ。ストロークの終端は、第１流体１３の流れが停止していることの１つの指示である。ポンピング機構１２がそのストロークの終端にあるか否かを決定するために、第２流体の圧力が連続的に測定される。その第２流体の圧力は、第１流体の流れが停止しているか否かを決

定するために測定される。

【００１０】

圧力の測定は、チャンバまたはライン内でトランスジューサ１５によって実行される。そのトランスジューサ１５は出力信号をプロセッサ１８に送る。そのプロセッサ１８は他のストロークを実行するとともに装置の制御を行う。その信号はプロセッサ１８によって微分され、次にその絶対値が求められ、次にその信号はローパスフィルタによって処理され、最後にその信号はしきい値と比較される。その信号がしきい値より小さい場合には、流体の流れは停止している。その微分係数の絶対値は「絶対値微分係数」と呼ぶことができ、絶対値、大きさまたは絶対値を表す値のいずれを用いてもよい。第１流体１３の流れが停止していることが確認されると、その装置は、出口ライン２２または入口ライン２３に閉鎖が生じているか否か、または流体源が枯渇したか否かを確認することができる。アルゴリズムがすばやく流体の流れた停止した時点を検出するので、出口ライン２２または入口ライン２３が遮断されたか否かを検出するための遅延は、そのような装置に対する従来技術に関する大きさの次数によって減少することができる。この方法及びそれに伴う装置のより詳細な説明を以下に行う。流体の流れが停止した時を確認するこのような装置は制御装置と一致して作動することもできる。

【００１１】

望ましい実施例では、クローズドループの制御装置がコンテナ内の圧力を調整する。それは、第２流体の測定圧力信号を目標圧力と比較し、吸入バルブ１６の開閉を制御してその第２流体の圧力を調整することによって、第２流体の圧力を目標圧力に調整することを試みる。用語「試み」は制御の理論的な意味で用いる。吸入バルブ１６はチャンバを加圧された流体貯蔵タンク１７に結合する。

【００１２】

流体が流れているか否かを決定するための装置の詳細な説明

さらに、図１を参照すると、望ましい実施例に従い、流体が、内部にポンピング機構１２が配置されたライン１１を流れる。その機構は、ライン１１を分割し、そのラインの内面２０の内側に取り付けられた柔軟な膜１２のようなものとすることができる。膜１２は、チャンバ１１内の圧力の変化に応答して上下に動くことができ、流体をチャンバ１１を経由して輸送する手段である。その膜１２は、チャンバ１１上のさまざまなポート（図示せず）に正圧または負圧を供給するコンピュータ制御された空気圧バルブ１６によって、強制的にチャンバの壁面に向かってまたはそれから離れるように動かされる。空気圧バルブ１６は、加圧された貯蔵タンク１７に結合される。「加圧される」は、貯蔵タンクが、輸送される流体１３よりも大きな圧力の流体１４を含むことを意味する。

【００１３】

ライン１１内の圧力制御は、クローズドループ制御の下で、可変型の空気圧バルブ１６によって達成される。流体１３は、輸送されている第１流体１３と貯蔵タンクからラインに流れることができる第２流体１４との圧力差に応じて、チャンバを経由して流れる。貯蔵タンク１７は第２流体１４の時間変化量をチャンバに放出する。貯蔵タンクからの流体の圧力が大きくなると、膜１２は輸送された流体１３が収容されている容積を収縮して、その輸送された流体１３を移動させる。流体の流れはプロセッサ１８によって調整され、そのプロセッサは第２流体の圧力を目標圧力信号と比較してその結果バルブ１６の開閉を調整する。流体１３の流れが止まると、バルブ１６は圧力がその目標となった後に閉じる。このことは、膜またはポンピング機構１２がそのストロークの終端に位置するのか、または流体ラインが閉鎖されたことを意味する。流体の流れが停止すると、ライン１１内の圧力が一定値に維持される。したがって、圧力信号が微分されると、その微分された値はゼロになる。この情報を用いて、装置は流体の流れが停止したか否かを決定するように改善された。

【００１４】

制御装置及びフィードバックループの説明

次の段落のために図３及び図１のフローチャートを参照する。制御装置は望ましい実施例

では次のように作動する。第２流体／空気の圧力がトランスジューサ１５を介してチャンバ内で測定される（工程３０２）。生成された圧力信号がプロセッサ１８に供給され、そのプロセッサ１８がその信号を目標圧力信号と比較し、次にバルブ１６を調整し、そのバルブが、加圧された流体貯蔵タンク１７及びチャンバ１１を結合して、チャンバ１１内の第２流体／空気の圧力が目標の圧力に向って動くようにする（工程３０４）。クローズドループ装置内の目標圧力は、重ね合わされた小さな時間変化成分を持つコンピュータシミュレーションのＤＣ目標値である。望ましい実施例では、その時間変化成分はＡＣ成分であり、それは、DC値の非常に小さな分数である。その時間変化成分は、工程が完了するまで、所望の目標値についての圧力信号を混乱させる方法を提供する。目標圧力は重ねられた時間変化信号を持つので、圧力信号と目標値との間の差つまり微分は、ライン内を流体が流れている場合には決してゼロにとどまることはない。目標圧力は周期ごとに変動し、それにより、流体が流れている間、圧力とその目標圧力との間の差がゼロ以外の値となる。

【００１５】

高圧が望まれる場合には、チャンバ１１内の圧力は目標圧力よりも低いことを示しているので、バルブ１６が開かれて、望ましい実施例では空気１４とすることができる加圧流体が、貯蔵タンクからチャンバに流れることができるようにする（ステップ３０８）。貯蔵タンクは空気で満たす必要はない。その貯蔵タンク１７は第２流体１４と称されるどのような流体で満たすこともでき、それは第１流体１３よりも高い圧力で収容され、それは輸送されている流体である。説明の便宜上、第２流体を「空気」と呼ぶようにする。第１流体１３の流体流れが存在する限り、バルブ１６は、開かれた状態を維持して空気１４がチャンバ１１に流れるようにして一定圧力を保持するためにしなければならない。低い圧力が目標とされる場合には、それは圧力が目標圧力より大であることを意味するので、バルブ１６は大きくは開かれない（ステップ３０６）。流体の流れが停止した時には、バルブ１６が完全に閉じられている。流体は、圧力の変化に応じて、チャンバ１１に入ったりそれから出たりすることができる。

【００１６】

流体の流れが停止しているか否かを測定する装置及び方法の詳細な説明

図２Ａを参照すると、ライン内で流体の流れが停止している時を確認する方法が図１に示すような装置の観点から描かれている。一実施例において、最初に、第２流体の圧力が、圧力の読み取りを行うチャンバによってそのチャンバ内で計測される（ステップ２０２）。図２Ｂは、図２Ａのステップ２０２をグラフで表しており、それは時間に関して描かれた第２流体の圧力信号である。

【００１７】

各周期ごとに、第２流体の圧力は、ＤＣ目標圧力に重ねられたＡＣ成分のために、膜１２がそのストロークの終端に位置しない限り変化する。そのＡＣ成分により、バルブ１６が周期ごとに開閉することができ、それにより、第２流体１１の圧力は目標圧力のＡＣ成分を模倣して調整される。周期の間のその圧力の変化は、流体が流れつづける限りゼロではない。

【００１８】

測定された圧力はプロセッサ１８に送られ、そのプロセッサはその情報を記憶するとともに、設定された時間間隔に関してその測定された圧力信号を微分する（ステップ２０４）。図２Ｃは図２Ａのステップ２０４をグラフで表したもので、それは時間に関して描かれたステップ２０２の微分係数である。

【００１９】

目標圧力のＡＣ成分によって吸入バルブ１６はストロークの中でチャンバ１１内の空気／第２流体１４の実際の圧力を調整することができるので、その圧力差は同様の方法で各時間間隔の間に変化する。ポンピング機構／膜１２がストロークの終端に達すると、流体の流れが停止した時に時間間隔ごとの圧力差（dp）はゼロに到達する。

【００２０】

プロセッサ１８は次に微分した圧力信号の絶対値を得る（ステップ２０６）。図２Ｄは図２Ａのステップ２０６をグラフで示したもので、それは時間に関して描かれた大きさである。

【００２１】

その絶対値は信号がゼロと交差することを回避するために利用される。流体流れの期間の中では、目標圧力に重ねられた時間変化信号によって、目標値は、１つの周期の中では実際の圧力より大きくなり、次の周期では実際の圧力より小さくなる。これらの変化によって、バルブが開閉し、それにより、実際の圧力は目標圧力の時間変化成分を模倣することになる。１つの周期から次の周期まで、実際の圧力信号の微分値は、それが時間に関してグラフ上に表された場合には、ゼロと交差することになるであろう。ゼロの圧力読取りは流体の流れが停止していることを表すので、ゼロ交差は、流体が停止していない場合であってもその流れが停止していることを表すことになる。絶対値が利用されると信号の大きさが得られ、それはその信号の結果を正の値に限定にすることになる。

【００２２】

圧力信号は次にローパスフィルタによって処理され、それにより曲線が滑らかにされてすべての高周波ノイズが除去される（ステップ２０８）。そのフィルタ処理によってストロークが終端に到達するまで信号がゼロに達するのを防止する。図２Ｅは、図２Ａのステップ２０８をグラフで表したものであり、それはローパスフィルタによって処理され時間に関して描かれたステップ２０６である。

【００２３】

フィルタ処理された信号が既定のしきい値より小さい場合には、流体の流れは停止してしまっていて、膜がそのストロークの終端に到達しているのかまたは流体のラインが閉鎖されているかのいずれかの場合である（ステップ２１０）。そのしきい値は、非常に小さな流速のカットオフ点として用いられる。低い流速は閉鎖されたラインと類似性がある。しきい値は、ゼロを越える値に設定されるとともに、信号がそのしきい値を越える場合に誤って流体が停止したことを示すことのないようなレベルに設定される。そのしきい値は装置のさまざまな計測テストを通じて決定され、装置に依存するものである。

【００２４】

流体ラインが閉鎖されたか否かの表示

望ましい実施例では、ストロークの終端がプロセッサ１８によって示される場合には、その装置は次に流体ライン２２、２３の一方が閉鎖されたか否かを決定することができる。それは容量流体測定を通じて実行することができる。空気の容量はライン１１内で測定される。理想気体の法則を適用して装置によって押しのけられた流体を測定することができる。圧力変化は一定空間内では容積変化に逆比例するので、ポンピングチャンバ１１内の空気の容量は以下の式を用いて測定することができる。

【００２５】

Ｖａ　＝　Ｖｂ（Ｐｂｉ－Ｐｂｆ）／（Ｐａｆ－Ｐａｉ）

ここで、Ｖａ＝ポンプチャンバ空気容量、

Ｖｂ＝基準空気容量（既知）、

Ｐｂｉ＝基準容量内の初期圧力、

Ｐｂｆ＝基準容量内の最終圧力、

Ｐａｆ＝ポンプチャンバ内の最終圧力、

Ｐａｉ＝ポンプチャンバ内の初期圧力である。

【００２６】

一度空気の容量が計算されると、ストロークの開始時点での空気容量が呼び出される。以前の容量測定値と現在の容量測定値との間の差は、押しのけられた流体１３の容量に等しい。押しのけられた流体１３の量が予想された量の半分より少ない場合には、入口または出口ライン２２、２３が閉鎖されていると判断され、警報を視覚的にもしくは音でまたはそれらの両方で出すことができる。この全体の行程は、流体ラインが閉鎖されたか否かを決定するために３０秒以上を必要とすることがある従来技術とは異なり、５秒未満で実行

することができる。このアルゴリズムは、充填及び分配圧力の広範囲にわたって非常に安定していて、圧力制御のために用いられるバルブ内の変化の影響を受けない。

【００２７】

理想気体の法則を用いて圧力以外のパラメータに基づいて流れのない状態を測定する装置を作ることも可能である。時間を変える方法によって第２流体を介してエネルギーを装置に入れることができる場合には、容量変化または温度をその第２流体に関して測定することができる。その変化が容量または温度に関してゼロに達する場合には、第１流体の流れが停止してしまうことになるであろう。

【００２８】

本願発明のさまざまな実施例を説明してきたが、当業者にとって、さまざまな変更及び修正を行って、特許請求の範囲を逸脱することなく、本願発明のいくつかの利点を達成することができるということは自明である。それら及び他の自明な変更は特許請求の範囲に含まれる。

【図面の簡単な説明】

本願発明の特徴は以下の添付図面とともに発明の詳細な説明を参照することによってより容易に理解できるであろう。

【図１】　図１は、チャンバ、貯蔵タンク及びプロセッサを示す本願発明の簡略化した実施例の概略図である。

【図２】　図２Ａは、本願発明の一実施例に係るライン内の流体の流れが停止したか否かを計算する方法のフローチャートを示す。

図２Ｂは、図２Ａの工程２０２を図示しており、それは時間に関して描かれた第２流体の圧力信号である。

図２Ｃは、図２Ａの工程２０４を図示しており、それは時間に関して描かれた工程２０２の微分関数である。

図２Ｄは、図２Ａの工程２０６を図示しており、それは時間に関して描かれた工程２０４の大きさである。

図２Ｅは、図２Ａの工程２０８を図示しており、それは時間に関してローパスフィルタによって処理されて描かれた工程２０６である。

【図３】　図３は本願発明の実施例に係る、図１のチャンバ内の圧力を設定するための制御フィードバックループのフローチャートを示す。

【図１】

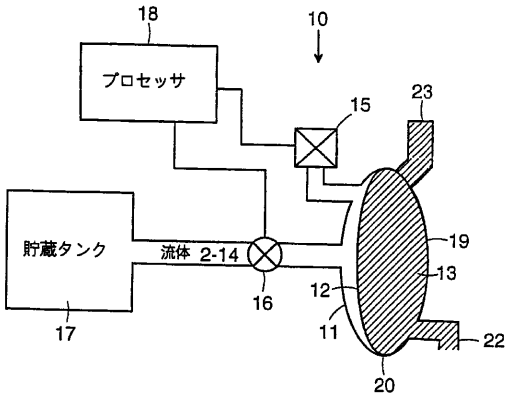


FIG. 1

【図２】

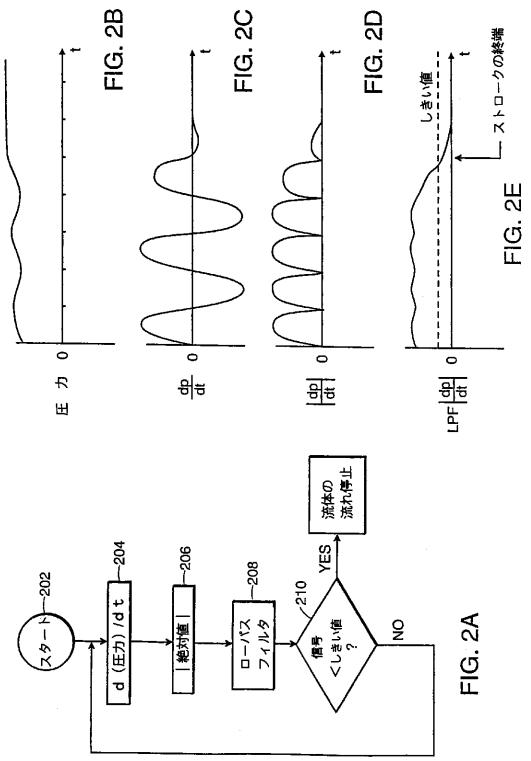


FIG. 2A

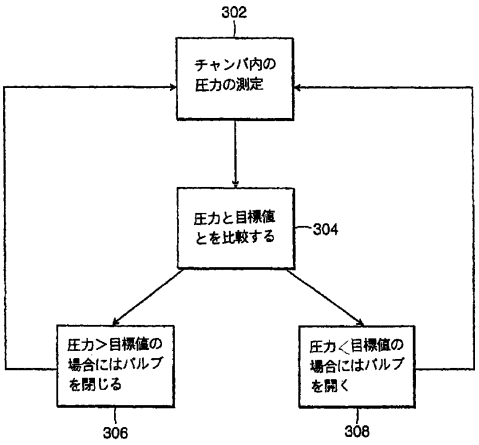
FIG. 2B

FIG. 2C

FIG. 2D

FIG. 2E

【図３】



フロントページの続き

(72)発明者 グレイ、ラリー・ビー
アメリカ合衆国、ニュー・ハンプシャー州 ０３０５４、メリーマック、アイリス・ドライブ １９
(72)発明者 ブライアント、ロバート
アメリカ合衆国、ニュー・ハンプシャー州 ０３１０２、マンチェスター、バレー・ウェスト・ウェイ １０９
(72)発明者 スペンサー、ジェフリー
アメリカ合衆国、ニュー・ハンプシャー州 ０３１０９、マンチェスター、イーストミドウ・ウェイ ７０
(72)発明者 モレル、ジョン・ビー
アメリカ合衆国、ニュー・ハンプシャー州 ０３１０４、マンチェスター、ベルモント・ストリート １３６５

審査官 岸 智史

(56)参考文献 特表平０９－５００８１３（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０６３１２８（ＪＰ，Ａ）
特開平２－５０１１９８（ＪＰ，Ａ）
特表平８－５０４９１６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G01P 13/00
A61M 1/00
F04B 43/06