

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010 年 9 月 16 日(16.09.2010)

(10) 国際公開番号
WO 2010/103900 A1

- (51) 国際特許分類:
F04B 49/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/052432
- (22) 国際出願日: 2010 年 2 月 18 日(18.02.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-057656 2009 年 3 月 11 日(11.03.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 新日本石油株式会社(NIPPON OIL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058412 東京都港区西新橋一丁目 3 番 1 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 渡辺 裕朗 (WATANABE Hiroaki) [JP/JP]; 〒2310815 神奈川県横浜市中区千鳥町 8 番地 新日本石油株式会社内 Kanagawa (JP). 井深 丈 (IBUKA Takeshi) [JP/JP]; 〒2310815 神奈川県横浜市中区千鳥町 8 番

地 新日本石油株式会社内 Kanagawa (JP). 秋本 淳 (AKIMOTO Jun) [JP/JP]; 〒2310815 神奈川県横浜市中区千鳥町 8 番地 新日本石油株式会社内 Kanagawa (JP).

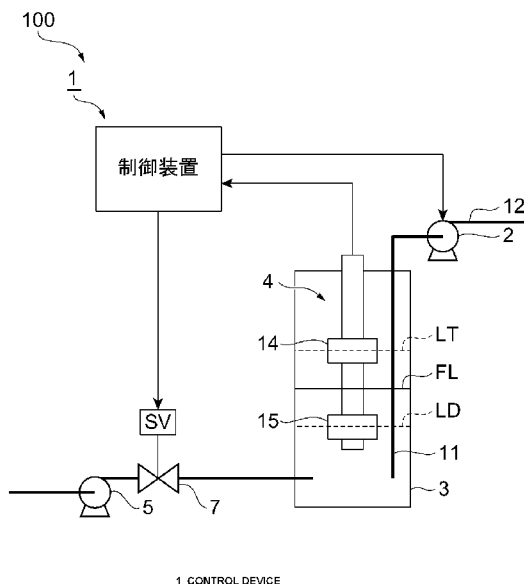
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA Yoshiaki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 9 階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: MINIMAL FLOW RATE LIQUID PUMP CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 微小流量液体ポンプ制御装置

[図1]



(57) Abstract: Provided is a minimal flow rate liquid pump control device wherein the cost thereof can be reduced, and a minimal flow rate can be controlled with high accuracy. The amount of liquid within a liquid level adjuster (3) is measured to obtain measured values including the amount of reduced liquid, the average amount of reduced liquid, etc. In the range of minimal flow rate, it is difficult to directly measure the flow rate of liquid because the flow rate is infinitesimal. However, the total amount of liquid can be measured after the elapse of a certain period of time. Therefore, the measured value is compared with a value calculated on the basis of an instruction value, so that the difference between the actual amount of the transferred liquid and the calculated amount of the transferred liquid can be obtained. Further, if there is a difference therebetween, the instruction value is corrected to improve the accuracy of control of the flow rate. Further, the liquid level adjuster (3) which stores the liquid of a pump (2) is extremely less expensive than a expensive pump or flow rate measuring device. This prevents the cost for the entire system from increasing.

(57) 要約:

[続葉有]



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

コストを抑えると共に微小流量の制御を高い精度で行うことができる微小流量液体ポンプ制御装置を提供する。液面調整器 3 内における液体の量を測定することによって、液体の減少量やその減少量の平均値などの測定値を得る。微小流量範囲においては送液流量自体が微量であるため直接測定することは困難であるが、ある程度時間が経過すれば合計の送液量は測定可能な程度の量となる。従って、測定値と指令値に基づく演算値とを比較することによって、実際の送液流量と演算上の送液流量との間のずれを把握する。また、両値にずれがあった場合は指令値を補正することによって、流量制御の精度を向上させる。また、ポンプ 2 の液体を貯留する液面調整器 3 が高価なポンプや流量測定値に比して非常に安価であり、システム全体のコストが上がってしまうことを防止する。

明 細 書

発明の名称： 微小流量液体ポンプ制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、ポンプの制御を行う微小流量液体ポンプ制御装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、省資源及び地球温暖化抑制の観点から世界的に化石燃料の使用を減らすことが求められており、そのひとつの解決策として燃料電池が開発されている。また、燃料電池の特色を生かすため、その普及は家庭設置型の小型のものが主流となっている。ここで、中大型の燃料電池システムに比べて発電量の小さな燃料電池システムにおいては、燃料や水の時間当たりの送液量が非常に小さくなっている。また、使用する部品の部品単体コストの全体システムのコストに及ぼす影響も小型燃料電池の場合には非常に大きく、高精度であっても高コストな部品はその普及過程においては使用することができず、安価で高精度な送液ポンプの開発が求められていた。そして、従来のポンプとしては、ダイヤフラム型やハイセラ型ポンプや電磁駆動式ポンプを燃料電池システムに適用したものが知られていた（例えば、特許文献 1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 0 7 - 1 8 9 5 3 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、ダイヤフラム型、ハイセラ型、電磁ポンプなどのポンプは、いずれも経年劣化などによる流量の変化が懸念されていた。従って、流量精度を向上させるべく流量測定器を接続し、測定した流量により制御を行うこともなされていたが、流量が比較的大きな領域では、オーバル式、ピストン式などの流量測定器を用いることができるが、流量測定器は一般的に高価

であり、実用装置のコストを削減する上では大きな問題があった。また、これらの流量測定器では微小流量を測定することが困難なため燃料電池システムに適用するための十分な精度が得られないという問題があった。更に、試験室的に微小流量を送液するためには化学分析機器などで使用されるダブルプランジャ型ポンプ（高速液体クロマトグラムなどで使用）が使用されているが、非常に高価であり燃料電池システムに適用した場合にコストが高くなってしまいうという問題があった。

[0005] 本発明は、このような問題を解決するためになされたものであり、コストを抑えると共に微小流量の制御を高い精度で行うことができる微小流量液体ポンプ制御装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上述の課題を解決するため、本発明に係る微小流量液体ポンプ制御装置は、目標とする送液流量を指令値としてポンプに出力することによって、ポンプの送液流量を制御する微小流量液体ポンプ制御装置であって、ポンプで送液される液体を貯留する貯留部内の液体の量を測定することによって得られる測定値と、指令値に基づいて演算を行うことによって得られる演算値とを比較することによって、指令値を補正することを特徴とする。

[0007] この微小流量液体ポンプ制御装置では、送液される液体を貯留する貯留部内における液体の量を測定することによって、例えば液体の減少量やその減少量の平均値などの測定値を得ることができる。微小流量範囲においては送液流量自体が微量であるため直接測定することは困難であるが、ある程度時間が経過すれば合計の送液量は測定可能な程度の量となる。従って、貯留部の液体を測定することにより得られた測定値と指令値に基づく演算値とを比較することによって、実際の送液流量と演算上の送液流量との間のずれを把握することができる。また、両値にずれがあった場合は指令値を補正することによって、流量制御の精度を向上させることができる。また、ポンプの液体を貯留する貯留部は高価なポンプや流量測定器に比して非常に安価であり、システム全体のコストが上がってしまうことを防止することができる。以

上によって、コストを抑えると共に微小流量の制御を高い精度で行うことができる。

[0008] また、本発明に係る微小流量液体ポンプ制御装置では、送液流量が 1 g/min 以下であることが好ましく、このような微小な範囲の流量を制御した場合に、他の制御装置よりも特に高い精度で流量制御をすることができる。

[0009] また、本発明に係る微小流量液体ポンプ制御装置では、電気式液面計で貯留部内の液面を検知することによって、測定値を得ることが好ましい。電気式液面計で液面を検知することによって、高い精度で測定を行うことができ、これによって、流量制御の精度を向上させることができる。

[0010] また、本発明に係る微小流量液体ポンプ制御装置では、測定値は貯留部からの液体の減少量であると共に、演算値はポンプで送液される液体の目標送液量であり、指令値を時間積分することによって目標送液量を演算することが好ましく、また、測定値は貯留部からの液体の減少量の時間当たりの平均値であると共に、演算値はポンプで送液される液体の目標送液量の時間当たりの平均値であり、指令値の平均値を求めることによって目標送液量の時間当たりの平均値を演算することが好ましい。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、コストを抑えると共に微小流量の制御を高い精度で行うことができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1] 本発明の実施形態に係る微小流量液体ポンプ制御装置を適用したポンプシステムの構成を示す図である。

[図2] 本実施形態に係る微小流量液体ポンプ制御装置の制御処理を示すフローチャートである。

[図3] ポンプに対して出力する指令値の一例を示す線図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面を参照して、本発明に係る微小流量液体ポンプ制御装置の好適な実施形態について詳細に説明する。

- [0014] まず、本発明の実施形態に係る微小流量液体ポンプ制御装置 1 の構成を説明する。図 1 は、本発明の実施形態に係る微小流量液体ポンプ制御装置 1 を適用したポンプシステム 100 の構成を示す図である。図 1 に示すように、ポンプシステム 100 は、微小流量液体ポンプ制御装置 1、ポンプ 2、液面調整器（貯留部） 3 を備えて構成されている。このポンプシステム 100 は、入力された目標流量にあわせてポンプ 2 を制御することによって液面調整器 3 内の液体を所望の流量だけ送液する機能を有している。このポンプシステム 100 では、例えばガソリンなどの揮発性の高い液体では使用できないが、水を含む様々な液体に適用することができる。ここで、このポンプシステム 100 が最も適しているのは、液体炭素水素燃料や合成燃料などの化石燃料を用いる燃料電池システムであり、炭素含有量 80 質量%以上、90 質量%以下の炭化水素燃料を使用することが望ましい。
- [0015] このポンプシステム 100 の送液の密度が変化する場合、容積流量は制御することができるが、密度の変化により重量流量での制御は困難であり、15℃における密度が0.7 g/cm³以上、0.9 g/cm³以下の炭化水素燃料を使用することが望ましい。更に、送液の動粘度はあらゆる種類のポンプの送液性能に影響を与えることが知られており、ポンプシステム 100 では、ポンプ 2 として電磁駆動式ポンプを適用した場合は、その特徴を踏まえ、送液の30℃における動粘度が1.0 mm²/s以上、5.0 mm²/s以下の炭化水素系液体を使用することが望ましい。
- [0016] 燃料電池システムの燃料の送液では、ポンプ、配管部材からの硫黄分の溶出が問題になる場合があるが、本発明ではポンプ 2 の接液部の材質を適切に選定することにより、送液中の全硫黄化合物基準で10質量ppm以下の硫黄化合物を有する炭化水素系液体を使用することが可能である。
- [0017] また、ポンプシステム 100 では、適用流量範囲の上限値は特に限定されないが、使用流量範囲の流量値基準で±5%以内の流量精度を考慮すると、単一のポンプでは10 g/min、より好ましくは5 g/minとすることが好ましい。そして、適用流量範囲として微小流量範囲である1 g/min

以下の範囲では、従来のポンプシステムに比して特に優れた精度で流量を制御することができる。この場合、適用流量範囲の下限値は、 0.2 g/min 、より好ましくは 0.3 g/min とすることが好ましい。

[0018] ポンプ2は、微小流量液体ポンプ制御装置1からの制御信号を受信することによって、液面調整内の液体を送液する機能を有している。このポンプ2は、特にタイプは問わず、ダイヤフラム型ポンプやハイセラ型ポンプや電磁駆動式ポンプなど、種々のタイプのポンプを用いることができる。このポンプ2は、液面調整器3内の液体に浸漬された入口流路11から液体を取り込むと共に出力流路12から液体を供給することができる。

[0019] 液面調整器3は、ポンプ2の上流側に配置されて当該ポンプ2で送液される液体を貯留する機能を有している。一般的に液面調整器は、ポンプの吸引圧力を安定化させるために組み込まれるものであり、フロートに機械的に連動されたバルブによって、低液面になった場合にバルブを開いて液体を充填し、一定液面になった更にフロートを上昇させて、連動したバルブを閉じることによって液体の充填を停止する機構を備えている。このような液面調整器は、従来流量の比較的大きな範囲のポンプシステムに用いられるものであり、微小流量のポンプシステムには用いられていなかった。しかしながら、本発明では、ポンプ2の吸引圧力安定化のみならず、実際の送液流量を測定することを目的とし、従来の液面調整器に新たに液面検知機構4を備えた液面調整器3を適用する。

[0020] 具体的に、液面調整器3内には、液体の液面FLの液面を検知するための液面検知機構4が設けられている。この液面検知機構4には電気式液面計が適用されており、例えば、液面FLの上位液面位置LTに設置されたフロートスイッチ14と、液面FLの下位液面位置LDに設置されたフロートスイッチ15によって構成されている。フロートスイッチ14は、液面FLが上位液面位置LTに達したときに微小流量液体ポンプ制御装置1に電気信号を出力する機能を有し、フロートスイッチ15は、液面FLが下位液面位置LDに達したときに微小流量液体ポンプ制御装置1に電気信号を出力する機能

を有している。なお、電気式液面計は、フロートタイプのセンサを用いたものに限定されず、例えば、光学式のものをを用いてよい。このように、電気式液面計で液面を検知することによって、高い精度で測定を行うことができ、これによって、流量制御の精度を向上させることができる。

[0021] なお、液面調整器 3 の底面側には、液面調整器 3 に液体を供給するためのフィードポンプ 5 が取り付けられており、フィードポンプ 5 と液面調整器 3 とフィードポンプ 5 との間には、バルブ 7 が設けられており、微小流量液体ポンプ制御装置 1 からの制御信号に従ってバルブ 7 を開閉することによって、液面調整器 3 内の液体量を調節する。具体的には、ポンプ 2 の運転によって液面 FL が低下して所定の下限位置に達したときにバルブ 7 を開けて液体を供給し、液面 FL が上昇して所定の上限位置に達したときにバルブ 7 を閉めて液体の供給を中止する。

[0022] 微小流量液体ポンプ制御装置 1 は、目標とする送液流量を指令値としてポンプ 2 に制御信号を出力することによって、ポンプ 2 の送液流量を制御する機能を有しており、液面調整器 3 の液体の量を測定することによって得られる測定値と、指令値に基づいて演算を行うことによって得られる演算値とを比較することによって、指令値を補正する機能を有している。具体的には、微小流量液体ポンプ制御装置 1 は、外部装置からの信号や入力信号を受信することによって目標流量を設定するとともに、その目標流量を得るための指令値を設定する機能を有している。また、フロートスイッチ 14 及びフロートスイッチ 15 からの電気信号が出力された時刻を取得し、これらの時刻に基づいて、ポンプ 2 の送液によって液面調整器 3 内の液体の量が減少して液面 FL が上位液面位置 LT から下位液面位置 LD まで移動するまでに要する時間を演算する機能を有している。

[0023] 微小流量液体ポンプ制御装置 1 は、比較する値として、液面調整器 3 からの液体の減少量を測定値として採用すると共に、ポンプ 2 で送液される液体の目標送液量を演算値として採用することができる。この場合は、指令値を時間積分することによって目標送液量を演算する。なお、指令値の時間積分

を行う場合の時間として、液面FLが上位液面位置LTと下位液面位置LDとの間を移動する時間を採用した場合、測定値としての液面調整器3からの液体の減少量は、上位液面位置LTと下位液面位置LDとの間の液体の量を測定した値（以下の説明においては、「規定量」と称する）となる。この規定量は、予め測定しておいてメモリなどに記憶しておき、演算時に適宜読み出すことによって取得してもよい。

[0024] また、微小流量液体ポンプ制御装置1は、比較する値として、液面調整器3からの液体の減少量の時間当たりの平均値（すなわち、平均流量）を測定値として採用すると共に、ポンプ2で送液される液体の目標送液量の時間当たりの平均値（すなわち、目標平均流量）を演算値として採用することができる。この場合は、指令値の平均値を求めることによって目標送液量の平均値を演算する。なお、指令値の平均値を求める場合の時間の区間として、液面FLが上位液面位置LTと下位液面位置LDとの間を移動する時間を採用した場合、測定値としての平均流量は、上位液面位置LTと下位液面位置LDとの間の液体の量を測定した値である規定量を上位液面位置LTから下位液面位置LDとの間を移動する時間で割ったものとなり、式（1）で与えられる。なお、この規定量は、予め測定しておいてメモリなどに記憶しておき、演算時に適宜読み出すことによって取得してもよい。

[0025] [平均流量] = [規定量] / [上位液面位置LTから下位液面位置LDとの間を移動する時間] …式（1）

[0026] また、微小流量液体ポンプ制御装置1は、測定値と演算値を比較して、測定誤差が所定の閾値よりも大きい場合は、指令値を補正することによって、実際の送液流量を目標流量に近づけることができる機能を有している。具体的には、測定値と演算値を比較して得られた測定誤差が予め設定した閾値以上である場合は、新たに出力する指令値に式（2）で与えられる補正係数を乗ずることによって流量の補正を行う。

[0027] [補正係数] = [目標送液量] / [規定量] …式（2）

[0028] 次に、本発明の微小流量液体ポンプ制御装置1による制御処理について、

図2を参照して詳細に説明する。図2は、本実施形態に係る微小流量液体ポンプ制御装置1の制御処理を示すフローチャートである。この処理は、ポンプ2が運転している間、微小流量液体ポンプ制御装置1において所定のタイミングで実行される。以下においては、図2に示す処理の制御処理の一例として、図1に示すポンプシステム100におけるポンプ2に対して図3に示すような指令値を出力し、液面FLが上位液面位置LTと下位液面位置LDとを通過した後に指令値の妥当性を検討すると共に、必要な場合にその補正を行う場合における処理について説明する。なお、以下に示す制御処理は流量を制御する方法の一例に過ぎず、他の方法で設定してもよい。また、図3に示す指令値も一例にすぎず、所定の目標流量の範囲内で必要に応じてランダムに変動させて制御を行ってもよい。

[0029] 図2に示すように、微小流量液体ポンプ制御装置1は、目標流量を得るための指令値を取得する（ステップS100）。具体的には、図3に示すように、液面FLが上位液面位置LTを通過した時刻 t_1 と液面FLが下位液面位置LDを通過した時刻 t_2 との間における指令値データを取得する。なお、液面FLが上位液面位置LTを通過した時刻と液面FLが下位液面位置LDを通過した時刻との間における指令値データは、制御処理直前の一回分のデータのみを取得してもよい。あるいは、液面FLが下位液面位置LDを下回るたびにフィードポンプ5で新たに液体を供給することによって、上位液面位置LTから下位液面位置LDまでの液面FLの移動を複数回繰り返した場合は、複数の指令値データを取得してもよい。

[0030] 次に、S100で取得した指令値を時間積分することによってポンプ2が時刻 t_1 から時刻 t_2 までの間に送液する目標送液量を算出する（ステップS110）。具体的には、S100で取得した指令値を時刻 t_1 から時刻 t_2 で時間積分することによって演算する。なお、S100で複数回の指令値データを取得した場合は、各指令値データの積分値をそれぞれ取得し、それらの積分値の平均値を目標送液量としてもよい。

[0031] 次に、微小流量液体ポンプ制御装置1は、液面調整器3の上位液面位置L

Tと下位液面位置LDとの間の液体の量、すなわち規定量を取得する（ステップS120）。この規定量は、メモリから予め測定しておいた値を読み出すことによって取得することができる。規定量を取得した後、当該規定量とS110で演算した指定値の積分値、すなわち目標送液量とを比較することによって（ステップS130）、規定量に対する目標送液量の測定誤差を算出すると共に、当該測定誤差が予め設定した閾値以上であるか否かを判定する（ステップS140）。予め設定する閾値は、例えば-5～5%である。

[0032] S140において、測定誤差が閾値以上であると判定された場合は、指令値の補正が必要な場合であると判断して、新たな指令値を設定するために補正係数を演算する（ステップS150）。具体的には、式（2）によって補正係数を算出する。

[0033] S150で補正係数を算出すると、当該補正係数を指令値に乗ずることにより、補正された新たな指令値を設定する。そして、新たに設定した指令値を出力してポンプ2を制御することによって、精度を高めて流量制御を行う（ステップS160）。S160の処理が終了すると、図2の制御処理は終了し、再びS100から処理をスタートする。

[0034] 一方、S140の処理において、測定誤差が閾値よりも小さいと判定された場合は、指令値が実際の流量との誤差が少ない正確な制御がなされる場合であると判断して、新たな指令値を設定することなく引き続き現状の指令値を出力して制御を続行する（ステップS160）。S160の処理が終了すると、図2の制御処理は終了し、再びS100から処理をスタートする。

[0035] 以上によって、本発明の実施形態に係る微小流量液体ポンプ制御装置1によれば、送液される液体を貯留する液面調整器3内における液体の量を測定することによって、液体の減少量（図2の制御においては規定量）やその減少量の平均値などの測定値を得ることができる。微小流量範囲においては送液流量自体が微量であるため直接測定することは困難であるが、ある程度時間が経過すれば合計の送液量は測定可能な程度の量となる。従って、液面調整器3の液体を測定することにより得られた測定値と指令値に基づく演算値

とを比較することによって、実際の送液流量と演算上の送液流量との間のずれを把握することができる。また、両値にずれがあった場合は指令値を補正することによって、流量制御の精度を向上させることができる。また、ポンプ２の液体を貯留する液面調整器３は高価なポンプや流量測定値に比して非常に安価であり、システム全体のコストが上がってしまうことを防止することができる。以上によって、コストを抑えると共に微小流量の制御を高い精度で行うことができる。

[0036] ここで、本発明に係る微小流量液体ポンプ制御装置１でポンプ２を制御した場合の実施例について説明する。本実施例では、図１に示す構成を有するポンプシステムを用いて、液面調整器３の液面ＦＬが上位液面位置ＬＴから下位液面位置ＬＤまで移動するまでの間の指令値の積分値を複数回求め、それぞれの積分値の平均値を目標送液量とし、規定量に対する測定誤差を演算すると共に、測定誤差が閾値を超えた場合に指令値の補正を行うこととする。

[0037] まず、実施例１について検討する。この実施例１のポンプシステムでは、未使用の新品のポンプ２が使用され、規定量が８２ｇに設定され、計測誤差の閾値が４％に設定される。また、目標流量を０．５～２．８ｇ／minの間で必要に応じてランダムに変動させて指令値を出力した。このポンプシステムでは液面ＦＬの上位液面位置ＬＴから下位液面位置ＬＤまでの移動を５回繰り返し、それぞれの規定値データの積分値を算出し、その平均値を算出する。その結果を表１に示す。更に指令値の積分値の規定量（８２ｇ）に対する測定誤差を算出する。その結果を表２に示す。

[0038] [表１]

ポンプ新品時	１回目	２回目	３回目	４回目	５回目	平均値	最大 最小 誤差 %
指令値の積分値 g	82.1	82.3	82.3	82.0	82.5	82.2	0.6

[0039]

[表2]

規定値	g	82
測定誤差	%	0.3

[0040] 表1に示されるように、指令値の積分値の平均値は82.2gとなり、表2に示されるように、規定量との測定誤差は0.3%となった。これは閾値よりも小さい値であるため、指令値の補正を行う必要がなく、引き続き現状の制御を維持できる結果となった。

[0041] 次に、実施例2について検討する。この実施例2のポンプシステムでは、ポンプ2として運転時間が2000時間経過した後のポンプ（実施例1と同タイプのポンプ）を使用したこと以外は実施例1と同様なポンプシステムを利用し、規定量が82gに設定され、計測誤差の閾値が4%に設定され、目標流量を0.5～2.8g/minの間で必要に応じてランダムに変動させて指令値を出力した。このポンプシステムでは液面FLの上位液面位置LTから下位液面位置LDまでの移動を5回繰り返し、それぞれの規定値データの積分値を算出し、その平均値を算出する。その結果を表3に示す。更に指令値の積分値の平均値の規定量（82g）に対する測定誤差を算出する。その結果を表4に示す。

[0042] [表3]

補正前の運転結果 ポンプ2000時間 運転後	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均値	最大 最小 誤差 %
指令値の積分値 g	87.1	87.1	87.2	86.6	86.7	86.9	0.7

[0043] [表4]

規定値	g	82
測定誤差	%	5.7

[0044] 表3に示されるように、指令値の積分値の平均値は86.9gとなり、表

4に示されるように、規定量との測定誤差は5.7%となった。これは閾値以上の値であるため、指令値の補正を行う必要がある。次に、補正前の指令値の積分値の平均値86.9 gと規定量82 gを式(2)に代入することによって補正係数を算出し、指令値に乗ずることによって新たな指令値を設定し、再び5回の指令値データに基づいて積分値を求めた。その結果を表5に示す。更に、指令値の積分値の平均値の規定量(82 g)に対する測定誤差を算出する。その結果を表6に示す。

[0045] [表5]

補正後の運転結果	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均値	最大 最小 誤差 %
補正後の指令値 の積分値 g	81.2	81.3	81.4	81.6	81.5	81.4	0.5

[0046] [表6]

規定値 g	82
測定誤差 %	-0.7

[0047] 表5に示されるように、指令値の積分値の平均値は81.4 gとなり、表6に示されるように、規定量との測定誤差は-0.7%となった。このように、本発明に係る制御処理を行うことによって、測定誤差を5.7%から-0.7%に低減し、流量制御の精度を大幅に改善できることが理解される。

[0048] 次に、比較例について説明する。一般的に燃料電池システムに用いられている流量測定器Bの保証精度及びその流量測定器Bよりも更に精度のよい流量測定器Aの保証精度を表7に示す。

[0049]

[表7]

	測定機A	測定機B
低流量時 精度	0.09 ~ 0.18 L/h	0.12 ~ 0.3 L/h
	1.19 ~ 2.37 g/min	1.58 ~ 3.96 g/min
	±10%RD	±8%RD
高流量時 精度	0.18 ~ 3 L/h	0.3 ~ 6 L/h
	2.37 ~ 39.55 g/min	3.96 ~ 79.10 g/min
	±3%RD	±5%RD

[0050] 表7に示すように、精度の高い流量測定器Aであっても底流量時の精度は±10%RD（測定値の±10%）しか保証されておらず、特に1 g/min以下の微小流量については測定保障外とされている。更に、流量測定器Aについて、測定保障外とされている流量範囲における精度を検証し、その結果を表8に示す。

[0051] [表8]

流量 g/min	0.5	1	2	3
誤差 %	17	-1	5	5

[0052] 表8から分かるように、0.5 g/minの底流量時では誤差が大幅に大きくなってしまふことが理解される。従って、このように誤差が大きくなってしまふ流量測定器の測定結果を用いて微小流量範囲において流量制御を精度よく行うことができないことは明らかである。

[0053] 本発明は上述の実施形態に限定されるものではない。例えば、本実施形態では、液面検知機構4は2つのフロートスイッチによって構成されていたが、更に数を増やしてもよい。数を増やすことによって更に精度のよい流量制御を行うことが可能となる。また、フロートスイッチタイプの電気式液面計に代えて連続式の液面計を使ってもよい。これによって、流量制御が行いやすくなる。

産業上の利用可能性

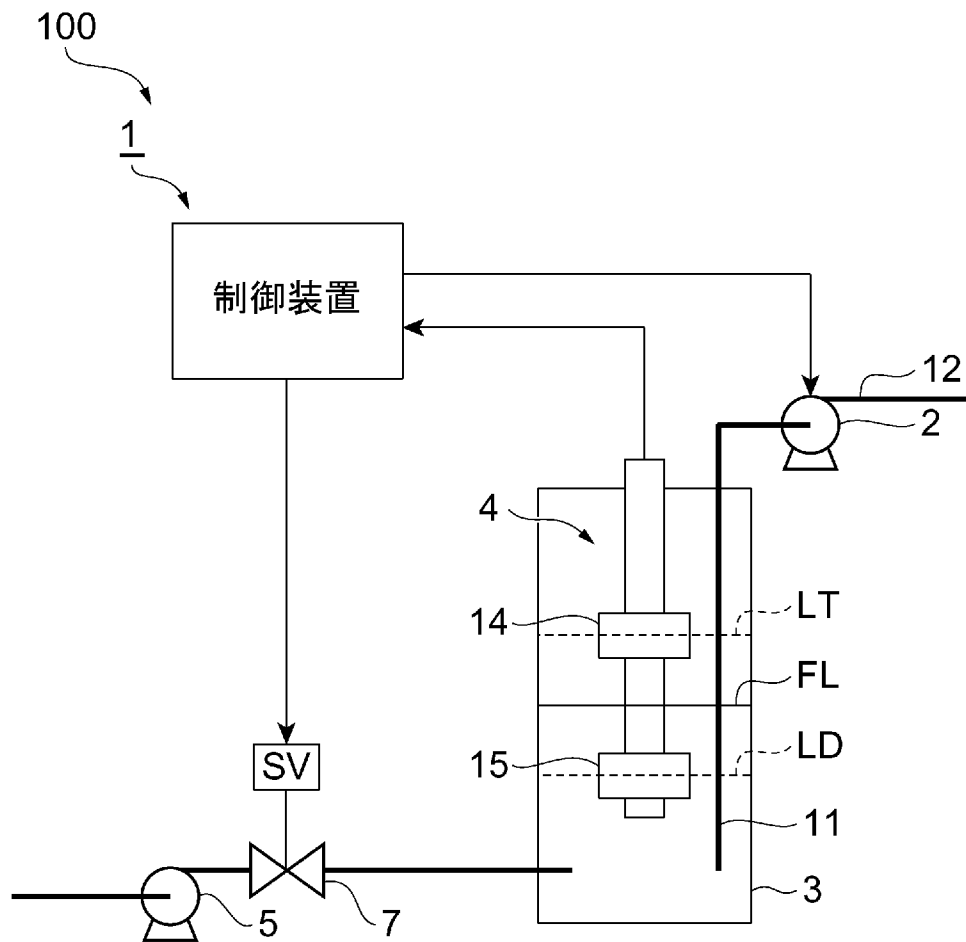
[0054] 本発明は、微小流量の制御を行う際に利用可能である。

符号の説明

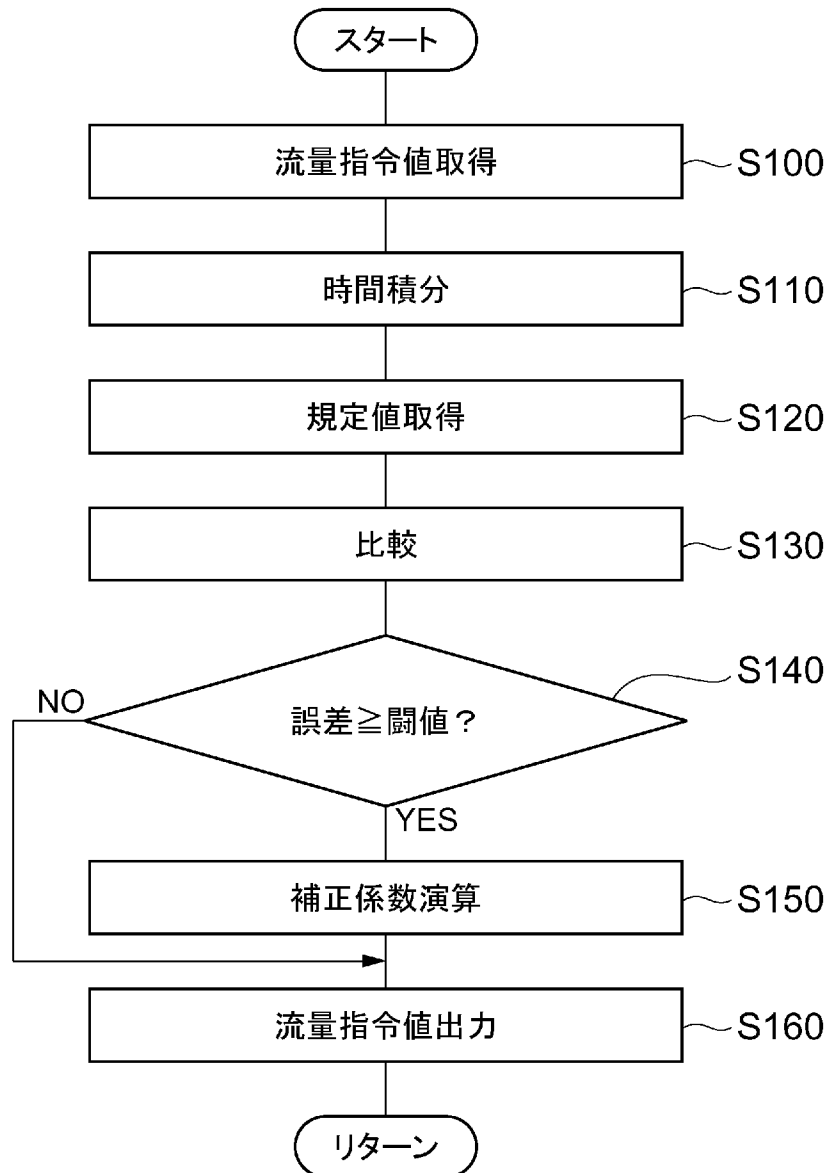
[0055] 1…微小流量液体ポンプ制御装置、2…ポンプ、3…液面調整器（貯留部）、14、15…フロートスイッチ（電気式液面計）。

請求の範囲

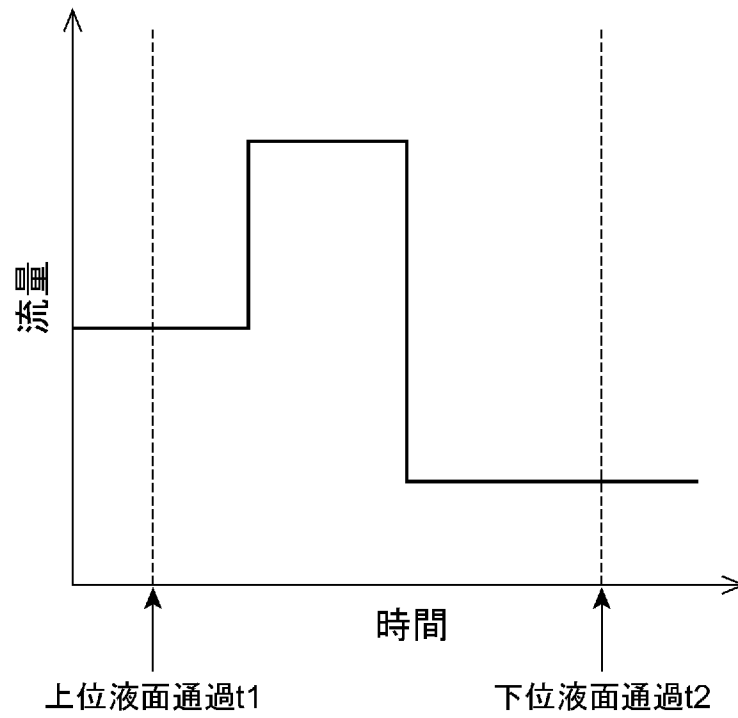
- [請求項1] 目標とする送液流量を指令値としてポンプに出力することによって、前記ポンプの送液流量を制御する微小流量液体ポンプ制御装置であって、
- 前記ポンプで送液される液体を貯留する貯留部内の前記液体の量を測定することによって得られる測定値と、前記指令値に基づいて演算を行うことによって得られる演算値とを比較することによって、前記指令値を補正することを特徴とする微小流量液体ポンプ制御装置。
- [請求項2] 前記送液流量が 1 g/min 以下であることを特徴とする請求項1記載の微小流量液体ポンプ制御装置。
- [請求項3] 電気式液面計で前記貯留部内の液面を検知することによって、前記測定値を得ることを特徴とする請求項1または2記載の微小流量液体ポンプ制御装置。
- [請求項4] 前記測定値は前記貯留部からの前記液体の減少量であると共に、前記演算値は前記ポンプで送液される前記液体の目標送液量であり、
- 前記指令値を時間積分することによって前記目標送液量を演算することを特徴とする請求項1～3のいずれか一項記載の微小流量液体ポンプ制御装置。
- [請求項5] 前記測定値は前記貯留部からの前記液体の減少量の時間当たりの平均値であると共に、前記演算値は前記ポンプで送液される前記液体の目標送液量の時間当たりの平均値であり、
- 前記指令値の平均値を求めることによって前記目標送液量の時間当たりの平均値を演算することを特徴とする請求項1～3のいずれか一項記載の微小流量液体ポンプ制御装置。



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/052432

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04B49/06 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F04B49/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 9-126148 A (Nikkiso Co., Ltd.), 13 May 1997 (13.05.1997), paragraphs [0017] to [0028]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-5
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 158361/1978 (Laid-open No. 74903/1980) (Osaka Gas Co., Ltd.), 23 May 1980 (23.05.1980), specification, page 2, lines 11 to 17; fig. 1 (Family: none)	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30 March, 2010 (30.03.10)Date of mailing of the international search report
13 April, 2010 (13.04.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/052432

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4-43877 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 13 February 1992 (13.02.1992), claims; fig. 1 (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F04B49/06 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F04B49/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 9-126148 A（日機装株式会社）1997.05.13, 段落 17-28, 図 1、2（ファミリーなし）	1 - 5
Y	日本国実用新案登録出願53-158361号（日本国実用新案登録出願公開55-74903号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（大阪瓦斯株式会社）1980.05.23, 明細書2ページ11-17行, 第1図（ファミリーなし）	1 - 5
A	JP 4-43877 A（積水化学工業株式会社）1992.02.13, 特許請求の範囲, 第1図（ファミリーなし）	1 - 5

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

3 0 . 0 3 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 4 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

田谷 宗隆

3 0

3 5 1 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8