

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-141971

(P2014-141971A)

(43) 公開日 平成26年8月7日(2014.8.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F O 4 B 49/08 (2006.01)	F O 4 B 49/08 3 1 1	3 H 1 4 5
F O 4 B 49/06 (2006.01)	F O 4 B 49/06 3 1 1	
F O 4 B 49/10 (2006.01)	F O 4 B 49/10 3 1 1	

審査請求 有 請求項の数 15 O L (全 39 頁)

(21) 出願番号	特願2014-76996 (P2014-76996)	(71) 出願人	505307471
(22) 出願日	平成26年4月3日 (2014.4.3)		インテグリス・インコーポレーテッド
(62) 分割の表示	特願2009-539238 (P2009-539238) の分割		アメリカ合衆国、マサチューセッツ・O 1 8 2 1-4 6 0 0、ビレリカ、コンコード ・ロード・1 2 9
原出願日	平成19年7月30日 (2007.7.30)	(74) 代理人	100108453
(31) 優先権主張番号	60/861, 856		弁理士 村山 靖彦
(32) 優先日	平成18年11月30日 (2006.11.30)	(74) 代理人	100064908
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100089037
			弁理士 渡邊 隆
		(74) 代理人	100110364
			弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ポンプ操作のためのシステムおよび方法

(57) 【要約】

【課題】本発明は、ポンプの動作または作用を検証するステップを含む、ポンプの動作を監視するためのシステムおよび方法に関する。

【解決手段】本発明では、ポンプの1つ以上のパラメータに対する基準プロファイルが確立されてもよい。次いで、ポンプの後続動作中に同じ一式のパラメータに対する1つ以上の値を記録することによって、動作プロファイルが生成されてもよい。動作プロファイルおよび基準プロファイルを比較する、適合度の尺度に対する値を確立することができる。適合度の尺度が不十分である場合、警報が送信されてもよく、または別の措置が取られてもよく、例えば、ポンプシステムが運転停止等されてもよい。一例の適合度の尺度は、R²乗値である。

【選択図】 図2

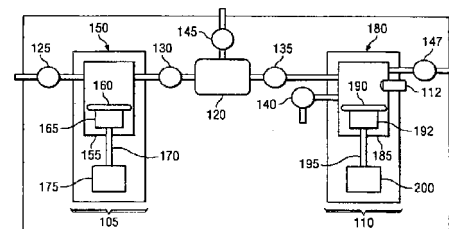


FIG. 2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ポンプの動作を監視するためのシステムであって、

ポンプに結合されている圧力センサであって、前記ポンプが、ポンプ室と、前記ポンプ室の上流に配設されている第 1 の弁と、前記ポンプ室の下流に配設されている第 2 の弁と、を備えており、前記圧力センサが、前記ポンプ室における流体の圧力を測定するように構成されている、前記圧力センサと、

前記ポンプにおける流体の圧力を測定するために、前記ポンプ及び前記圧力センサに結合されているポンプ制御器と、

を備えている前記システムにおいて、

10

前記ポンプ制御器が、

処方に関連する前記ポンプのパラメータに対する動作プロファイルを生成するステップであって、前記ポンプの動作中に一式の点それぞれにおける前記ポンプの前記パラメータの値を不揮発性コンピュータ可読媒体に記録することを備えている前記ステップと、

前記処方に関連する前記ポンプの前記パラメータに対する前記動作プロファイルと前記処方に関連する前記ポンプの前記パラメータに対する基準プロファイルとを比較することによって、前記動作の複数の部分に対する適合度の尺度を決定するステップと、

1 つ以上の前記適合度の尺度を利用することによって、前記ポンプが適切に動作しているか否か決定するステップと、

を実行するように動作可能とされることを特徴とするシステム。

20

【請求項 2】

前記ポンプの前記パラメータが、圧力、モータ速度、モータ電流、又はモータ位置に対応していることを特徴とする請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記ポンプ制御器が、前記処方に関連する前記ポンプの前記パラメータに対する前記基準プロファイルを生成するために、前記ポンプの動作中に前記パラメータを測定値を得て、前記パラメータの前記測定値のすべて又は一部を利用するように動作可能とされることを特徴とする請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記ポンプの前記パラメータに対する前記基準プロファイルを確立する際に、及び、前記ポンプの前記パラメータに対する前記動作プロファイルを生成する際に、前記パラメータの測定値が、異なる速度で得られることを特徴とする請求項 1 に記載のシステム。

30

【請求項 5】

前記ポンプの動作中に前記一式の点において記録される前記パラメータの値が、

分注区分の際における前記動作プロファイルの平均値に対応する第 1 の値と、

前記分注区分を約 10 % 終えた第 1 の点に対応する第 2 の値と、

前記分注区分を約 50 % 終えた第 2 の点に対応する第 3 の値と、

前記分注区分を約 90 % 終えた第 3 の点に対応する第 4 の値と、

を備えていることを特徴とする請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

40

ポンプの動作を監視するための方法において、

処方に関連する前記ポンプのパラメータに対する基準プロファイルを確立するステップであって、前記ポンプが、室と、前記室の上流に配設されている第 1 の弁と、前記室の下流に配設されている第 2 の弁とを備えている、前記ステップと、

前記処方に関連する前記ポンプの前記パラメータに対する動作プロファイルを生成するステップであって、前記ポンプの動作中に一式の点それぞれにおける前記ポンプの前記パラメータの値を不揮発性コンピュータ可読媒体に記録することを備えている前記ステップと、

前記処方に関連する前記ポンプの前記パラメータに対する前記動作プロファイルと前記処方に関連する前記ポンプの前記パラメータに対する前記基準プロファイルとを比較する

50

ことによって、前記動作の複数の部分に対する適合度の尺度を決定するステップと、

1つ以上の前記適合度の尺度を利用することによって、前記ポンプが適切に動作しているか否か決定するステップと、

を備えていることを特徴とする方法。

【請求項7】

前記ポンプの前記パラメータが、圧力、モータ速度、モータ電流、又はモータ位置に対応していることを特徴とする請求項6に記載の方法。

【請求項8】

前記処方に関連する前記ポンプの前記パラメータに対する前記基準プロファイルを生成するために、前記ポンプの動作中に前記パラメータを測定値を得て、前記パラメータの前記測定値のすべて又は一部を利用するステップを備えていることを特徴とする請求項6に記載の方法。

10

【請求項9】

前記ポンプの前記パラメータに対する前記基準プロファイルを確立する際に、及び、前記ポンプの前記パラメータに対する前記動作プロファイルを生成する際に、前記パラメータの測定値が、異なる速度で得られることを特徴とする請求項6に記載の方法。

【請求項10】

前記ポンプの動作中に前記一式の点において記録される前記パラメータの値が、

分注区分の際における前記動作プロファイルの平均値に対応する第1の値と、

前記分注区分を約10%終えた第1の点に対応する第2の値と、

前記分注区分を約50%終えた第2の点に対応する第3の値と、

前記分注区分を約90%終えた第3の点に対応する第4の値と、

を備えていることを特徴とする請求項6に記載の方法。

20

【請求項11】

一式のコンピュータ命令を格納している少なくとも1つの不揮発性コンピュータ可読媒体を備えているコンピュータプログラム製品において、

前記一式のコンピュータ命令が、

処方に関連するポンプのパラメータに対する基準プロファイルを確立するステップであって、前記ポンプが、室と、前記室の上流に配設されている第1の弁と、前記室の下流に配設されている第2の弁とを備えている、前記ステップと、

30

前記処方に関連する前記ポンプの前記パラメータに対する動作プロファイルを生成するステップであって、前記ポンプの動作中に一式の点それぞれにおける前記ポンプの前記パラメータの値を不揮発性コンピュータ可読媒体に記録することを備えている前記ステップと、

前記処方に関連する前記ポンプの前記パラメータに対する前記動作プロファイルと前記処方に関連する前記ポンプの前記パラメータに対する前記基準プロファイルとを比較することによって、前記動作の複数の部分に対する適合度の尺度を決定するステップと、

1つ以上の前記適合度の尺度を利用することによって、前記ポンプが適切に動作しているか否か決定するステップと、

を1つ以上のプロセッサによって実行可能とされることを特徴とするコンピュータプログラム製品。

40

【請求項12】

前記ポンプの前記パラメータが、圧力、モータ速度、モータ電流、又はモータ位置に対応していることを特徴とする請求項11に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項13】

前記少なくとも1つの不揮発性コンピュータ可読媒体が、前記1つ以上のプロセッサによって実行可能とされるさらなる命令を格納しており、

前記さらなる命令が、前記処方に関連する前記ポンプの前記パラメータに対する前記基準プロファイルを生成するために、前記ポンプの動作中に前記パラメータを測定値を得て、前記パラメータの前記測定値のすべて又は一部を利用するステップを前記1つ以上のプ

50

ロセッサによって実行可能とされることを特徴とする請求項 11 に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 14】

前記ポンプの前記パラメータに対する前記基準プロファイルを確立する際に、及び、前記ポンプの前記パラメータに対する前記動作プロファイルを生成する際に、前記パラメータの測定値が、異なる速度で得られることを特徴とする請求項 11 に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 15】

前記ポンプの動作中に前記一式の点において記録される前記パラメータの値が、分注区分の際における前記動作プロファイルの平均値に対応する第 1 の値と、前記分注区分を約 10 % 終えた第 1 の点に対応する第 2 の値と、前記分注区分を約 50 % 終えた第 2 の点に対応する第 3 の値と、前記分注区分を約 90 % 終えた第 3 の点に対応する第 4 の値と、を備えていることを特徴とする請求項 11 に記載のコンピュータプログラム製品。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願)

本出願は、米国仮特許出願第 60 / 861, 856 号 (2006 年 11 月 30 日、名称「System and Method for Operation of a Pump」) に基づく優先権を主張し、この仮出願の内容は、あらゆる目的において参照により本明細書に援用される。

20

【0002】

(技術分野)

本発明は、概して、流体ポンプに関する。より具体的には、本発明の実施形態は、単段および多段ポンプに関する。さらに具体的には、本発明の実施形態は、ポンプを操作するステップ、および／または半導体製造で使用されるポンプの種々の動作または作用を確認するステップに関する。

【背景技術】

【0003】

30

ポンプ装置によって流体が分注される量および／または速度の精密制御を必要とする、多くの用途がある。例えば、半導体加工では、フォトレジスト化学物質等の光化学物質が半導体ウエハに塗布される量および速度を制御することが重要である。加工中に半導体ウエハに塗布される被膜は、典型的には、オングストロームで測定されるウエハの表面にわたる平坦性を必要とする。フォトレジスト化学物質等の加工化学物質がウエハに塗布される速度は、加工液が均一に塗布されることを確実にするために、制御されなければならない。

【0004】

現在、半導体産業で使用されている多くの光化学物質は、非常に高価であり、しばしば、1 リットルにつき \$ 1, 000 もかかる。したがって、最小限であるが適正な量の化学物質が使用されること、および化学物質がポンプ装置によって損害されないことを確実にすることが好ましい。現在の多段階ポンプは、液体の急激な圧力上昇を引き起こし得る。そのような圧力上昇および圧力の後続低下は、流体に悪影響を及ぼす場合がある (すなわち、流体の物理的特性を不利に変化させる場合がある)。加えて、圧力上昇は、分注ポンプに意図されるよりも多くの流体を分注させる、または流体の分注に不利な動態を導入させる場合がある、蓄積流圧につながり得る。

40

【0005】

多段階ポンプ内で発生する他の状態もまた、化学物質の適切な分注を妨げる場合がある。これらの状態は、大部分は、過程のタイミング変化に起因する。これらのタイミング変化は、例えば、信号遅滞等、意図的 (例えば、処方の変化) または非意図的であってもよ

50

い。

【0006】

これらの状態が発生すると、結果は、化学物質の不適切な分注となり得る。場合によっては、化学物質がウエハ上に分注されない場合がある一方で、他の場合においては、化学物質は、ウエハの表面にわたって不均一に分配される場合がある。次いで、ウエハは、製造過程の1つ以上の残りのステップを受けてもよく、ウエハを使用に不適当とし、最終的に、スクラップとして廃棄されるウエハをもたらす。

【0007】

この問題を悪化させているのは、多くの場合において、スクラップウエハが、なんらかの形の品質管理手順を使用してのみ、検出される場合があるという事実である。しかしながら、一方で、不適切な分注、したがってスクラップウエハをもたらした状態は、持続している。その結果として、第1の不適切な分注と、この不適切な分注によって生成されたスクラップウエハの検出との間に、多くのさらなる不適切な沈着が他のウエハ上で発生している。同様に、これらのウエハもまた、スクラップとして廃棄されなければならない。

【0008】

以上のように、適切な分注が発生したことを検出または確認することが望ましい。この確認は、過去に、種々の技術を使用して達成されてきた。これらのうちの1つ目は、分注が行われたことを確認するために、ポンプの分注ノズルにおけるカメラシステムを利用することを伴う。しかしながら、これらのカメラシステムは、通常、ポンプから独立しており、したがって、別個に設置および校正しなければならないため、この解決法は最適ではない。さらに、非常に多くの場合、これらのカメラシステムは、極めて高価となる傾向がある。

【0009】

別の方法は、分注を確認するために、ポンプの流体通路での流量計の使用を伴う。この方法もまた、問題がある。ポンプの流路に挿入される追加構成要素は、ポンプ自体の費用を引き上げるだけでなく、化学物質がポンプを通過して流れる際に、化学物質の汚染の危険性も増加させる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】米国特許出願第11／051,576号明細書

【特許文献2】米国仮特許出願第60／630,384号明細書

【特許文献3】PCT出願第PCT／US2005／042127号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

したがって、上記のように、必要とされるものは、ポンプの動作および作用の適切な完了を迅速かつ正確に検出し得る、これらの動作および作用を確認するための方法およびシステムである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

ポンプの動作または作用を検証するステップを含む、ポンプの動作を監視するためのシステムおよび方法を開示する。ポンプの1つ以上のパラメータに対する基準プロファイルが確立されてもよい。次いで、ポンプの後続動作中に同じ一式のパラメータに対する1つ以上の値を記録することによって、動作プロファイルが生成されてもよい。基準プロファイルおよび動作プロファイルに基づいて、適合度の尺度が決定されてもよい。次いで、所望に応じて、適合度の尺度に基づいて、分注の有効性が決定されてもよい。例えば、適合度の尺度が、ある閾値を上回る場合、分注は、有効なものともみなされてもよい一方で、そうでなければ、警報が鳴らされるか、または、ユーザに通知する、またはポンプシステムを運転停止する等、別の措置が取られてもよい。

10

20

30

40

50

【0013】

一実施形態では、多段階ポンプは、第2段階のポンプにおける流体の圧力を決定する圧力センサを伴う、第1段階のポンプ（例えば、供給ポンプ）および第2段階のポンプ（例えば、分注ポンプ）を有する。ポンプ制御器は、ポンプの動作を監視することができる。ポンプ制御器は、第1段階のポンプ、第2段階のポンプ、および圧力センサに連結され（すなわち、第1段階のポンプ、第2段階のポンプ、および圧力センサと連通するように動作可能である）、パラメータに対応する第1の動作プロファイルを生成し、第1の動作プロファイルの少なくとも一部分および基準プロファイルの対応する部分に基づいて適合度の尺度を生成するように動作可能である。

【0014】

特定の実施形態では、動作プロファイルおよび基準プロファイルに基づいて適合度の尺度を生成するために、R²乗統計値が使用される。

【0015】

本発明の実施形態は、ポンプシステムの動作および作用に関する種々の問題を検出することによって、利点を提供することができる。例えば、基準圧力の1つ以上の点およびポンプの動作中に測定される圧力プロファイルの1つ以上の点に基づいて、適合度の尺度を決定することによって、不適切な分注が検出されてもよい。同様に、基準圧力の1つ以上の点と、モータの基準稼働率に対するポンプの動作の1つ以上の段階中のこのモータの稼働率の1つ以上の点とに基づいて、適合度の尺度を判断することによって、ポンプシステム内のフィルタの目詰まりが検出されてもよい。

【0016】

本発明の実施形態によって提供される別の利点は、ポンプの構成要素の誤動作または切迫した故障が、より良好に検出され得ることである。例えば、実証的検定は、i) 分注流体中の気泡によって引き起こされる不良な分注は、他の方法を使用して検出されない場合がある、またはii) 比較限度が小さすぎる場合があるため、他の方法は、過度に多くの誤警報を生成する場合がある（例えば、不適切な分注の間違った、または不要な通知）ことを示している。次いで、適合度の尺度を使用することによって、不良な分注の検出が向上され、同時に誤警報の数を低減し得る。

【0017】

本発明のこれらの側面および他の側面は、次の説明および添付図面と併せて考慮すると、さらに認識および理解されるであろう。次の説明は、本発明の種々の実施形態およびそれらの多数の具体的詳細を示す一方で、限定ではなく、例証として与えられる。本発明の範囲内で、多くの置換、修正、追加、または再編成が行われてもよく、本発明は、全てのそのような置換、修正、追加、または再編成を含む。

【0018】

本明細書に付随し、その一部を形成する図面は、本発明のある側面を描写するように含まれる。本発明のより明確な印象、および本発明に関し提供されるシステムの構成要素および動作のより明確な印象は、実施例、したがって図面に例示される非限定的な実施形態を参照することによって、より容易に明白となる。図中、同一参照数字は、同じ構成要素を指定する。図面に図示される特徴は、必ずしも一定の縮尺で描かれないことに留意されたい。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】図1は、ポンプシステムの一実施形態の図表示である。

【図2】図2は、本発明の一実施形態による多段階ポンプ（「多段ポンプ」）の図表示である。

【図3】図3は、本発明の一実施形態に対する弁およびモータのタイミングの図表示である。

【図4】図4は、多段ポンプの一実施形態の図表示である。

【図5A】図5Aは、多段ポンプの一実施形態の図表示である。

10

20

30

40

50

【図 5 B】図 5 B は、多段ポンプの一実施形態の図表示である。

【図 5 C】図 5 C は、多段ポンプの一実施形態の図表示である。

【図 6】図 6 は、多段ポンプの部分アセンブリの一実施形態の図表示である。

【図 7】図 7 は、多段ポンプの部分アセンブリの別の実施形態の図表示である。

【図 8 A】図 8 A は、多段ポンプの一部分の一実施形態の図表示である。

【図 8 B】図 8 B は、図 8 A の多段ポンプの実施形態の断面 A-A の図表示である。

【図 8 C】図 8 C は、図 8 B の多段ポンプの実施形態の断面 B の図表示である。

【図 9】図 9 は、多段ポンプ中の圧力を制御するための方法の一実施形態を図示するフロー図である。

【図 10】図 10 は、本発明の一実施形態による多段ポンプの圧力プロファイルである。

10

【図 11】図 11 は、多段ポンプ中の圧力を制御するための方法の別の実施形態を図示するフロー図である。

【図 12】図 12 は、多段ポンプの別の実施形態の図表示である。

【図 13】図 13 は、本発明による方法の一実施形態のフロー図である。

【図 14】図 14 は、本発明の一実施形態による多段ポンプの圧力プロファイルである。

【図 15】図 15 は、本発明の一実施形態による、多段ポンプの基準圧力プロファイルおよび多段ポンプの動作圧力プロファイルである。

【図 16 A】図 16 A は、ポンプの動作に対する種々の圧力プロファイルを図示する図表である。

【図 16 B】図 16 B は、ポンプの動作に対する種々の圧力プロファイルを図示する図表である。

20

【図 16 C】図 16 C は、ポンプの動作に対する種々の圧力プロファイルを図示する図表である。

【図 16 D】図 16 D は、ポンプの動作に対する種々の圧力プロファイルを図示する図表である。

【図 16 E】図 16 E は、ポンプの動作に対する種々の圧力プロファイルを図示する図表である。

【図 16 F】図 16 F は、ポンプの動作に対する種々の圧力プロファイルを図示する図表である。

【図 16 G】図 16 G は、ポンプの動作に対する種々の圧力プロファイルを図示する図表である。

30

【図 17】図 17 は、ポンプが正しく動作しているかどうかを決定する精度を増加させるための方法の一実施形態を図示するフロー図である。

【図 18】図 18 は、単段ポンプの図表示である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

本発明の好ましい実施形態を図に図示し、類似数字は、種々の図面の類似部品および対応する部品を指すために使用されている。

【0021】

本発明の実施形態は、ポンプを使用して流体を正確に分注する、ポンプシステムに関連する。より具体的には、本発明の実施形態は、ポンプの動作または作用を確認または検証するステップを含む、ポンプの動作を監視するためのシステムおよび方法に関連する。一実施形態によれば、本発明は、ポンプからの流体の正確な分注、ポンプ内のフィルタの適切な動作等を検証するための方法を提供する。ポンプの 1 つ以上のパラメータに対する基準プロファイルが確立されてもよい。次いで、ポンプの後続動作中に同じ一式のパラメータに対する 1 つ以上の値を記録することによって、動作プロファイルが生成されてもよい。動作プロファイルに対して、1 つ以上の適合度の尺度を決定することができる。適合度の尺度が許容できない場合、警報が送信されてもよく、または他の措置が取られてもよく、例えば、ポンプシステムが運転停止等されてもよい。適合度の尺度は、R² 乗値、または適合度の他の統計的尺度となり得る。

40

50

【0022】

これらのシステムおよび方法は、ポンプの動作および作用に関する種々の問題を検出するために使用されてもよい。例えば、1つ以上の点における基準圧力を、ポンプの動作中に測定される圧力プロファイルの1つ以上の点と比較することによって、不適切な分注が検出されてもよい。同様に、ポンプの動作の1つ以上の段階中のモータの稼働率を、このモータに対する基準稼働率と比較することによって、ポンプのフィルタの目詰まりが検出されてもよい。本発明のシステムおよび方法のこれらの使用法および他の使用法は、次の開示の再検討後に明白となるであろう。

【0023】

本発明の実施形態を説明する前に、本発明の種々の実施形態とともに利用されてもよい、ポンプまたはポンプシステムの例示的实施形態を説明することが有用となる場合がある。図1は、ポンプシステム10の図表示である。ポンプシステム10は、流体源15、ポンプ制御器20、および多段ポンプ100を含むことができ、それらはウエハ25上に流体を分注するように共働する。多段ポンプ100の動作は、多段ポンプ100上に搭載されるか、または、制御信号、データ、または他の情報を伝達するための1つ以上の通信リンクを介して多段ポンプ100に接続することができる、ポンプ制御器20によって制御することができる。ポンプ制御器20は、多段ポンプ100の動作を制御するための一式の制御命令30を含む、コンピュータ可読媒体27（例えば、RAM、ROM、フラッシュメモリ、光ディスク、磁気ドライブ、または他のコンピュータ可読媒体）を含むことができる。プロセッサ35（例えば、CPU、ASIC、DSP、RISC、または他のプロセッサ）は、命令を実行することができる。プロセッサの一例は、Texas Instruments TMS320F2812 PGFA 16-bit DSPである（Texas Instrumentsは、テキサス州ダラスを拠点とする企業である）。図1の実施形態では、制御器20は、通信リンク40および45を介して多段ポンプ100と通信する。通信リンク40および45は、ネットワーク（例えば、Ethernet（登録商標）、無線ネットワーク、グローバルエリアネットワーク、DeviceNetネットワーク、または当該分野で公知である、または開発された他のネットワーク）、バス（例えば、SCSIバス）、または他の通信リンクとなり得る。制御器20は、内蔵PCBボード、遠隔制御器として、または他の適当な方法で実装することができる。ポンプ制御器20は、ポンプ制御器20が多段ポンプ100と通信することを可能にするように、適切なインターフェース（例えば、ネットワークインターフェース、I/Oインターフェース、アナログ・デジタル変換器、および他の構成要素）を含むことができる。ポンプ制御器20は、プロセッサ、メモリ、インターフェース、表示デバイス、周辺機器、または他のコンピュータ構成要素を含む、当該分野で公知の種々のコンピュータ構成要素を含むことができる。ポンプ制御器20は、多段ポンプの種々の弁およびモータを制御して、多段ポンプに低粘度流体（すなわち、5センチポイズ未満）または他の流体を含む流体を正確に分注させることができる。ポンプ制御器20はまた、本明細書に記載のシステムおよび方法の実施形態を実施するように動作可能な命令を実行してもよい。

【0024】

図2は、多段ポンプ100の図表示である。多段階ポンプ100は、供給段階部分105および別個の分注段階部分110を含む。流体流れの観点から、供給段階部分105と分注段階部分110との間には、プロセス流体から不純物を濾過するようにフィルタ120が位置する。例えば、入口弁125、隔離弁130、障壁弁135、浄化弁140、排出弁145、および出口弁147を含む、多数の弁が、多段ポンプ100を通る流量を制御することができる。分注段階部分110はさらに、分注段階110における流体の圧力を決定する、圧力センサ112を含むことができる。圧力センサ112によって決定される圧力は、下記のように種々のポンプの速度を制御するために使用することができる。圧力センサの例は、ドイツ・コルプのMetallux AG製造のセンサを含む、セラミックおよびポリマーのピエゾ抵抗および容量圧力センサを含む。他の圧力センサを使用することができ、圧力センサは、分注段階室に加えて、またはその代わりに、供給段階室の

圧力を読み取るように位置付けることができる。

【0025】

供給段階105および分注段階110は、多段ポンプ100中の流体をポンプ注入するように回転ダイアフラムポンプを含むことができる。供給段階ポンプ150（「供給ポンプ150」）は、例えば、流体を収集する供給室155、供給室155内で移動して流体を変位させる供給段階ダイアフラム160、供給段階ダイアフラム160を移動させるピストン165、主ネジ170、およびステッピングモータ175を含む。主ネジ170は、モータから主ネジ170へエネルギーを付与するために、ナット、歯車、または他の機構を通して、ステッピングモータ175に連結する。一実施形態によれば、供給モータ170は、ナットを回転させ、次に、主ネジ170に直線運動を付与して、ピストン165を作動させる。分注段階ポンプ180（「分注ポンプ180」）は、同様に、分注室185、分注段階ダイアフラム190、ピストン192、主ネジ195、および分注モータ200を含むことができる。他の実施形態によれば、供給段階105および分注段階110はそれぞれ、空気圧作動ポンプ、油圧ポンプ、または他のポンプを含む、種々の他のポンプを含むことができる。供給段階に対する空気圧作動ポンプ、およびステッピングモータ駆動油圧ポンプを使用する、多段ポンプの一例は、参照することにより完全に本願に組み込まれる、特許文献1に記載されている。

10

【0026】

供給モータ175および分注モータ200は、任意の適当なモータとなり得る。一実施形態によれば、分注モータ200は、永久磁石同期モータ（「PM SM」）である。PM SMは、モータ200、制御器内蔵多段ポンプ100、または別個のポンプ制御器（例えば、図1に示されるような）において、電場配向制御（「FOC」）または他の種類の速度／位置制御を利用して、デジタル信号プロセッサ（「DSP」）によって制御することができる。PM SM 200はさらに、分注モータ200の位置のリアルタイムフィードバックのためのエンコーダ（例えば、細線回転位置エンコーダ）を含むことができる。位置センサの使用は、ピストン192の位置の正確かつ反復可能な制御を与え、それは分注室185中の流体移動の正確かつ反復可能な制御につながる。例えば、DSPに8,000カウントを与える、2,000ラインエンコーダを使用して、0.045度の回転を正確に測定および制御することが可能である。また、PM SMは、振動がほとんどないか、または全くない、低速度で作動することができる。供給モータ175はまた、PM SMまたはステッピングモータとなり得る。本発明の一実施形態によれば、供給段階モータ175は、部品番号L1LAB-005のステッピングモータとすることができ、分注段階モータ200は、部品番号DA23DBBL-13E17AのブラシレスDCモータとすることができ、両方とも、米国ニューハンプシャー州ドーヴァーのEAD motorsから市販されている。

20

30

【0027】

多段ポンプ100の弁は、多段ポンプ100の種々の部分の流体流れを可能にする、または制限するように開放または閉鎖される。一実施形態によれば、これらの弁は、圧力または真空が有効化されるかどうかによって開放または閉鎖する、空気圧作動（すなわち、ガス駆動）ダイアフラム弁となり得る。しかしながら、本発明の他の実施形態では、任意の適当な弁を使用することができる。

40

【0028】

動作中、多段ポンプ100は、準備完了区分、分注区分、充填区分、濾過前区分、濾過区分、排出区分、浄化区分、および静的浄化区分を含むことができる。供給区分の間に、入口弁125が開放され、供給段階ポンプ150が供給段階ダイアフラム160を移動させ（例えば、引っ張る）、供給室155内に流体を引き込む。いったん十分な量の流体が供給室155を充填すると、入口弁125は閉鎖される。濾過区分の間に、供給段階ポンプ150が供給段階ダイアフラム160を移動させて、供給室155から流体を変位させる。流体がフィルタ120を通して分注室185へと流れることを可能にするように、隔離弁130および障壁弁135が開放される。隔離弁130は、一実施形態によれば、圧

50

力がフィルタ１２０中で高まることを可能にするように、最初に（例えば、「濾過前区分」で）開放することができ、次いで、分注室１８５内への流体流れを可能にするように障壁弁１３５を開放することができる。濾過区分の間に、分注ポンプ１８０をその定位置に運ぶことができる。それぞれ参照することにより完全に本願に組み込まれる特許文献２および特許文献３に記載のように、分注ポンプの定位置は、分注サイクルに対して分注ポンプにおける最大の利用可能容積を与えるが、分注ポンプが提供し得る最大利用可能容積未満である、位置となり得る。定位置は、多段ポンプ１００の未使用のホールドアップ容積を低減するように、分注サイクルに対する種々のパラメータに基づいて選択される。同様に、供給ポンプ１５０を、その最大利用可能容積未満の容積を提供する定位置に運ぶことができる。

10

【００２９】

流体が分注室１８５に流れ込むにつれて、流体の圧力が増加する。本発明の一実施形態によれば、分注室１８５中の流体圧が所定の圧力設定点（例えば、圧力センサ１１２によって決定されるような）に到達すると、分注段階ポンプ１８０は、分注段階ダイヤフラム１９０を撤収し始める。言い換えれば、分注段階ポンプ１８０は、分注室１８５の利用可能な容積を増加させて、流体が分注室１８５に流れ込むことを可能にする。このことは、例えば、所定の速度で分注モータ２００を逆転させ、分注室１８５中の圧力を減少させることによって、行うことができる。分注室１８５中の圧力が設定点を下回る（システムの許容内）場合、分注室１８５中の圧力を設定点に到達させるように、供給モータ１７５の速度が増加される。圧力が設定点を越える（システムの許容内）場合、供給ステップモータ１７５の速度は減少し、下流の分注室１８５中の圧力の減少につながる。供給段階モータ１７５の速度を増加および減少させる過程は、分注段階ポンプが定位置に到達するまで反復することができ、定位置の時点で両方のモータを停止することができる。

20

【００３０】

別の実施形態によれば、濾過区分の間の第１段階モータの速度は、「不感帯」制御の仕組みを使用して、制御することができる。分注室１８５中の圧力が初期閾値に到達すると、分注段階ポンプは、分注段階ダイヤフラム１９０を移動させて、流体が分注室１８５により自由に流れ込むことを可能にでき、それにより、分注室１８５中の圧力を低下させる。圧力が最小圧力閾値を下回って低下する場合、供給段階モータ１７５の速度は増加され、分注室１８５中の圧力を増加させる。分注室１８５中の圧力が最大圧力閾値を超えて増加する場合、供給段階モータ１７５の速度は減少される。再度、供給段階モータ１７５の速度を増加および減少させる過程は、分注段階ポンプが定位置に到達するまで反復することができる。

30

【００３１】

排出区分の初めに、隔離弁１３０が開放され、障壁弁１３５が閉鎖され、排出弁１４５が開放される。別の実施形態では、障壁弁１３５は、排出区分の間に開いたままとなり、排出区分の終了時に閉鎖することができる。この時期の間、障壁弁１３５が開いている場合、圧力センサ１１２によって測定することができる分注室中の圧力が、フィルタ１２０中の圧力によって影響されるため、圧力は、制御器によって理解することができる。供給段階ポンプ１５０は、流体に圧力を印加し、開いた排出弁１４５を通してフィルタ１２０から気泡を除去する。供給段階ポンプ１５０は、排出が所定の速度で発生させられるように制御することができ、より長い排出時間およびより低い排出速度を可能にし、それにより、排出廃棄物の量の正確な制御を可能にする。供給ポンプが空気圧型ポンプである場合、流量制限を排出流体通路に設けることができ、「排出」設定点圧力を維持するために、供給ポンプに印加される空気圧を増加または減少させることができ、そうでなければ非制御の方法のなんらかの制御を与える。

40

【００３２】

浄化区分の初めに、隔離弁１３０が閉鎖され、障壁弁１３５が排出区分で開いている場合に閉鎖され、排出弁１４５が閉鎖され、浄化弁１４０が開放され、入口弁１２５が開放される。分注ポンプ１８０は、分注室１８５中の流体に圧力を印加して、浄化弁１４０を

50

通して気泡を排出する。静的浄化区分の間に、分注ポンプ１８０は停止されるが、浄化弁１４０は開いたままであり、空気を排出し続ける。浄化または静的浄化区分の間に除去された、あらゆる過剰な流体は、多段ポンプ１００から外へ送る（例えば、流体源へ戻すか、または廃棄する）か、または供給段階ポンプ１５０へと再循環させることができる。準備完了区分の間に、供給段階ポンプ１５０が流体源（例えば、流体源ボトル）の周囲圧力に到達することができるように、隔離弁１３０および障壁弁１３５を開放することができる。浄化弁１４０を閉鎖することができる。他の実施形態によれば、準備完了区分時に全ての弁を閉鎖することができる。

【００３３】

分注区分の間に、出口弁１４７が開き、分注ポンプ１８０が分注室１８５中の流体に圧力を印加する。出口弁１４７は、分注ポンプ１８０よりもゆっくりと制御に反応してもよい。出口弁１４７を最初に開放することができ、ある既定期間後に分注モータ２００を起動することができる。このことは、分注ポンプ１８０が部分的に開いた出口弁１４７に流体を押し通すことを防ぐ。さらに、このことは、弁開放によって引き起こされる、分注ノズルを上昇する流体、続いてモータ作用によって引き起こされる、前進流体運動を防ぐ。他の実施形態では、出口弁１４７を開放することができ、同時に分注ポンプ１８０によって分注を開始することができる。

【００３４】

分注ノズル中の過剰な流体が除去される、付加的な再吸入区分を行うことができる。再吸入区分の間に、出口弁１４７は閉鎖することができ、出口ノズルから過剰な流体を吸い出すために、２次モータまたは真空を使用することができる。代替として、出口弁１４７は開いたままとなることができ、流体を分注室内へ再吸入するように分注モータ２００を逆転させることができる。再吸入区分は、ウエハ上への過剰な流体の液垂れを防ぐのに役立つ。

【００３５】

図３を簡潔に参照して、この図は、図１の多段ポンプ１００の動作の様々な区分に対する弁および分注モータのタイミングの図表示を提供する。いくつかの弁が区分変化中に同時に閉鎖するとして示されている一方で、弁の閉鎖は、圧力上昇を低減するようにわずかに離して時期を選ぶことができる（例えば、１００ミリ秒）。例えば、排出区分と浄化区分との間で、排出弁１４５の直前に隔離弁１３０を閉鎖することができる。しかしながら、他の弁のタイミングを本発明の種々の実施形態で利用することに留意されたい。加えて、区分のうちのいくつかをともに行うことができる（例えば、充填／分注段階を同時に行うことができ、その場合、入口弁および出口弁の両方を分注／充填区分で開放することができる）。各サイクルに対して特定の区分は反復される必要がないことにさらに留意されたい。例えば、浄化および静的浄化区分は、各サイクルに対して行われなくてもよい。同様に、排出区分は、サイクルごとに行われなくてもよい。

【００３６】

種々の弁の開放および閉鎖は、流体の圧力上昇を引き起こすことができる。静的浄化区分の終了時の浄化弁１４０の閉鎖は、例えば、分注室１８５中の圧力増加を引き起こすことができる。各弁が閉鎖する時に少量の流体を変位させる場合があるため、このことが発生し得る。浄化弁１４０は、例えば、閉鎖するにつれて、少量の流体を分注室１８５内へ変位させることができる。浄化弁１４０の閉鎖により圧力増加が発生する時に出口弁１４７が閉鎖されるため、圧力が低減されなければ、後続分注区分の間にウエハ上への流体の「吐出」が発生する場合がある。静的浄化区分または付加的な区分の間にこの圧力を放出するために、ピストン１９２を既定距離に後退させて障壁弁１３５および／または浄化弁１４０の閉鎖によって引き起こされる、あらゆる圧力増加を補償するように、分注モータ２００が逆転されてもよい。

【００３７】

圧力上昇は、浄化弁１４０だけでなく、他の弁を閉鎖（または開放）することによって引き起こすことができる。準備完了区分の間に、ダイアフラムの性質、温度、または他の

10

20

30

40

50

因子に基づいて、分注室 185 中の圧力が変化し得ることにさらに留意されたい。分注モータ 200 は、この圧力動向を補償するように制御することができる。

【0038】

したがって、本発明の実施形態は、穏やかな流体取扱特性を伴う多段ポンプを提供する。分注ポンプにおける圧力センサからのリアルタイムフィードバックに基づいて、供給ポンプの動作を制御することによって、損害を与える可能性のある圧力上昇を回避することができる。本発明の実施形態はまた、プロセス流体に対する圧力の悪影響を低減するのに役立つように、他のポンプ制御機構および弁裏層を採用することもできる。

【0039】

図 4 は、多段ポンプ 100 のためのポンプアセンブリの一実施形態の図表示である。多段ポンプ 100 は、多段ポンプ 100 を通る種々の流体流路を画定する、分注ブロック 205 を含むことができる。分注ポンプブロック 205 は、一実施形態によれば、PTFE、変性 PTFE、または他の材料の単一ブロックとなり得る。これらの材料は多くのプロセス流体と反応しないか、または最小限に反応するため、これらの材料の使用は、流路およびポンプ室が、最小限の追加ハードウェアで分注ブロック 205 内へと直接機械加工されることを可能にする。その結果として、分注ブロック 205 は、流体多岐管を提供することによる配管の必要性を低減する。

【0040】

分注ブロック 205 は、例えば、それを通して流体が受容される入口 210、排出区分の間に流体を排出するための排出出口 215、および分注区分の間にそれを通して流体が分注される分注出口 220 を含む、種々の外部入口および出口を含むことができる。分注ブロック 205 は、図 4 の例では、浄化された流体が供給室（図 5 A および図 5 B に示されるような）に再び送られるため、外部浄化出口を含まない。しかしながら、本発明の他の実施形態では、流体を外部浄化することができる。

【0041】

分注ブロック 205 は、供給ポンプ、分注ポンプ、およびフィルタ 120 に流体を送る。ポンプカバー 225 は、供給モータ 175 および分注モータ 200 を損害から保護することができる一方で、ピストンハウジング 227 は、ピストン 165 およびピストン 192 に対する保護を提供することができる。弁プレート 230 は、流体を多段ポンプ 100 の種々の構成要素に方向付けるように構成することができる、弁システム（例えば、図 2 の入口弁 125、隔離弁 130、障壁弁 135、浄化弁 140、および排出弁 145）のための弁ハウジングを提供する。一実施形態によれば、入口弁 125、隔離弁 130、障壁弁 135、浄化弁 140、および排出弁 145 のそれぞれは、弁プレート 230 に統合され、対応するダイアフラムおよび出口弁 147 に圧力または真空が印加されるかどうかに応じて、開放されるか閉鎖されるかのいずれかであるダイアフラム弁であり、出口弁 147 は、分注ブロック 205 の外部にある。各弁に対して、PTFE、変性 PTFE、複合物、または他の材料のダイアフラムは、弁プレート 230 と分注ブロック 205 との間で挟持される。弁プレート 230 は、対応するダイアフラムに圧力または真空を印加するように、各弁に対する弁制御入口を含む。例えば、入口 235 は障壁弁 135 に、入口 240 は浄化弁 140 に、入口 245 は隔離弁 130 に、入口 250 は排出弁 145 に、および入口 255 は入口弁 125 に対応する。入口への圧力または真空の選択的印加によって、対応する弁が開放または閉鎖される。

【0042】

弁制御ガスおよび真空は、弁制御多岐管（カバー 263 の下の領域に位置する）から分注ブロック 205 を通って弁プレート 230 へと続く、弁制御補給ライン 260 を介して、弁プレート 230 に提供される。弁制御ガス補給入口 265 は、弁制御多岐管に加圧ガスを提供し、真空入口 270 は、弁制御多岐管に真空（または低圧）を提供する。弁制御多岐管は、三方弁の役割を果たし、補給ライン 260 を介して弁プレート 230 の適切な入口に加圧ガスまたは真空を送り、対応する弁を作動させる。

【0043】

図5Aは、それを通して画定された流体流路を示すように透明にされた分注ブロック205を伴う、多段ポンプ100の一実施形態の図表示である。分注ブロック205は、多段ポンプ100に対する種々の室および流体流路を画定する。一実施形態によれば、供給室155および分注室185を分注ブロック205内へと直接機械加工することができる。加えて、種々の流路を分注ブロック205へと直接機械加工することができる。流体流路275（図5Cに示される）は、入口210から入口弁へと続く。流体流路280は、入口弁から供給室155へと続いて、入口210から供給ポンプ150への経路を完成させる。弁ハウジング230中の入口弁125は、入口210と供給ポンプ150との間の流動を調節する。流路285は、供給ポンプ150から弁プレート230中の隔離弁130に流体を送る。隔離弁130の出力は、別の流路（図示せず）によってフィルタ120に送られる。流体は、フィルタ120から、フィルタ120を排出弁145および障壁弁135に接続する流路を通して流れる。排出弁145の出力が排出出口215に送られる一方で、障壁弁135の出力は、流路290を介して分注ポンプ180に送られる。分注ポンプは、分注区分の間に流路295を介して出口220に、または浄化区分において流路300を通して浄化弁に、流体を出力することができる。浄化区分の間に、流体は、流路305を通して供給ポンプ150に戻ることができる。流体流路は、PTFE（または他の材料）ブロックの中に直接形成することができるため、分注ブロック205は、多段ポンプ100の種々の構成要素間のプロセス流体に対する配管の役割を果たすことができ、追加管類の必要性を排除または低減する。他の場合において、流体流路を画定するように管類を分注ブロック205に挿入することができる。図5Bは、一実施形態による、その中の流路のうちのいくつかを示すように透明にされた分注ブロック205の図表示を提供する。

10

20

【0044】

図5Aはまた、供給段階モータ190を含む供給ポンプ150、分注モータ200を含む分注ポンプ180、および弁制御多岐管302を示すようにポンプカバー225および多岐管カバー263が除去された、多段ポンプ100も示す。本発明の一実施形態によれば、供給ポンプ150、分注ポンプ180、および弁プレート230の各部分は、分注ブロック205の対応する空洞に挿入される棒（例えば、金属棒）を使用して、分注ブロック205に連結することができる。各棒は、ネジを受容するように1つ以上のネジ穴を含むことができる。一例として、分注モータ200およびピストンハウジング227は、分注ブロック205のネジ穴を通り抜けて棒285の対応する穴の中へ螺入する、1つ以上のネジ（例えば、ネジ275およびネジ280）を介して、分注ブロック205に取り付けることができる。構成要素を分注ブロックに連結するためのこの機構は一例として提供され、任意の適当な取着機構を使用できることに留意されたい。

30

【0045】

図5Cは、弁プレート230に圧力または真空を提供するための補給ライン260を示す、多段ポンプ100の図表示である。図4と併せて論じられるように、弁プレート230中の弁は、流体が多段ポンプ100の種々の構成要素へと流れることを可能にするように構成することができる。弁の作動は、圧力または真空のいずれかを各補給ライン260に方向付ける、弁制御多岐管302によって制御される。各補給ライン260は、小型開口部（すなわち、制限）を伴う継手（一例の継手は318において示される）を含むことができる。各補給ラインの開口部は、補給ラインへの圧力の印加と真空の印加との間の急激な圧力差の影響を軽減するのに役立つ。このことは、弁がより平滑に開放および閉鎖することを可能にする。

40

【0046】

図6は、多段ポンプ100の一実施形態の部分アセンブリを図示する図表示である。図6では、弁プレート230はすでに、上記のように分注ブロック205に連結されている。供給段階ポンプ150に対して、主ネジ170を伴うダイアフラム160が、供給室155に挿入されることができ、分注ポンプ180に対しては、主ネジ195を伴うダイアフラム190が、分注室185に挿入されることができ、ピストンハウジング227は

50

、それを通り抜ける主ネジにより、供給および分注室の上に配置される。分注モータ 200 は、主ネジ 195 に連結し、回転雌ネジ式ナットを通して主ネジ 195 に直線運動を付与することができる。同様に、供給モータ 175 も、主ネジ 170 に連結され、回転雌ネジ式ナットを通して主ネジ 170 に直線運動を付与することができる。ピストンハウジング 227 から分注モータ 200 を離隔するために、スペーサ 310 を使用することができる。示された実施形態でのネジが、図 5 と併せて論じられるように、分注ブロック 205 に挿入されるネジ穴を伴う棒を使用して、供給モータ 175 および分注モータ 200 を多段ポンプ 100 に取り付ける。例えば、ネジ 315 は、棒 320 のネジ穴に螺入することができ、ネジ 325 は、供給モータ 175 を取り付けるように棒 330 のネジ穴に螺入することができる。

10

【0047】

図 7 は、多段ポンプ 100 の一実施形態の部分アセンブリをさらに図示する図表示である。図 7 は、分注ブロック 205 にフィルタ付属品 335、340、および 345 を追加するステップを図示する。フィルタ付属品 335、340、345 を保持するために、ナット 350、355、360 を使用することができる。任意の適当な付属品を使用することができ、図示される付属品は一例として提供されることに留意されたい。各フィルタ付属品は、供給室、排出出口、または分注室への流路のうちの 1 つにつながる（全て弁プレート 230 を介する）。圧力センサ 112 は、圧力感知面を分注室 185 に暴露させて、分注ブロック 205 に挿入することができる。リング 365 は、分注室 185 との圧力センサ 112 の接合面を密封する。圧力センサ 112 は、ナット 310 によってしっかりと適所に保持される。弁制御多岐管 302 は、ピストンハウジング 227 に螺合することができる。弁制御ライン（図示せず）は、弁制御多岐管 302 の出口から開口 375 において分注ブロック 205 の中へ、分注ブロック 205 の上方から出て、弁プレート 230（図 4 に示されるような）へと続く。

20

【0048】

図 7 はまた、ポンプ制御器（例えば、図 1 のポンプ制御器 20）との連通のためのいくつかのインターフェースも図示する。圧力センサ 112 は、1 つ以上のワイヤ（380 において表される）を介して制御器 20 に圧力測定値を伝達する。分注モータ 200 は、ポンプ制御器 20 から信号を受信して分注モータ 200 を移動させるように、モータ制御インターフェース 205 を含む。加えて、分注モータ 200 は、（例えば、位置ラインエンコーダからの）位置情報を含む、情報をポンプ制御器 20 に伝達することができる。同様に、供給モータ 175 は、ポンプ制御器 20 から制御信号を受信し、それに情報を伝達するように、通信インターフェース 390 を含むことができる。

30

【0049】

図 8 A は、分注ブロック 205、弁プレート 230、ピストンハウジング 227、主ネジ 170、および主ネジ 195 を含む、多段ポンプ 100 の一部分の側面図を図示する。図 8 B は、分注ブロック 205、分注室 185、ピストンハウジング 227、主ネジ 195、ピストン 192、および分注ダイアフラム 190 を示す、図 8 A の断面図を図示する。図 8 B に示されるように、分注室 185 は、分注ブロック 205 によって少なくとも部分的に画定することができる。主ネジ 195 が回転するにつれて、ピストン 192 は上方へ移動して（図 8 B に示される配列に対して）分注ダイアフラム 190 を変位させることができ、それにより、出口流路 295 を介して分注室 185 中の流体を退出させる。図 8 C は、図 8 B の詳細を図示する。図 8 C に示される実施形態では、分注ダイアフラム 190 は、分注ブロック 200 の溝 400 に嵌入するトング 395 を含む。したがって、この実施形態では、分注ダイアフラム 190 の縁は、ピストンハウジング 227 と分注ブロック 205 との間で密封される。一実施形態によれば、分注ポンプおよび／または供給ポンプ 150 は、回転ダイアフラムポンプとなり得る。

40

【0050】

図 1 - 8 C と併せて説明される多段ポンプ 100 は、限定ではなく一例として提供され、本発明の実施形態は、他の多段ポンプ構成に対して実施できることに留意されたい。

50

【0051】

上記のように、本発明の実施形態は、多段ポンプ（例えば、多段ポンプ100）の動作の濾過区分の間に、圧力制御を提供することができる。図9は、濾過区分の間に圧力を制御するための方法の一実施形態を図示するフロー図である。図9の方法論は、多段ポンプを制御するようにプロセッサによって実行可能である、コンピュータ可読媒体に記憶されたソフトウェア命令を使用して実施することができる。濾過区分の初めに、モータ175が既定の速度で供給室155から流体を押し出し始め（ステップ405）、流体を分注室185に進入させる。分注室185中の圧力が所定の設定点に到達すると（ステップ410において圧力センサ112によって決定されるように）、分注モータが移動し始めて、ピストン192およびダイアフラム190を後退させる（ステップ415）。分注モータは、一実施形態によれば、所定の速度でピストン165を後退させることができる。したがって、分注ポンプ180は、より多くの容積を分注室185中の流体に利用可能とし、それにより、流体の圧力を減少させる。

10

【0052】

圧力センサ112が、分注室185中の流体の圧力を継続的に監視する（ステップ420）。圧力が設定点であるか、またはそれを上回る場合、供給段階モータ175は、減少した速度で動作し（ステップ425）、そうでなければ、供給モータ175は、増加した速度で動作する（ステップ430）。分注室185におけるリアルタイム圧力に基づいて、供給段階モータ175の速度を増加および減少させる過程は、分注ポンプ180が定位置に到達するまで（ステップ435において決定されるように）継続することができる。分注ポンプ180が定位置に到達すると、供給段階モータ175および分注段階モータ200を停止することができる。

20

【0053】

分注ポンプ180がその定位置に到達したかどうかは、種々の方法で決定することができる。例えば、参照することにより完全に本願に組み込まれる特許文献2および特許文献3で論じられるように、このことは、主ネジ195、およびしたがってダイアフラム190の位置を位置センサが決定することによって行うことができる。他の実施形態では、分注段階モータ200は、ステッピングモータとなり得る。この場合、各ステップがダイアフラム190を特定量変位させるので、分注ポンプ180がその定位置にあるかどうかは、モータのステップを数えることによって決定することができる。図9のステップは、必要または所望に応じて反復することができる。

30

【0054】

図10は、本発明の一実施形態によろう多段ポンプを動作させるための分注室185における圧力プロファイルを図示する。点440において、分注が開始され、分注ポンプ180が出口から流体を押し出す。分注は、点445において終了する。分注ポンプ180は典型的には充填区分に関与しないため、分注室185における圧力は、この区分の間にほぼ一定のままである。点450において、濾過区分が開始し、供給段階モータ175が所定の速度で前進して供給室155から流体を押し出す。図10で見ることができるよう、分注室185中の圧力が上昇し始め、点455において所定の設定点に到達する。分注室185中の圧力が設定点に到達すると、分注モータ200は一定の速度で逆転して、分注室185中の利用可能な容積を増加させる。点455と点460との間の圧力プロファイルの比較的平坦な部分において、供給モータ175の速度は、圧力が設定点を下回って低下する時はいつでも増加され、設定点に到達すると減少される。このことは、分注室185中の圧力をほぼ一定の圧力に保つ。点460において、分注モータ200が定位置に到達し、濾過区分が終了する。点460における急激な圧力上昇は、濾過の終了時の障壁弁135の閉鎖によって引き起こされる。

40

【0055】

図9および10と併せて説明される制御の仕組みは、単一の設定点を使用する。しかしながら、本発明の他の実施形態では、最小および最大圧力閾値を使用することができる。図11は、最小および最大圧力閾値を使用する方法の一実施形態を図示するフロー図であ

50

る。図 11 の方法論は、多段ポンプを制御するようにプロセッサによって実行可能である、コンピュータ可読媒体に記憶されたソフトウェア命令を使用して実施することができる。濾過区分の初めに、モータ 175 が既定速度で供給室 155 から流体を押し出し始め（ステップ 470）、流体を分注室 185 に進入させる。分注室 185 中の圧力が所定の初期閾値に到達すると（ステップ 480 において圧力センサ 112 からの測定結果によって決定されるように）、分注モータが移動し始めて、ピストン 192 およびダイアフラム 190 を後退させる（ステップ 485）。初期閾値は、最大閾値または最小閾値のいずれかと同じか、または異なり得る。分注モータは、一実施形態によれば、所定の速度でピストン 165 を後退させる。したがって、分注ポンプ 180 は、後退して多くの容積を分注室 185 中の流体に利用可能とし、それにより、流体の圧力を減少させる。

10

【0056】

圧力センサ 112 は、分注室 185 中の流体の圧力を継続的に監視する（ステップ 490）。圧力が最大圧力閾値に到達する場合、供給段階モータ 175 は、減少した速度で動作する（ステップ 495）。圧力が最小圧力閾値を下回る場合、供給段階モータ 175 は、増加した速度で動作する（ステップ 500）。分注室 185 における圧力に基づいて、供給段階モータ 175 の速度を増加および減少させる過程は、分注ポンプ 180 が定位置に到達するまで（ステップ 505 において決定されるように）継続することができる。分注ポンプ 180 が定位置に到達すると、供給段階モータ 175 および分注段階モータ 200 を停止することができる。再度、図 11 のステップは、必要または所望に応じて反復することができる。

20

【0057】

したがって、本発明の実施形態は、供給ポンプによって流体上で有効化される圧力を制御することによって、分注ポンプ 180 における圧力を制御する機構を提供する。分注ポンプ 180 における圧力が所定の閾値（例えば、設定点または最大圧力閾値）に到達すると、供給段階ポンプ 150 の速度を低減することができる。分注ポンプ 180 における圧力が所定の閾値（例えば、設定点または最小圧力閾値）を下回ると、供給段階ポンプ 150 の速度を増加させることができる。本発明の一実施形態によれば、供給段階モータ 175 は、分注室 185 における圧力に応じて、所定の速度を循環させることができる。他の実施形態では、供給段階モータ 175 の速度は、分注室 185 中の圧力が所定の閾値（例えば、設定点または最大圧力閾値）を上回れば、継続的に減少させ、分注室 185 中の圧力が所定の閾値（例えば、設定点または最小圧力閾値）を下回れば、継続的に増加させることができる。

30

【0058】

上記のように、多段ポンプ 100 は、分注室 185 における圧力に応じて速度を変化させることができるモータ 175（例えば、ステップモータ、ブラシレス DC モータ、または他のモータ）を伴う、供給ポンプ 150 を含む。本発明の別の実施形態によれば、供給段階ポンプは、空気圧作動ダイアフラムポンプとなり得る。図 12 は、空気圧供給ポンプ 515 を含む多段ポンプ 510 の一実施形態の図表示である。多段ポンプ 100 と同様に、多段ポンプ 515 は、供給段階部分 105 および別個の分注段階部分 110 を含む。流体流れの観点から、供給段階部分 105 と分注段階部分 110 との間には、プロセス流体から不純物を濾過するようにフィルタ 120 が位置する。例えば、入口弁 125、隔離弁 130、障壁弁 135、浄化弁 140、排出弁 145、および出口弁 147 を含む、多数の弁が、多段ポンプ 100 を通る流量を制御することができる。分注段階部分 110 はさらに、分注段階 110 における流体の圧力を決定する、圧力センサ 112 を含むことができる。圧力センサ 112 によって決定される圧力は、下記のように種々のポンプの速度を制御するために使用することができる。

40

【0059】

供給ポンプ 515 は、開いた入口弁 125 を通して流体補給部から流体を引き込んでもよい、供給室 520 を含む。供給室 520 を出入りする液体の進入を制御するために、供給弁 525 が、真空、供給陽圧、または大気圧が供給ダイアフラム 530 に印加されるかど

50

うかを制御する。一実施形態によれば、供給圧力を提供するために加圧N2を使用することができる。流体を供給室520内に引き込むために、ダイヤフラムが供給室520の壁に対して引っ張られるように、真空がダイヤフラム530に印加される。供給室520から流体を押し出すために、供給圧力がダイヤフラム530に印加されてもよい。

【0060】

一実施形態によれば、濾過区分の間に、分注室185における圧力は、ダイヤフラム530への供給圧力の選択的印加によって調節することができる。濾過の開始時に、供給圧力が供給ダイヤフラム530に印加される。この圧力は、分注室185において所定の圧力閾値（例えば、初期閾値、設定点、または他の所定の閾値）に到達するまで（例えば、圧力センサ112によって決定されるように）、印加され続ける。初期閾値が満たされると、分注ポンプ180のモータ200が後退し始め、分注室185中の流体に対するより多くの利用可能な容量を提供する。圧力センサ112は、分注室185中の圧力を継続的に読み取ることができる。流体圧が所定の閾値（例えば、最大圧力閾値、設定点、または他の閾値）を超える場合、供給ポンプ515における供給圧力を除去または低減することができる。分注室185における流体圧が所定の閾値（例えば、最小圧力閾値、設定点、または所定の閾値）を下回る場合、供給ポンプ515において供給圧力を再有効化することができる。

【0061】

したがって、本発明の実施形態は、分注ポンプにおいて決定される圧力に基づいて供給ポンプの動作を調整することによって、濾過区分の間に流体の圧力を調節するためのシステムおよび方法を提供する。供給ポンプの動作は、例えば、供給ポンプモータの速度を増加または減少させる、供給ポンプにおいて印加される供給圧力を増加または減少させる、あるいは下流工程の流体の圧力の増加または減少を引き起こすように供給ポンプの動作を調整することによって、変更することができる。

【0062】

本発明の実施形態はまた、排出区分の間に流体圧の制御も提供する。図2を参照して、障壁弁135が排出区分の間に開いたままである場合、圧力センサ112が分注室185中の流体の圧力を決定し、それはフィルタ120中の圧力の変化に影響される。圧力が所定の閾値（例えば、最大圧力閾値または設定点）を超える場合、供給モータ175の速度を低減することができ（または、図12の例では供給圧力が低減される）、圧力が所定の閾値（例えば、最小圧力閾値または設定点）まで低下する場合、供給モータ175の速度を増加させることができる（または、図12の例では供給圧力が増加される）。別の実施形態によれば、ユーザは、排出速度（例えば、0.05cc/秒）および排出量（例えば、0.15ccまたは3秒）を提供することができ、供給モータは、指定量の時間にわたって適切な速度で流体を変位させることができる。

【0063】

前述のものから理解できるように、本発明の一実施形態は、第2段階ポンプにおける流体の圧力を決定する圧力センサを伴う、第1段階ポンプ（例えば、供給ポンプ）および第2段階ポンプ（例えば、分注ポンプ）を有する、多段階ポンプ中の圧力を制御するためのシステムを提供する。ポンプ制御器は、第1段階ポンプの動作を調整することによって第2段階ポンプにおける流体圧を調節することができる。ポンプ制御器は、第1段階ポンプ、第2段階ポンプ、および圧力センサに連結され（すなわち、第1段階ポンプ、第2段階ポンプ、および圧力センサと連通するように動作可能である）、圧力センサから圧力測定結果を受信するように動作可能である。第2段階ポンプにおける圧力が第1の所定閾値（例えば、設定点、最大圧力閾値、または他の圧力閾値）に到達したことを圧力センサからの圧力測定結果が示す場合、ポンプ制御器は、より少ない圧力を流体上で第1段階ポンプに有効化させることができる（例えば、そのモータ速度を減速する、供給圧力を低減する、あるいは流体にかかる圧力を減少させることによって）。第2段階ポンプにおける圧力が閾値（例えば、設定点、最小圧力閾値、または他の閾値）を下回っていることを圧力測定結果が示す場合、制御器は、より大きい圧力を流体上で第1段階ポンプに有効化させる

ことができる（例えば、第１段階ポンプのモータ速度を増加させる、または供給圧力を増加させる、あるいは流体にかかる圧力を増加させることによって）。

【００６４】

本発明の別の実施形態は、多段ポンプ中の分注ポンプの流体圧を制御するための方法を含む。方法は、供給ポンプにおける流体に圧力を印加するステップ、供給ポンプの下流にある分注ポンプにおける流体圧を決定するステップ、分注ポンプにおける流体圧が所定の最大圧力閾値に到達する場合に、供給ポンプにおける流体にかかる圧力を減少させるステップ、または、分注ポンプにおける流体圧が所定の最小圧力閾値を下回っている場合に、供給ポンプにおける流体にかかる圧力を増加させるステップを含むことができる。最大および最小圧力閾値は、両方とも設定点となり得ることに留意されたい。

10

【００６５】

本発明のさらに別の実施形態は、ポンプを制御するためのコンピュータプログラム製品を備える。コンピュータプログラム製品は、１つ以上のコンピュータ可読媒体に記憶された一式のコンピュータ命令を備えることができる。命令は、圧力センサから圧力測定結果を受信し、圧力測定結果を第１の所定閾値（最大圧力閾値、設定点、または他の閾値）と比較し、そして、第２段階ポンプにおける圧力が第１の所定閾値に到達したと圧力センサからの圧力測定値が示す場合に、例えば、モータ速度を減少させる、より少ない供給圧力を印加する、あるいは第１段階ポンプによって流体に印加される圧力を減少させるように、第１段階ポンプに指図することによって、より少ない圧力を流体上で有効化するように第１の段階ポンプに指図するように、１つ以上のプロセッサによって実行可能となり得る。加えて、コンピュータプログラム製品は、第２段階ポンプにおける圧力が第２の閾値を下回ったと圧力センサからの圧力測定値が示す場合に、より大きい圧力を流体上で有効化するように第１の段階ポンプに指図するように実行可能な命令を備えることができる。

20

【００６６】

本発明の別の実施形態は、供給ポンプと、供給ポンプと流体連通しているフィルタと、フィルタと流体連通している分注ポンプと、供給ポンプとフィルタとの間の隔離弁と、フィルタと分注ポンプとの間の障壁弁と、分注ポンプにおける圧力を測定する圧力センサと、圧力センサに接続される制御器（すなわち、供給ポンプ、分注ポンプ、供給ポンプ、および圧力センサと連通するように動作可能である）とを備える、半導体製造過程での使用に適合される多段階ポンプを含むことができる。供給ポンプはさらに、供給室と、供給室中の供給ダイアフラムと、供給ダイアフラムを変位させるように供給ダイアフラムと接触している供給ピストンと、供給ピストンに連結される供給主ネジと、供給主ネジに運動を付与して供給ピストンを移動させるように供給主ネジに連結される供給モータとを備える。分注ポンプはさらに、分注室と、分注室中の分注ダイアフラムと、分注ダイアフラムを変位させるように分注ダイアフラムと接触している分注ピストンと、分注室中の分注ピストンを変位させるように分注ピストンに連結される分注主ネジと、分注ピストンに連結される分注主ネジと、分注主ネジに運動を付与して分注ピストンを移動させるように分注主ネジに連結される分注モータとを備える。制御器は、圧力センサから圧力測定結果を受信するように動作可能である。分注室中の流体の圧力が最初に設定点に到達したと圧力測定結果が示すと、制御器は、ほぼ一定の速度で動作して分注ピストンを後退させるように分注モータに指図する。後続の圧力測定結果に対して、制御器は、分注室中の流体の圧力が設定点を下回っていると後続の圧力測定結果が示す場合は、減少した速度で動作するように供給モータに指図し、後続の圧力測定結果が設定点を上回っていれば、増加した速度で動作するように供給モータに指図する。

30

40

【００６７】

ポンプのための上記のシステムおよび方法が流体の正確かつ確実な分注を提供する一方で、時折、プロセスタイミングの変動、またはこれらのポンプの通常の摩耗（例えば、停止弁の誤動作、流体管類のねじれ、目詰まりしたノズル、流体通路野中の空気等）が、ポンプの不適切な動作を通して現れる場合がある。上記で論じられるように、これらの切迫した故障または不適切な動作を検出することが望ましい。これを達成するために、一実施

50

形態によれば、本発明は、ポンプの適切な動作を検証するステップ、およびポンプの切迫した故障状態を検出するステップを含む、ポンプを監視するための方法を提供する。具体的には、本発明の実施形態は、動作や状態の中でも特に、ポンプからの流体の正確な分注、またはポンプ内のフィルタの適切な動作を確認してもよい。

【0068】

図13は、上記のポンプの実施形態を含む、不適切な動作（または、逆に適切な動作を検証する）、切迫した故障状態、またはポンプの他のほぼあらゆる欠陥を検出するための、そのような1つの方法の実施形態を表すフロー図であり、そのようなポンプの一例は、Entegris Inc.製のIGミニポンプである。より具体的には、基準プロファイルが1つ以上のパラメータに対して確立されてもよい（ステップ1310）。次いで、ポンプ100の動作中に、これらのパラメータは、動作プロファイルを生成するように測定されてもよい（ステップ1320）。次いで、基準プロファイルは、1つ以上の対応する点または部分における動作プロファイルと比較されてもよい（ステップ1330）。動作プロファイルが、ある許容範囲を超えて基準プロファイルと異なる場合（ステップ1340）、警報状態が存在してもよく（ステップ1350）、そうでなければ、ポンプ100は動作し続けてもよい。

【0069】

あるパラメータに関して基準プロファイルを確立させるために（ステップ1310）、基準または「絶対標準」作動中にパラメータが測定されてもよい。一実施形態では、ポンプ100のオペレータまたはユーザは、ポンプ100の正常な使用または動作中にポンプ100が用いられる条件または機器と略同様または同一である、液体、条件、および機器を使用して、ポンプ100を自身の仕様に設定してもよい。次いで、ポンプ100は、ユーザの処方に従って流体を分注するように、分注サイクルに対して動作される（図3に関して上記のように）。この分注サイクルの間に、パラメータは、そのパラメータに対する動作プロファイルを生成するように、略連続的に、または一式の点において、測定されてもよい。1つの特定の実施形態では、パラメータのサンプリングは、約1ミリ秒から10ミリ秒の間の間隔で発生してもよい。

【0070】

次いで、ユーザは、この分注サイクルの間にポンプ100が適切に動作しており、この分注サイクルの間にポンプ100によって行われた分注が自身の許容範囲または仕様内であったかどうかを検証してもよい。ユーザがポンプ動作および分注の両方に満足した場合、ユーザは、動作プロファイル（例えば、分注サイクルの間に得られたパラメータに対する測定結果）がパラメータに対する基準プロファイルとして利用されることが所望されると、ポンプ制御器20を通して示してもよい。このようにして、1つ以上のパラメータに対する基準プロファイルが確立されてもよい。

【0071】

図10は、本発明の一実施形態による多段ポンプの動作中の分注室185における圧力プロファイルの一実施形態を図示する。ユーザがポンプ100を使用することを所望する各処方に対して、1つ以上のパラメータのそれぞれに対する基準プロファイルが確立されてもよい。この処方とともにポンプ100が使用される場合、この処方に関連する基準プロファイルが任意の後続の比較に利用されてもよいことが、上記から明白であろう。

【0072】

パラメータに対する基準プロファイルがユーザによって確立されてもよい一方で、他の方法もまた、基準プロファイルを確立させるために使用されてもよい（ステップ1310）。例えば、ポンプ100のユーザによって利用されるものと同様の試験台を使用する、ポンプ100の製造業によるポンプ100の較正の間に、1つ以上のパラメータに対する基準プロファイルもまた、生成され、ポンプ制御器20に記憶されてもよい。基準プロファイルはまた、基準プロファイルとして動作プロファイルを利用することによって、確立されてもよく、その場合、特定の処方を使用して分注サイクルを実行しながら動作プロファイルが保存され、その分注サイクルの間に制御器20によってエラーが検出されてい

い。実際、一実施形態では、基準プロファイルは、制御器 20 によってエラーが検出されていない、以前に保存した動作プロファイルを使用して、定期的に更新されてもよい。

【0073】

基準プロファイルが 1 つ以上のパラメータに対して確立された後（ステップ 1310）、ポンプ 100 の動作中に、これらのパラメータのそれぞれは、1 つ以上のパラメータのそれぞれに対応する動作プロファイルを生成するように（ステップ 1320）、ポンプ制御器 20 によって監視されてもよい。次いで、これらの動作プロファイルのそれぞれは、制御器 20 によって記憶されてもよい。再度、一実施形態では、これらの動作プロファイルは、約 1 ミリ秒から 10 ミリ秒の間の間隔でパラメータをサンプリングすることによって生成されてもよい。

10

【0074】

ポンプ 100 の動作中に発生した種々の問題を検出するために、ポンプ 100 の動作中に生成されるパラメータに対する動作プロファイルは、同じパラメータに対応する基準プロファイルと比較されてもよい（ステップ 1330）。これらの比較は、制御器 20 によって行われてもよく、想像できるように、この比較は、種々の形を成してもよい。例えば、基準プロファイルの 1 つ以上の点におけるパラメータの値が、動作プロファイルの略同等の点におけるパラメータの値と比較されてもよく、基準プロファイルの平均値が、動作プロファイルの平均値と比較されてもよく、基準プロファイルの一部分の間のパラメータの平均値が、動作プロファイルの略同一の部分の間のパラメータの平均値と比較されてもよい、等である。

20

【0075】

説明された比較の種類は例示的であるにすぎず、基準プロファイルと動作プロファイルとの任意の適当な比較が利用されてもよいことが理解されるであろう。実際、多くの場合において、特定の問題または状態が発生したかどうかを決定するために、2 つ以上の比較または比較の種類が利用されてもよい。また、利用される比較の種類は、少なくとも部分的には、検出されようとする状態に依存してもよいことも理解されるであろう。同様に、比較される動作および基準プロファイルの点または部分もまた、他の因子の中でも特に、検出されようとする状態に依存してもよいことが理解されるであろう。加えて、利用される比較は、特定の分注サイクルの間、または特定の分注サイクルの完了後、ポンプの動作中に略リアルタイムで行われてもよい。

30

【0076】

比較がある許容範囲外の差をもたらす場合（ステップ 1340）、警報が制御器 20 において登録されてもよい（ステップ 1350）。この警報は、制御器 20 によって示されてもよく、または、警報は、制御器 20 とインターフェース接続されるツール制御器に送信されてもよい。上記で論じられる比較の種類と同様に、所与の比較とともに利用される特定の許容範囲は、多種多様な因子、例えば、比較が行われるプロファイルの点または部分、ユーザがポンプ 100 を使用する工程または処方、ポンプ 100 によって分注されている流体の種類、利用されているパラメータ、検出することを所望する状態または問題、ユーザの所望、または許容範囲のユーザ調整等に依存してもよい。例えば、許容範囲は、基準プロファイルの比較点におけるパラメータの値の割合、または設定した数であってもよく、許容範囲は、比較の点（または部分）に応じて、基準プロファイルを動作プロファイルと比較する時に異なってもよく、比較点における動作プロファイルの値が基準プロファイルの比較点におけるパラメータの値よりも低い場合、その値を上回る場合とは異なる許容範囲があってもよい、等である。

40

【0077】

上記で提示されるシステムおよび方法の実施形態の説明は、具体的実施形態を参照して、さらに理解することができる。前述のように、流体の正確な分注が行われたことを確認することが極めて望ましいことがある。ポンプ 100 の分注区分の間に、出口弁 147 が開放し、分注ポンプ 180 が分注室 185 中の流体に圧力を印加する。出口弁 147 は、分注ポンプ 180 よりもゆっくりと制御に反応し得るので、出口弁 147 を最初に開放し

50

、ある既定期間後に分注モータ200を起動することができる。このことは、分注ポンプ180が部分的に開いた出口弁147に流体を押し通すことを防ぐ。さらに、このことは、弁開放によって引き起こされる、分注ノズルを上昇する流体、続いてモータ作用によって引き起こされる、前進流体運動を防ぐ。他の実施形態では、出口弁147を開放することができ、同時に分注ポンプ180によって分注を開始することができる。

【0078】

分注モータ210の起動の不適切なタイミングおよび／または出口弁147のタイミングによって、不適切な分注が引き起こされる場合があるため、多くの場合、不適切な分注は、ポンプ100の分注区分の間に分注室185中の圧力で現れる場合がある。例えば、出口弁147の閉塞が発生した、または出口弁147の開放が遅延したと仮定する。これらの状態は、分注モータ222が強制的に流体を出口弁147に押し通そうとするので、分注区分の開始の間に圧力の上昇を引き起こすか、または、分注区分の全体を通して、一貫してより高い圧力を引き起こす。同様に、出口弁147の早期閉鎖もまた、分注区分の終了時に圧量上昇を引き起こす場合がある。

10

【0079】

したがって、一実施形態では、許容できる分注が発生したことを確認するため、またはポンプ100からの流体の分注に関する問題を検出するために、分注サイクルの間の分注室185中の圧力のパラメータを使用して、基準プロファイルが生成されてもよい（ステップ1310）。次いで、動作プロファイルを生成する（ステップ1320）ために圧力センサ112を使用して、後続の分注サイクルの間の分注室185中の圧力が監視されてもよい。次いで、この動作プロファイルは、基準プロファイルと比較され（ステップ1330）、警報を鳴らすべきかどうかを決定してもよい（ステップ1350）。

20

【0080】

上記で論じられるように、不適切な分注は、ポンプ100の動作の分注区分の間に、分注室185の圧力変動を通して現れる場合がある。しかしながら、より具体的には、不適切な分注の原因の性質により、これらの圧力変動は、分注区分の間のある点において、よりよく見られる場合がある。したがって、一実施形態では、基準圧力プロファイルおよび動作圧力プロファイルと比較する（ステップ1330）時に、4つの比較が行われてもよい。第1の比較は、基準プロファイルに従った分注区分の間の圧力の平均値と、動作プロファイルに従った分注区分の間の圧力の平均値との比較であってもよい。この比較は、分注区分の間に発生する場合のある、任意の種類の突然閉塞を検出することに役立ち得る。

30

【0081】

第2の比較は、分注時間の開始に近い点における圧力値の比較であってもよい。例えば、基準プロファイル上で分注区分を約15%終えた1つ以上の点における圧力の値が、動作プロファイルの分注区分の略同一の点における圧力の値と比較されてもよい。この比較は、分注の開始の間に弁の不適切な作動によって引き起こされる、流動制限を検出する働きをしてもよい。

【0082】

第3の比較は、分注区分の中間に近い点における圧力値の比較であってもよい。例えば、基準プロファイル上で分注区分を約50%終えた1つ以上の点における圧力の値が、動作プロファイルの分注区分の略同一の点における圧力の値と比較されてもよい。

40

【0083】

最後の比較は、分注時間の終了に近い点における圧力値の比較であってもよい。例えば、基準プロファイル上で分注区分を約90%終えた1つ以上の点における圧力の値が、動作プロファイルの分注区分の略同一の点における圧力の値と比較されてもよい。この比較は、分注の終了部分の間に弁の不適切な作動によって引き起こされる、流動制限を検出する働きをしてもよい。

【0084】

ある実施形態に関与する種々の比較（ステップ1330）は、本発明の一実施形態による多段ポンプの動作中の分注室185における圧力プロファイルの一実施形態を図示する

50

、図14を参照して、さらに理解することができる。ほぼ点1440において、分注区分が開始され、分注ポンプ180が出口から流体を押し出す。分注区分は、ほぼ点1445において終了する。

【0085】

したがって、上記で論じられるように、本発明のシステムおよび方法の一実施形態では、基準圧力プロファイルと動作圧力プロファイルと比較する時に、第1の比較は、ほぼ点1440と点1445との間の圧力の平均値の比較であってもよく、第2の比較は、基準圧力プロファイルの値と分注区分を約15%終えたほぼ点1410における動作圧力プロファイルの値との間であってもよく、第3の比較は、基準圧力プロファイルの値と分注区分を約50%終えたほぼ点1420における動作圧力プロファイルの値との間であってもよく、第4の比較は、基準圧力プロファイルの値と分注区分を約90%終えたほぼ点1430における動作圧力プロファイルの値との間であってもよい。

10

【0086】

上述のように、これらの比較のそれぞれの結果は、許容範囲と比較され（ステップ1340）、警報を惹起するべきかどうかを決定してもよい（ステップ1350）。再度、所与の比較とともに利用される特定の許容範囲は、上記のような多種多様の因子に依存してもよい。しかしながら、多くの場合、利用されているパラメータが分注区分の間の分注室185中の圧力である時、分注区分の間の圧力には相違がほとんどないはずである。その結果として、この場合に利用される許容範囲は、非常に小さく、例えば、0.01から0.5PSIの間であってもよい。言い換えれば、所与の点における動作プロファイルの値が、略同一の点における基準圧力プロファイルと約0.02PSIより大きく異なる場合、警報が惹起されてもよい（ステップ1350）。

20

【0087】

基準圧力プロファイルと動作圧力プロファイルとの比較は、多段ポンプの一実施形態の動作中の分注室185における基準圧力プロファイル、および多段ポンプの後続動作中の分注室185における動作圧力プロファイルを表す、図15を参照してより良好に図示することができる。ほぼ点1540において、分注区分が開始され、分注ポンプ180が出口から流体を押し出す。分注区分は、ほぼ点1545において終了する。動作圧力プロファイル1550が分注区分の各部分の間の基準圧力プロファイル1560とは顕著に異なり、動作圧力プロファイル1550の分注区分の間に発生した分注に関する起こり得る問題を示すことに留意されたい。この起こり得る問題は、上記のように、本発明の実施形態を使用して検出されてもよい。

30

【0088】

具体的には、上記で図示される比較を使用して、第1の比較は、ほぼ点1540と点1545との間の平均値の比較であってもよい。動作圧力プロファイル1550が分注区分の開始および終了の間の基準圧力プロファイル1540とは異なるため、この比較は、有意差を生じる。第2の比較は、基準圧力プロファイル1540の値と、分注区分を約15%終えたほぼ点1510における動作圧力プロファイル1550の値との間であってもよい。以上のように、点1510において、動作圧力プロファイル1550の値は、基準圧力プロファイル1540の値とは約1PSI異なる。第2の比較は、基準圧力プロファイル1540の値と、分注区分を約50%終えたほぼ点1520における動作圧力プロファイル1550の値との間であってもよい。以上のように、点1520において、動作圧力プロファイル1550の値は、基準圧力プロファイル1540の値とはほぼ同じであってもよい。第3の比較は、基準圧力プロファイル1540の値と、分注区分を約90%終えたほぼ点1530における動作圧力プロファイル1550の値との間であってもよい。以上のように、点1530において、動作圧力プロファイル1550の値は、基準圧力プロファイル1540の値とは約5PSI異なる。したがって、上記の4つの比較のうちの3つは、ある許容範囲外の比較をもたらしてもよい（ステップ1340）。

40

【0089】

結果として、図15で表される例では、警報が惹起されてもよい（ステップ1350）

50

。この警報は、ユーザに検出された相違を警告し、ポンプ１００を運転停止する働きをしてもよい。この警報は、制御器２０を通して提供されてもよく、加えて、パラメータに対する基準プロファイル、警報を惹起させたパラメータに対する動作プロファイル、または、例えば互いに重ね合わされた（図１５で表されるように）、動作プロファイルおよび基準プロファイルと一緒に表示する選択肢のいずれかをユーザに提示してもよい。場合によっては、ユーザは、ポンプ１００が動作を再開する前に、そのような警報を消去せざるを得ないことがある。ポンプ１００または工程が再開する前に、強制的にユーザに警報を消去させることによって、検出された、または発生した略直後にスクラップを引き起こす場合のある状態を、強制的にユーザに改善させることによってスクラップが防止されてもよい。

10

【００９０】

別の例の使用を通して、本発明のシステムおよび方法の広範囲にわたる性能を図示することが役立つ場合がある。ポンプ１００の動作中、ポンプ１００の流路を通過する流体は、上記のように、動作の１つ以上の区分の間にフィルタ１２０を通過させられてもよい。これらのフィルタ区分の間に、フィルタが新しい時、フィルタ１２０での無視できる程度の圧力低下を引き起こす場合がある。しかしながら、ポンプ１００のフィルタ１２０の反復動作を通して、フィルタ１２０の孔が詰まり、フィルタ１２０を通る流動に対するさらに大きい抵抗をもたらす場合がある。最終的に、フィルタ１２０の目詰まりは、ポンプ１００の不適切な動作、または分注されている流体の損害をもたらす場合がある。したがって、フィルタ１２０の目詰まりが問題となる前に、フィルタ１２０の目詰まりを検出することが望ましい。

20

【００９１】

上記のように、一実施形態によれば、濾過区分の間に、分注室１８５における圧力は、ダイアフラム５３０への供給圧力の選択的印加によって調節することができる。濾過区分の開始時に、供給圧力が供給ダイアフラム５３０に印加される。この圧力は、分注室１８５において所定の圧力閾値（例えば、初期閾値、設定点、または他の所定の閾値）に到達するまで（例えば、圧力センサ１１２によって決定されるように）、印加され続ける。初期閾値が満たされると、分注ポンプ１８０のモータ２００が後退し始め、分注室１８５中の流体に対するより多くの利用可能な容量を提供する。圧力センサ１１２は、分注室１８５中の圧力を継続的に読み取ることができる。流体圧が所定の閾値（例えば、最大圧力閾値、設定点、または他の閾値）を超える場合、供給ポンプ５１５における供給圧力を除去または低減することができる。分注室１８５における流体圧が所定の閾値（例えば、最小圧力閾値、設定点、または所定の閾値）を下回る場合、供給ポンプ５１５において供給圧力を再有効化することができる。

30

【００９２】

したがって、本発明の実施形態は、分注ポンプにおいて決定される圧力に基づいて供給ポンプの動作を調整することによって、濾過区分の間に流体の圧力を調節するためのシステムおよび方法を提供する。供給ポンプの動作は、例えば、供給ポンプモータの速度を増加または減少させる、供給ポンプにおいて印加される供給圧力を増加または減少させる、あるいは下流工程の流体の圧力の増加または減少を引き起こすように供給ポンプの動作を調整することによって、変更することができる。

40

【００９３】

次いで、上記の説明から分かるように、フィルタ１２０がさらに目詰まりし、比例してフィルタ１２０での圧力低下がさらに大きくなるにつれて、供給段階モータ１７５は、フィルタ区分の間に分注室１８５中の等価な圧力を維持するために、より急速に、より頻繁に、またはより高速で動作する必要があるとしてもよく、ある場合においては、供給段階モータ１７５は、分注室１８５中の等価な圧力を全く維持できない場合がある（例えば、フィルタが完全に目詰まりしている場合）。次いで、フィルタ区分の間に供給段階モータ１７５の速度を監視することによって、フィルタ１２０の目詰まりが検出されてもよい。

【００９４】

50

そのために、一実施形態では、フィルタ１２０の目詰まりを検出するために、フィルタ１２０が新しい時に（または、なんらかの他のユーザ決定点等において）フィルタ区分の間の供給段階モータ１７５の速度のパラメータ（または、供給段階モータ１７５の速度を制御する信号）を使用して、基準プロファイルが生成され（ステップ１３１０）、制御器２０に記憶されてもよい。次いで、後続フィルタ区分の間の供給段階モータ１７５の速度（または、供給段階モータ１７５の速度を制御する信号）が、制御器２０によって記録され、動作プロファイルを生成してもよい（ステップ１３２０）。次いで、この供給段階モータ速度動作プロファイルは、供給段階モータ速度基準プロファイルと比較され（ステップ１３３０）、警報を鳴らすべきかどうかを決定してもよい（ステップ１３５０）。

【００９５】

一実施形態では、この比較は、基準プロファイルのフィルタ区分の間の１つ以上の点における供給段階モータの速度の値を、動作プロファイルの略同一の一式の点における供給段階モータの速度の値と比較する形を成してもよい一方で、他の実施形態では、この比較は、基準プロファイル中の時間の何割が供給段階モータ１７５の制御限度のある距離内で発生したかを比較し、これを、供給段階モータ１７５の制御限度のある距離内で発生する動作プロファイル中の時間の割合と比較してもよい。

【００９６】

同様に、フィルタ１２０内の空気が本発明の実施形態によって検出されてもよい。一実施形態では、濾過前区分の間に、供給段階モータ１７５は、分注室１８５において所定の圧力閾値（例えば、初期閾値、設定点、または他の所定の閾値）に到達するまで（例えば、圧力センサ１１２によって決定されるように）、圧力を印加し続ける。フィルタ１２０内に空気がある場合、流体が分注室１８５中で初期圧力に到達する時間が、より長くなる場合がある。例えば、フィルタ１２０が完全に準備できている場合、分注室１８５中で５ＰＳＩに到達するまで、供給段階モータ１７５が１００ステップおよび約１００ミリ秒かかる場合があるが、空気がフィルタ１２０内に存在する場合、この時間またはステップ数は、顕著に増加する場合がある。結果として、濾過前区分の間に分注室１８５中の初期圧力閾値に到達するまで、供給段階モータ１７５が作動する時間を監視することによって、フィルタ１２０内の空気が検出されてもよい。

【００９７】

そのために、一実施形態では、フィルタ１２０内の空気を検出するために、濾過前区分の間に分注室１８５中の設定点圧力に到達する時間のパラメータを使用して、基準プロファイルが生成され（ステップ１３１０）、制御器２０に記憶されてもよい。次いで、後続濾過前区分の間に分注室１８５中の設定点圧力に到達する時間が、制御器２０によって記録され、動作プロファイルを生成してもよい（ステップ１３２０）。次いで、この時間動作プロファイルは、時間基準プロファイルと比較され（ステップ１３３０）、警報を鳴らすべきかどうかを決定してもよい（ステップ１３５０）。

【００９８】

本発明の他の実施形態は、分注モータ２００の位置の監視を通した、正確な分注の検証を含んでもよい。上記で詳述するように、分注区分の間に、出口弁１４７が開き、分注が完了するまで、分注ポンプ１８０が分注室１８５中の流体に圧力を印加する。次いで、以上のように、分注区分の初めに、分注モータ２００が第１の位置にある一方で、分注区分の終わりに、分注モータ２００は、第２の位置にあってもよい。

【００９９】

一実施形態では、正確な分注を確認するために、分注区分の間に分注モータ２００の位置のパラメータ（または、供給段階モータ２００の位置を制御する信号）を使用して、基準プロファイルが生成されてもよい（ステップ１３１０）。次いで、後続分注区分の間に分注モータ２００の位置（または、供給段階モータ２００の位置を制御する信号）が、制御器２０によって記録され、動作プロファイルを生成してもよい（ステップ１３２０）。次いで、この分注モータ位置動作プロファイルは、分注モータ位置基準プロファイルと比較され（ステップ１３３０）、警報を鳴らすべきかどうかを決定してもよい（ステップ１

10

20

30

40

50

350)。

【0100】

本発明のある実施形態はまた、ポンプ100の他の種々の機械的構成要素の切迫した故障を検出するために有用であってもよい。例えば、多くの場合、ポンプシステム10は、モータ200をある距離に移動させるように分注モータ200に提供される電流が、分注モータ200への負荷とともに変動し得るように、閉ループシステムであってもよい。この性質は、起こり得るモータの故障またはポンプ100内の他の機械的故障、例えば、回転ピストンまたはダイアフラムの問題、主ネジの問題等を検出するために利用されてもよい。

【0101】

したがって、差し迫ったモータの故障を検出するために、本発明のシステムおよび方法の実施形態は、分注区分の間に分注モータ200に提供される電流のパラメータ（または、供給段階モータ200に提供される電流を制御する信号）を使用して、基準プロファイルを生成してもよい（ステップ1310）。次いで、後続分注区分の間に分注モータ200に提供される電流（または、供給段階モータ200に提供される電流を制御する信号）が、制御器20によって記録され、動作プロファイルを生成してもよい（ステップ1320）。次いで、この分注モータ電流動作プロファイルは、分注モータ位置基準プロファイルと比較され（ステップ1330）、警報を鳴らすべきかどうかを決定してもよい（ステップ1350）。

【0102】

上記の例では、ポンプの動作プロファイルの種々の点が、基準プロファイルと比較され（ステップ1330）、動作プロファイルが既定限度外である場合（ステップ1340）、警報が生成される（ステップ1350）。しかしながら、基準プロファイルについての限度を使用することにより、いくつかの状態が未検出のままとなり得る。例えば、実証的検定は、i) 限度が寛大すぎるため、分注流体中の気泡によって引き起こされる不良な分注が検出されない場合がある、またはii) 限度が小さすぎるため、過度に多くの誤警報が生成されることを示している。不良な分注の検出および誤警報の低減を平衡する、基準についての限度を設定することができるが、処方に対する適切な限度を決定する実証的検定の工程は、時間がかかる場合がある。この問題を次のいくつかの図で図示する。

【0103】

図16Aは、ミネソタ州チャスカのEntegris Inc. によるIntelli Gen Mini Pumpを使用した、いくつかの分注のデータを図示するグラフである。圧力プロファイルは、2.6秒のデータに対する、毎秒1.0mLで2.0mLのIPAを分注する（すなわち、2秒の分注）処方に対応する。分注流体が良好である（すなわち、空気があったとしても、ほとんど含有しない）ことが分かっている条件下で、3つの試験が行われた。3つの追加試験では、シリンジを使用して、ポンプの出口と分注ノズルとの間の分注ラインに、2、5、および10ccの空気が注入された。明確にするために、個々の圧力プロファイルを図16B-16Gに示す。

【0104】

ポンプ制御器によって実施されたプロファイル比較ルーチンは、基準プロファイルとして基準1を使用し、他のプロファイル（基準2、基準3、注入した空気=2cc、注入した空気=5cc、および注入した空気=10cc）を、初期点（分注を約22%終えた）および上記のような他の点で基準1と比較した。0.5psiの許容範囲を使用して、ポンプ制御器は、10ccの空気が初期比較点において分注流体に注入された分注に対する警報を生成したのみであり、初期点または任意の他の比較点における他の分注のうちのいずれかに対する警報を生成しなかった。しかしながら、分注した流体の質量を測定すると、表1に示されるように、空気注入された分注の3つ全ては、基準と比較して分注不足であった。

【0105】

【表 1】

表 1

空気量	質量 (g)	差
空気なし	1.751	
2cc	1.739	-.0012
5cc	1.321	-.430
10cc	0.579	-1.172

10

【0106】

表 1 に示されるように、分注ライン内の少量の空気さえも、良好な分注と比較して分注不足を引き起こすため、使いやすい方法を提供して、誤警報を生成することなく問題を検出する感度を増加させることが望ましい。

【0107】

一実施形態によれば、基準に対するプロファイルの「適合度」を決定するために、R²乗統計値を使用することができる。R²乗値は、別の変数の移動によって説明される 1 つの変数の変動の割合を識別する、適合度の尺度である。上記の例では、後続分注動作からのデータが比較される予測モデルとして、基準 1 プロファイルを選択することができる。本質的には、基準として基準 1 プロファイルを使用する R²乗値は、基準 1 プロファイルが、所与の一式のデータに対する時間による圧力の変動をどのくらいよく予測するかを測定する。R²乗値が高いほど（割合を考慮して）、データは予測モデルにさらに適合する。

20

【0108】

一例として、図 16A に表される種々の分注に対応する 2.0 秒に値するデータ点を比較するために、Microsoft Excel RSQ 関数が使用された。R²乗分析を使用して、2 つのさらなる既知の適合度試験には、それぞれ 100% および 99% の R²乗値があった。2cc、5cc、および 10cc の空気を注入させた試験は、それぞれ 78%、18%、および 6% の R²乗値しかなかった。このことは、R²乗値を使用し、尺度を最小要件、例えば、90% または 95% に設定することによって、気泡を含む分注が検出される可能性が高いことを示す。したがって、R²乗値等の適合度の尺度は、基準について 0.5 psi の許容範囲を設定することによっては検出されなかった、不良な分注が検出されることを可能にした。

30

【0109】

図 17 は、ポンプの不適切な動作を検出するための方法の一実施形態を図示するフロー図である。本発明の実施形態は、例えば、ポンプ制御器においてコンピュータ可読媒体に記憶された一式のコンピュータ命令として実施されるか、またはそれらによって促進されてもよい。ステップ 1610 において、上記のように、パラメータに対する基準プロファイルが確立されてもよい。主に圧力に関して論じられる一方で、基準プロファイルは、モータ電流または他のパラメータ等の、他のパラメータに対するプロファイルとなり得る。基準プロファイルに対するデータは、基準プロファイルを確立させるために使用される、ポンプの作動中にサンプリングされるデータの全てまたは一部分を含むことができる。例えば、ポンプが 1 ミリ秒ごとに圧力をサンプリングする場合、基準プロファイルは、記憶を低減するように、20 ミリ秒ごとにサンプリングされた測定結果を含んでもよい。ポンプ 100 の動作中、パラメータを測定し、動作プロファイルを生成してもよい（ステップ 1620）。再度、動作プロファイルに対するデータは、動作に対するそのパラメータのサンプリングしたデータの全て、またはそのある一部（例えば、20 ミリ秒または他の期

40

50

間ごとに収集されたデータ)を表してもよい。次いで、基準プロファイルを使用して、動作プロファイルに対して適合度の尺度が決定されてもよい(ステップ1630)。例えば、対応する基準プロファイルデータを使用して、20ミリ秒ごとに収集された動作プロファイルデータに対してR2乗値を決定することができる。適合度の尺度が許容範囲外である場合(ステップ1640)、警報状態が存在してもよい(ステップ1650)。図17のステップは、必要または所望に応じて反復することができる。

【0110】

上記の例では、適合度を検査するために、20ミリ秒ごとに記憶されたデータが使用される一方で、ポンプは、より高速で(例えば、1ミリ秒ごとに)パラメータをサンプリングしてもよい。異なる速度で、例えば、1ミリ秒ごと、または30ミリ秒ごとに記憶されたデータが使用されてもよいが、記憶したサンプルの間の時間が減少するにつれて、メモリ使用量が増加し、時間が増加するにつれて、適合度の尺度の精度が減少し得る。したがって、適合度の尺度に対してデータが記憶される頻度は、データ記憶性能および適合度の尺度の精度の平衡を保つように選択することができる。さらに、上記の例では、R2乗値が適合度の尺度として使用される一方で、相関係数およびピアソンの積率相関係数等の他の尺度が使用されてもよい。

【0111】

実証的検定に基づいて、適合度は、分注動作の終了時により低くなる傾向がある。一例として、1mLの空気がノズルから15cmのところにある場合について、1.0~1.9秒に対するR2乗値が6%しかない一方で、全体的R2乗値は95%である。したがって、全体的適合度の尺度を許容値と比較するだけでなく、動作の一部分に対する適合度の尺度も比較することが望ましいことがある。例えば、全体的適合度の尺度が95%以上であるが、1.0~1.9秒の範囲に対する適合度の尺度が25%未満である場合、警報を生成することができる。したがって、ポンプが適切に動作しているかどうかを決定するために、動作の複数部分に対する適合度の尺度を使用することができる。

【0112】

多段ポンプに関して説明されているものの、本発明の実施形態は、単段ポンプでも利用することができる。図18は、ポンプ4000のためのポンプアセンブリの一実施形態の図表示である。ポンプ4000は、上記の多段ポンプ100の1つの段階、例えば、分注段階と同様となり得、ステップング、ブラシレスDC、または他のモータによって駆動される回転ダイアフラムポンプを含むことができる。ポンプ4000は、ポンプ4000を通る種々の流体流路を画定し、ポンプ室を少なくとも部分的に画定する、分注ブロック4005を含むことができる。分注ポンプブロック4005は、一実施形態によれば、PTFE、変性PTFE、または他の材料の単一ブロックとなり得る。これらの材料は多くのプロセス流体と反応しないか、または最小限に反応するため、これらの材料の使用は、流路およびポンプ室が、最小限の追加ハードウェアで分注ブロック4005内へと直接機械加工されることを可能にする。その結果として、分注ブロック4005は、流体多岐管を提供することによる配管の必要性を低減する。

【0113】

分注ブロック4005は、例えば、それを通して流体が受容される入口4010、流体を浄化/排出するための浄化/排出出口4015、および分注区分の間にそれを通して流体が分注される分注出口4020を含む、種々の外部入口および出口を含むことができる。分注ブロック4005は、図18の例では、ポンプが1室しかもたないため、外部浄化出口4010を有する。

【0114】

分注ブロック4005は、入口から入口弁へ(例えば、弁プレート4030によって少なくとも部分的に画定される)へ、入口弁からポンプ室へ、ポンプ室から排出/浄化弁へ、およびポンプ室から出口4020へ流体を送る。ポンプカバー4225は、ポンプモータを損害から保護することができる一方で、ピストンハウジング4027は、ピストンに対する保護を提供し、本発明の一実施形態によれば、ポリエチレンまたは他のポリマーで

形成することができる。弁プレート4030は、流体流れをポンプ4000の種々の構成要素に方向付けるように構成することができる、弁システム（例えば、入口弁および浄化／排出弁）のための弁ハウジングを提供する。弁プレート4030および対応する弁は、上記の弁プレート230と併せて説明される方法と同様に形成することができる。一実施形態によれば、入口弁および浄化弁／排出弁のそれぞれは、弁プレート4030に少なくとも部分的に統合され、対応するダイアフラムに圧力または真空が印加されるかどうかに応じて、開放されるか閉鎖されるかのいずれかである、ダイアフラム弁である。他の実施形態では、弁のいくつかは、分注ブロック4005の外部にあるか、または追加弁プレートに配設されてもよい。一実施形態によれば、種々の弁のダイアフラムを形成するように、PTFEのシートが弁プレート4030と分注ブロック4005との間で挟持される。弁プレート4030は、対応するダイアフラムに圧力または真空を印加するように、各弁に対する弁制御入口（図示せず）を含む。

10

【0115】

上記の実施形態を参照して、本発明のシステムおよび方法を詳細に説明したが、本発明のシステムおよび方法はまた、他の幅広く多様な使用法を包含してもよい。例えば、分注サイクルに対する1つまたは複数パラメータに対応する基準プロファイルを記録することによって、ポンプの全分注サイクル中のポンプの動作を確認し、これを後続分注サイクル中に生成される動作プロファイルと比較するために、本発明のシステムおよび方法の実施形態が利用されてもよい。分注サイクルの全体にわたって2つのプロファイルと比較することによって、ハードウェア故障または他の問題の早期検出が達成されてもよい。

20

【0116】

例証的实施形態を参照して、本発明を本明細書で詳細に説明したが、本説明は一例にすぎず、限定的な意味で解釈されるものではないことに留意されたい。したがって、本発明の実施形態の詳細の多数の変更および本発明の付加的な実施形態が、本説明を参照する当業者にとって明白となり、かつ当業者によって行われてもよいことをさらに理解されたい。そのような変更および付加的な実施形態は、下記で請求されるような本発明の範囲内であることが検討される。

【符号の説明】

【0117】

- 10 ポンプシステム
- 15 流体源
- 20 ポンプ制御器
- 25 ウエハ
- 27 コンピュータ可読媒体
- 30 制御命令
- 35 プロセッサ
- 40 通信リンク
- 45 通信リンク
- 100 多段ポンプ

30

【図 1】

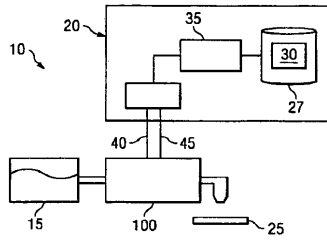


FIG. 1

【図 2】

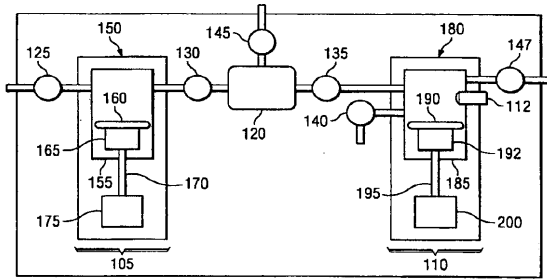


FIG. 2

【図 3】

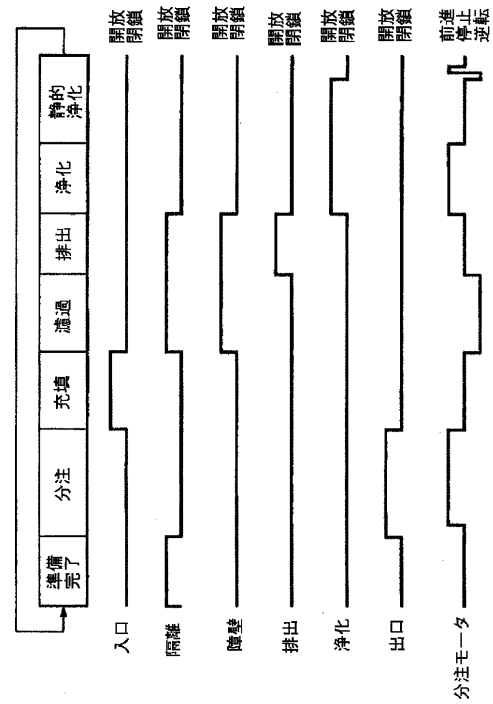


FIG. 3

【図 4】

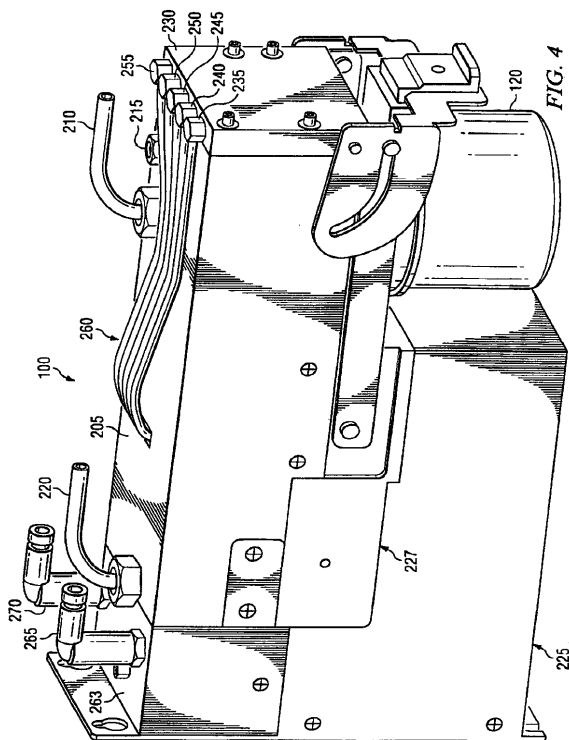


FIG. 4

【図 5 A】

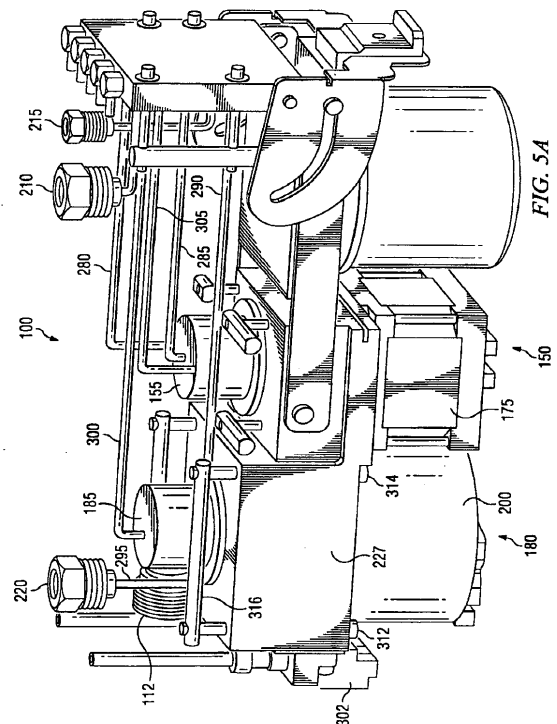
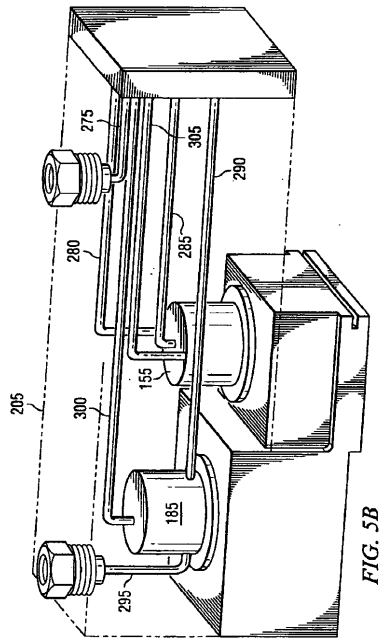
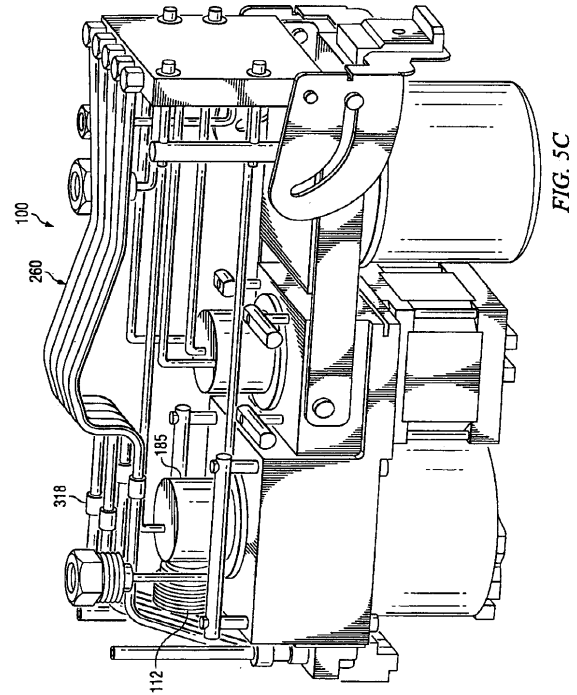


FIG. 5A

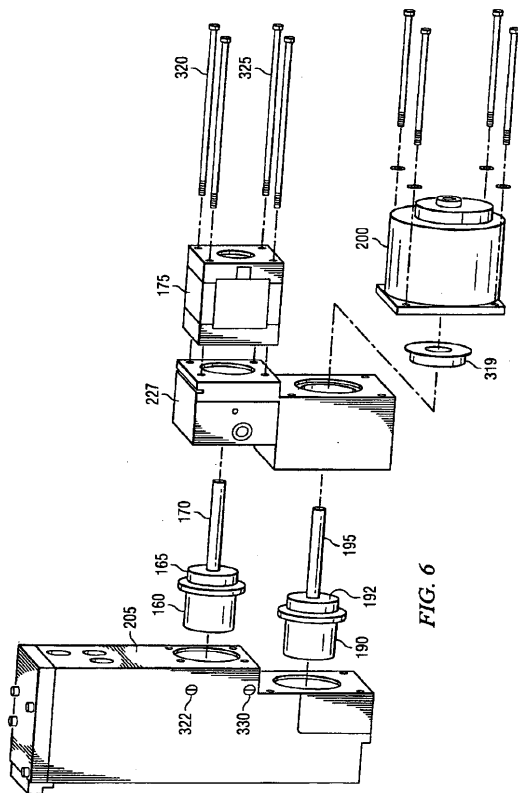
【図 5 B】



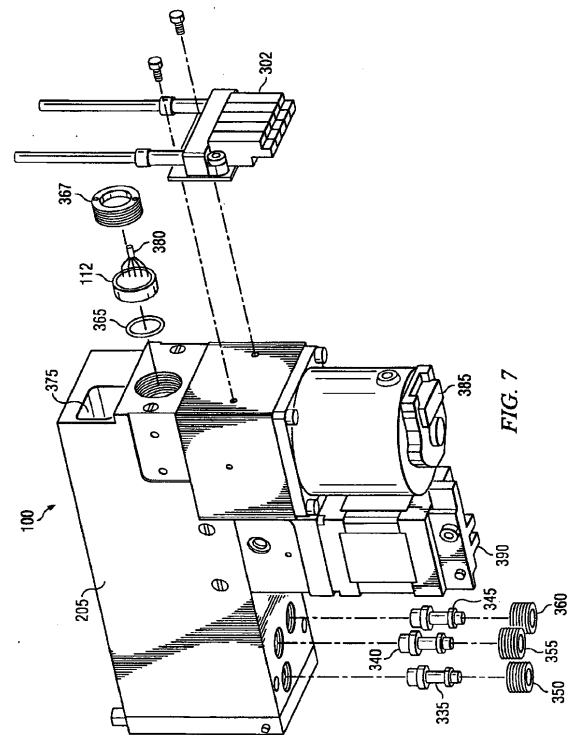
【図 5 C】



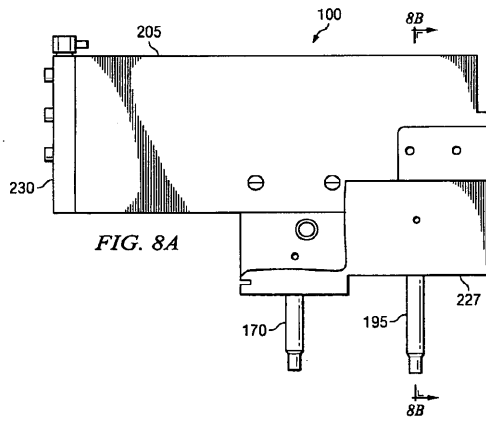
【図 6】



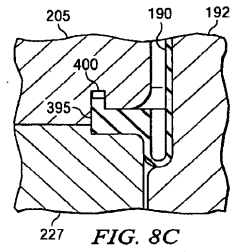
【図 7】



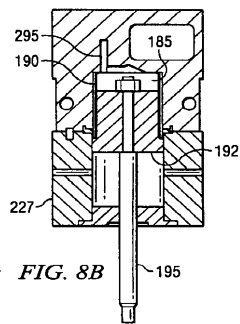
【図 8 A】



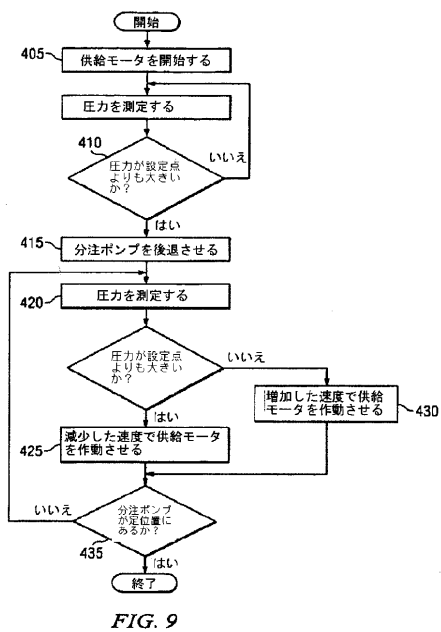
【図 8 C】



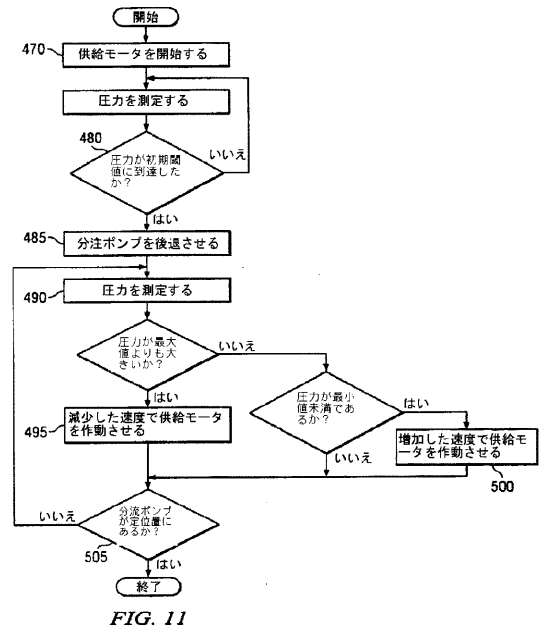
【図 8 B】



【図 9】



【図 11】



【図 12】

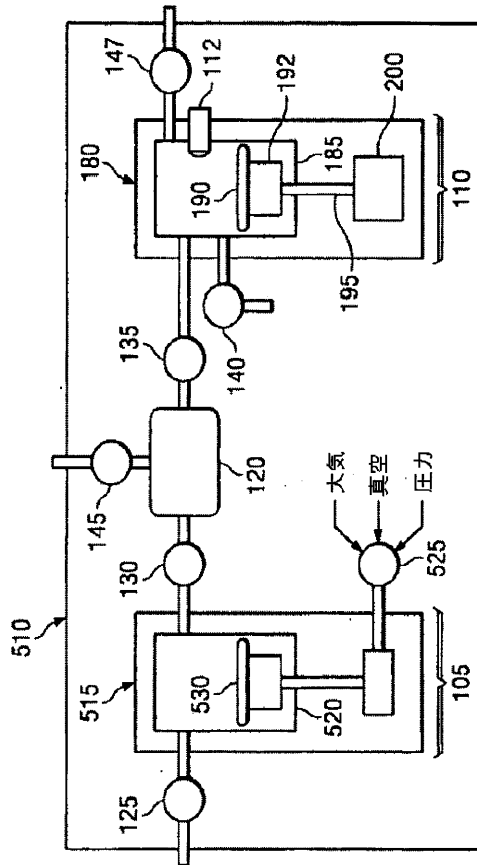


FIG. 12

【図 13】

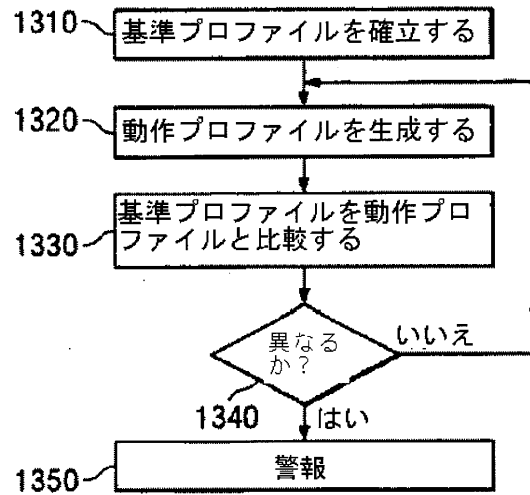


FIG. 13

【図 17】

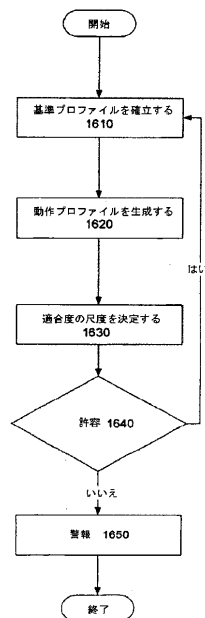


FIGURE 17

【図 18】

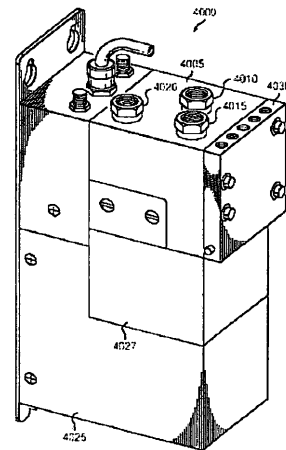


FIGURE 18

【図 10】

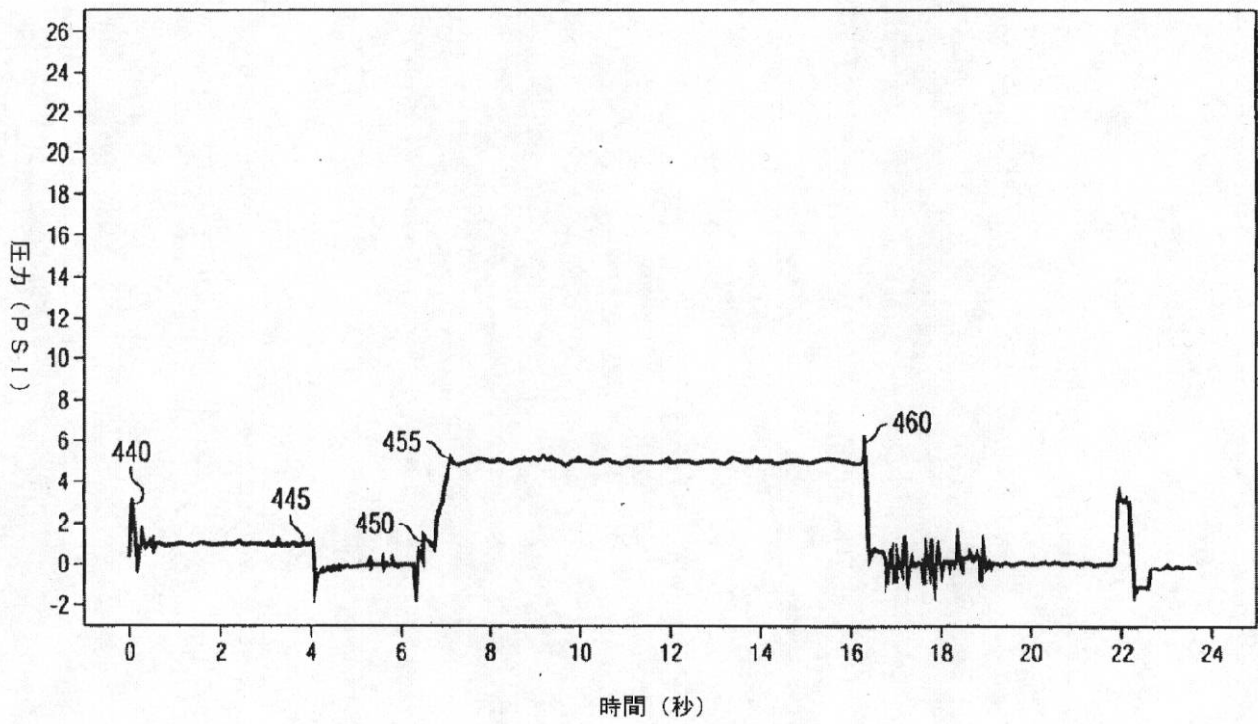


FIG. 10

【図 14】

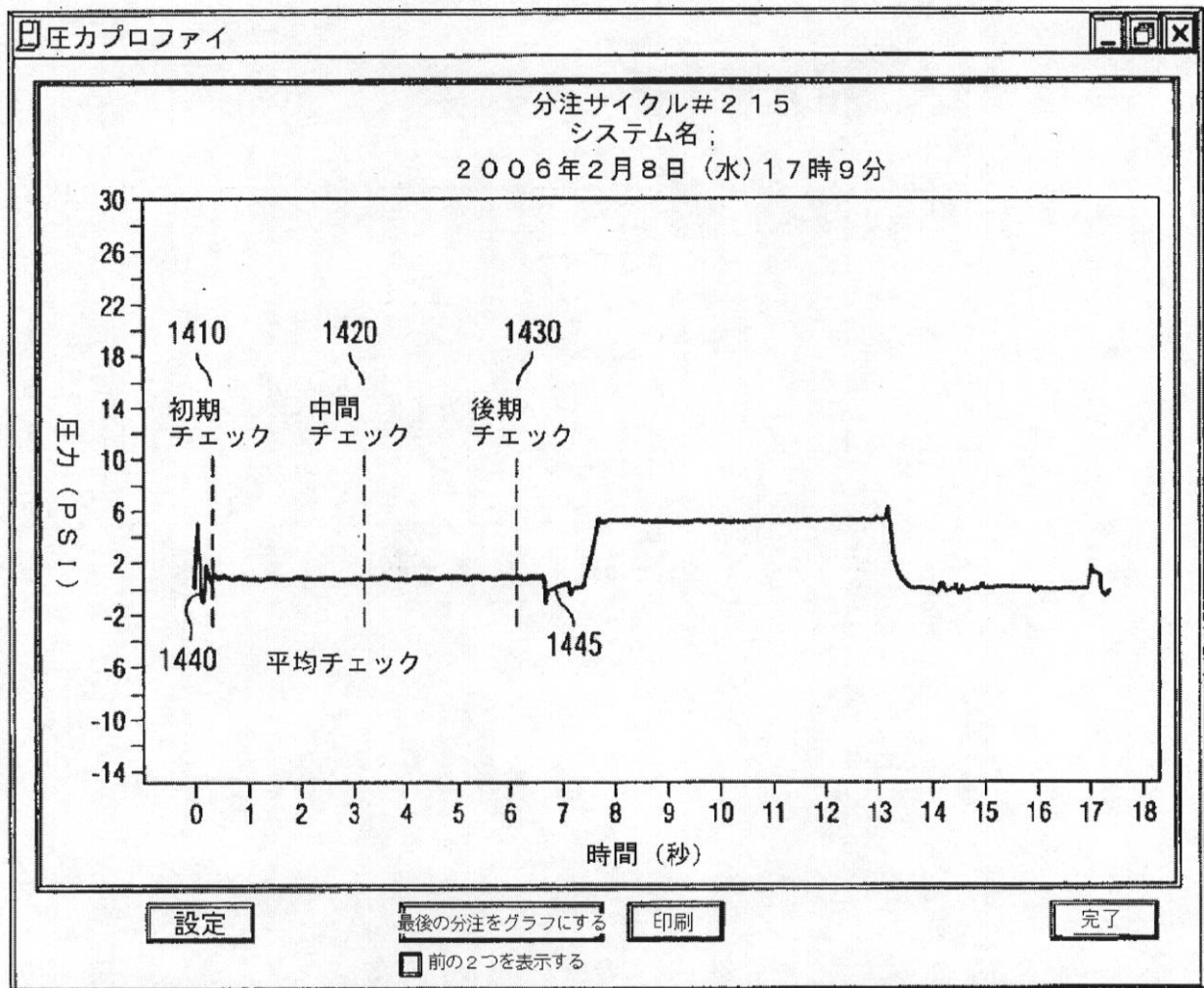


FIG. 14

【図 15】

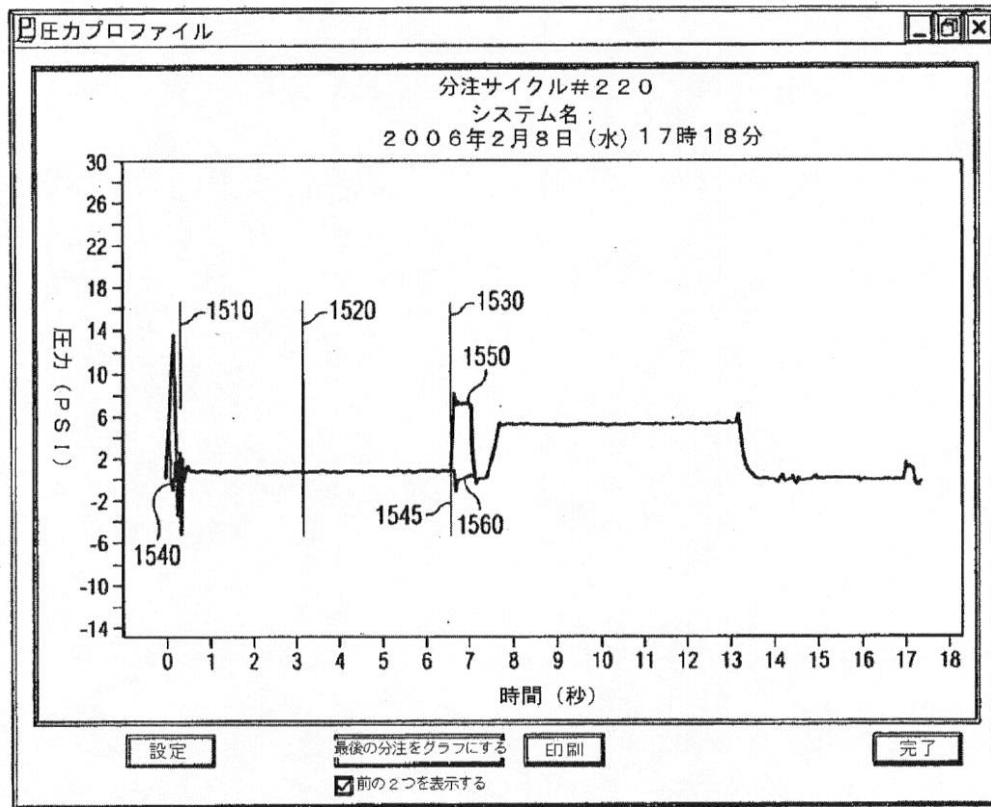


FIG. 15

【図 16 A】

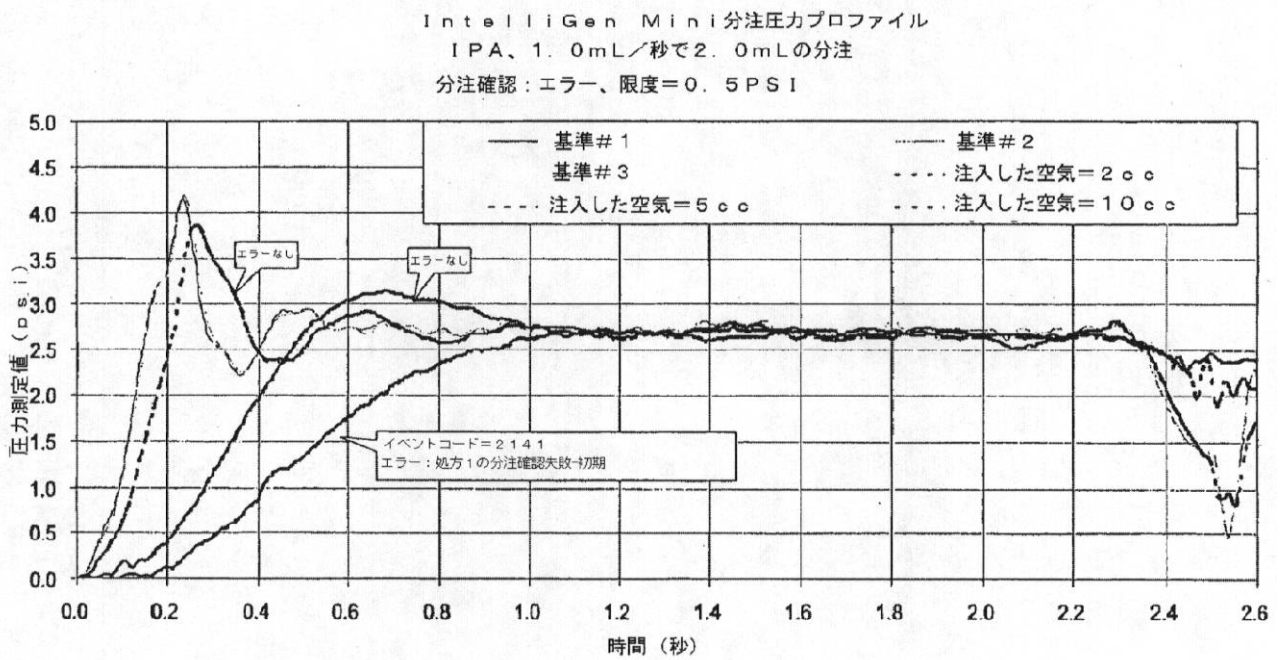
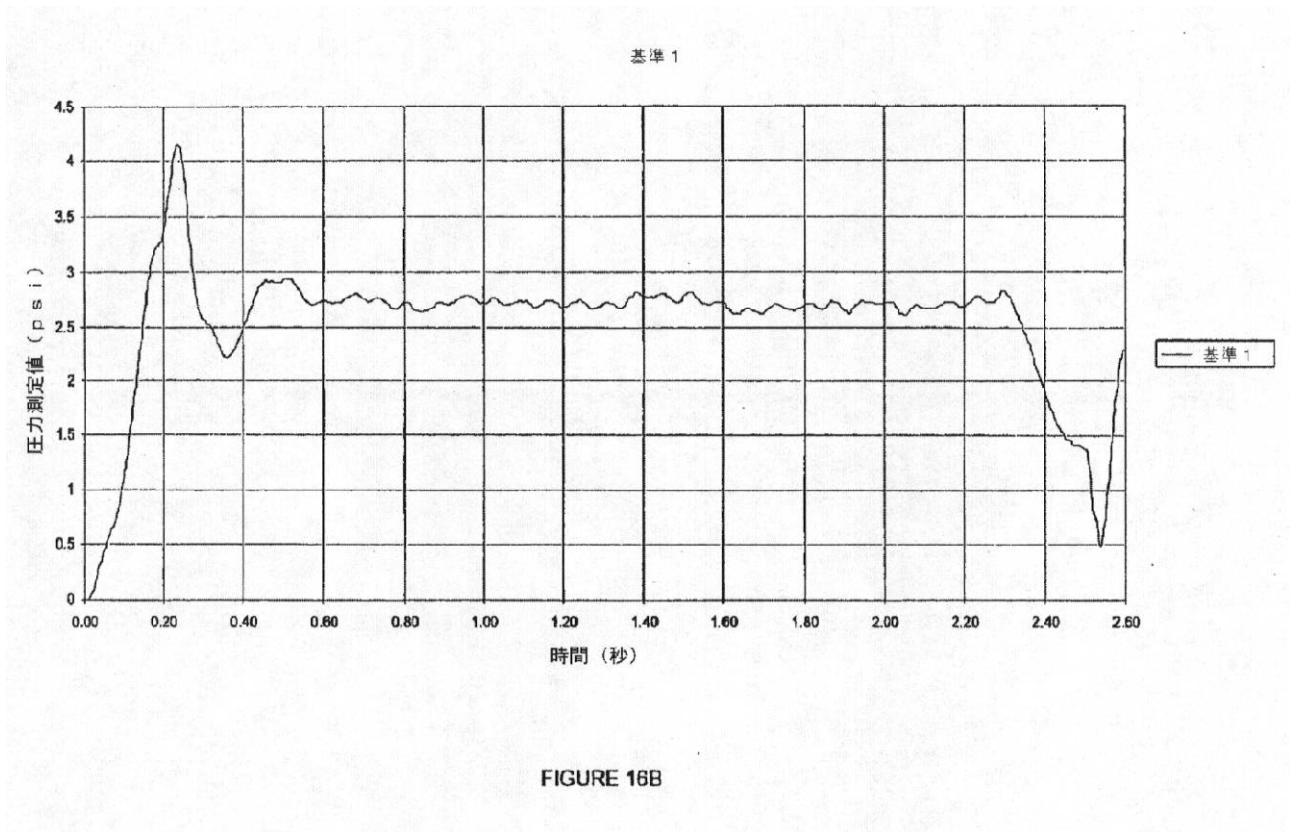
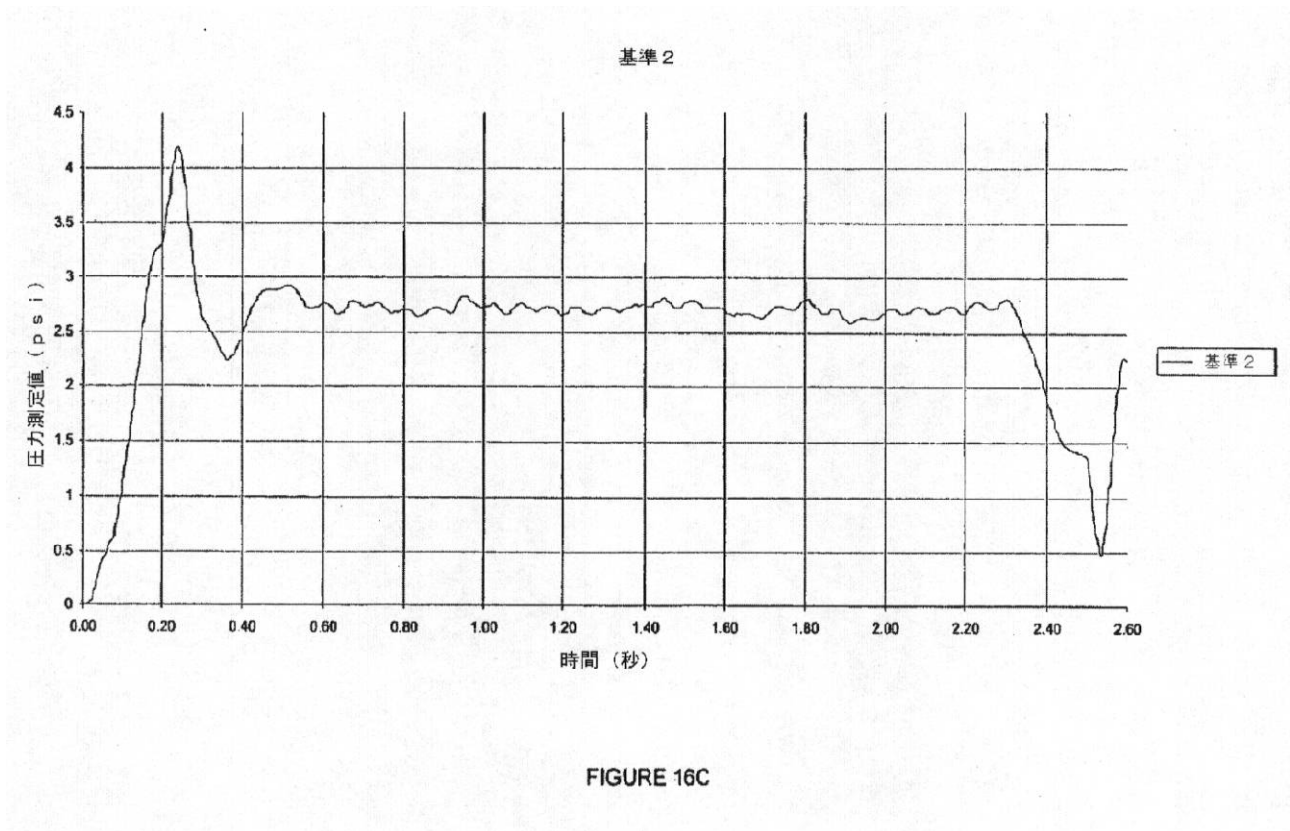


FIGURE 16A

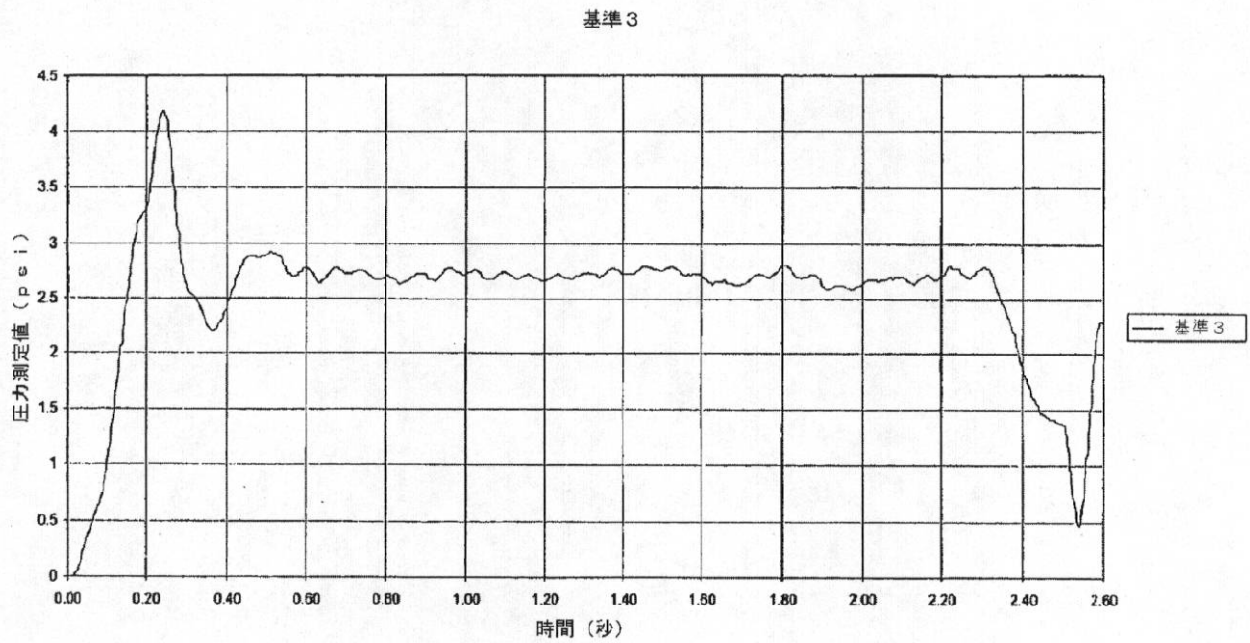
【図 16 B】



【図 16 C】



【図 1 6 D】

FIGURE
16D

【図 1 6 E】

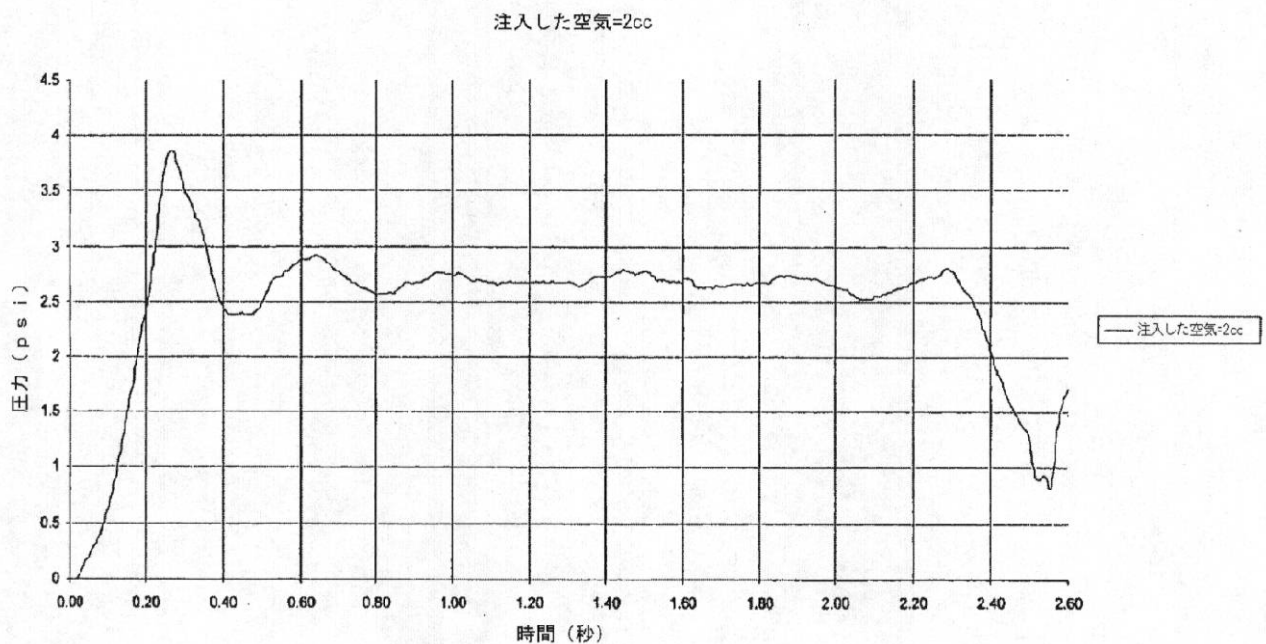


FIGURE 16E

【図 16 F】

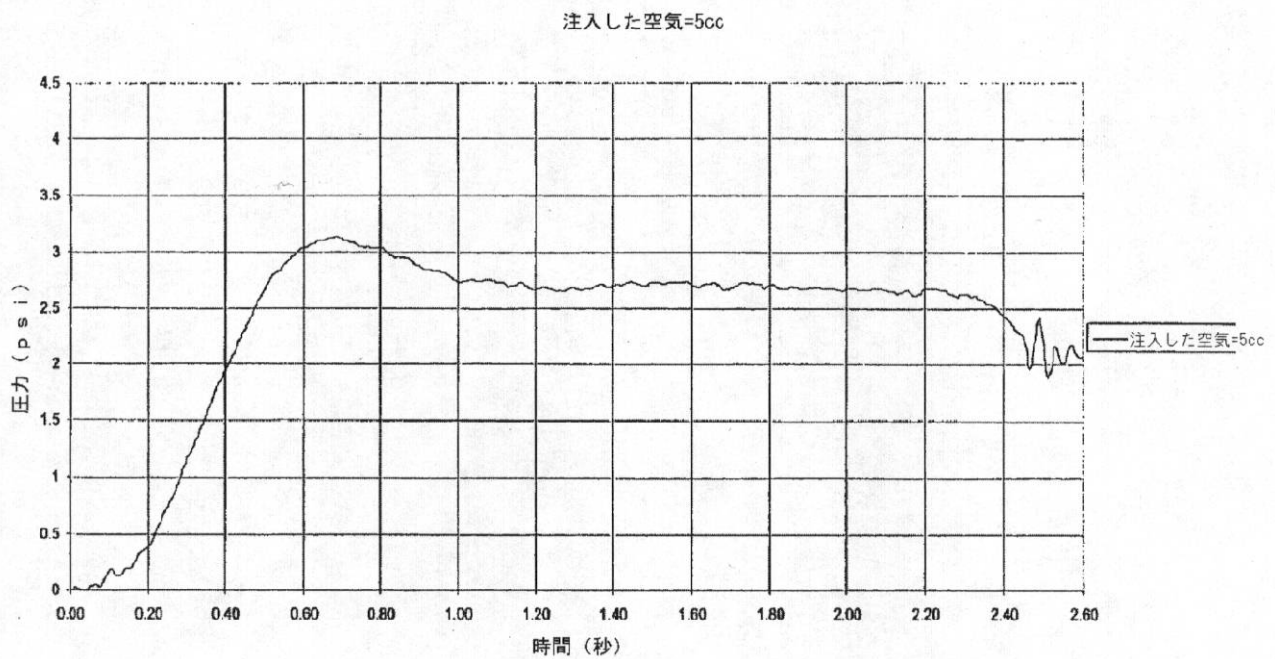


FIGURE 16F

【図 16 G】

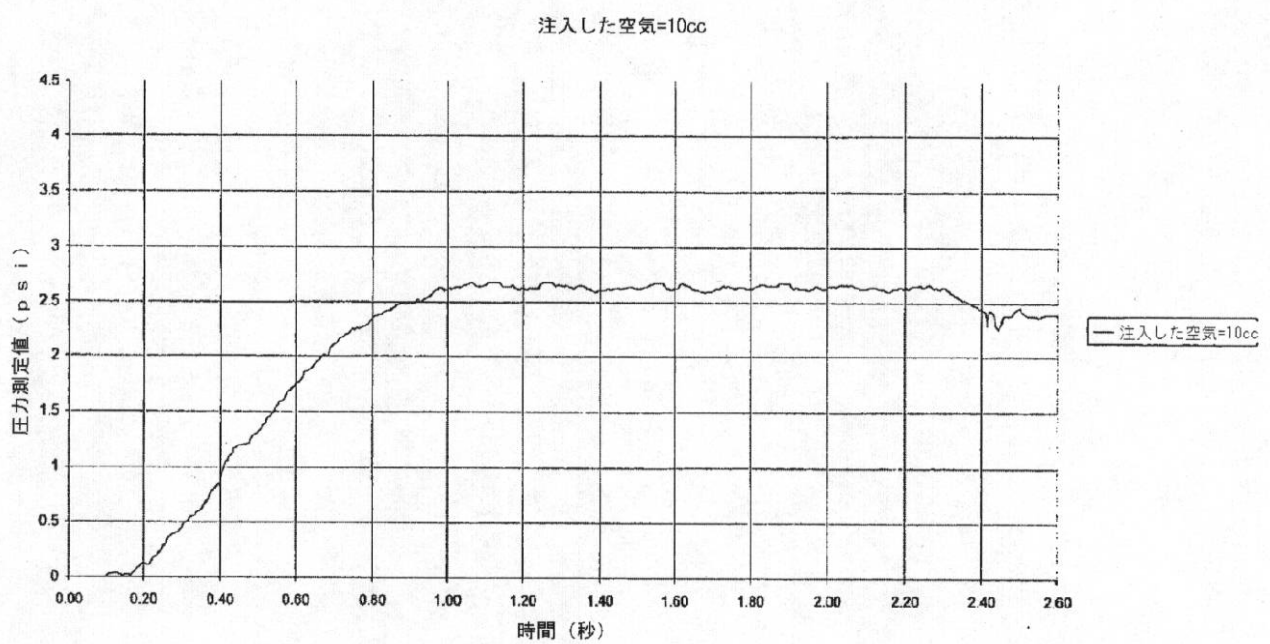


FIGURE 16G

フロントページの続き

- (72)発明者 ゴネッラ, ジョージ
アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01463-0412, ペPPERレル, エリオット ス
トリート 24
- (72)発明者 セドロン, ジェームス
アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02184, ブレーントリー, マグノリア ストリート
104
- (72)発明者 マグーン, ポール
アメリカ合衆国 ニューハンプシャー 03054, メリマック, サラ ドライブ 20
- Fターム(参考) 3H145 AA12 AA22 AA42 CA03 CA09 CA21 DA00 DA47 EA04 EA13
EA20 EA26 EA34