

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4226972号
(P4226972)

(45) 発行日 平成21年2月18日(2009.2.18)

(24) 登録日 平成20年12月5日(2008.12.5)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 N 1/00 (2006.01) GO 1 N 1/00 1 O 1 M

請求項の数 21 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2003-293951 (P2003-293951)	(73) 特許権者	595117091
(22) 出願日	平成15年8月15日(2003.8.15)		ベクトン・ディキンソン・アンド・カンパニー
(65) 公開番号	特開2004-77484 (P2004-77484A)		BECTON, DICKINSON AND COMPANY
(43) 公開日	平成16年3月11日(2004.3.11)		アメリカ合衆国 ニュー・ジャージー O7417-1880
審査請求日	平成18年7月26日(2006.7.26)		フランクリン・レイクス ベクトン・ドライブ 1
(31) 優先権主張番号	10/222,639		1 BECTON DRIVE, FRANKLIN LAKES, NEW JERSEY O7417-1880, UNITED STATES OF AMERICA
(32) 優先日	平成14年8月15日(2002.8.15)	(74) 代理人	100077481
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 谷 義一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体供給システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流体源である貯蔵容器から一定の流体の流れを供給するシステムであって、前記貯蔵容器から流体を汲み上げるパルスポンプと、前記ポンプに流体連通し、流体の脈動を減衰させる脈動減衰器と、前記減衰器からの流体を受けるプレナムチャンバーと、前記プレナムチャンバー内の流体の容積を検出し、前記プレナムチャンバーが特定のレベルより低下したとき前記ポンプを作動させ、前記プレナムチャンバー内の前記流体の容積が特定のレベル以上であるとき、前記ポンプを停止させる容積センサと、前記プレナムチャンバーに液体連通し、前記プレナムチャンバーにおける圧力ヘッドを備えた圧力源と、を備え、前記プレナムチャンバーから出力流を送出することを特徴とする液体供給システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の流体供給システムにおいて、前記脈動減衰器は、減衰チャンバーであって、ポンプによって汲み上げられた流体が、オリフィスを通じて流出する前に、前記減衰チャンバーに連通することを特徴とする流体供給システム。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の流体供給システムにおいて、前記脈動減衰器は、前記プレナムチャンバーから流体通路に沿って二つのオリフィスを含むことを特徴とする流体供給システム。

【請求項 4】

10

20

請求項 1 に記載の流体供給システムにおいて、前記容積検出センサは、フロートセンサであることを特徴とする流体供給システム。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の流体供給システムにおいて、前記ポンプと前記脈動減衰器との間に配置されたインテークフィルタをさらに含み、ポンプによって汲み上げられた流体が前記フィルタを通じて移動することを特徴とする流体供給システム。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の流体供給システムにおいて、前記インテークフィルタは、0.2ミクロンのフィルタであることを特徴とする流体供給システム。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の流体供給システムにおいて、前記加圧源からの空気をろ過するエアフローフィルタをさらに備えることを特徴とする流体供給システム。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の流体供給システムにおいて、前記加圧源は、圧力調整器を含むことを特徴とする流体供給システム。

【請求項 9】

供給コンテナから一定の流動液を送出するための流体供給システムであって、供給コンテナから流体を汲み上げる流体ポンプと、前記ポンプにチューブによって連結された減衰チャンバーと、前記流体が前記減衰チャンバーを通過した後に通過するように前記ポンプにチューブによって連結されたオリフィスと、

脈動減衰された流れが前記チャンバーに流入するように、前記オリフィスに流体連通するプレナムチャンバーと、

前記プレナムチャンバー内の流体レベルを検出すると共に、限定された範囲内で前記プレナムチャンバー内の流体レベルを検出する容積センサと、

前記プレナムチャンバーと流体連通し前記プレナムチャンバー内に圧力ヘッドを備える加圧源と、

プレナムチャンバーに設けたアウトレットと、を備えたことを特徴とする流体供給システム。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の流体供給システムにおいて、前記ポンプから減衰チャンバーに至る流体通路に沿って第 2 のオリフィスをさらに備えたことを特徴とする流体供給システム。

【請求項 11】

請求項 9 に記載の流体供給システムにおいて、前記容積センサはフロートセンサであることを特徴とする流体供給システム。

【請求項 12】

請求項 9 に記載の流体供給システムにおいて、前記ポンプと前記脈動減衰器との間に配置されたインテークフィルタをさらに含み、ポンプによって汲み上げられた流体が前記フィルタを通じて移動することを特徴とする流体供給システム。

【請求項 13】

請求項 9 に記載の流体供給システムにおいて、前記インテークフィルタは、0.2ミクロンフィルタであることを特徴とする流体供給システム。

【請求項 14】

請求項 9 に記載の流体供給システムにおいて、前記加圧源からの空気をろ過するエアフローフィルタをさらに備えることを特徴とする流体供給システム。

【請求項 15】

請求項 9 に記載の流体供給システムにおいて、前記加圧源は、圧力変換器をさらに含むことを特徴とする流体供給システム。

【請求項 16】

脈動なしシースフロー流体をフローサイトメータに供給する流体供給システムにおいて

10

20

30

40

50

、
通気コンテナから流体を引き出し、かつ流体通路に沿ってプレナムチャンバーへと流体を移動させるポンプを含み、

前記プレナムチャンバーは、定圧を有すると共にフローサイトメータへの出力流を有し

、
前記ポンプと前記プレナムチャンバーとの間には、減衰チャンバーとオリフィスとを有する流体脈動減衰器を備え、前記液体通路は、前記減衰チャンバーと前記オリフィスとに順次連通することを特徴とする流体供給システム。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の流体供給システムにおいて、前記ポンプと前記減衰チャンバーとの間に位置する流体通路に沿って、第 2 のオリフィスをさらに備えることを特徴とする流体供給システム。

10

【請求項 18】

請求項 16 に記載の流体供給システムにおいて、前記ポンプと前記脈動減衰器との間に配置されたインテークフィルタをさらに含み、ポンプによって汲み上げられた流体が前記フィルタを通じて移動することを特徴とする流体供給システム。

【請求項 19】

請求項 18 に記載の流体供給システムにおいて、前記インテークフィルタは、0.2 ミクロンフィルタであることを特徴とする流体供給システム。

【請求項 20】

請求項 16 に記載の流体供給システムにおいて、加圧源と、前記加圧源からの空気をろ過するエアフローフィルタをさらに備えることを特徴とする流体供給システム。

20

【請求項 21】

請求項 16 に記載の流体供給システムにおいて、前記加圧源は、圧力変換器をさらに含むことを特徴とする流体供給システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体の流れを調整するためのシステムに関し、より具体的には、液体を通気コンテナからポンプで汲み上げることができると共に、脈動のない流れで液体を器具へと送る液体供給システムに関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

流体分析は、特定の対象の特性を分析するために、調査および臨床応用において使用されている。このシステムでは、粒子の流れがシースフローの中央へと噴射される。その結果、層流は、光学的検出位置を通過し、そこで、その流れは照射され、そして、蛍光発光および/または光散乱が対象の粒子を通過することによって測定される。分類・分析装置において、そのフローストリームは、その後、液滴に分割された対象となる粒子と共に、液滴に分割される。それから、これらの液滴は、興味のある粒子を回復させるために、選出することができるかもしれない。

40

【0003】

そのロバストシースフロー搬送システムの要求は、a) それが必要な流動容量を提供すること、および、b) ごく僅かな小さく一時的な流れの変化を表す、ということである。その流れの変化は、適用を分類する上で特に重要である。対象の分類操作の間、対象は、第 1 の位置で分析されかつ識別され、液滴は第 2 の位置で下流に発生され、液滴は、第 3 の下流位置で分類のためにタグが付され（一般に液滴にチャージする）、そして、液滴は第 4 の下流位置で分類されている（例えば、チャージプレートの間でチャージされたドロップレットを通過させることによって）。その第 4 から第 1 の位置は、流路に沿って分類されている。液滴の分類は、対象評価と、液滴発生と、液滴のチャージおよびずれとの正確な対応関係の一致を要求する。流速が脈動において変化するならば、そのような事象の

50

調整は著しく困難になる。

【 0 0 0 4 】

フローサイトメトリー (flow cytometry) に使用されるシースフローは、一般にリン酸緩衝食塩水 (phosphat bufferd saline) または他の等浸透圧溶液 (isotonic solution) である。そのシースフロー分析システムにおいて、加圧リザーバは、フロー流に供給するために使用されている。調整器は、一定の空気圧を、硬質タンク内のシースフロー液の自由表面上に供給される。高圧システムへの使用のために、このタンクは、通常、ステンレススチールの圧縮タンクとなっている。低圧提供用の場合には、強化プラスチックで形成される。タンクの圧力は、流動分析セルへと導くアウトレットチューブへとタンク内の液体を移動させる。

10

【 0 0 0 5 】

そのような大きさのタンクシステムにおいて、タンク内のシースフロー液上の圧力ヘッドは、タンクの液体レベルが減少するとき、圧力損失の保障のために変更される。なぜなら、サイトメータの流動量の必要量は、そのタンク内の容積に比べて小さいため、容積の変動に関連して圧力変動は緩やかなものとなる。タンク内の液体レベルを減少させることによって生じた圧力変化を保障するために、タンク内の圧力の変化を調整することは、圧力調整器にとって極めて容易である。

【 0 0 0 6 】

このシステムにおいては多数の欠点が存在する。第1に、そのシステムは、大型であり、かつ高価である。第2に、このシステムは、相対的に使用し難い。大型で、重いシースフロータンクの取り扱い、極めて煩わしい。第3に、そのシステムは、柔軟性が欠如している。シースフロー液を変更または追加するために、タンクは、減圧されなければならない。また、接続されていないラインを供給する必要があり、さらにタンクが充填 (空になった後の再充填) および再加圧がなされなければならない。これは、システムの故障時間を招くと共に、システムの実行の堅実さを保証するために、専門技術を要求される。多くの現在のシステムにおいて、その圧力調整器は、タンクの液体レベルの変化に関連する圧力変動を自動的に保障しない。その代わりに、オペレータは、そのシースタンクのレベルが変化したとき、調整器の圧力を調整しなければならない。これは、操作時間を要求されると共に、誤動作を招いている。

20

【 0 0 0 7 】

通気コンテナからポンプによって汲み上げられている脈動のない流体を発生させる方法を提供することが、提案されている。特許文献1は、ポンプの出力流をコントロールする手段を開示している。ポンプの半径方向における速度は、ポンプの回転中に、モータの半径方向の通路の別個の部分の間で、制御される。メモリ、カウンタ、および増幅器によって実行される。これらは、ポンプサイクルにおける別個の点で、ポンプのステッピングモータの速度を制御する。その下降ストローク時間は最小限に抑えられ、かつフローインターラプションフィルタは、上昇ストローク中に流れの中断を抑制する。

30

【 0 0 0 8 】

特許文献2および特許文献3は、出力される液体圧力を安定して供給するための方法および装置を開示している。この装置において、液体は、通気コンテナから液体アキュムレータへとポンプによって汲み上げられる。アキュムレータ内の液体の液器量検出センサは、アキュムレータ内の液体が一定の高さに保持されるように使用されている。アキュムレータのピストンの負のスプリングレートは、アキュムレータ制御スプリング、ダイヤフラムピストン、及び撓み支持センサーレバーの正のスプリングレートの和に等しい。その撓み指示センサーレバーは、アキュムレータダイヤフラムを移動させ、それは、ポンプに信号をトリガーする。このフィードバックループは、液体アキュムレータ内に液体のレベルを一定に保つためにポンプの速度を調整する。

40

【 0 0 0 9 】

【特許文献1】米国特許第6,227,807号

【特許文献2】米国特許第6,017,194号

50

【特許文献3】米国特許第6,200,101号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

これらの解決（溶液）は、通気コンテナからポンプによって汲み上げることを考慮しているが、同一のポンプによる流動を発生させる他の方法が望まれている。

【0011】

本発明の目的は、一定のフローを提供するフローシステムを提供することにある。このシステムは、選択されたユーザが選択し、かつ非加圧型コンテナから供給される。それは、この非加圧型コンテナにおける液面のレベルによって影響されないであろう。

10

【0012】

また、本発明のさらなる目的は、より安価な部材の要求を満たすシステムを提供することにある。そして、そうしたシステムは、軽量であり、かつ小型な作業台スペースしか要求されない。

【0013】

本発明のさらなる目的は、正確なポンプ制御を必要とせず、しかも入手可能なパルスポンプ（pulsile pump）への使用に適するシステムの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の第1の形態は、流体源である貯蔵容器から一定の流体の流れを供給するシステムであって、前記貯蔵容器から流体を汲み上げるパルスポンプと、前記ポンプに流体連通し、流体の脈動を減衰させる脈動減衰器と、前記減衰器からの流体を受けるプレナムチャンパーと、前記プレナムチャンパー内の容積を検出し、前記プレナムチャンパーが特定のレベルより低下したとき前記ポンプを作動させ、前記プレナムチャンパー内の前記流体の容積が特定のレベル以上であるとき、前記ポンプを停止させる容積センサと、前記プレナムチャンパーに液体連通し、前記プレナムチャンパーにおける圧力ヘッドを備えた圧力源と、を備え、前記プレナムチャンパーから出力流を送出することを特徴とする。

20

また、本発明の第2の形態は、供給コンテナから一定の流動液を送出するための流体供給システムであって、供給コンテナから流体を汲み上げる流体ポンプと、前記ポンプにチューブによって連結された減衰チャンパーと、前記流体が前記減衰チャンパーを通過した後に通過するように前記ポンプにチューブによって連結されたオリフィスと、脈動減衰された流れが前記チャンパーに流入するように、前記オリフィスに流体連通するプレナムチャンパーと、前記プレナムチャンパー内の流体レベルを検出すると共に、限定された範囲内で前記プレナムチャンパー内の流体レベルを検出する容積センサと、前記プレナムチャンパーと流体連通し前記プレナムチャンパー内に圧力ヘッドを備える加圧源と、プレナムチャンパーに設けたアウトレットと、を備えたことを特徴とするものである。

30

さらに、本発明の第3の形態は、脈動なしシースフロー流体をフローサイトメータに供給する流体供給システムにおいて、通気コンテナから流体を引き出し、かつ流体通路に沿ってプレナムチャンパーへと流体を移動させるポンプを含み、前記プレナムチャンパーは、定圧を有すると共にフローサイトメータへの出力流を有し、前記ポンプと前記プレナムチャンパーとの間には、減衰チャンパーとオリフィスとを有する流体脈動減衰器を備え、前記流体通路は、前記減衰チャンパーと前記オリフィスとに順次連通することを特徴とするものである。

40

すなわち、上述の本発明の目的は、非加圧型コンテナから液体を引き出すと共に、減衰チャンパーに通じる供給ラインへこの液体を送り出すために、ポンプを使用するシース供給システムを通じて達成されている。液体は、減衰チャンパーにおける排出口からチューブを経てプレナムチャンパーへと流れる。少なくとも一つのオリフィスがポンプとプレナムチャンパーとの間の流れの直径を制限する。その減衰チャンパーとオリフィスとの組み合わせは、ポンプ脈動のための第1衝撃波の抑制装置として機能する。

【0015】

50

液体は、オリフィスを通じてプレナムチャンバーと流れる。このチャンバー内の液体は、チャンバー内の特定の高とさに保持される。圧力変換器は、この液体上の圧力ヘッドを調整する。チャンバー内の液体の高さは、センサーによって決定されるように、ポンプをオンとオフとに切り替えることによって調整される。このプレナムチャンバーは、第2の衝撃波の緩衝器、さらには液流における減衰脈動として機能する。プレナムチャンバーの底部で、排出口は、フローサイトメータ、血液分析器、または一定圧で実質的に脈動フリーに条件付けられた一定の液流を必要とするその他の装置などの分析装置に導く。

【発明の効果】

【0016】

このように、本発明によれば、分析装置に対して脈流のない一定の流れを安価かつ小型なシステムによって提供することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施の形態を詳細に説明する。

本システムは、液体が非加圧型供給コンテナからポンプによって汲み上げられることを可能とし、かつ両ポンプの脈動または供給コンテナにおける液体レベルの変化に従って発生する圧力変化の双方から影響されることなくこの液体を供給する。その液体は、各種の圧力で、分析装置に供給される。

【0018】

ポンプフローの脈動性は、ポンプからの直接的な流れが、脈動を減衰させるための第1の調整を行うことなしに、フローサイトメータの使用に適合可能となるのを妨げており、そのため脈動を減衰させている。減衰なしに、前記液体における脈動は、流れが誘導される他の分析装置または、フローサイトメータの動作に悪影響を及ぼす。

20

【0019】

ポンプの出力が供給コンテナ内の液体の量によって影響されている。その供給コンテナ内の圧力変化（液体が取り出されたときに、コンテナ内の液体のレベルが変化する際の圧力変化）は、ポンプの駆動に影響を及ぼす。2つの脈動抑制装置の使用は、その脈動が分析システムの動作に影響しないように、ポンプの脈動を十分に減衰するために作動する。

【0020】

30

(システムの実施形態)

図1を参照するに、ここに示す概略図は、通気供給コンテナ12におけるシースフロー液14内に配置されたインレットチューブ16を有するパルスポンプを示している。このポンプは、脈動する流れにおける液体を供給する容積位相式ポンプである。通気供給コンテナ12は加圧型でなく、ポンプが駆動中であり、加圧された液体がこのシステムから流出する間は、満たされている。ポンプ10は、通気供給コンテナ12からの液体を汲み上げ、フィルタを介してポンプの管路18へと供給する。この液体は、オリフィス20を経て減衰チャンバー28へとポンプによって送出される。減衰チャンバー28からのシース液の流れは、減衰チャンバー28においてオリフィス32を通じて流出する。液体がオリフィス20を通じて減衰チャンバー28へと汲み上げられたとき、液体はオリフィス32を通じて減衰チャンバー28の外側へと強制的に押し出される。

40

【0021】

液体は、オリフィス32を通じてチューブ30へと流れる。液体は、チューブ30を通じてプレナムチャンバー40へと移動する。減衰チャンバー28は、オリフィス20との組み合わせにおいて、第1の脈動波の抑制装置として作動し、ポンプ10からのフロー脈動の多くを消滅させている。プレナムチャンバー40およびオリフィス32は、第2脈動波の抑制装置として作動し、さらに、ポンプ10からの脈動を減衰させる。

【0022】

プレナムチャンバー40内のシースフロー液38は、規定された範囲内にある高さH1で保持される。シースフロー液38の液体レベルが、フローセンサー52によって決定さ

50

れたとき、流下し始め、信号が接続部 5 6 を経てポンプ 1 0 に送られる。ポンプは作動され、添加された液体はチューブ 1 8 へと汲み上げられる。プレナムチャンバー 4 0 内の液体レベルは、十分な高さに達し、信号は接続部 5 6 を通じて送出され、ポンプを停止させる。フロートセンサ 5 2 および接続部 5 6 には、電氣的制御装置 5 7 を含めることができ、その装置はフロートセンサ 5 2 からの信号を受信すると共に、その信号をポンプ 1 0 に送信する。

【 0 0 2 3 】

プレナムチャンバー 4 0 内の液体上の圧力ヘッドは、圧力調整器 5 0 によって制御される。圧力調整器は、インレット 5 1 を通じてプレナムチャンバー 4 0 へと圧力を導入する。加圧ガスは、圧力調整器 5 0 からチューブ 5 3 を通じてプレナムチャンバー 4 0 へと導かれる。加圧ガスは、プレナムチャンバー 4 0 に流入する前に、デミスターフィルタ 5 5 を通じて流動する。プレナムチャンバー 4 0 上の圧力ヘッドは、定位置に保持されている。液体の自由面上に供給された圧力は、液体をプレナムチャンバーから出口 4 1 を通じて分析装置に導くチューブ 4 2 へと移動させる。このシステムは、ベント型または非加圧型のコンテナから液体が導出されるのを可能とし、かつ供給コンテナ内の液体が変化するレベルによって、ポンプの脈動および圧力変動のいずれにも影響されることなく、その液体を、特定の圧力でフローサイトメータまたは他の分析装置へと供給する。その供給タンクは、プレナムチャンバーがシース液の流れをそのシステムに供給している間は交換可能である。このことは、プレナム内の液体レベルが、設定された高さの許容誤差内に存在する限りは、流れを阻害することなく生じる。

【 0 0 2 4 】

システムの形態

システムの一つのモデルが、本システムのより良好な理解を提供するために、詳細に説明されている。このモデルは、性能を予想すると共に、システムと共に使用される構成の変更に適合することが可能である。従って、そのポンプの仕様が知られているならば、このモデルは他の要素（例えば、チャンバーの寸法、オリフィスの寸法等）の条件を決定するために、この情報を使用することができる。

【 0 0 2 5 】

このモデルにおいて、単一のオリフィスの使用が検討されている。この実施形態が図 2 に図解されている。ポンプ 1 0 は、AC 電源供給部としてモデル化されている。インダクタ 6 0 および第 2 の抵抗 6 2 は、ポンプ 1 0 から減衰チャンバー 2 8 に至る管の特性となっている。減衰チャンバーは、キャパシタ 6 4 としてモデル化されている。オリフィスは、抵抗 6 6 としてモデル化され、減衰チャンバーとプレナムチャンバーとを接続する管は、インダクタ 6 8 および抵抗 6 7 としてモデル化されている。プレナムチャンバーは、キャパシタ 7 0 としてモデル化されている。プレナムチャンバーを通過するパイプは、インダクタ 7 2 として作用し、抵抗 7 3 およびフローセルにおいて液体が流れるノズルは、抵抗 7 4 となっている。圧力調整器 5 0 は、接続点 8 4 および 8 6 によってシステムへと接続されている。圧力変換器 9 0 のフィードバック制御は、接続点 8 2 として示されている。このモデルの液体減衰は、分析されている。その破線の外の要素は、このモデル分析装置に一体的に設けられていない。

【 0 0 2 6 】

電氣的回路のモデルは、流体システムに適用することができる。アナログ電子回路としてモデル化された本シース液体システムは、図 2 に示される。図 2 において、記号 R, L および C は、システムの流体要素の抵抗、インダクタンス、およびキャパシタンスをそれぞれ示している。抵抗は、流動抵抗であり、インダクタンスは流れの運動量を表し、キャパシタンスはコンテナ内の容量の機能として圧力の変化の程度を表している。

電氣的および流体モデルは、電氣的原理を流体の動作に類比することができる。各エレメント（抵抗、インダクタンスおよびキャパシタンス）の値は、各流体的要素の物理的寸法だけでなく、流体の物理的な特性（例えば、粘度）に依存している。

【 0 0 2 7 】

抵抗は、粘性抵抗または対流加速のいずれか一方から発生する。圧力低下、容積測定の流れ率およびパイプを通過する完全発達流の粘性抵抗の関係は、オームの法則に類似している。すなわち、

$$V = I R : P = Q R$$

ここで、電圧 V は、圧力 P に類似し、電流 I は、流動抵抗 R に類似している。

【0028】

円形断面のパイプを通過する完全発達流の粘性抵抗は、次の式によって与えられる。すなわち、

$$R = 128 \mu L / d^4$$

ここで、 μ は流体の動的粘性であり、 L は、パイプ（円形断面のパイプ）の長さ、および d はパイプの直径である。対流加速の場合、流動抵抗は、流体の運動量の急激な変化によって生じる。流体力学の要素にこのモデルを当てはめると、オリフィスに関して、オリフィスの一方から他方への圧力の低下は、流れの速度の二乗に比例する。

【0029】

しかしながら、速度に関する小さな変動（流体の脈動を伴う場合のように）に対し、オリフィスと即との間の関係は、周波数分析器を容易にするために、線形化される必要がある。電流モデルにおいて、オリフィスおよびノズルに関し、その線形化された抵抗値は、メーカーのデータおよび速度の経験的測定値から導き出される。

【0030】

インダクタンスは、特定の流体要素（パイプのような）を通過する流体塊の部分的加速から発生する。長さ L と面積 A の通路を通過する流体のインピーダンスに対する関係は、ニュートンの第2法則から分析される。すなわち、

$$F = m a : P = (L / A) \cdot (D Q / D t)$$

ここで、 F は力、 m は質量、 a は加速度、および ρ は流体の密度である。前記式においてコロンの右側の式に表される関係は、電氣的インピーダンスに対するファラデー/ヘンリーの関係に類似している。すなわち、

$$v = L (D I / D t) : P = (L / A) (D Q / D t)$$

【0031】

この関係から、長さが L で、直径が d の円形のパイプのインピーダンス (L) が次の式によって与えられるということが分かる。すなわち、

$$L = 4 L / d^2$$

【0032】

流体回路におけるキャパシタンスは、2つの主な流体源から発生する。(1) 固体を封入した壁体またはチューブの変形（伸展性）；(2) 流体位相の圧縮性。液体ウォーターが唯一の位相である場合において、キャパシタンスの主な流体源は、一般に(1)から得られる。しかしながら、比較的低い圧力の圧縮性ガスが与えられた場合、タイプ(2)のキャパシタンスは、常にコンテナの変形の影響を支配する。これは、特にコンテナが剛性部材によって形成されている場合には、顕著である。本システムにおいて、減衰チャンバーは、圧縮性ガスのヘッドを有し、タイプ(2)の結果が支配している。タイプ(2)のキャパシタンスに関する数式は、質量保存の法則と理想気体の法則とから直接的に導かれる。その結果は、電氣的キャパシタンスに関するマックスウェルの関係に類似している。すなわち、

$$I = C (D V / D t) : Q = (v / P) (D P / D t)$$

ここで、ガスの容積の割合 v 、平均圧 P は、流体キャパシタンス C である。この圧力に関する十分に小さい変動に関し、この割合は、一定であるとみなされており、システムの線形の扱いを可能としている。高さ H 、直径 D の円筒状の空気の容積に関し、その流体キャパシタンスは、次式のように表現される。

$$C = H D^2 / 4 P$$

【0033】

物理的パラメータに関して定義された流体要素により、図1の回路は、以下の [Hayt e

10

20

30

40

50

t al., 1986]に示すように、フェザー・フォーム (phasor form) に変換される。この回路の目的は、直流および交流の双方で入力されたとき、定電圧の出力を生成することである。回路の線形性を与えるとき、われわれは入力信号の時間依存部分のゲインを単に考慮する (最小化する) だけで良い。これを行うことにより、図 2 に示す回路は、図 3 に示すような複素数を含んだ位相ベクトル、周波数領域形態において再構成される。ここで、 w は周波数 (ラジアン / 秒で与えられる) である。位相ベクトル形態において、図 3 に示すような複素数インピーダンスは、キルヒホッフの電流、電圧則の使用を通じて操作され、システムのゲインに対する以下の変換機能を生成する。すなわち、

$$V_{OUT} / V_{IN} = Z_2 Z_4 / \{ Z_1 Z_2 + (Z_1 + Z_2) (Z_3 + Z_4) \}$$

ここで、

$$Z_1 = R_1 + j \omega L_1$$

$$Z_2 = 1 / j \omega C_1$$

$$Z_3 = R_2 + j \omega L_2$$

$$Z_4 = (R_3 + j \omega L_3) / (1 - \omega^2 C_2 L_3 + j \omega C_2 R_3)$$

【0034】

モデルの分析的適用例

インピーダンスに関する物理的な値は、シース供給用の回路基板の大よその寸法に基づいて積算される。これらの値は、75 ps i のシステム圧力のためのテーブル 1 において与えられている。ここには示さないが、45 ps i および 12 ps i の操作圧力についても考慮されている。オリフィスの抵抗は、7% デューティサイクルで操作されているとき、約 80 ml / min のポンプ流動率に基づいている。モデルの作動流体は、水と空気である (水は、本モデルに対して十分であるシースフローとして一般に使用されている緩衝生理食塩水溶液の粘度と実質的に同一の粘度を有している)。20 での水の濃度および動粘度は、998 kg / m³ であり、かつ 10.03 E - 4 - Pa * s である。

【0035】

図 4 は、操作圧の機能としてプレナムシース供給の脈動フィルタリング性能を示している。極が存在することが二次システムの特徴である。75 ps i では、この極、すなわち、共振点は約 1.65 Hz で発生する。より低い圧力、粘度抵抗および増大した空気圧縮率は、極のゲインと共振周波数は減少する。これは、与えられたポンピング周波数に対してより低い圧力で改善された減衰性能をもたらす。

【0036】

現在のポンピング周波数である 4.36 Hz では、そのゲインは 75 ps i において、約 4.96 E - 3 となる。このシステムは、テーブル 1 に示すように、減衰器とプレナムチャンパーとの間に制限されている Air Logic, San Jose, California の 0.012 インチの直径のオリフィスを使用している。しかしながら、減衰器における緩やかな改善が、より小さいオリフィスの選択によって得られている。図 5 は、減衰器の性能におけるオリフィスの影響を示している。オリフィスを、0.012 の直径から 0.010 の直径に変更することによって、減衰量は、75 ps i において 2.35 E - 3 へと低下する。より高い周波数において、ゲイン曲線は、図 5 に示すように一つの曲線上で漸近的に減衰するが、オリフィスサイズの変更は、低周波で最も大きな効果が出る。より高い周波数において、ゲイン曲線は、図 5 に示すように一つの曲線上で漸近的に減衰する。しかしながら、低周波での性能の低下は、一般に低周波ポンプ (またはポンプの操作) で最も回避されることを示している。

【0037】

システムの減衰は、 V_{in} に対する V_{out} の比率の検査によってさらに改善することができる。 Z_1 と Z_3 における増大は、これらの項が分母に現れるときにのみ、減衰を改善する直接的な手段を提供する。 Z_3 (R_3 を経て) は、既に、システム内の最大のインピーダンスからはるかに離れており、減衰の最も容易な改善は、抵抗値 62 を増大させることによって Z_1 を増大させることにより達成される。図 6 は、減衰タンクの前に配置されたシースラインにおける第 2 エアーロジックの 0.01 インチの直径のオリフィスを配置す

10

20

30

40

50

ることの影響を示している。オリフィスを付加した結果、4.36 Hzにおいて、ゲインは 2.35×10^{-3} から 1.42×10^{-4} へと低下し、0.014%の脈動減衰が生じた。 1×10^{-3} より良好な脈動の減衰は、フローサイトメトリーの性能に対して十分であると思われる。

【0038】

【表1】

記	パラメータ	単位	値	直径	長さ
電圧/圧力	V	Pa	75	NA	NA
電流/流動率	Q	cm ³ /min	6	NA	NA
シーライン抵抗	R1	Pa*min/cm ³	1.539	.3175/.47625	20/15
オリフィスライン抵抗	R2(1)	Pa*min/cm ³	32.17	0.15875	30/30
オリフィスライン (mfg. data)	R2(2)	Pa*min/cm ³	73.05	0.03048	NA
フローセルライン抵抗	R3(1)	Pa*min/cm ³	348.7	198.12/35.56/91.44	0.15875
フローセル抵抗 (est.)	R3(2)	Pa*min/cm ³	80090.18	NA	NA
シーライン インダクタンス	L1	Pa*min ² /cm ³	0.5597	.3175/47625	20/15
オリフィスライン インダクタンス	L2	Pa*min ² /cm ³	2.519	0.15875	30/30
フローセルライン インダクタンス	L3	Pa*min ² /cm ³	27.29	198.12/35.56/91.44	0.15875
減衰タンク キャパシタンス	C1	Cm ³ /Pa	1.81E-02	6.3	5
プレナムタンク キャパシタンス	C2	Cm ³ /Pa	9.04E-03	6.3	2.5

【0039】

表1は、流動体要素の物理的な値を示すと共に、それらのアナログ電気的要素のパラメータへの変換を示しており、その変換は、定常状態における6ml/minの容量測定流動率において75psiで操作するプレナムシー供給システムへの変換となっている。

【0040】

図7は、モデルを実施するために設計されたシステムを示している。図7はシステムのスタンドアロンバージョンを示しており、そのシステムは種々の機器における分析システムに搭載することができる。

【0041】

図7を参照するに、バックプレートには、ベースプレート31が搭載されている。バックプレートはアルミニウム製の取り付けプレートとなっており、また、ベースプレート31はPVCによって形成されている。プレナムチャンバ40および減衰チャンバ28は、ベースプレート31として同一の素材によって形成されると共に、それらはバットレス溝を用いてベースプレート31に固定されている。Oリングは、ベースプレートの受け面にプレナムチャンバ40の端部と減衰チャンバ28とをシールするために使用されている。これは、各チャンバに対して確固なシールを確保し、かつ75psiで、漏出防止性能を提供する。より高いpsiでの漏出防止性能が望まれているが、検査されてい

ない。

【 0 0 4 2 】

このシステムでは、ポンプ 10 は、シースフロー液 14 を収納している非加圧型コンテナ 12 から液体を引き出す。この液体は、ポンプ 10 に導かれているポンプインレット 11 に接続されるチューブ 16 へと引き出される。システムの機器に対して選択されたポンプは、KNFNF 1.30 のダイヤフラムポンプである。流体はアウトレット 13 を経てインレットに接続されているチューブ 16 へと移動する。インレット 17 は、フィルタ 15 へと流体を方向付け、圧力調整要素および分析装置に流体が流入する前に、特定の物質が流体から取り除かれるのを確保する。この装置の一つの器具において、フィルタは、Pa 11 Ultipor N66 0.2um フィルタである。フィルタ 15 を通過した後、流体はチューブ 18 へと流入する。

10

【 0 0 4 3 】

チューブ 18 は減衰チャンバー 18 に導かれている。そのインレット 20 および減衰チャンバー 28 の出力流 32 は、オリフィスを含んでいる。インテグラル 0.01 インチのエアーロジックオリフィスは、ひとつの器具に使用されている。その減衰チャンバーと一つまたはそれ以上のオリフィスとの組み合わせは、ポンプからの脈動の実質的な調整を考慮している。液体はオリフィス 32 から流出し、それがプレナムチャンバー 40 に達する前に、流体の流れをさらに調整する。一つの器具において、全ての液体ラインは、0.0625" - I.D., 10-32 のホースバブフィッティング (hose barb fittings) を用いて接続されている。

20

【 0 0 4 4 】

流体は、プレナムチャンバー 40 から、アウトレットバブ 41 を介してプレナムチャンバー 40 に接続されたアウトレットホース 42 へと流れる。アウトレット干す 42 は、シースフロー液を分析機器 (図示せず) へと移動させる。そのシステムは、設定された許容範囲内にプレナムチャンバー 40 内の圧力を維持するために、気体加圧システムを含んでいる。気体インテークホース 71 は、圧力調整器 50 の気体吸引ポート 72 に連なる気体の吸引口を備えている。制御された圧力で、気体 (例えば空気) は出力流ポート 73 を経てチューブ 74 へと導かれる。加圧された気体は、チューブ 74 を経てデミスターフィルタアッセンブリへと移動する。これは、減圧状態で、プレナムチャンバーから吸い出している気体が、調整装置を損傷させたり、あるいはその他でシステムの性能に影響を及ぼしたりする液体を含まないことを保証する。このシステムは、特定のものが全くプレナムチャンバーに導入されないことを確保する。デミスターフィルタから導出される出力流チューブ 53 は、カップリング 51 を通じてプレナムチャンバーに接続される。圧力伝送装置 90 は、プレナムチャンバー 40 内の圧力を測定し、電子回路のリンクを介して圧力変換器へこの測定値を伝送する。

30

【 0 0 4 5 】

この発明の中の一つの器具において、調整された空気は、コントロールエアタイプ (Control Air type) 900EX - 圧力調整器を用いてシステムに供給される。SMC NAFM/N AF 2000 デミスター/エアフィルタは、圧力緩和動作中に水蒸気が圧力調整器を損傷させるのを防ぐために、圧力調整器とプレナムチャンバーとの間に配置されている。テスコム (Tescom) 100-100-2127 の圧力変換器は、プレナムチャンバーにおける動作圧力を計測するために使用される。

40

【 0 0 4 6 】

そのシステムもまた、高い許容範囲内で、プレナムチャンバー 40 における液体レベルを維持するために、ポンプを駆動、停止することによってポンプによる流動を調整するためのシステムを含んでいる。センサ 52 からの信号は、ワイヤ 56 を介して伝達される。ワイヤ 56 は、リレイ 57 へと伝達される。そのリレイ 57 は、プレナムチャンバー内のレベルが選択されたレベルを下回るとき、ポンプ 10 を作動させるように電子的にポンプ 10 にリンクされ、かつ液体レベルが前述の選択レベルであるとき、ポンプ 10 を停止させる。これは、設定された許容誤差内に液体のレベルを維持する。本発明の中の一つの器

50

具において、ポンプへの電力は、プレナムチャンバーにおける液体レベルを維持するために、GEMS LS-300のフロートスイッチによりリレーを介して制御される。

【0047】

この典型的なシステムに変わる多数の配列が予想される。そのシステムは、スタンドアロンの装置であっても良く、また、フローサイトメータあるいはその他の分析システムの一部として組み込むことも可能である。このシステムが大型システムの部分として提供される場合には、システムの要素の全てを回路基板の一面に存在させても良い。スタンドアロンシステムとして、その要素が回路基板の一面または両面に存在させることも可能である。加えて、電子制御は、システムの休止中の電子回路に連結しても良い。

【0048】

本装置の種々の用紙に対して複数の交換可能なものが存在する。フロートセンサとして表された流体レベルセンサは、光センサあるいはコンテナ内の流体レベルを決定する他の装置であっても良い。空気圧調整もまた、プレナムチャンバーが一定圧で維持されるのを可能にする要素のいかなる組み合わせであっても良い。複数の異なる素材が本装置に適用可能である。プレナムチャンバーにおける気体は、タンクから供給されたものあるいは空気のいずれであっても良い。吸引に先立って、気体およびシースフロー液は、プレフィルタをつうじて引き出されることが可能である。その他の交換により、特定の用途に対して本システムを採用することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】一つの液体調整システムの概略を示す図である。

【図2】前記システムの一例の概略を示す図である。

【図3】図2の複素位相ベクトルの形態を示す図である。

【図4】異なる周波数でポンプを操作するシース脈動の減衰を示すグラフである。

【図5】異なるポンプ周波数で異なるサイズのオリフィスに対するシースフロー脈動を加えた場合の減衰を示すグラフである。

【図6】単一または二つのタンデムオリフィスを含むシステムに対する異なる周波数でシースフロー脈動を加えた場合の減衰を示すグラフである。

【図7】本発明の一実施形態を示す図である。

【符号の説明】

【0050】

- 10 ポンプ
- 12 通気供給コンテナ
- 14 シースフロー液
- 15 フィルタ
- 16 インレットチューブ
- 18 管路
- 20 オリフィス
- 28 減衰チャンバー
- 30 チューブ
- 32 オリフィス
- 38 シースフロー液
- 41 出口
- 42 アウトレットホース
- 50 圧力調整器
- 51 インレット
- 55 デミスターフィルタ
- 90 圧力変換器

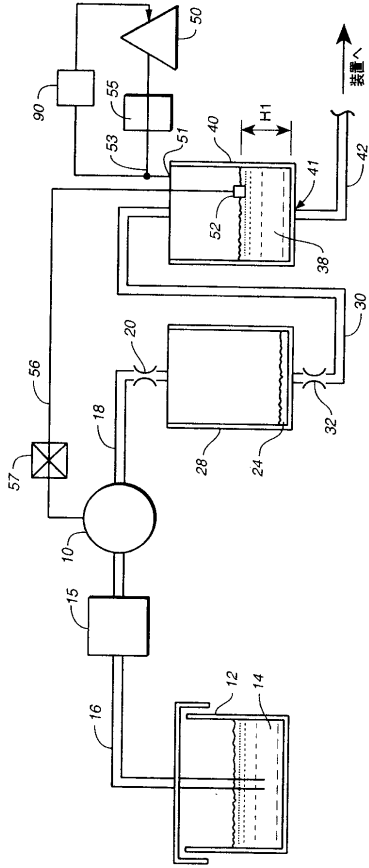
10

20

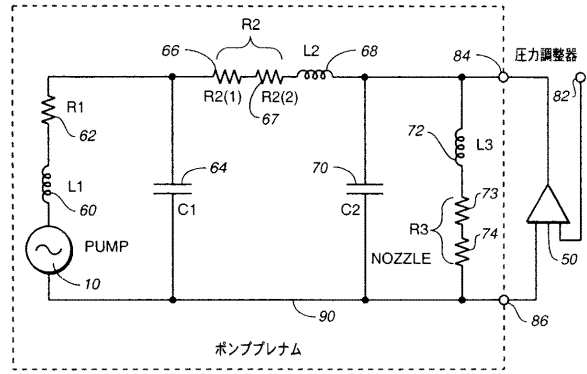
30

40

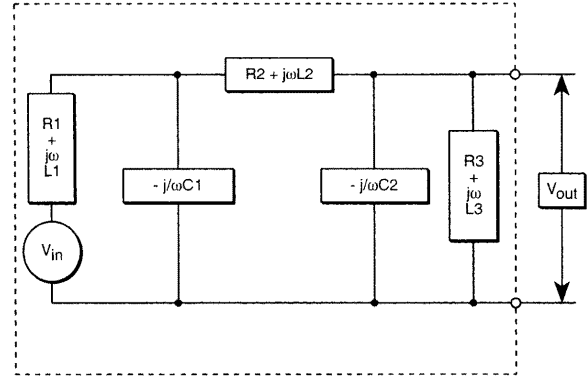
【図1】



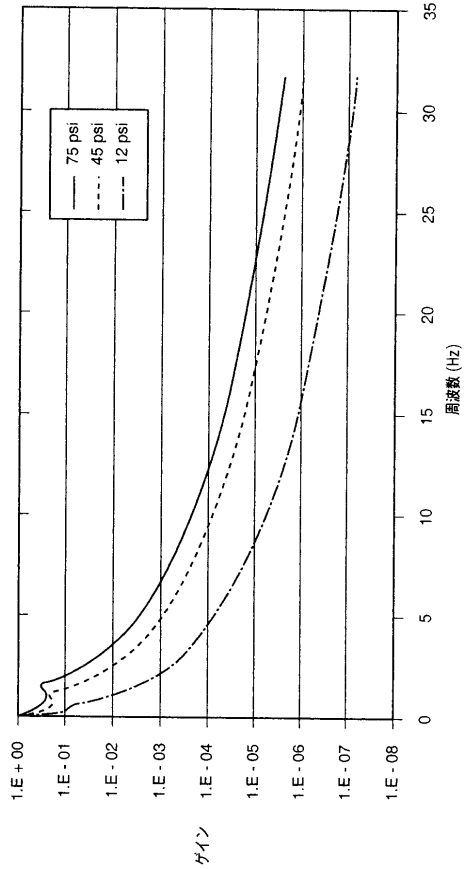
【図2】



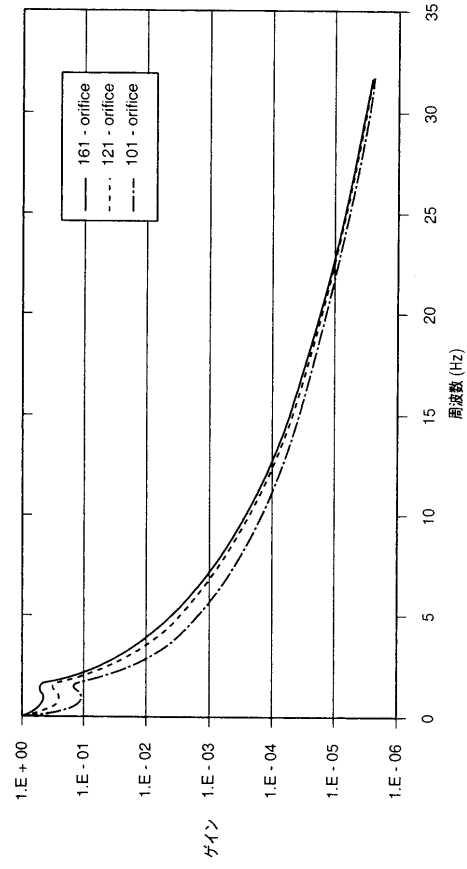
【図3】



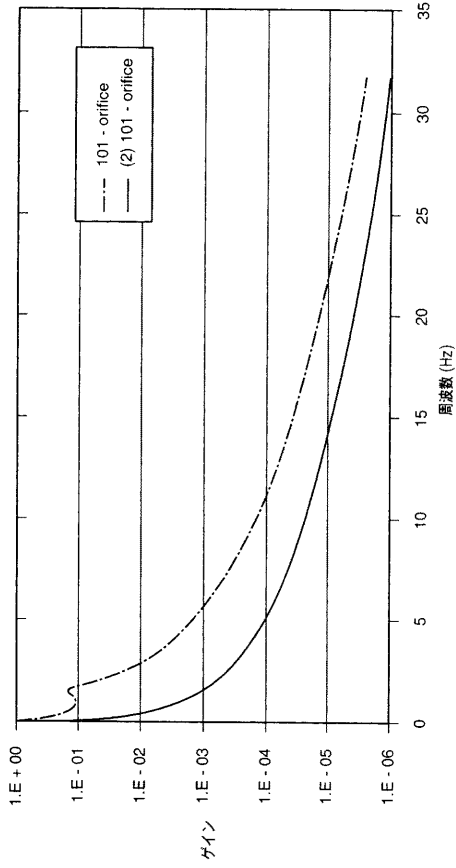
【図4】



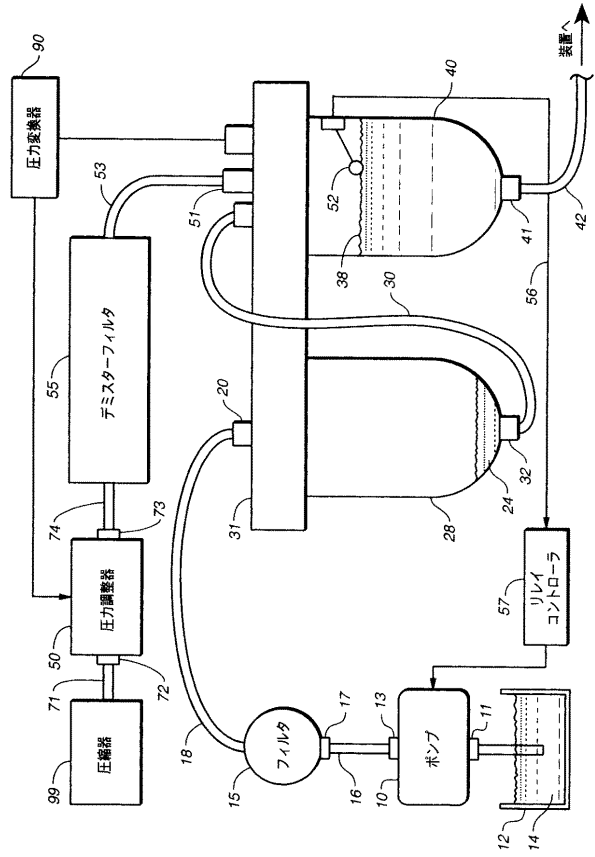
【図5】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(74)代理人 100088915

弁理士 阿部 和夫

(72)発明者 デビッド アール・ブラン

アメリカ合衆国 95112 カリフォルニア州 サンノゼ ノース ファースト ストリート
460 ナンバー3

(72)発明者 ピアース ノートン

アメリカ合衆国 95037 カリフォルニア州 モーガン ヒル オーク リーフ ドライブ
17100

審査官 長谷 潮

- (56)参考文献 特開平10-227280(JP,A)
特開2000-162014(JP,A)
実開昭49-150282(JP,U)
特開2000-250634(JP,A)
特開平06-211988(JP,A)
特開2001-296233(JP,A)
特開2000-321111(JP,A)
特開平02-190700(JP,A)
米国特許第5915925(US,A)
米国特許第3557608(US,A)
特開平01-118749(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 1/00
G01N 15/00 - 15/14
G01N 33/48 - 33/49