(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
2013 年 8 月 29 日(29.08.2013)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2013/125671 A1

(51) 国際特許分類:
B01F 15/04 (2006.01) *B01F 5/00* (2006.01)
B01F 3/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/054470

(22) 国際出願日: 2013 年 2 月 22 日(22.02.2013)

(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 2012-038033 2012 年 2 月 23 日(23.02.2012) JP

(71) 出願人: 株式会社明治(**MEIJI CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1368908 東京都江東区新砂一丁目２番１０号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 神谷哲(**KAMIYA Tetsu**); 〒2500862 神奈川県小田原市成田５４０ 株式会社明治 研究本部内 Kanagawa (JP). 柏木和典(**KASHIWAGI Kazunori**); 〒2500862 神奈川県小田原市成田５４０ 株式会社明治 研究本部内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 涌井謙一, 外(**WAKUI Kenichi** et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿１－１０－３ 太田紙興新宿ビル９階 Tokyo (JP).

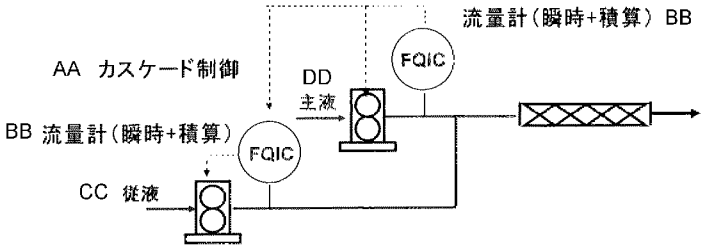
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

(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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS, 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)）

(54) **Title**: PROPORTIONAL MIXING SYSTEM

(54) 発明の名称 : 比例混合システム



EE 図3 積算流量によるカスケード制御
（次参照周期後の予測値を利用した従液流量値修正）

AA Cascade control
BB Flowmeter (instant + integration)
CC Secondary liquid
DD Primary liquid
EE Fig. 3: Cascade control by integrated flow rate
(secondary liquid flow rate value correction using
predicted value after next reference period)

(57) **Abstract**: Provided is a highly precise system for controlling proportional mixing, wherein the proportional mixing system is capable of maintaining the mixture ratio of flow rates of a primary liquid and a secondary liquid at a predetermined target mixture ratio. This highly precise proportional mixing system holds the mixture ratio of flow rates of a primary liquid and a secondary liquid constant while recognizing an error integrated retroactively using the integrated flow rate of the primary liquid and the secondary liquid. This highly precise proportional mixing system also estimates future integrated error from past error trends to control the instantaneous flow rate of the primary liquid and/or secondary liquid.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/125671 A1

比例混合を制御するシステムにおいて、主液と従液の流量の混合比率を目標としている所定の混合比率に保持することができる、高精度な比例混合システムを提案する。　主液と従液の積算流量を利用することで、過去に遡って積算した誤差を認識しながら、主液と従液の流量の混合比率を一定に保持する、高精度な比例混合システムである。また、過去の誤差の傾向から、未来の積算する誤差を推定して、主液及び／又は従液の瞬間流量を制御する、高精度な比例混合システムである。

明　細　書

発明の名称 ： 比例混合システム

技術分野

[0001] この発明は、各種の飲料の製造工程などで採用されている比例混合を制御するシステムに関し、特に、高精度で比例混合できるシステムに関する。

背景技術

[0002] 以前から、比例混合の制御方法・システムには種々の提案が行われている。

[0003] 例えば、特開２００５－３４８６９７号公報（特許文献１）及び、特開２００９－１００７７３号公報（特許文献２）には、プロセスチーズ類の製造において、プロセスチーズを加熱溶融した後に、所定の温度まで冷却してから、乳酸菌（生菌）をインラインで無菌的に比例混合する方法が記載されている。

[0004] また、国際公開公報ＷＯ２００７／７２９０１号公報（特許文献３）には、プロセスチーズ類の製造において、プロセスチーズを加熱溶融した後に、所定の温度まで冷却してから、微量の乳酸菌（生菌）をインラインで無菌的に比例混合する方法が記載されており、国際公開公報ＷＯ２００８／４４５３３号公報（特許文献４）には、ソフトヨーグルトの製造において、ヨーグルトベースと副原料（糖液、果肉など）をインラインで無菌的に比例混合する方法が記載されている。

[0005] 更に、特開平６－１１４３７７号公報（特許文献５）には、塩素剤の添加装置と、その制御方法に関する技術が記載されている。

[0006] また、特開昭６１－４２３２６号公報（特許文献６）には、積算パルスを比例混合に利用する技術が記載されている。所定の積算パルスの段階において、従液のバルブを一定時間で開けて、流量を制御しているものである。この方法では、従液の添加がＯＮ－ＯＦＦ動作となるため、短時間では混合比率の精度が良好にならない。

[0007] 上述したように、各種の飲料や飲食品の製造工程や、洗剤などの流体の処理工程などに採用されている比例混合を制御するシステムとしては、以前から、図１のような方法が一般的に採用されている。これは、主液の流量と従液（添加液）の流量とを、それぞれの瞬間流量として測定し、主液の流量と従液の流量とは、単ループのフィードバック制御により、それぞれ独立して制御するものである。

[0008] この従来のシステム（図１）の場合、その制御が複雑ではなく、比較的に単純であるという長所がある。その一方、主液と従液の何れか片方の流量が外乱により変動した場合、所定の混合比率を保証できないことなどがその短所として指摘されている。

[0009] 高精度に比例混合するという観点からすると、単ループの制御であることから、このシステムでは、それぞれ主液と従液の一方の流量が外乱により変動すると、他方の流量が混合比率を維持するよう、一方の流量に追従して変化できない致命的な欠点がある。

[0010] また、ポンプの停止・起動時には、それぞれ主液と従液の流量が目標値に到達する経過時間が異なることで、混合比率が目標値から外れる場合もある。これに対して、ポンプの停止・起動時に、それぞれ主液と従液の流量の目標値との誤差を最小にするため、主液と従液のポンプにサーボモーターを使用して、モーターの加速・減速の程度（傾き）を調整しているシステムもある。

[0011] しかしながら、単ループの制御である以上、図１に図示した従来のシステムでは、相変わらず、それぞれ主液と従液の一方の流量が外乱により変動すると、他方の流量が混合比率を維持するよう、一方の流量に追従して変化できない致命的な欠点がある。

[0012] 比例混合を制御するシステムとして、主液と従液の流量が外乱により変動しやすい場合、図２のような方法が採用されることがある。これは、主液の流量の変動を考慮しながら、カスケード制御により、従液の流量を制御（調整）するものである。

[0013] このシステム（図２）では、主液の流量が外乱により変動すると、それに追従して、従液の流量も変動するが、その制御が複雑になることが欠点となる。また、ＰＩＤ制御の変数（パラメーター）の設定が適正でない場合や、主液の流量が外乱により絶えず変動している場合、従液の瞬間流量が目標値に到達する前に、次の目標値が設定されるなどして、主液と従液の混合比率が安定せず、その結果として、単ループ制御（図１）の場合よりも、その混合比率の誤差が大きくなることもある。

先行技術文献

特許文献

[0014] 特許文献1：特開２００５－３４８６９７号公報

特許文献2：特開２００９－１００７７３号公報

特許文献3：国際公開公報ＷＯ２００７／７２９０１号公報

特許文献4：国際公開公報ＷＯ２００８／４４５３３号公報

特許文献5：特開平６－１１４３７７号公報

特許文献6：特開昭６１－４２３２６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0015] 本発明は、比例混合を制御するシステムにおいて、主液と従液の流量の混合比率を目標としている所定の混合比率に保持することができる、高精度な比例混合システムを提案することを目的にしている。

[0016] すなわち、主液の流量が変動した場合であっても、従液の流量（添加流量、混合流量）を変動させることによって、短時間のうちに、主液と従液の流量の混合比率が目標としている所定の混合比率に復帰し、当該所定の混合比率を保持できる、高精度な比例混合システムを提案することを目的にしている。

課題を解決するための手段

[0017] 請求項１記載の発明は、

主液ポンプから主液管路を介して混合器に移送される主液と、前記主液管路に接続されている従液管路を介して従液ポンプから前記主液管路に移送されて前記主液に添加される従液とを、あらかじめ定められている混合比率に従って混合するシステムであって、

前記主液管路に配備されていて、あらかじめ定められている時間ごとに、前記主液管路内における前記主液の流量を検知して、ディジタル出力すると共に、前記主液管路内における前記主液の流量をディジタル制御する第一の流量制御手段と、

前記従液管路に配備されていて、前記あらかじめ定められている時間ごとに、前記従液管路内における前記従液の流量を検知して、ディジタル出力すると共に、前記従液管路内における前記従液の流量をディジタル制御する第二の流量制御手段と、

前記第一の流量制御手段及び前記第二の流量制御手段からディジタル出力された前記主液管路内における前記主液の流量及び前記従液管路内における前記従液の流量に基づいて、

前記あらかじめ定められている時間が経過した時点における前記主液の瞬間流量値及び前記従液の瞬間流量値を算出する瞬間流量値の算出手段と、

前記あらかじめ定められている時間が経過した時点における前記主液の主液実績積算流量値及び前記従液の従液実績積算流量値を算出する実績積算流量値の算出手段と、

前記実績積算流量値を算出した前記あらかじめ定められている時間が経過した時点に連続する次の前記あらかじめ定められている時間が一回乃至複数回で経過した時点における、前記主液の予想される推定主液積算流量値及び／又は前記従液の予想される推定従液積算流量値を算出する推定積算流量値の算出手段と、

前記推定積算流量値の算出手段による算出結果と、前記あらかじめ定められている混合比率とに基づいて、前記主液管路内における前記主液の流量及

び／又は前記従液管路内における前記従液の流量を制御する第三の流量制御手段と

を備えていることを特徴とする比例混合システム

である。

[0018] 請求項２記載の発明は、

前記第三の流量制御手段は、

前記推定積算流量値の算出手段が算出した推定主液積算流量値と、前記あらかじめ定められている混合比率とを用いて、前記実績積算流量値を算出した前記あらかじめ定められている時間が経過した時点に連続する次の前記あらかじめ定められている時間が一回乃至複数回で経過した時点における、前記従液の目標とする目標従液積算流量値を算出する目標従液積算流量値の算出手段と、

前記算出された前記目標従液積算流量値に合致するように、前記従液管路内における前記従液の目標とする目標従液瞬間流量値を算出する目標従液瞬間流量値の算出手段と

を備えていて、

前記算出された目標従液瞬間流量値に基づいて、前記第二の流量制御手段を制御し、前記従液管路内における前記従液の流量を前記算出された目標従液瞬間流量値に合致させる

ことを特徴とする請求項１記載の比例混合システム。

[0019] である。

[0020] 請求項３記載の発明は、

前記第三の流量制御手段は、

前記推定積算流量値の算出手段が算出した推定従液積算流量値と、前記あらかじめ定められている混合比率とを用いて、前記実績積算流量値を算出した前記あらかじめ定められている時間が経過した時点に連続する次の前記あらかじめ定められている時間が一回乃至複数回で経過した時点における、主液の目標とする目標主液積算流量値を算出する目標主液積算流量値の算出手

段と、

前記算出された前記目標主液積算流量値に合致するように、前記主液管路内における前記主液の目標とする目標主液瞬間流量値を算出する目標主液瞬間流量値の算出手段と

を備えていて、

前記算出された目標主液瞬間流量値に基づいて、前記第一の流量制御手段を制御し、前記主液管路内における前記主液の流量を前記算出された目標主液瞬間流量値に合致させる

ことを特徴とする請求項１記載の比例混合システム

である。

[0021] 請求項４記載の発明は、

前記主液管路に接続されている前記従液管路は、それぞれ異なる従液を移送する複数の従液ポンプにそれぞれ接続されている複数の従液管路からなり、

前記第二の流量制御手段は、当該複数の従液管路のそれぞれに配備されていて、前記あらかじめ定められている時間ごとに、前記複数の従液管路内における前記複数の従液のそれぞれの流量を検知して、ディジタル出力すると共に、前記複数の従液管路内における前記複数の従液の流量をそれぞれディジタル制御し、

前記瞬間流量値の算出手段、前記実績積算流量値の算出手段及び、前記推定積算流量値の算出手段は、それぞれ、

前記第一の流量制御手段及び前記複数の第二の流量制御手段からディジタル出力された前記主液管路内における前記主液の流量及び前記複数の従液管路内における前記複数の従液のそれぞれの流量に基づいて、

前記あらかじめ定められている時間が経過した時点における、前記主液の瞬間流量値及び前記複数の従液のそれぞれの瞬間流量値と、前記主液の主液実績積算流量値及び前記複数の従液のそれぞれの従液実績積算流量値を算出すると共に、

前記実績積算流量値を算出した前記あらかじめ定められている時間が経過した時点に連続する次の前記あらかじめ定められている時間が一回乃至複数回で経過した時点における、前記主液の予想される推定主液積算流量値及び／又は前記複数の従液の予想されるそれぞれの推定従液積算流量値を算出し、

前記第三の流量制御手段は、前記推定積算流量値の算出手段による算出結果と、前記あらかじめ定められている混合比率とに基づいて、前記主液管路内における前記主液の流量及び／又は前記複数の従液管路内における前記複数の従液のそれぞれの流量を制御する

ことを特徴とする請求項１記載の比例混合システム

である。

[0022] 請求項５記載の発明は、

前記第三の流量制御手段は、

前記推定積算流量値の算出手段が算出した推定主液積算流量値と、前記あらかじめ定められている混合比率とを用いて、前記実績積算流量値を算出した前記あらかじめ定められている時間が経過した時点に連続する次の前記あらかじめ定められている時間が一回乃至複数回で経過した時点における、前記複数の従液の目標とするそれぞれの目標従液積算流量値を算出する目標従液積算流量値の算出手段と、

前記算出された前記目標従液積算流量値に合致するように、前記複数の従液管路内における前記複数の従液の目標とするそれぞれの目標従液瞬間流量値を算出する目標従液瞬間流量値の算出手段と

を備えていて、

前記算出された目標従液瞬間流量値に基づいて、前記第二の流量制御手段を制御し、前記複数の従液管路内における前記複数の従液のそれぞれの流量を前記算出された目標従液瞬間流量値に合致させる

ことを特徴とする請求項４記載の比例混合システム

である。

発明の効果

[0023] この発明によれば、比例混合を制御するシステムにおいて、主液と従液の流量の混合比率を目標としている所定の混合比率に保持することができる、高精度な比例混合システムを提供することができる。

[0024] また、主液の流量が変動した場合であっても、従液の流量（添加流量、混合流量）を変動させることによって、短時間のうちに、主液と従液の流量の混合比率が目標としている所定の混合比率に復帰し、当該所定の混合比率を保持できる、高精度な比例混合システムを提供することができる。なお、従液は単数や一種類に限らず、複数や二種類以上でも、同様の方法によって、高精度で比例混合できる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]従来の単ループフィードバック制御による比例混合制御システムの概念図。

[図2]従来のカスケード制御による比例混合制御システムの概念図。

[図3]本発明の比例混合制御システムの一例を表す概念図。

[図4]従来の比例混合制御による応答例を表す概念図。

[図5]本発明の比例混合制御による応答例を表す概念図。

[図6]主液の瞬間流量の変動に従液の瞬間流量の変動が追従して変動する状態を従来の比例混合制御方式と、本発明による比例混合制御方式とについて、それぞれシミュレーションした結果を表す図。

[図7]主液の瞬間流量が変動した場合に、従液の積算流量の誤差が変動する状態を、従来の比例混合制御方式と、本発明による比例混合制御方式とについて、それぞれシミュレーションした結果を表す図。

[図8]主液の瞬間流量が変動した場合に、従液の積算流量が追従して変動する状態を、従来の比例混合制御方式と、本発明による比例混合制御方式とについて、それぞれシミュレーションした結果を表す図。

[図9]（ａ）主液（水道水）の瞬間流量が変動した場合に、従液（水道水）の積算流量が追従して変動する状態を本発明による比例混合制御方式について

、実際に検証（実験）した結果を表す図、（ｂ）主液と従液の積算流量の混合（添加）比率を表す図。

[図10]主液（デキストリン水溶液）の瞬間流量が変動した場合に、従液（水道水）の積算流量が追従して変動する状態を本発明による比例混合制御方式について、実際に検証（実験）した結果を表す図。

[図11]本発明のシステムの概略構成の一例を説明する概念図。

[図12]本発明のシステムによる比例混合制御方法の一例を説明するフロー図。

[図13]本発明の比例混合制御システムの一例を表す概念図。

発明を実施するための形態

[0026] 本発明は、主液ポンプから主液管路を介して混合器に移送される主液と、前記主液管路に接続されている従液管路を介して従液ポンプから前記主液管路に移送されて前記主液に添加される従液とを、あらかじめ定められている混合比率に従って混合するシステムにおいて、主液と従液の積算流量を利用することで、過去に遡って積算した誤差を認識しながら、主液と従液の流量の混合比率を一定に保持する、高精度な比例混合システムである。なお、従液は単数や一種類に限らず、複数や二種類以上でも、同様の方法によって、高精度で比例混合できる。

[0027] また、本発明は、上述した比例混合システムにおいて、過去の誤差の傾向から、未来の積算する誤差を推定して、主液及び／又は従液の瞬間流量を制御する、高精度な比例混合システムである。

[0028] このような積算流量の概念を使用した制御方法や制御システムは以前には提案されていなかった。例えば、前述した特許文献５の制御方法は、積算流量の概念を使用せず、演算値に補正係数を掛けて設定値（操作量）を決めていた。また、前述した特許文献６の制御方法は、平均的な混合比率を制御しているだけで、連続的な混合比率を制御して、誤差を修正する概念を用いる技術ではなかった。

[0029] 本発明の比例混合システムには、前記主液管路に配備されていて、あらか

じめ定められている時間ごとに、前記主液管路内における前記主液の流量を検知して、ディジタル出力すると共に、前記主液管路内における前記主液の流量をディジタル制御する第一の流量制御手段と、前記従液管路に配備されていて、前記あらかじめ定められている時間ごとに、前記従液管路内における前記従液の流量を検知して、ディジタル出力すると共に、前記従液管路内における前記従液の流量をディジタル制御する第二の流量制御手段とが備えられている。

[0030] 第一の流量制御手段及び、第二の流量制御手段は、主液管路内における主液の流量及び、従液管路内における従液の流量をディジタル制御する、すなわち、主液管路内における主液の瞬間流量及び、従液管路内における従液の瞬間流量を制御するものである。

[0031] 前記における「あらかじめ定められている時間」が参照周期＝サンプリング時間になる。

[0032] 本発明の比例混合システムには、更に、瞬間流量値の算出手段と、実績積算流量値の算出手段と、推定積算流量値の算出手段とが備えられている。

[0033] 瞬間流量値の算出手段は、前記第一の流量制御手段及び前記第二の流量制御手段からディジタル出力された前記主液管路内における前記主液の流量及び前記従液管路内における前記従液の流量に基づいて、前記あらかじめ定められている時間が経過した時点における前記主液の瞬間流量値及び前記従液の瞬間流量値を算出する処理を行う。

[0034] 実績積算流量値の算出手段は、前記第一の流量制御手段及び前記第二の流量制御手段からディジタル出力された前記主液管路内における前記主液の流量及び前記従液管路内における前記従液の流量に基づいて、前記あらかじめ定められている時間が経過した時点における前記主液の主液実績積算流量値及び前記従液の従液実績積算流量値を算出する処理を行う。

[0035] 推定積算流量値の算出手段は、前記第一の流量制御手段及び前記第二の流量制御手段からディジタル出力された前記主液管路内における前記主液の流量及び前記従液管路内における前記従液の流量に基づいて、前記実績積算流

量値を算出した前記あらかじめ定められている時間が経過した時点に連続する次の前記あらかじめ定められている時間が一乃至複数回で経過した時点における、前記主液の予想される推定主液積算流量値及び／又は前記従液の予想される推定従液積算流量値を算出する処理を行う。

[0036] そして、本発明の比例混合システムは、前記推定積算流量値の算出手段による算出結果と、前記あらかじめ定められている混合比率とに基づいて、前記主液管路内における前記主液の流量及び／又は前記従液管路内における前記従液の流量を制御する第三の流量制御手段を備えている。

[0037] 上述した構成からなる本発明の比例混合システムによる比例混合の制御方法は、所定の参照周期（サンプリング時間）の経過時における主液及び／又は従液の流量（瞬間流量）だけではなく、所定の参照周期（サンプリング時間）の経過時における主液及び／又は従液の積算流量にも基づいて管理しつつ、主液と従液を比例混合するものである。

[0038] 上述した第三の流量制御手段の一例としては、目標従液積算流量値の算出手段と、目標従液瞬間流量値の算出手段とを備えているものがある。

[0039] 目標従液積算流量値の算出手段は、前記推定積算流量値の算出手段が算出した推定主液積算流量値と、前記あらかじめ定められている混合比率とを用いて、前記実績積算流量値を算出した前記あらかじめ定められている時間が経過した時点に連続する次の前記あらかじめ定められている時間が一回乃至複数回で経過した時点における、従液の目標とする目標従液積算流量値を算出する。例えば、前記推定主液積算流量値と、前記あらかじめ定められている混合比率とを乗算して、前記目標従液積算流量値を算出する。

[0040] また、目標従液瞬間流量値の算出手段は、前記算出された前記目標従液積算流量値に合致するように、前記従液管路内における前記従液の目標とする目標従液瞬間流量値を算出する。

[0041] こうして算出された目標従液瞬間流量値に基づいて、前記第二の流量制御手段を制御し、前記従液管路内における前記従液の流量を前記算出された目標従液瞬間流量値に合致させるものである。

[0042] また、上述した第三の流量制御手段の他の例としては、目標主液積算流量値の算出手段と、目標主液瞬間流量値の算出手段とを備えているものがある。

[0043] 目標主液積算流量値の算出手段は、前記推定積算流量値の算出手段が算出した推定従液積算流量値と、前記あらかじめ定められている混合比率とを用いて、前記実績積算流量値を算出した前記あらかじめ定められている時間が経過した時点に連続する次の前記あらかじめ定められている時間が一回乃至複数回で経過した時点における、主液の目標とする目標主液積算流量値を算出する。例えば、前記推定従液積算流量値と、前記あらかじめ定められている混合比率とを乗算して前記目標主液積算流量値を算出する。

[0044] また、目標主液瞬間流量値の算出手段は、前記算出された前記目標主液積算流量値に合致するように、前記主液管路内における前記主液の目標とする目標主液瞬間流量値を算出する。

[0045] こうして算出された目標主液瞬間流量値に基づいて、前記第一の流量制御手段を制御し、前記主液管路内における前記主液の流量を前記算出された目標主液瞬間流量値に合致させるものである。

[0046] なお、従液は単数や一種類に限らず、複数や二種類以上でも、同様の方法によって、高精度で比例混合できる。

[0047] この実施形態としては、例えば、前記主液管路に接続されている前記従液管路が、それぞれ異なる従液を移送する複数の従液ポンプにそれぞれ接続されている複数の従液管路から構成されている場合がある。

[0048] この場合、上述した第二の流量制御手段は、当該複数の従液管路のそれぞれに配備されていて、前記あらかじめ定められている時間ごとに、前記複数の従液管路内における前記複数の従液のそれぞれの流量を検知して、ディジタル出力すると共に、前記複数の従液管路内における前記複数の従液の流量をそれぞれディジタル制御するものになる。

[0049] そして、上述した瞬間流量値の算出手段、前記実績積算流量値の算出手段及び、前記推定積算流量値の算出手段は、それぞれ、前記第一の流量制御手

段及び前記複数の第二の流量制御手段からディジタル出力された前記主液管路内における前記主液の流量及び前記複数の従液管路内における前記複数の従液のそれぞれの流量に基づいて、前記あらかじめ定められている時間が経過した時点における、前記主液の瞬間流量値及び前記複数の従液のそれぞれの瞬間流量値と、前記主液の主液実績積算流量値及び前記複数の従液のそれぞれの従液実績積算流量値を算出すると共に、前記実績積算流量値を算出した前記あらかじめ定められている時間が経過した時点に連続する次の前記あらかじめ定められている時間が一回乃至複数回で経過した時点における、前記主液の予想される推定主液積算流量値及び／又は前記複数の従液の予想されるそれぞれの推定従液積算流量値を算出するようになる。

[0050] そして、上述した第三の流量制御手段は、前記推定積算流量値の算出手段による算出結果と、前記あらかじめ定められている混合比率とに基づいて、前記主液管路内における前記主液の流量及び／又は前記複数の従液管路内における前記複数の従液のそれぞれの流量を制御するようになる。

[0051] この場合の第三の流量制御手段が備えている、目標従液積算流量値の算出手段及び、目標従液瞬間流量値の算出手段は、それぞれ、前記推定積算流量値の算出手段が算出した推定主液積算流量値と、前記あらかじめ定められている混合比率とを用いて、前記実績積算流量値を算出した前記あらかじめ定められている時間が経過した時点に連続する次の前記あらかじめ定められている時間が一回乃至複数回で経過した時点における、前記複数の従液の目標とするそれぞれの目標従液積算流量値を算出し、前記算出された前記目標従液積算流量値に合致するように、前記複数の従液管路内における前記複数の従液の目標とするそれぞれの目標従液瞬間流量値を算出するものになる。

[0052] そして、この算出された目標従液瞬間流量値に基づいて、前記第二の流量制御手段を制御し、前記複数の従液管路内における前記複数の従液のそれぞれの流量を前記算出された目標従液瞬間流量値に合致させる処理が行われるようになる。

[0053] 比例混合を制御するシステムとして、従来の単ループ制御（図１）やカス

ケード制御（図２）では常に主液と従液の瞬間流量を目標値に設定した上で制御していた。これら従来の制御の方式では、主液や従液の流量が外乱により変動した場合には、過去の積算した混合比率を一切保証していないこととなる。つまり、従来技術では、主液と従液の瞬間流量に基づく混合比率を目標値に一致させることのみが重視されていた。

[0054] これに対して、本発明では、従来の比例混合を制御するシステムとは異なり、主液と従液の瞬間流量ではなく、積算流量を利用して、積算流量の混合比率を常に目標値に一致させる制御の方式を採用した（図３）。

[0055] 主液と従液の流量計から、瞬間流量だけでなく、積算流量もパルス出力させることで、ディジタルコントローラーなどに入力してから各種の方法で演算した後に、主液と従液の積算流量に基づく混合比率が一定とになるよう、主液あるいは従液の瞬間流量の設定値を決定する。

[0056] 図４は、図１図示の従来の比例混合制御による応答例を表す概念図である。従来の比例混合を制御するシステムでは、従液の瞬間流量と目標流量の誤差（差異）を短時間で小さくすることのみに注力していた。このため、ある周期の積算流量（偏差の積分値）はゼロにならなかった（Ｓ１＋Ｓ２＋Ｓ３＋Ｓ４＞０）。そこで、積算した誤差を保証できないまま、主液と従液の混合時間が経過していた。

[0057] 例えば、図４のような場合、従液の積算流量（偏差の積分値：Ｓ１＋Ｓ２＋Ｓ３＋Ｓ４）と目標流量の誤差（差異）はゼロより大きくなる。つまり、ある時点において、従液の瞬間流量が目標流量と一致しているものの、従液の積算流量は目標流量を上回ったままであり、従液が目標流量よりも多く混合（添加）されていることを意味する。

[0058] 図５は、本発明の比例混合制御による応答例を表す概念図である。本発明の比例混合を制御するシステムでは、従液の瞬間流量と目標流量の誤差（差異）を問題とせず、過去に遡って積算した誤差を認識すると共に、過去の誤差の傾向から、未来の積算する誤差（参照周期）を推定して、従液の瞬間流量を制御（調整）する。このため、ある周期の積算流量（偏差の積分値）は

ゼロになる（Ｓ１＋Ｓ２＋Ｓ３＝０）。そこで、常に積算した誤差を保証しながら、主液と従液の混合時間が経過することとなる。

[0059] 例えば、図５のような場合、従液の積算流量（偏差の積分値：Ｓ１＋Ｓ２＋Ｓ３）と目標流量の誤差（差異）はゼロとなる。つまり、ある時点において、従液の瞬間流量が目標流量と一致せずとも、従液の積算流量は目標流量と一致した状態となり、主液と従液の混合比率を一定にしながら、主液と従液が混合（添加）されていることを意味する。

[0060] 図１１は、本発明の比例混合システム１の概略構成の一例を示すものである。コンピュータからなる制御部によって、上述した第一の流量制御手段１０と、第二の流量制御手段１１とが制御されている。

[0061] コンピュータからなる制御部には、上述した瞬間流量値の算出手段２、実績積算流量値の算出手段３、推定積算流量値の算出手段４、第三の流量制御手段５、目標従液積算流量値の算出手段６、目標従液瞬間流量値の算出手段７、目標主液積算流量値の算出手段８、目標主液瞬間流量値の算出手段９が備えられている。

[0062] また、制御部を構成するコンピュータのハードディスクや、外部記憶手段などからなるデータベース１２に、主液ポンプから主液管路を介して混合器に移送される主液と、前記主液管路に接続されている従液管路を介して従液ポンプから前記主液管路に移送されて前記主液に添加される従液との間の混合に関して、あらかじめ定められている混合比率など、本発明の比例混合システムによる比例混合制御を行う上で必要な情報が格納されている。

[0063] 次に、図１２、図１３を用いて、本発明の比例混合システムによる比例混合制御の一例について説明する。

[0064] 図１３は、主液ポンプ２０から主液管路２１を介してミキサー２６に移送される主液と、主液管路２１に接続されている複数の従液管路２３ａ、２３ｂ、２３ｃを介して主液管路２１に移送されて主液に添加される複数の従液とを、あらかじめ定められている混合比率に従って混合する本発明のシステムの一例を表している。

[0065] 各従液管路２３ａ、２３ｂ、２３ｃは、それぞれ従液ポンプ２２ａ、２２ｂ、２２ｃに接続されており、従液ポンプ２２ａ、２２ｂ、２２ｃはそれぞれ異なる従液を移送するようになっている。複数の異なる従液をあらかじめ定められている混合比率に従って主液と混合するものである。

[0066] 図１１で説明した第一の流量制御手段１０が主液管路２１に配備されていて、あらかじめ定められている時間（サンプリング時間）ごとに、主液管路２１内における主液の流量を検知して、ディジタル出力すると共に、主液管路２１内における主液の流量をディジタル制御している。

[0067] また、図１１で説明した第二の流量制御手段１１は、図１３図示のシステムでは、各従液管路２３ａ、２３ｂ、２３ｃごとに符号１１ａ、１１ｂ、１１ｃで示すように配備されていて、あらかじめ定められている時間（サンプリング時間）ごとに、複数の従液管路２３ａ、２３ｂ、２３ｃ内における複数の従液のそれぞれの流量を検知して、ディジタル出力すると共に、複数の従液管路３ａ、２３ｂ、２３ｃ内における複数の従液の流量をそれぞれディジタル制御している。

[0068] まず、一種類の従液のみが、従液ポンプ２２ａと従液管路２３ａを介して混合される場合について説明する。この場合、従液ポンプ２２ｂと従液管路２３ｂ、従液ポンプ２２ｃと従液管路２３ｃによる従液の供給は行われない。

[0069] 第一の流量制御手段１０及び、第二の流量制御手段１１ａが、あらかじめ定められている時間（サンプリング時間）ごとに、主液管路２１内における主液の流量及び、従液管路２３ａ内における従液の流量をそれぞれ検知してディジタル出力する（Ｓ１２０１）。

[0070] 瞬間流量値の算出手段２が、第一の流量制御手段１０及び第二の流量制御手段１１ａからの出力に基づいて、前記あらかじめ定められている時間が経過した時点における主液の瞬間流量値及び従液の瞬間流量値を算出する（Ｓ１２０２）。

[0071] また、実績積算流量値の算出手段３が、第一の流量制御手段１０及び第二

の流量制御手段１１ａからの出力に基づいて、前記あらかじめ定められている時間が経過した時点における主液の主液実績積算流量値及び従液の従液実績積算流量値を算出する（Ｓ１２０３）。

[0072] 更に、推定積算流量値の算出手段４が、第一の流量制御手段１０及び第二の流量制御手段１１ａからの出力に基づいて、実績積算流量値の算出手段３が実績積算流量値を算出した前記あらかじめ定められている時間が経過した時点に連続する次の前記あらかじめ定められている時間が一回乃至複数回で経過した時点における、主液の予想される推定主液積算流量値及び／又は従液の予想される推定従液積算流量値を算出する（Ｓ１２０４）。

[0073] 次いで、目標従液積算流量値の算出手段６が推定主液積算流量値と、前記あらかじめ定められている混合比率とを乗算して、実績積算流量値の算出手段３が実績積算流量値を算出した前記あらかじめ定められている時間が経過した時点に連続する次の前記あらかじめ定められている時間が一回乃至複数回で経過した時点における従液の目標とする目標従液積算流量値を算出する（Ｓ１２０５ａ）。

[0074] そして、目標従液瞬間流量値の算出手段７が、前記算出された目標従液積算流量値に合致するように、従液管路２３ａ内における従液の目標とする目標従液瞬間流量値を算出する（Ｓ１２０６ａ）。

[0075] このようにして算出された目標従液瞬間流量値に基づいて、第三の流量制御手段５が第二の流量制御手段１１ａを制御し、従液管路２３ａ内における従液の流量を前記で算出された目標従液瞬間流量値に合致させる（Ｓ１２０７ａ）。

[0076] あるいは、目標主液積算流量値の算出手段８が推定従液積算流量値と、前記あらかじめ定められている混合比率とを乗算して、実績積算流量値の算出手段３が実績積算流量値を算出した前記あらかじめ定められている時間が経過した時点に連続する次の前記あらかじめ定められている時間が一回乃至複数回で経過した時点における主液の目標とする目標主液積算流量値を算出する（Ｓ１２０５ｂ）。

[0077] そして、目標主液瞬間流量値の算出手段９が、前記算出された目標主液積算流量値に合致するように、主液管路２１内における主液の目標とする目標主液瞬間流量値を算出する（Ｓ１２０６ｂ）。

[0078] このようにして算出された目標主液瞬間流量値に基づいて、第三の流量制御手段５が第一の流量制御手段１０を制御し、主液管路２１内における主液の流量を前記で算出された目標主液瞬間流量値に合致させる（Ｓ１２０７ｂ）。

[0079] このように本発明では、主液ポンプから主液管路を介して混合器に移送される主液と、前記主液管路に接続されている従液管路を介して従液ポンプから前記主液管路に移送されて前記主液に添加される従液とを、あらかじめ定められている混合比率に従って混合するシステムにおいて、所定の参照周期（サンプリング時間）の経過時における主液及び／又は従液の流量（瞬間流量）だけではなく、所定の参照周期（サンプリング時間）の経過時における主液及び／又は従液の積算流量にも基づいて管理しつつ、主液と従液を比例混合している。

[0080] 上述したＳ１２０５ａ～Ｓ１２０７ａの工程を経る制御は、過去の誤差の傾向から、未来の積算する誤差（参照周期）を推定して、従液の瞬間流量を制御（調整）するものであり、上述したＳ１２０５ｂ～Ｓ１２０７ｂの工程を経る制御は、過去の誤差の傾向から、未来の積算する誤差（参照周期）を推定して、主液の瞬間流量を制御（調整）するものである。

[0081] 従液ポンプ２２ａと従液管路２３ａを介して従液が供給、混合されるだけでなく、従液ポンプ２２ｂと従液管路２３ｂ、従液ポンプ２２ｃと従液管路２３ｃを介してそれぞれ異なる複数の従液の供給、混合が行われる場合には、上述したＳ１２０１～Ｓ１２０４の工程及び、Ｓ１２０５ａ、Ｓ１２０６ａの工程が、それぞれの第二の流量制御手段１１ａ、１１ｂ、１１ｃの出力に基づいて行われる。これによって算出された目標従液瞬間流量値に基づいて、第三の流量制御手段５が第二の流量制御手段１１ａ、１１ｂ、１１ｃをそれぞれ制御し、従液管路２３ａ、２３ｂ、２３ｃ内におけるそれぞれの従

液の流量を前記で算出された目標従液瞬間流量値に合致させ（Ｓ１２０７ａ）、主液と、複数の従液とを、あらかじめ定められている混合比率に従って混合する。

実施例

[0082] 主液に対して一種類の従液が供給、混合される場合であって、主液の瞬間流量が変動したときに、従液の瞬間流量が追従して変動する状態を想定し、従来技術（アナログＰＩＤ制御）と本発明に基づく応答について、コンピュータでシミュレーションした結果を図６に示した。

[0083] 本発明に基づく応答は図１２のＳ１２０５ａ～Ｓ１２０７ａの工程で説明した、過去の誤差の傾向から、未来の積算する誤差（参照周期）を推定して、従液の瞬間流量を制御（調整）する方法で行った。

[0084] 従来技術でも本発明でも約１５秒の短時間で、主液の流量の変動に追従して、従液の流量の変動が定常状態となった。従液の流量が主液の流量に対して迅速に反応する観点では、従来技術と本発明とに大きな相違はなかった。

[0085] 主液の瞬間流量が変動した場合に 、従液の積算流量の誤差が変動する状態を想定し 、従来技術（アナログＰＩＤ制御）と本発明に基づく応答について、コンピュータでシミュレーションした結果を図７に示した。従来技術と本発明では、積算流量の誤差に相違があり、従来技術の従液の誤差よりも、本発明の従液の誤差が小さく抑制されている。

[0086] 従液の瞬間流量の変動（図６）において、従来技術でも本発明でも約１５秒の短時間で、主液の流量の変動に追従して、従液の流量の変動が定常状態となっていたが、その時点で、従来技術の誤差は３．５％であるのに対して、本発明の誤差は０．６７％と明らかに小さかった。このとき、過去の誤差の傾向から、未来の積算する誤差（参照周期）を推定して、従液の瞬間流量を制御（調整）する場合には、本発明の誤差は０．００３％と圧倒的に小さく、ほぼゼロであった。

[0087] なお、実際には、従液のポンプのモーターの応答性が流量の誤差の主要因となるため、このモーターの応答性を考慮して、参照周期を推定する必要が

ある。

[0088] 主液の瞬間流量が変動した場合に、従液の積算流量が追従して変動する状態を想定し、従来技術（アナログＰＩＤ制御）と本発明に基づく応答について、コンピュータでシミュレーションした結果を図８に示した。本発明に基づく応答は図１２のＳ１２０５ａ～Ｓ１２０７ａの工程で説明した、過去の誤差の傾向から、未来の積算する誤差（参照周期）を推定して、従液の瞬間流量を制御（調整）する方法で行った。

[0089] 従来技術と本発明では、積算流量の変動に相違があり、従来技術の従液の積算流量が目標流量（理想流量）と大きく異なるのに対して、本発明の従液の積算流量は目標流量と同等であり、その誤差は、ほぼゼロであった。

[0090] 従来技術では、従液の瞬間流量を短時間のうちに目標流量と一致させる観点のみであり、過去に従液の流量が過剰だった（従液を添加しすぎた）場合や、過去に従液の流量が不足した（従液を添加しきれなかった）場合には、その過不足を一切保証できないこととなる。なお、本発明では、シミュレーションの結果が設計思想の通りであった。

[0091] 以上より、本発明は従来技術に比較して、非常に高精度で比例混合（比例添加）できると言える。

[0092] 図１２のＳ１２０５ａ～Ｓ１２０７ａの工程で説明した、過去の誤差の傾向から、未来の積算する誤差（参照周期）を推定して、従液の瞬間流量を制御（調整）する方法を採用している本発明の制御システムと制御方法を用いて、低粘度の流体（水道水）及び高粘度の流体（デキストリン水溶液）における実際の混合（添加）精度を検証した。

[0093] 図９は、本発明の原理を利用した制御システムに基づいて、低粘度の流体における実際の混合（添加）精度を検証した結果を示す図である。

[0094] この混合試験装置における主液（水道水）の流量を１５０～３００Ｌ／ｈで変化させながら、従液（水道水）の流量を主液の流量に対して３％となるように制御した。

[0095] 図９（ａ）に示した通り、主液の流量（Ｆ_ｍ）を短時間に変化させた場合

でも、従液の流量（Ｆ＿ｓ）は高精度で、主液の流量に追従している。また、図９（ｂ）に示した通り、主液と従液の積算流量の混合（添加）比率（Ｒ＿ｓａ）は最大でも、０．２％程度の変動で制御できている。

[0096] 図１０は、本発明の原理を利用した制御システムに基づいて、高粘度の流体における実際の混合（添加）精度を検証した結果を示す図である。

[0097] この混合試験装置における主液（デキストリン水溶液）の流量を３０００～５０００Ｌ／ｈで変化させながら、従液（水道水）の流量を主液の流量に対して５０％となるように制御した。

産業上の利用可能性

[0098] 本発明によれば、主液や従液の流量が外乱により微量で変動する場合や、主液や従液のポンプが短時間で頻繁に起動と停止を繰り返す場合などにも、極短時間のうちに、適正な混合比率に回復させて、主液と従液を混合しながら、規格の通りに製品を製造できる。

[0099] このことにより、次のような効果を期待できる

・ 添加物（単数や一種類の従液に限らず、複数や二種類以上の従液）の過量充填の抑制による製造費の削減（ロスの削減）

・ 添加物（単数や一種類の従液に限らず、複数や二種類以上の従液）の残量の低減による歩留まりの向上（ロス削減）

・ 適正な混合比率の維持による製品の均一性の確保

また、次のような具体的な用途を期待できる。

[0100] ・ 果汁やコーヒーなどを濃縮還元する工程

・ 果肉やソースなどを発酵乳や飲料と混合する工程

・ 硬化剤や色素を接着剤と混合する工程

・ 洗剤同士（２液以上の多液）を混合する工程

請求の範囲

［請求項1］ 主液ポンプから主液管路を介して混合器に移送される主液と、前記主液管路に接続されている従液管路を介して従液ポンプから前記主液管路に移送されて前記主液に添加される従液とを、あらかじめ定められている混合比率に従って混合するシステムであって、

前記主液管路に配備されていて、あらかじめ定められている時間ごとに、前記主液管路内における前記主液の流量を検知して、ディジタル出力すると共に、前記主液管路内における前記主液の流量をディジタル制御する第一の流量制御手段と、

前記従液管路に配備されていて、前記あらかじめ定められている時間ごとに、前記従液管路内における前記従液の流量を検知して、ディジタル出力すると共に、前記従液管路内における前記従液の流量をディジタル制御する第二の流量制御手段と、

前記第一の流量制御手段及び前記第二の流量制御手段からディジタル出力された前記主液管路内における前記主液の流量及び前記従液管路内における前記従液の流量に基づいて、

前記あらかじめ定められている時間が経過した時点における前記主液の瞬間流量値及び前記従液の瞬間流量値を算出する瞬間流量値の算出手段と、

前記あらかじめ定められている時間が経過した時点における前記主液の主液実績積算流量値及び前記従液の従液実績積算流量値を算出する実績積算流量値の算出手段と、

前記実績積算流量値を算出した前記あらかじめ定められている時間が経過した時点に連続する次の前記あらかじめ定められている時間が一回乃至複数回で経過した時点における、前記主液の予想される推定主液積算流量値及び／又は前記従液の予想される推定従液積算流量値を算出する推定積算流量値の算出手段と、

前記推定積算流量値の算出手段による算出結果と、前記あらかじめ

定められている混合比率とに基づいて、前記主液管路内における前記主液の流量及び／又は前記従液管路内における前記従液の流量を制御する第三の流量制御手段と

を備えていることを特徴とする比例混合システム。

[請求項2] 前記第三の流量制御手段は、

前記推定積算流量値の算出手段が算出した推定主液積算流量値と、前記あらかじめ定められている混合比率とを用いて、前記実績積算流量値を算出した前記あらかじめ定められている時間が経過した時点に連続する次の前記あらかじめ定められている時間が一回乃至複数回で経過した時点における、前記従液の目標とする目標従液積算流量値を算出する目標従液積算流量値の算出手段と、

前記算出された前記目標従液積算流量値に合致するように、前記従液管路内における前記従液の目標とする目標従液瞬間流量値を算出する目標従液瞬間流量値の算出手段と

を備えていて、

前記算出された目標従液瞬間流量値に基づいて、前記第二の流量制御手段を制御し、前記従液管路内における前記従液の流量を前記算出された目標従液瞬間流量値に合致させる

ことを特徴とする請求項１記載の比例混合システム。

[請求項3] 前記第三の流量制御手段は、

前記推定積算流量値の算出手段が算出した推定従液積算流量値と、前記あらかじめ定められている混合比率とを用いて、前記実績積算流量値を算出した前記あらかじめ定められている時間が経過した時点に連続する次の前記あらかじめ定められている時間が一回乃至複数回で経過した時点における、主液の目標とする目標主液積算流量値を算出する目標主液積算流量値の算出手段と、

前記算出された前記目標主液積算流量値に合致するように、前記主液管路内における前記主液の目標とする目標主液瞬間流量値を算出す

る目標主液瞬間流量値の算出手段と

を備えていて、

前記算出された目標主液瞬間流量値に基づいて、前記第一の流量制御手段を制御し、前記主液管路内における前記主液の流量を前記算出された目標主液瞬間流量値に合致させる

ことを特徴とする請求項１記載の比例混合システム。

［請求項4］ 前記主液管路に接続されている前記従液管路は、それぞれ異なる従液を移送する複数の従液ポンプにそれぞれ接続されている複数の従液管路からなり、

前記第二の流量制御手段は、当該複数の従液管路のそれぞれに配備されていて、前記あらかじめ定められている時間ごとに、前記複数の従液管路内における前記複数の従液のそれぞれの流量を検知して、ディジタル出力すると共に、前記複数の従液管路内における前記複数の従液の流量をそれぞれディジタル制御し、

前記瞬間流量値の算出手段、前記実績積算流量値の算出手段及び、前記推定積算流量値の算出手段は、それぞれ、

前記第一の流量制御手段及び前記複数の第二の流量制御手段からディジタル出力された前記主液管路内における前記主液の流量及び前記複数の従液管路内における前記複数の従液のそれぞれの流量に基づいて、

前記あらかじめ定められている時間が経過した時点における、前記主液の瞬間流量値及び前記複数の従液のそれぞれの瞬間流量値と、前記主液の主液実績積算流量値及び前記複数の従液のそれぞれの従液実績積算流量値を算出すると共に、

前記実績積算流量値を算出した前記あらかじめ定められている時間が経過した時点に連続する次の前記あらかじめ定められている時間が一回乃至複数回で経過した時点における、前記主液の予想される推定主液積算流量値及び／又は前記複数の従液の予想されるそれぞれ

の推定従液積算流量値を算出し、

前記第三の流量制御手段は、前記推定積算流量値の算出手段による算出結果と、前記あらかじめ定められている混合比率とに基づいて、前記主液管路内における前記主液の流量及び／又は前記複数の従液管路内における前記複数の従液のそれぞれの流量を制御する

ことを特徴とする請求項１記載の比例混合システム。

［請求項5］ 前記第三の流量制御手段は、

前記推定積算流量値の算出手段が算出した推定主液積算流量値と、前記あらかじめ定められている混合比率とを用いて、前記実績積算流量値を算出した前記あらかじめ定められている時間が経過した時点に連続する次の前記あらかじめ定められている時間が一回乃至複数回で経過した時点における、前記複数の従液の目標とするそれぞれの目標従液積算流量値を算出する目標従液積算流量値の算出手段と、

前記算出された前記目標従液積算流量値に合致するように、前記複数の従液管路内における前記複数の従液の目標とするそれぞれの目標従液瞬間流量値を算出する目標従液瞬間流量値の算出手段と

を備えていて、

前記算出された目標従液瞬間流量値に基づいて、前記第二の流量制御手段を制御し、前記複数の従液管路内における前記複数の従液のそれぞれの流量を前記算出された目標従液瞬間流量値に合致させる

ことを特徴とする請求項４記載の比例混合システム。

[図1]

(従来例)

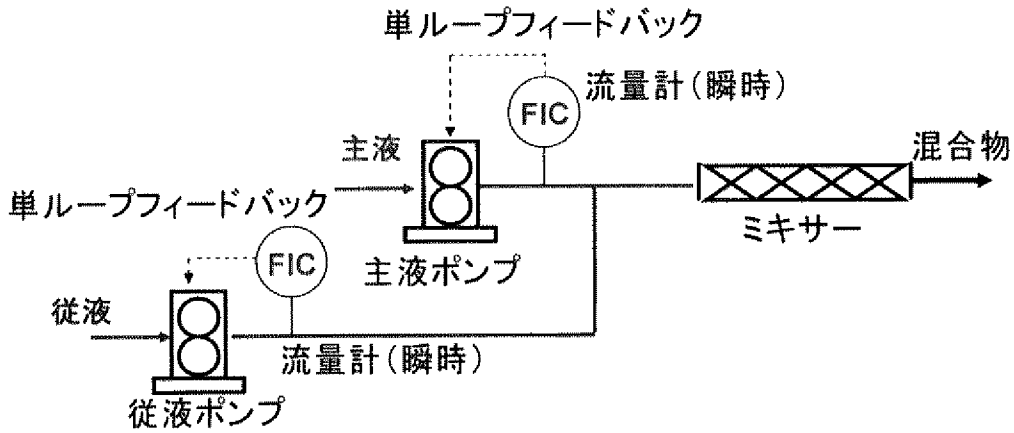


図1 瞬時流量による単ループ制御

[図2]

(従来例)

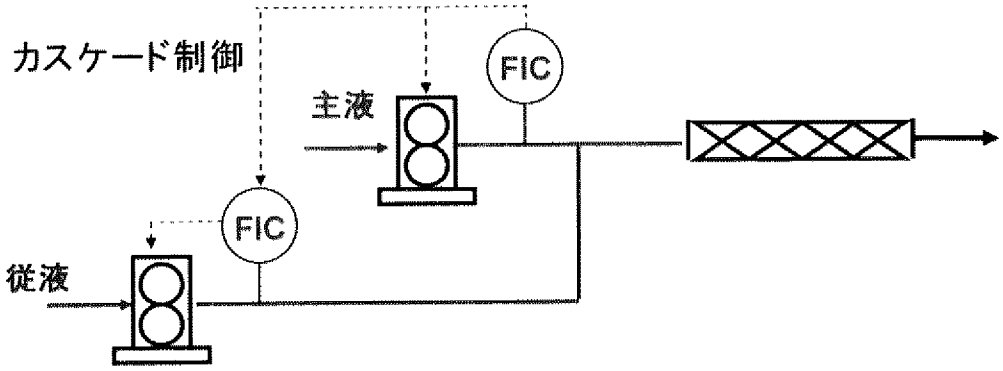


図2 瞬時流量によるカスケード制御

[図3]

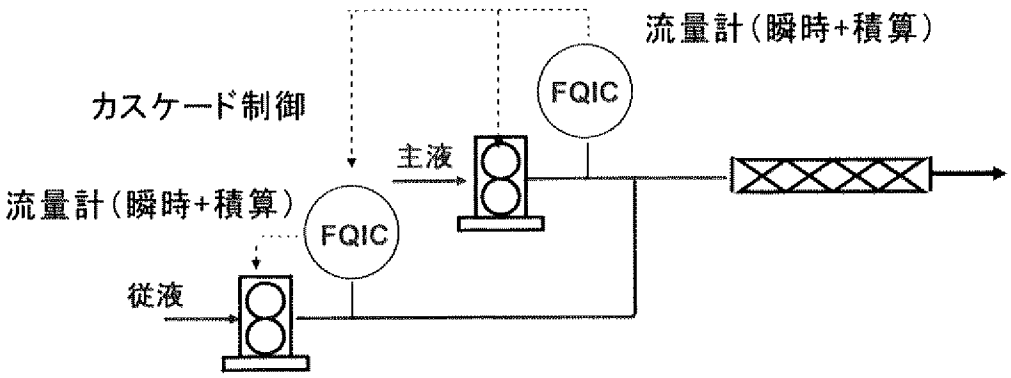


図3 積算流量によるカスケード制御
(次参照周期後の予測値を利用した従液流量値修正)

[図4]

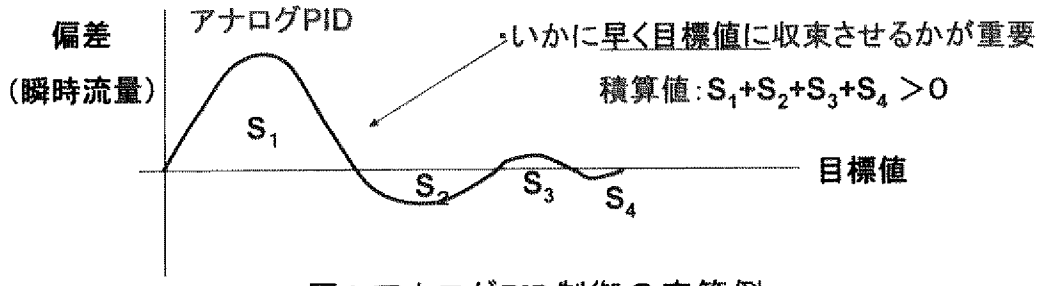


図4 アナログPID制御の応答例

[図5]

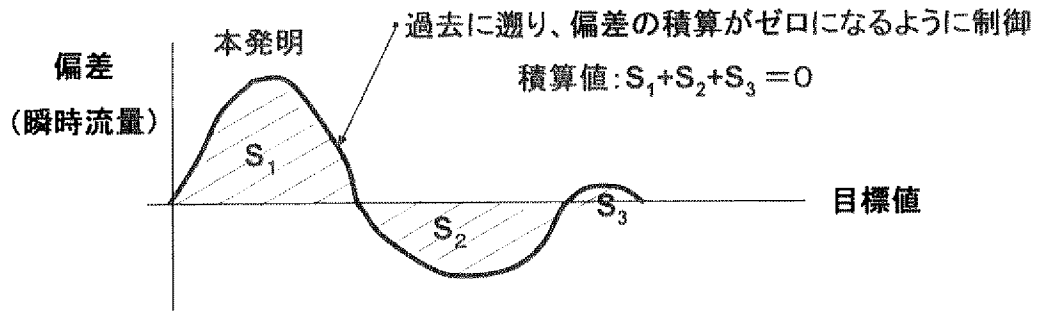


図5 本発明の制御による応答例

[図6]

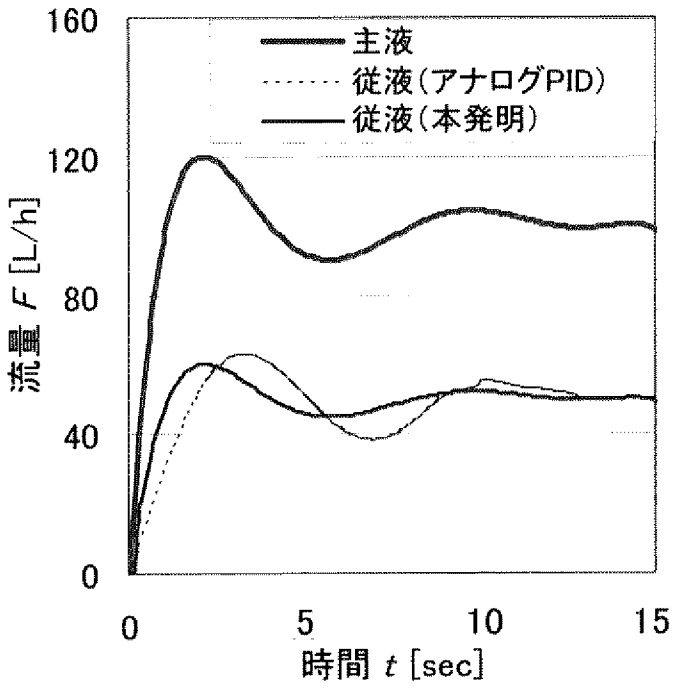


図6 主液変動と従液追従の様子

[図7]

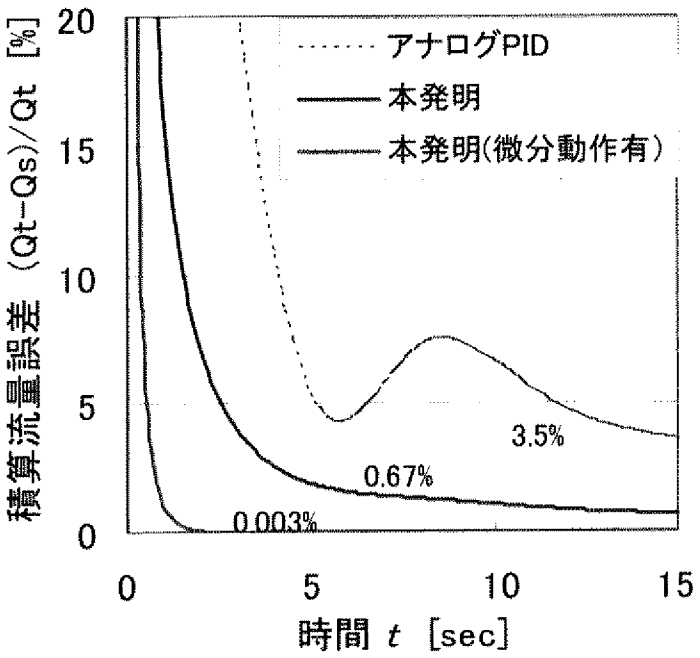


図7 従液制御方法の違いによる積算流量誤差の推移

[図8]

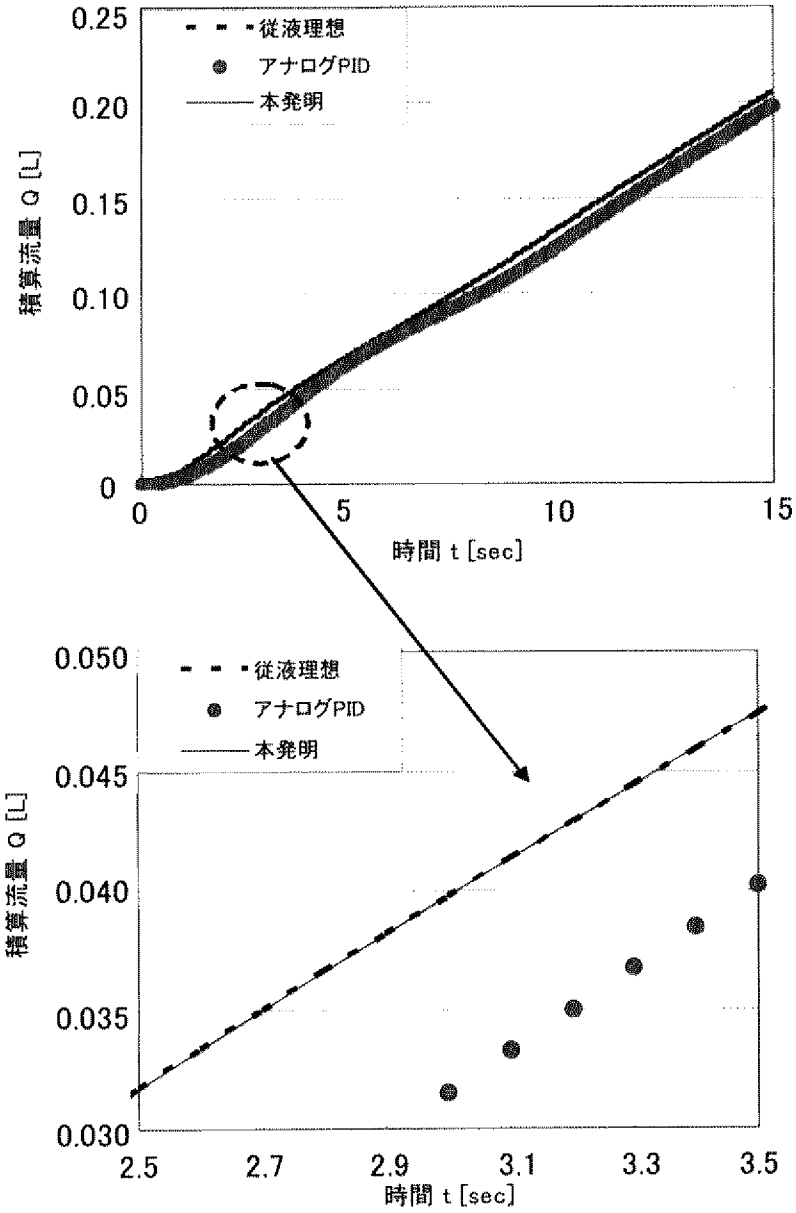
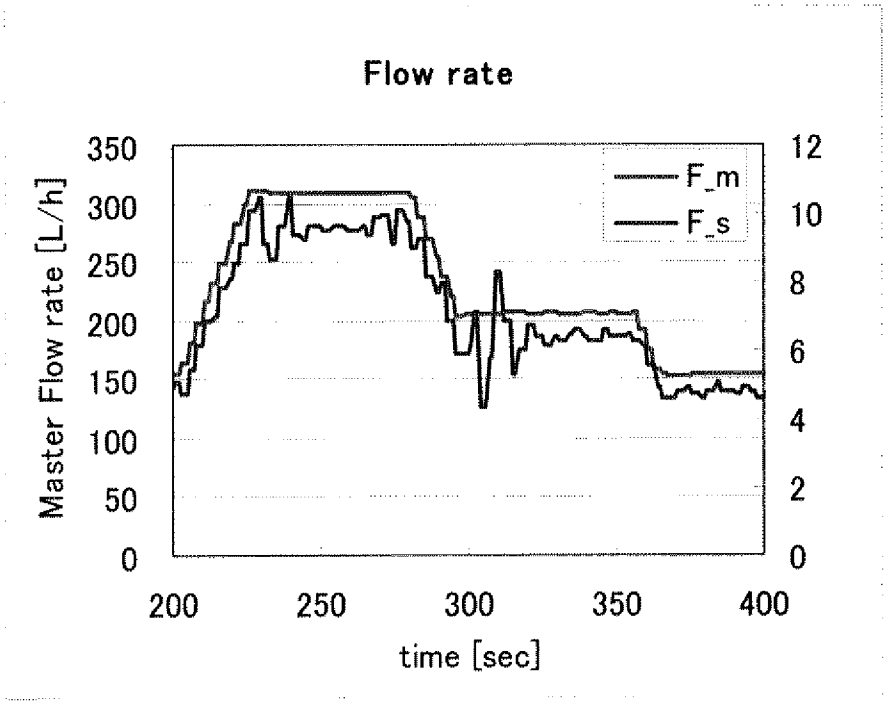


図8 従液制御方法の違いによる積算流量の推移

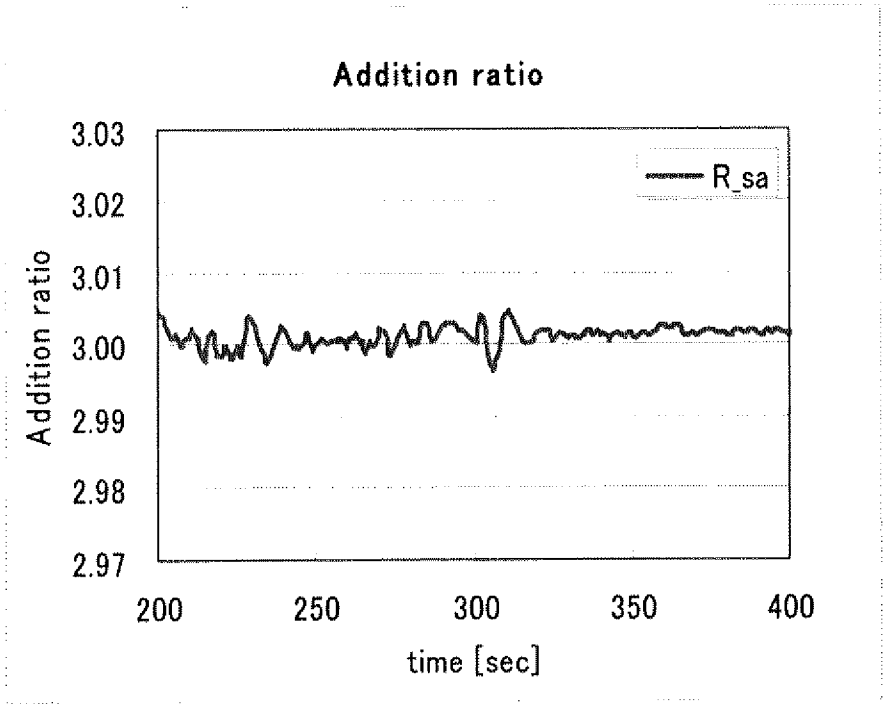
[図9]

(a)



低粘度の流体における実際の混合精度の検証結果 (1)

(b)



低粘度の流体における実際の混合精度の検証結果 (2)

[図10]

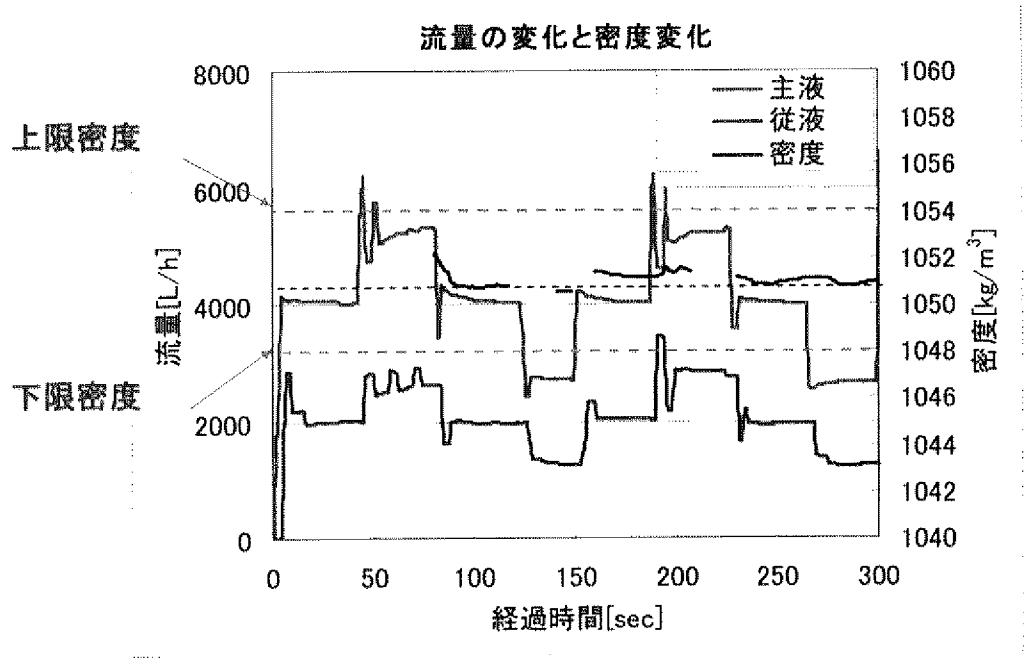
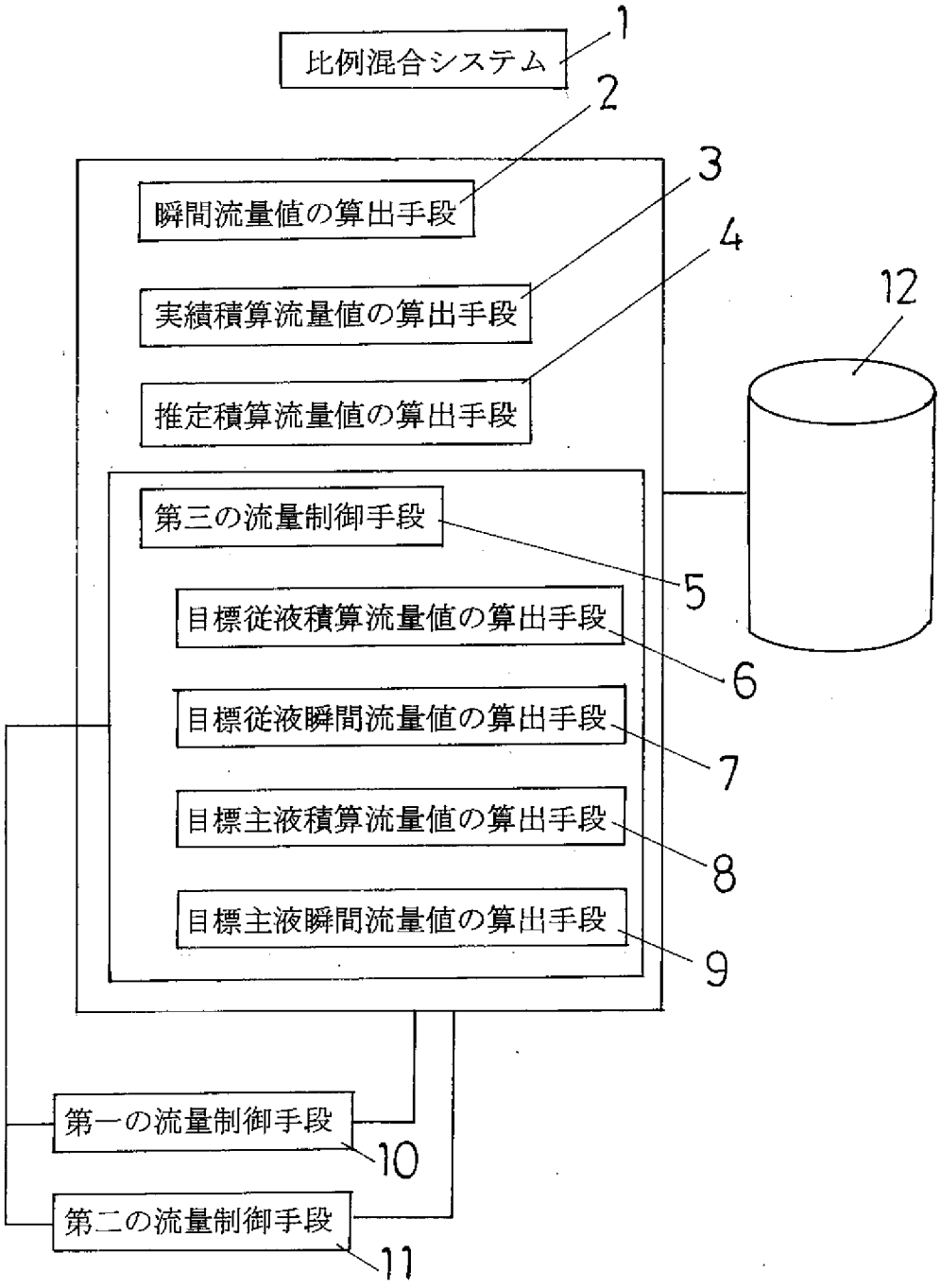
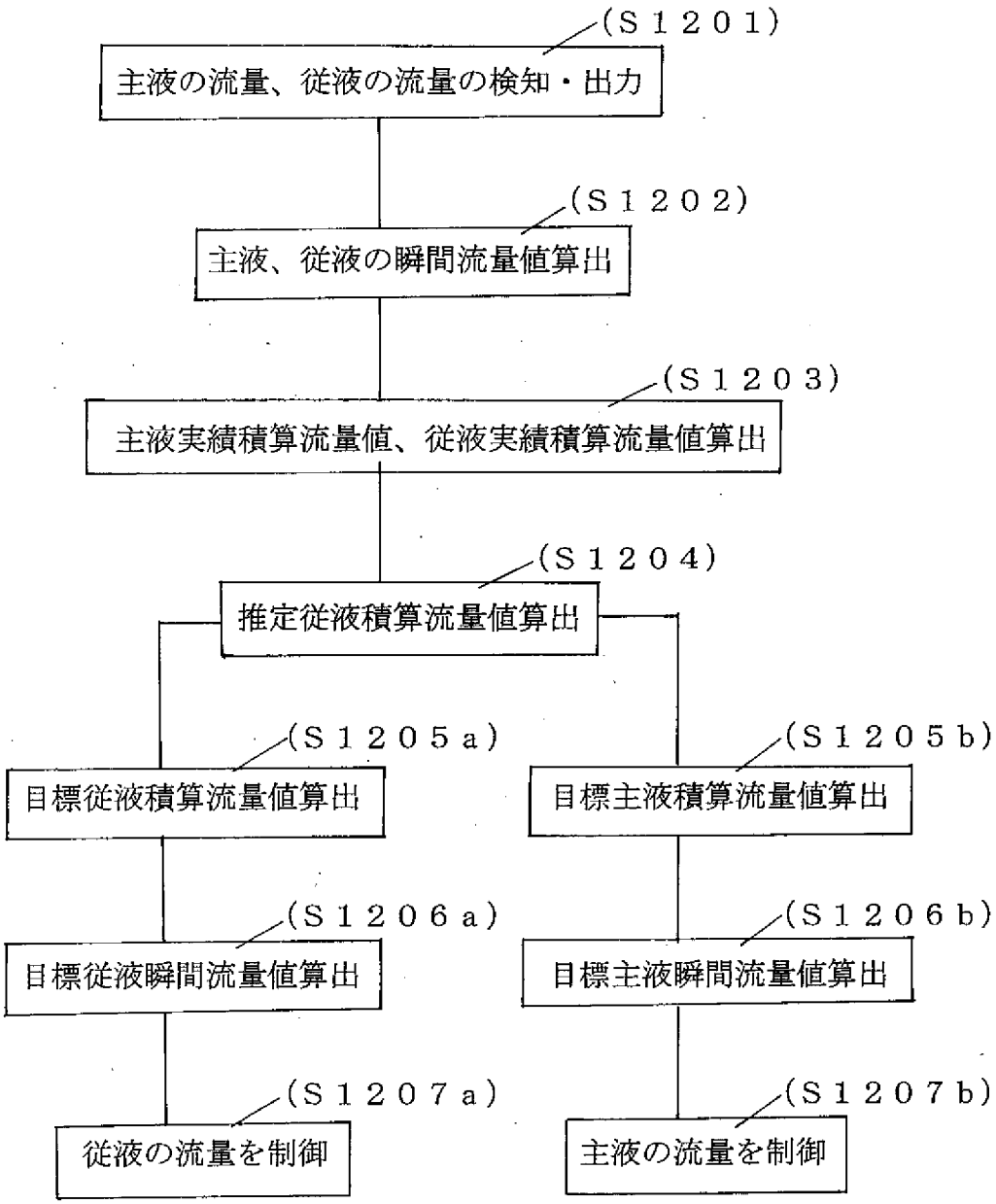


図１０　高粘度の流体における実際の混合精度の検証結果

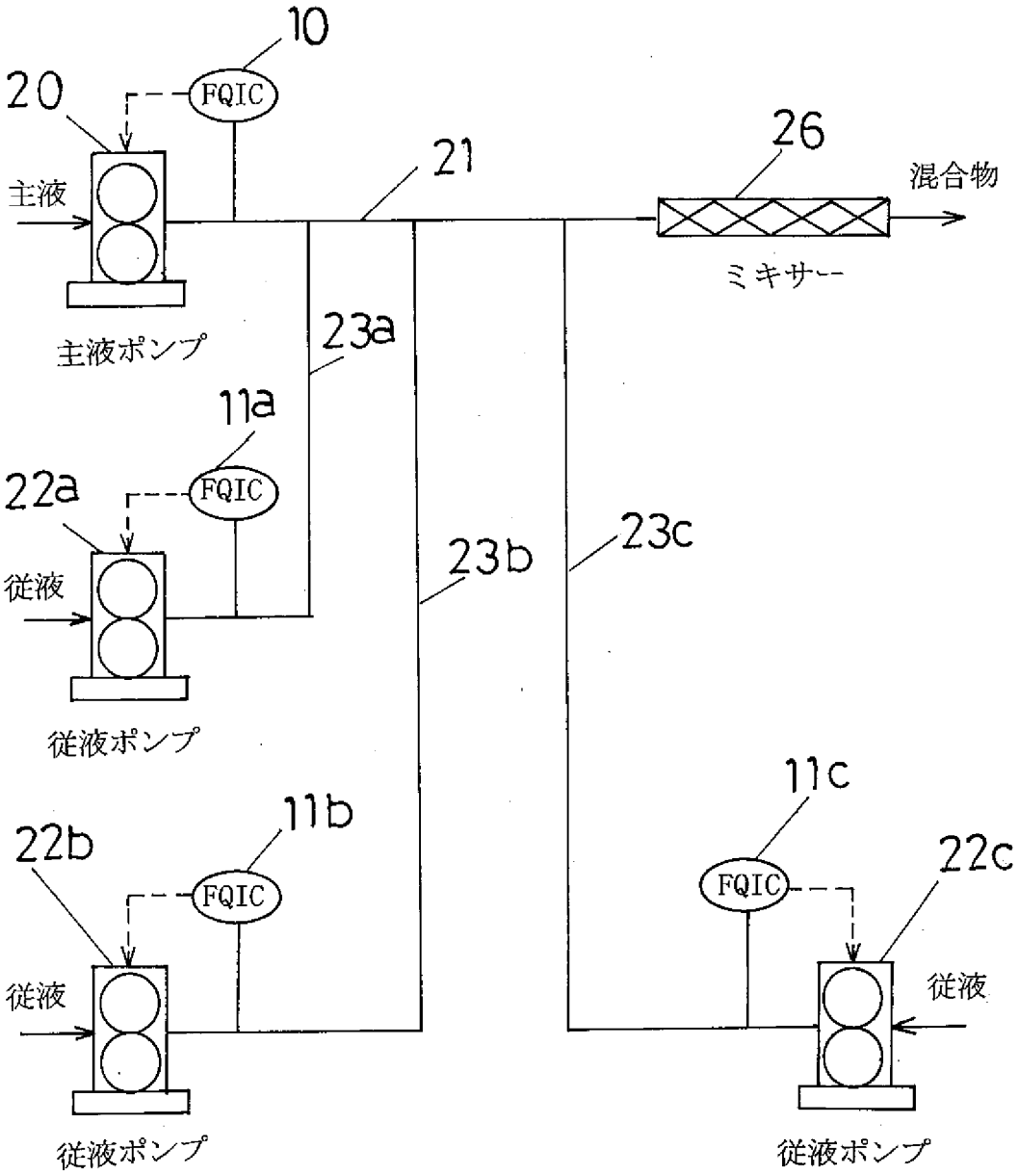
[図11]


比例混合システム
1
2
瞬間流量値の算出手段
3
実績積算流量値の算出手段
4
推定積算流量値の算出手段
12
第三の流量制御手段
5
目標従液積算流量値の算出手段
6
目標従液瞬間流量値の算出手段
7
目標主液積算流量値の算出手段
8
目標主液瞬間流量値の算出手段
9
第一の流量制御手段
10
第二の流量制御手段
11

[図12]


(S1201)
主液の流量、従液の流量の検知・出力
(S1202)
主液、従液の瞬間流量値算出
(S1203)
主液実績積算流量値、従液実績積算流量値算出
(S1204)
推定従液積算流量値算出
(S1205a)
目標従液積算流量値算出
(S1205b)
目標主液積算流量値算出
(S1206a)
目標従液瞬間流量値算出
(S1206b)
目標主液瞬間流量値算出
(S1207a)
従液の流量を制御
(S1207b)
主液の流量を制御

[図13]


10
20
FQIC
主液
21
26
混合物
ミキサー
主液ポンプ
23a
11a
22a
FQIC
従液
23b
23c
従液ポンプ
11c
22b
11b
FQIC
22c
FQIC
従液
従液
従液ポンプ
従液ポンプ

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/054470

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B01F15/04(2006.01)i, *B01F3/08*(2006.01)i, *B01F5/00*(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)
B01F15/04, B01F3/08, B01F5/00

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 50-50588 A (Chiyoda Corp.), 07 May 1975 (07.05.1975), page 2, lower left column, line 8 to page 4, upper right column, line 13; fig. 2 to 5 (Family: none)	1-5
Y	JP 8-76811 A (Toshiba Corp.), 22 March 1996 (22.03.1996), paragraphs [0004] to [0005] (Family: none)	1-5
Y	JP 3-245203 A (Yamatake-Honeywell Co., Ltd.), 31 October 1991 (31.10.1991), page 1, lower right column, lines 6 to 14 (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	Date of mailing of the international search report
09 May, 2013 (09.05.13)	21 May, 2013 (21.05.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/054470

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-320238 A (Applied Materials Inc.), 11 November 2003 (11.11.2003), paragraphs [0021] to [0024]; fig. 1, 2 (Family: none)	2,3,5
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 161734/1982(Laid-open No. 65732/1984) (Fuji Denki Seizo Kabushiki Kaisha), 02 May 1984 (02.05.1984), specification, page 2, line 2 to page 3, line 8; drawings (Family: none)	4,5
A	JP 2001-212442 A (Nitto Seiko Co., Ltd.), 07 August 2001 (07.08.2001), paragraphs [0006] to [0015]; fig. 1 (Family: none)	1-5

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０５４４７０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B01F15/04(2006.01)i, B01F3/08(2006.01)i, B01F5/00(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B01F15/04, B01F3/08, B01F5/00

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３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 50-50588 A（千代田化工建設株式会社）1975.05.07, 第２頁左下欄第８行－第４頁右上欄第１３行、第２－５図（ファミリーなし）	１－５
Y	JP 8-76811 A（株式会社東芝）1996.03.22, 【0004】－【0005】（ファミリーなし）	１－５
Y	JP 3-245203 A（山武ハネウエル株式会社）1991.10.31, 第１頁右下欄第６－１４行（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 ０９．０５．２０１３	国際調査報告の発送日 ２１．０５．２０１３
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 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）　３Ｍ　８９１６ 鈴木　充 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３７７

Ｃ（続き）．　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 2003-320238 A（アプライド　マテリアルズ　インコーポレイテッド）2003.11.11，【0021】－【0024】，図1,2（ファミリーなし）	２，３，５
Ｙ	日本国実用新案登録出願57-161734号(日本国実用新案登録出願公開59-65732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（富士電機製造株式会社）1984.05.02， 明細書第２頁第２行－第３頁第８行、図面（ファミリーなし）	４，５
Ａ	JP 2001-212442 A（日東精工株式会社）2001.08.07， 【0006】－【0015】，図１（ファミリーなし）	１－５