

(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
2022年9月29日(29.09.2022)



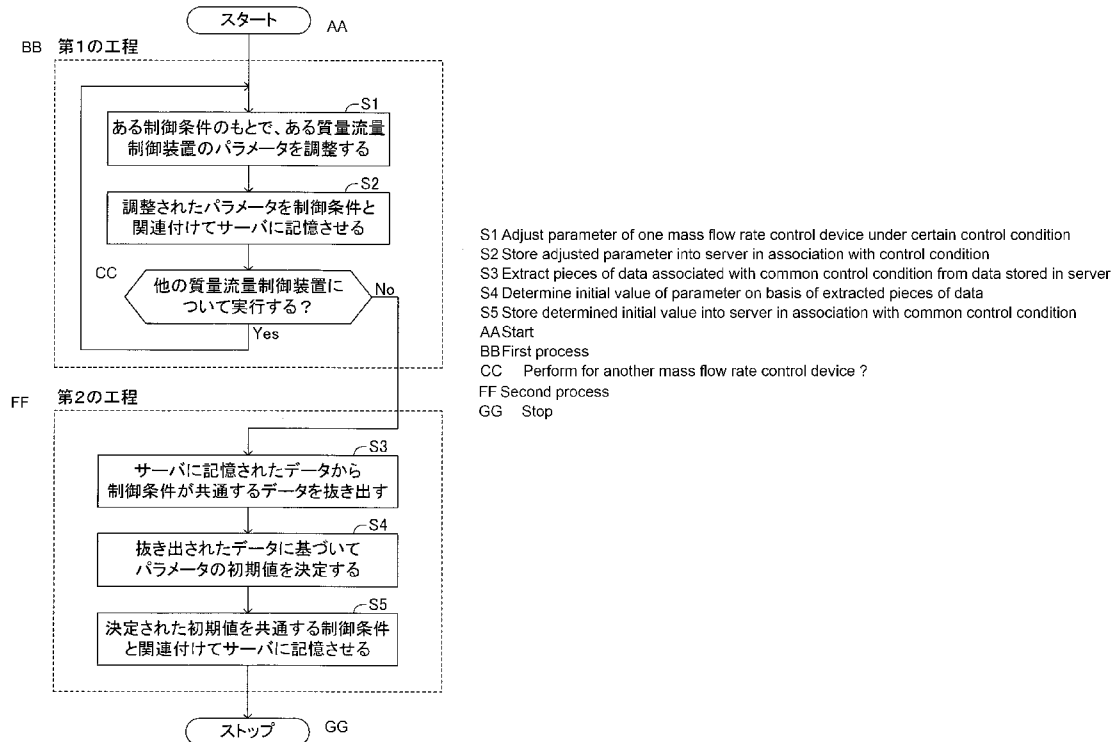
(10) 国際公開番号

WO 2022/201963 A1

- (51) 国際特許分類:
G05D 7/06 (2006.01) G01F 25/00 (2022.01)
G01F 1/00 (2022.01) G05B 11/36 (2006.01)
G01F 1/696 (2006.01) G05B 11/42 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/005733
- (22) 国際出願日: 2022年2月14日(14.02.2022)
- (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 2021-050631 2021年3月24日(24.03.2021) JP
- (71) 出願人: 日立金属株式会社(HITACHI METALS, LTD.) [JP/JP]; 〒1350061 東京都江東区豊洲五丁目6番36号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 後藤 崇夫(GOTO Takao); 〒5108102 三重県三重郡朝日町小向210 日立金属フラインテック株式会社内 Mie (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人プロスペック特許事務所(PROSPEC PATENT FIRM); 〒4530801 愛知県名古屋市中村区太閤三丁目1番18号 名古屋K Sビル3階 Aichi (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

(54) Title: PARAMETER INITIAL VALUE DETERMINATION METHOD AND SYSTEM, AND MASS FLOW RATE CONTROL DEVICE ADJUSTMENT METHOD AND SYSTEM

(54) 発明の名称: パラメータの初期値を決定する方法及びシステム並びに質量流量制御装置を調整する方法及びシステム



(57) Abstract: The present invention adjusts a parameter of a mass flow rate control device among a plurality of mass flow rate control devices under a certain control condition, and stores the adjusted parameter into a server in association with the control condition. Next, the present invention extracts pieces of data associated with a common control condition from

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

data accumulated in the server, determines the initial value of the parameter on the basis of the extracted pieces of data, and stores the determined initial value of the parameter into the server in association with the common control condition. The present invention adjusts the mass flow rate control device by using the initial value of the parameter determined in this manner. As a result, the present invention can finish adjustment of the mass flow rate control device with fewer steps while preventing occurrence of a failure in adjustment of the mass flow rate control device.

(57) 要約: 複数の質量流量制御装置について、ある制御条件のもとで、ある質量流量制御装置のパラメータを調整し、調整されたパラメータを制御条件と関連付けてサーバに記憶させる。次に、サーバに蓄積されたデータから制御条件が共通するデータを抜き出して、抜き出されたデータに基づいてパラメータの初期値を決定し、決定されたパラメータの初期値を、共通する制御条件と関連付けてサーバに記憶させる。このようにして決定されたパラメータの初期値を用いて、質量流量制御装置の調整を行う。これにより、質量流量制御装置の調整をより少ない手順で完了するとともに、質量流量制御装置の調整の不具合の発生を未然に防止することができる。

明 細 書

発明の名称：

パラメータの初期値を決定する方法及びシステム並びに質量流量制御装置を調整する方法及びシステム

技術分野

[0001] この発明は、質量流量制御装置を調整する方法及びシステムに関する。

背景技術

[0002] 質量流量制御装置は、例えば、半導体の製造プロセスにおいて製造装置にプロセスガスを定量的に供給することを目的として用いられる精密機械である。質量流量制御装置の製造は、質量流量制御装置が制御する流体の最大流量に適応した部品を準備し、それらの部品を相互に組み合わせることによって行われる。組み立てられた質量流量制御装置は、工場から出荷される前に個別に調整が行われる。質量流量制御装置の調整には、流量センサの調整（例えば特許文献 1 を参照）及び過渡応答の調整（例えば特許文献 2 を参照）などが含まれる。

[0003] 質量流量制御装置の調整は、ある制御条件のもとで、質量流量制御装置に内蔵されたマイクロプロセッサの不揮発性メモリに記憶された流量制御に関する 1 種又は 2 種以上のパラメータを、質量流量制御装置に接続されたパーソナルコンピュータの入力装置を用いて書き換えることによって行われる。パラメータの書き換えは、質量流量制御装置に実際に流体を流して制御動作を検査する作業と、検査された制御動作に基づいてパラメータを書き換える作業とを交互に繰り返しながら、制御動作の精度が目標値に達するまで行われる。

[0004] ところで、従来は、ガス種ごと及びピンサイズごとに個別に調整された質量流量制御装置が用いられていたために、多種類のバックアップ用の在庫が必要となることが課題となっていた。そこで、昨今では、1 台の質量流量制御装置によって複数種のガス及び複数のピンサイズに適用することが可能な

「MGMR (Multi-Gas・Multi-Range) 機能」と称呼される技術が活用され、在庫台数の大幅な削減に貢献している（例えば特許文献3を参照）。このMGMR機能が搭載された質量流量制御装置の調整においては、複数種的气体及び複数のピンサイズにおける調整を行い、調整されたパラメータを質量流量制御装置のメモリに記憶させる必要がある。

[0005] 更に、ガス供給ユニットにおいては、質量流量制御装置へのガスの供給圧力が変動する場合がある。例えば、複数のラインへ同種的气体を供給するガスパネルなどにおいては、複数の質量流量制御装置にガスを供給することを目的として、質量流量制御装置へのガスの供給経路が分岐している。このため、質量流量制御装置間におけるクロストーク現象などに起因して質量流量制御装置へのガスの供給圧力（ガス供給入口圧）が瞬時に変動する場合がある。そこで、従来のガス供給ユニットにおいては、ガス配管系における質量流量制御装置の上流側にレギュレータを設置することにより、ガス供給入口圧が変動した場合においても、その変動をレギュレータに吸収させることにより、質量流量制御装置によって制御されるガスの実流量の安定化が図られていた。

[0006] しかしながら、ガス配管系のコストダウン及びコンパクト化の観点から、レギュレータの省略が要請されている。そこで、当該技術分野においては、所謂「PI (Pressure Insensitive) 機能」が搭載された質量流量制御装置が広く普及しつつある。PI機能とは、ガス供給入口圧の変動に起因して質量流量制御装置内に発生する寄生流に起因する流量の測定値（測定流量）と実流量との差異を補正する機能である。具体的には、ガス供給入口圧の測定値から寄生流の流量（寄生流量）を計算し、測定流量の帯域幅が寄生流量の帯域幅と同等になるように測定流量を加速し、斯くして加速された測定流量から寄生流量を差し引くことにより、実流量により近い補正された流量（補正流量）が求められる（例えば特許文献4を参照）。従って、このPI機能が搭載された質量流量制御装置の調整においては、ガス供給入口圧を変化させつつ複数種的气体及び複数のピンサイズにおける調

整を行い、調整されたパラメータを質量流量制御装置のメモリに記憶させる必要がある。

先行技術文献

特許文献

- [0007] 特許文献1：特開平7－263350号公報
特許文献2：特開2014－59609号公報
特許文献3：特許第4957725号公報
特許文献4：国際公開第2021／039665号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] 従来技術における質量流量制御装置の調整は、不揮発性メモリに記憶されているパラメータのデフォルト値から調整をスタートし、試行錯誤によってパラメータを書き換えながら調整を進め、前述した手順によって調整を完了する。設定されたデフォルト値が適切でないと、調整を完了するまでに多くの時間がかかるので、オペレータの人件費及び調整に使用する流体の消費量が増大するおそれがある。MGMR機能が搭載された質量流量制御装置の調整においては、上述したように複数のガス種及び複数のビンサイズにおいて調整された多くのパラメータをメモリに記憶させる必要があるので、特に多くの時間、人件費及び流体が必要とされる。ましてや、上述したようにガス供給入口圧を変化させつつ複数種のガス及び複数のビンサイズにおける調整を行う必要があるPI機能が搭載された質量流量制御装置の調整においては尚更である。

- [0009] また、従来の方法によって調整を行うと、質量流量制御装置を構成する部品に不具合があった場合及び／又は部品同士が正しく組み合わされていない場合であっても、パラメータを繰り返し書き換えることによって調整の作業自体は完了する。そうすると、正しく調整された質量流量制御装置に比べて、性能に個体差が生じたり使用時に不具合が発生したりするおそれがある。

る。

- [0010] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、質量流量制御装置の調整をより少ない手順によって完了するとともに、質量流量制御装置の性能のばらつき（個体差）を低減することを目的としている。

課題を解決するための手段

- [0011] 第1の実施形態において、本発明に係る方法は、質量流量制御装置を調整するときに質量流量制御装置に最初に入力される流量制御に関するパラメータの初期値を決定する方法であって、以下に列挙する第1の工程及び第2の工程を含む方法である。

第1の工程：ある制御条件のもとで、ある質量流量制御装置のパラメータを調整する第1ステップと、調整されたパラメータと制御条件とが関連付けられてなるデータをサーバに記憶させる第2ステップと、を複数の質量流量制御装置について個別に実行して、サーバにデータを蓄積する。

第2の工程：サーバに蓄積されたデータから制御条件が共通するデータを抜き出す第3ステップと、抜き出されたデータに基づいて共通する制御条件に対応するパラメータの初期値を決定する第4ステップと、決定されたパラメータの初期値を、共通する制御条件と関連付けてサーバに記憶させる第5ステップと、を実行する。

本発明に係る方法によって決定されたパラメータの初期値は、質量流量制御装置の過去の調整の結果が反映された初期値となる。

- [0012] 第2の実施形態において、本発明に係る方法は、ある制御条件で使用される質量流量制御装置を調整する方法であって、以下に列挙する第6ステップ乃至第8ステップを含む第3の工程を含む方法である。

第6ステップ：本発明に係る方法によって決定されたパラメータの初期値のうち、制御条件と関連付けられたパラメータの初期値をサーバから読み出す。

第7ステップ：読み出されたパラメータの初期値を質量流量制御装置に入力する。

第8ステップ：制御条件のもとで質量流量制御装置のパラメータを調整する。

この方法によれば、質量流量制御装置の過去の調整の結果が反映されたパラメータの初期値から質量流量制御装置の調整をスタートすることができる。

発明の効果

[0013] 本発明に係る方法によれば、従来の方法に比べて質量流量制御装置の調整に要する手順を少なくすることができるので、人件費及び調整に使用する流体の消費量を削減することができ、ひいては質量流量制御装置の製造コストを削減することができる。上述したように多くの時間、人件費及び流体が調整に必要とされるMGMR機能が搭載された質量流量制御装置においては、本発明に係る方法によって達成される上記効果によってもたらされるメリットが大きい。ましてや、上述したようにガス供給入口圧を変化させつつ複数種のガス及び複数のピンサイズにおける調整を行う必要があるPI機能が搭載された質量流量制御装置の調整においては尚更である。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明に係る方法のうち第1の実施形態を示すフローチャートである。
[図2]本発明に係る方法のうち流量センサの調整方法の例を示す模式図である。
[図3]本発明に係る方法のうち第2の実施形態を示すフローチャートである。
[図4]質量流量制御装置の構成の例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0015] 本発明を実施するための形態につき、以下に図面を用いながら詳細に記述する。なお、以下の記述は本発明の具体的な実施態様を例示するものに過ぎず、本発明は以下に記述する形態に限定されるものではない。

[0016] <質量流量制御装置の構成>

図4は、質量流量制御装置の構成の例を示す模式図である。図4は、質量流量制御装置の構成を概念的に示すものであって、これらの質量流量制御装

置及びそれらを構成する部品の形状、構造及び組合せを具体的に示すものではないことに留意すべきである。

[0017] 図4に示される質量流量制御装置1は、流体が流れる流路10を備える。流体は、入口11から質量流量制御装置1の内部に流入し、出口12から外部に流出する。流路10の入口11と出口12の間には、流量センサ20及び流量制御弁30が設けられている。流量センサ20は、流路10の内部に設けられたバイパス21、流路10から分岐するセンサチューブ22及びセンサチューブ22の上流側及び下流側に巻き付けられた一組の電熱ワイヤ23を備える。バイパス21は、流路10を流れる流体の流量とセンサチューブ22に分岐する流体の流量との比を一定に保つ機能を有する。バイパス21は、例えば、多数のパイプを束ねた層流素子で構成することができる。センサチューブ22は、バイパス21の上流側で流路10から分岐し、バイパス21の下流側で流路10と再び合流する。センサチューブ22に巻かれた一組の電熱ワイヤ23に通電すると、センサチューブ22の内部に流体が流れているときは通電により生じた熱が上流側から下流側へと移動するため、一組の電熱ワイヤ23の間に生じる温度差に起因して抵抗値に差が生じる。この抵抗値の差を検知することによって、センサチューブ22の内部に流れる流体の流量を検知することができ、さらには流路10に流れる流体の流量を検知することができる。すなわち、図4に示される流量センサ20は熱式の流量センサである。

[0018] 流量センサ20によって検知された流体の流量は、流路10を流れる流体の流量を制御するのに用いられる。具体的には、流量センサ20によって検知された流体の流量が予め与えられた設定流量と一致するように、質量流量制御装置1が備える制御部40によって流量制御弁30の開度が制御される。流量制御弁30は、弁体31とその駆動機構32を備える。駆動機構32には、制御部40から出力された制御信号が入力され、弁体31の開度が制御される。駆動機構32が圧電素子で構成される場合には、制御信号として電圧信号を使用することができる。図4に示した質量流量制御装置1は熱式

の流量センサ20を備えるが、流量センサ20としていわゆる圧力式の流量センサその他の公知の流量センサを備えてもよい。流量センサ20の構成にかかわらず、質量流量制御装置1は、流量センサ20によって流体の流量を計測し、その流量が設定流量と一致するように自動制御を行う。

[0019] <定格流量>

本明細書において、質量流量制御装置が制御することができる流体の流量の最大値を以下「定格流量」又は「フルスケール流量」という。需要者が質量流量制御装置に求める定格流量は、標準状態の窒素ガス換算で、例えば、10標準立方センチメートル毎分（以下「sccm」という。）から50,000sccmまでのように、極めて広範囲に及ぶ。図4に例示される質量流量制御装置1において、定格流量は、流体が直接接する流路10、バイパス21及び弁体31の断面積及び形状に大きく依存する。これらの部品における流体が流れる部分の断面積が大きければ大きいほど、質量流量制御装置1が制御することができる流体の流量の最大値が大きくなる。大きな定格流量用に設計された質量流量制御装置を用いて小さな流量を制御すると、流量制御の精度が低くなる。逆に、小さな定格流量を制御することができるように小さい断面積を有する部品で構成された質量流量制御装置を用いて大きな流量の流体を供給することは、物理的に不可能である。したがって、流体が流れる流路10、バイパス21及び弁体31などの部品は、定格流量の大きさに適合するように個別に設計する必要がある。

[0020] 質量流量制御装置の実際の製品において、生産者は、定格流量の範囲をいくつかの区分に分けて、それぞれの区分に適応した製品を生産する。そのような定格流量の区分を、以下「ビンサイズ (bin size)」という。また、ビンサイズを特定するために便宜的に付された番号を、以下「ビンナンバー (bin number)」という。表1に、ビンナンバー及びビンサイズの例を示す。表1に示す例において、例えば、定格流量が2,000sccmの質量流量制御装置を求める需要者は、ビンナンバーがBIN 5である（すなわち、定格流量の区分が1,001～3,000sccmであ

る) 質量流量制御装置を生産者から購入し、使用すればよい。表 1 に示す定格流量の区分において、流体が流れる流路 1 0、バイパス 2 1 及び弁体 3 1 などの部品は、ビンサイズごとに異なるものを個別に設計してもよいし、定格流量に近い複数のビンサイズについて共通する部品を使用してもよい。

[0021] [表1]

表1

ビンナンバー	ビンサイズ (s c c m)	流量センサのパラメータ			過渡応答のパラメータ		
		ゼロ点	スパン	直線性	比例 ゲイン	積分 ゲイン	微分 ゲイン
B I N 1	10~30						
B I N 2	31~100	Z ₂	S ₂	L ₂	P ₂	I ₂	D ₂
B I N 3	101~300	Z ₃	S ₃	L ₃	P ₃	I ₃	D ₃
B I N 4	301~1,000	Z ₄	S ₄	L ₄	P ₄	I ₄	D ₄
B I N 5	1,001~3,000	Z ₅	S ₅	L ₅	P ₅	I ₅	D ₅
B I N 6	3,001~5,000	Z ₆	S ₆	L ₆	P ₆	I ₆	D ₆
B I N 7	5,001~10,000	Z ₇	S ₇	L ₇	P ₇	I ₇	D ₇
B I N 8	10,001~30,000	Z ₈	S ₈	L ₈	P ₈	I ₈	D ₈
B I N 9	30,001~50,000						

[0022] <パラメータ>

本明細書において「パラメータ」とは、質量流量制御装置が流量制御アルゴリズムを実行するに際して、制御の内容を決定することを目的として入力される変数をいう。質量流量制御装置において使用されるパラメータの種類は1種類であってもよいし、2種類以上であってもよい。本発明におけるパラメータの具体例については後述する。本明細書において「質量流量制御装置を調整する」とは、組み立て後、出荷前の質量流量制御装置に実際に流体を流して、質量流量制御装置が目標値どおりの性能を満足しているかどうかを検査し、検査の結果性能を満足していなければ、目標値を達成するまでパラメータを変更することをいう。前述のとおり、質量流量制御装置の調整は実際にはパラメータの書き換えによって行われる。すなわち、質量流量制御装置に実際に流体を流して制御動作を検査する作業と、検査された制御動作に基づいてパラメータを書き換える作業とを交互に繰り返しながら、制御動作の精度が目標値に達するまで行われる。質量流量制御装置の調整は、作業

者が手動によって行ってもよく、或いは、詳しくは後述するように、コンピュータプログラムによる操作に従って自動的に実行してもよい。質量流量制御装置の調整は、製造後、出荷前の質量流量制御装置の1台ごとに個別に行われ、一旦調整されたパラメータは原則として変更されない。

[0023] <第1の実施形態>

第1の実施形態において、本発明は、質量流量制御装置のパラメータを調整するときに質量流量制御装置に最初に入力するパラメータの初期値を決定する方法の発明である。本明細書において「初期値」とは、質量流量制御装置の調整を開始するにあたって質量流量制御装置に初めて入力するパラメータの初期値 (initial value) をいう。従来技術においては、質量流量制御装置に最初に入力するパラメータとして、デフォルト値 (default value) を用いていた。本明細書において「デフォルト値」とは、何らかの値の入力が必要なプログラム処理において、値が未入力の場合に生じるシステムの誤作動 (fault) を未然に防止することを目的として、予め準備された設定値をいう。従来技術において用いられていたデフォルト値は、固定された値であって、パラメータの調整の結果が反映されることはなかった。これに対し、本発明の方法に係るパラメータの初期値は、過去に個別に実行された調整の結果として決定されたパラメータの値に基づいて、定められた手順に従って決定されるものである。

[0024] 図1は、本発明の第1の実施形態に係る方法を示すフローチャートである。この方法は2つの工程を含む。第1の工程は、ある制御条件のもとで、ある質量流量制御装置のパラメータを調整する第1ステップ (S1) と、調整されたパラメータと制御条件とが関連付けられてなるデータをサーバに記憶させる第2ステップ (S2) と、を複数の質量流量制御装置について個別に実行して、サーバにデータを蓄積する工程である。本明細書において質量流量制御装置の「制御条件」とは、流量の制御に影響を与える諸条件をいう。本発明における制御条件の具体例については後述する。同一の制御条件のもとで複数の質量流量制御装置のパラメータを個別に調整した場合、調整によ

り決定されたパラメータの値は質量流量制御装置の個体によって大きく異ならない。しかし、質量流量制御装置を構成する部品の個体差などに起因して、パラメータの値は完全に同一にはならず、調整ごとにばらつきがある。第1の工程では、ばらつきを含む調整されたパラメータを制御条件と関連付けられたデータとしてサーバに記憶させるステップを複数の質量流量制御装置について実行して、サーバにデータを蓄積する。

[0025] 本明細書において「サーバ」とは、コンピュータシステムであって、記憶装置を有するものをいい、好ましくは質量流量制御装置と直接に又は調整用の操作端末（例えば、パーソナルコンピュータなど）を介して接続されたコンピュータシステムである。質量流量制御装置とサーバとの接続は、LANケーブル及び／又はインターネットなどの公知の通信回線を通じて行うことができる。ただし、質量流量制御装置とサーバをつなぐ通信回線は必ずしも必要ではなく、例えば作業員が手動で調整を行う場合には、調整されたパラメータをサーバ自身が有する入力装置を使って作業員が入力することによって、サーバにデータを蓄積することができる。

[0026] 第1の実施形態に係る方法に含まれる第2の工程は、サーバに蓄積されたデータから制御条件が共通するデータを抜き出す第3ステップ（S3）と、抜き出されたデータに基づいてパラメータの初期値を決定する第4ステップ（S4）と、決定されたパラメータの初期値を共通する制御条件と関連付けてサーバに記憶させる第5ステップ（S5）とを実行する工程である。サーバには、第1の工程を実行した結果として、制御条件の異なるデータが制御条件と関連付けられたデータとして蓄積されている。サーバに蓄積されたデータから、制御条件が共通するデータだけを抜き出せば、抜き出されたデータは制御条件が全て同じなので、ばらつきが少ない。よって、抜き出されたデータに基づいてパラメータの初期値を決定すれば、過去の調整の結果が反映された信頼性の高いパラメータの初期値を得ることができる。パラメータの初期値の決定は、抜き出されたデータに基づいて、すなわち、抜き出されたデータを使用して行えばよく、その決定の具体的な方法は特に限定されな

い。抜き出されたデータに基づいてパラメータの初期値を決定する方法としては、例えば、平均値の計算並びに中央値又は最頻値の選択などの統計的な方法を採用することができる。決定されたパラメータの初期値を共通する制御条件と関連付けてサーバに記憶させておけば、いつでも制御条件に対応するパラメータの初期値をサーバから読み出して、次の調整のためのパラメータの初期値として利用することができる。

[0027] 好ましい実施の形態において、本発明に係る方法は、制御条件が、質量流量制御装置の種類、流体の種類及びピンサイズを含む。前述のとおり、同一の制御条件のもとで複数の質量流量制御装置のパラメータを個別に調整した場合、調整により決定されたパラメータの値は質量流量制御装置の個体によって大きく異ならない。換言すれば、質量流量制御装置の制御条件が異なると、調整されたパラメータも制御条件が同一の場合のパラメータとは異なる値になる傾向がある。したがって、質量流量制御装置の制御条件のうちどのような条件と関連付けてサーバにデータを蓄積するかが重要となる。パラメータの値に比較的大きく影響する制御条件のひとつは、質量流量制御装置の種類である。質量流量制御装置の種類の具体例としては、熱式流量センサを備えた質量流量制御装置及び圧力式流量センサを備えた質量流量制御装置などを挙げることができる。種類の異なる質量流量制御装置の間では、仮に流路及び流量制御弁などの流量センサ以外の部品に共通の部品が使われていたとしても、流量センサの過渡応答などの違いに起因してパラメータの値は大きく異なる場合が多い。

[0028] また、制御の対象である流体の種類も、パラメータの値に大きく影響する。流体の種類が異なると、流体の熱的性質や粘性その他の動的性質が異なるため、流量センサだけでなくバイパスや流量制御弁における流体の挙動も異なってくる。このため、調整されたパラメータの値も大きく異なることになる。さらに、質量流量制御装置の種類及び流体の種類が同一であっても、ピンサイズが異なる場合には、流体のレイノルズ数の違いなどに起因してパラメータの値が異なる場合がある。このように、調整によって決定されるパラ

メータの値は、質量流量制御装置のさまざまな制御条件によって大きく異なることがある。したがって、制御条件を考慮せずに決定された初期値を用いて調整を行った場合は、パラメータの調整に多大な時間がかかるおそれがある。

[0029] 本発明に係る方法では、制御条件と関連付けられてサーバに記憶された調整されたパラメータのデータの中から制御条件が共通するパラメータを抜き出して、抜き出されたパラメータに基づいて初期値が決定される。このようにして決定された初期値は、従来技術のデフォルト値とは異なり、その制御条件において過去に実行されたパラメータの調整の結果が反映された値となっている。このような初期値を用いて質量流量制御装置の調整を行えば、調整の開始から制御動作の精度が目標値に達するまでの時間が短縮され、調整を迅速に実行することができる。

[0030] 本発明の好ましい実施の形態の場合には、パラメータに与える影響が大きいと考えられる質量流量制御装置の種類、流体の種類及びピンサイズを含む制御条件が共通するので、調整に要する時間短縮の効果はより顕著となる。パラメータに与える影響が大きいと考えられるこれらの要素は、いずれか1つが共通していてもよいし、これらの要素のうちの2つ又は3つ全部が共通していてもよい。共通する要素の数が多ければ多いほど、本発明の効果はより顕著となる。

[0031] 好ましい実施の形態において、本発明に係る方法は、調整が、流量センサの調整を含み、パラメータが、ゼロ点、スパン及び直線性に関するパラメータを含む。本明細書において「流量センサの調整」とは、質量流量制御装置に組み込まれた流量センサが出力する流体の流量に関する出力信号に対応する流量と実際の流量との差が目標値以下となるように、流量センサの出力に影響を与えるパラメータを調整することをいう。流量センサを調整することによって流量センサが検出する流体の流量を真の値に近づける操作のことを、質量流量制御装置又は流量センサの「校正（キャリブレーション）」という場合がある。流量センサが正しく校正されていないと、質量流量制御装置

が制御の拠り所としている流体の流量に誤差が含まれるので、流量を正しく制御することができない。したがって、流量センサの調整は基本的かつ重要な操作である。

[0032] 図2は、流量センサの調整方法の例を示す模式図である。図中の短い矢印は、流体が流路の中を流れる方向を示す。また、構成部材を結ぶ破線は、複数の構成部材の間で信号や命令などのやり取りを行う際の経路を表す。流量センサを調整するに際しては、図2に例示するように、流量の測定値の基準となる基準流量計と質量流量制御装置とを直列に接続して流体を流し、流量センサの出力が基準流量計の出力と一致するように流量センサのパラメータをパーソナルコンピュータによって書き換えることによって流量センサの調整を行うのが一般的である。基準流量計としては、例えば、moIbIoc (moIbIocはFluke Corporationの米国登録商標である。)などを使用することができる。調整されたパラメータは、制御条件と関連付けてサーバに記憶される。

[0033] 流量センサの出力に影響を与えるパラメータの具体例としては、ゼロ点、スパン及び直線性を挙げることができるが、これらに限られない。ゼロ点に関するパラメータの調整は、流体が流れていないときに流量センサの出力がゼロになるようにして行う。スパンに関するパラメータの調整は、ゼロ点を調整した後にフルスケール流量の流体を流したときの流量センサ及び基準流量計の出力が共にフルスケール流量を示すようにして行う。直線性に関するパラメータの調整は、流量センサの出力と実際の流量との関係が比例関係からずれて非線形性が認められる場合に、ゼロ点とフルスケール流量との間において流量センサの出力が実際の流量と比例するように、流量センサの出力をソフトウェアによって補正して行う。これらの3種類のパラメータは、いずれも流量センサの出力に直接影響を与えるものであるから、上記のようにして初期値を決定することが好ましいパラメータである。しかし、本発明の好ましい実施の形態において、ゼロ点、スパン及び直線性に関するパラメータに加えて、流量センサの出力に直接的又は間接的に影響を与える他の

パラメータを調整し、初期値を決定することは妨げられない。なお、流量センサの調整は、流体の流量が一定の値で安定している状態で行われる。流量センサの出力が時間的に変化する場合はパラメータの調整は、次に述べる過渡応答の調整に含まれる。

[0034] 好ましい実施の形態において、本発明に係る方法は、調整が、過渡応答の調整を含み、パラメータが、比例ゲイン、積分ゲイン及び微分ゲインに関するパラメータを含む。本明細書において「過渡応答の調整」とは、質量流量制御装置に与えられる設定流量が変化したときの流量の時間変化（過渡応答）の指標が予め設定された範囲内となるように、過渡応答に影響を与えるパラメータを調整することをいう。過渡応答の指標の具体例としては、制御の開始から流量が設定流量の98%に到達するまでの時間、オーバーシュート、ハンチングなどを挙げることができるが、これらに限られない。質量流量制御装置の過渡応答を調整する操作のことを、質量流量制御装置の「チューニング」という場合がある。質量流量制御装置が正しくチューニングされていないと、設定流量が変化したときの流量の時間変化に個体差が生じるので、流体の全供給量に誤差が生ずるおそれがある。したがって、過渡応答の調整は、流量センサの調整と同様に基本的かつ重要な操作である。過渡応答を調整するに際しては、フルスケール流量に対して100%、50%などの設定流量の変化を与えたときの流量センサの出力（以下「ステップ応答」という場合がある。）をモニタリングし、過渡応答の指標（例えば、流量が設定流量の98%に到達するまでの時間）が予め設定された範囲内となるように質量流量制御装置のパラメータを調整するのが一般的である。

[0035] 過渡応答に影響を与えるパラメータの具体例としては、代表的なフィードバック制御であるPID動作に関するパラメータとしての比例ゲイン、積分ゲイン及び微分ゲインなどを挙げることができるが、これらに限られない。また、本発明における流量制御アルゴリズムはPID動作に限られず、フィードフォワード制御、Hインフィニティ制御、ファジィ制御、ニューラルネットワーク制御などの公知の自動制御を採用することができる。これらの自

動制御において、本明細書における用語「パラメータ」は、その最も広い意味に解釈されるべきである。過渡応答を調整する際にステップ応答を正しく評価するためには、一般に、流量センサの調整を事前に完了しておくことが好ましい。しかし、制御条件によっては、過渡応答の調整が流量センサの調整に大きな影響を与える場合もあるので、流量センサの調整と過渡応答の調整のうちどちらを先に実行するかはケース・バイ・ケースで判断するのが好ましい。また、流量センサの調整と過渡応答の調整とを交互に複数回繰り返し実施することは、質量流量制御装置をより正確に調整する上で好ましい。

[0036] 再び表1を参照すると、表1は、本発明の好ましい実施の形態において、質量流量制御装置の種類及び流体の種類が同一でビンサイズのみが異なる質量流量制御装置の調整の結果として決定されたパラメータの初期値の例を示す表である。表1には、流量センサの出力に影響を与えるパラメータとしてゼロ点、スパン及び直線性のパラメータが、過渡応答に影響を与えるパラメータとして比例ゲイン、積分ゲイン及び微分ゲインが、それぞれ記載されている。表1において空欄の部分は、その制御条件において過去にパラメータの調整を行ったことがなく、したがってパラメータの初期値がまだ決定されていないことを表している。

[0037] ここで、過渡応答に影響を与えるパラメータの調整につき以下に詳しく説明する。表1に例示したように、パラメータの初期値としては、ビンサイズごとに異なる値を決定することができる。しかしながら、ビンサイズの違いの影響をあまり受けないパラメータについては、全てのビンサイズに共通する単一の初期値に決定することもできる。さらに、あるビンサイズにおけるフルスケール（例えば、2, 000 sccm）をいくつかの区分（例えば、フルスケールの1%、2%、5%、10%、25%、50%、75%、100%、120%、140%）に分けて、区分ごとに異なるパラメータの初期値を決定することもできる。

[0038] 表1に例示したパラメータのうち、上記のようなきめ細かいパラメータの設定が特に有効となるパラメータは、直線性及び比例ゲインである。これは

、流量制御弁の流量特性（弁の開きに対する流量の変化）が単純な比例関係になく、非線形の要素を含むためである。同じ理由から、これら二つのパラメータは、ビンサイズの違いによる影響も受けやすい。一方、積分ゲイン及び微分ゲインは、フルスケールの区分及びビンサイズの違いによる影響を受けにくいパラメータであるため、区分及び／又はビンサイズによらず共通する初期値を用いることができる場合がある。パラメータの初期値としては、例えば、複数台（例えば3～5台）の質量流量制御装置を用いて調整されたパラメータの平均値を採用することができる。

[0039] なお、パラメータの調整においては流量センサのパラメータの調整が最も基本的な調整であり、通常は流量センサのパラメータの調整が最初に行われる。この調整においては、質量流量制御装置によって測定される流量が基準流量計（例えば、m o l b l o c）によって示される流量と一致するように、流量センサのパラメータが調整される。過渡応答のパラメータの調整においては、例えばステップ入力に対する応答時間（ステップ応答から求められる過渡応答の指標）が最短となるようにP I Dの各ゲインが調整される。いずれの調整においても、質量流量制御装置に個体差があるために必要とされる微調整である。将来的には、サーバに蓄積されたビッグデータをA Iに解析させた結果に基づいてパラメータの調整を行うことも可能になるものと考えられる。

[0040] 好ましい実施の形態において、本発明に係る方法は、パラメータを調整するときに質量流量制御装置に最初に入力されるパラメータが、そのときの制御条件について最適な値ではないが、幅広い制御条件のもとで質量流量制御装置を動作させることができる暫定的かつ汎用的なデフォルト値である。この方法は、ある制御条件において質量流量制御装置の調整を初めて行う場合に有効である。前述のとおり、表1の空欄のように、ある制御条件において過去に調整が行われたことがない場合、本発明にいう初期値が存在しない。そこで、このような場合には、予め定義されたデフォルト値を質量流量制御装置にパラメータとして入力することによって、第1の工程の実行を開始す

ることができる。このときに入力されるデフォルト値は、上記制御条件について最適な値ではないが、幅広い制御条件のもとで質量流量制御装置を動作させることができる暫定的かつ汎用的なデフォルト値である。ここで「暫定的」とは、調整によってパラメータを変更するまでの間にのみ使用する仮の値という意味である。また「汎用的」とは、特定の制御条件によらず幅広い制御条件について共通に使用することができるという意味である。そのようなデフォルト値は、例えば、過去に調整したことがある類似の構成を有する質量流量制御装置における調整後のパラメータ並びに／又は同一の種類の質量流量制御装置及び同一の流体の種類についてビンサイズが近い場合における調整後のパラメータなどに基づいて設定することができる。

[0041] <第2の実施形態>

第2の実施形態において、本発明は、ある制御条件で使用する質量流量制御装置を調整する方法の発明である。この方法においては、第1の実施形態に係る方法によって決定されたパラメータの初期値を使用して質量流量制御装置のパラメータが調整される。前述のとおり、第1の実施形態に係る方法によって決定された初期値は、従来技術において用いられるデフォルト値とは異なり、パラメータを調整しようとする制御条件において過去に実行されたパラメータの調整の結果が反映された値となっている。このため、質量流量制御装置の調整の開始から制御動作の精度が目標値に達するまでの時間が短縮され、調整を迅速に実行することができる。

[0042] 図3は、本発明の第2の実施形態に係る方法を示すフローチャートである。この方法は第3の工程を含む。第3の工程は、第1の実施形態に係る方法によって決定されたパラメータの初期値のうち、制御条件と関連付けられたパラメータの初期値をサーバから読み出す第6ステップ（S6）と、読み出されたパラメータの初期値を質量流量制御装置に入力する第7ステップ（S7）と、制御条件のもとで質量流量制御装置のパラメータを調整する第8ステップ（S8）と、を実行する工程である。

[0043] この方法において、パラメータを調整して使用しようとする質量流量制御

装置の制御条件は、事前に決定されているものとする。第6ステップS6においては、第1の実施形態に係る方法のうち第2の工程を実行した結果としてサーバに記憶されているパラメータの初期値の中から、パラメータを調整しようとする制御条件と同一の制御条件のもとで調整されたパラメータの初期値を探し、もしそのような初期値があればサーバから読み出す。読み出された初期値は質量流量制御装置に入力され（第7ステップS7）、読み出された初期値と同じ制御条件のもとで質量流量制御装置のパラメータが改めて調整される（第8ステップS8）。求める初期値がサーバに蓄積されていない場合は、第3の工程を実行することができない。そのような場合には、第3の工程を実行する前に、必要な制御条件のもとで第1の実施形態の第1の工程及び第2の工程を実行することによって、その制御条件におけるパラメータの初期値を決定し、その後第3の工程を実行することができる。

[0044] 好ましい実施の形態において、第2の実施形態に係る方法は第4の工程を含む。第4の工程は、第8ステップ（S8）において調整された質量流量制御装置のパラメータと制御条件とが関連付けられてなる追加データをサーバに記憶させる第9ステップ（S9）と、サーバに記憶されたデータ及び追加データから制御条件が共通するデータ及び追加データを抜き出す第10ステップ（S10）と、抜き出されたデータ及び追加データに基づいてパラメータの初期値を再決定し、サーバに記憶された初期値を再決定された初期値に更新する第11ステップ（S11）と、を実行する工程である。

[0045] 第4の工程は、第3の工程において調整されたパラメータを質量流量制御装置の制御に利用するだけでなく、第1の工程のステップS2でサーバに記憶させた調整後のパラメータと同様に、その後の調整において使用するパラメータの初期値を決定するためのデータとしても活用することを目的として実行される。第4の工程を実行することによって、質量流量制御装置を調整するたびに新たな追加データがサーバに蓄積されるので、再決定され更新された初期値は最新の調整の結果が反映されたものになる。これにより、決定される初期値になんらかの理由によって時間的な変化が生じたような場合で

あっても、質量流量制御装置に入力される初期値をその変化に対応したものにすることができる。第10ステップS10においてパラメータの初期値を決定する際に使用するデータ及び追加データは、サーバに記憶させた全てのデータ及び追加データを使用してもよいし、現時点から過去に遡って一定の数のデータ及び追加データだけを選択して使用してもよい。決定されるパラメータの初期値が時間とともに増減を繰り返す場合には前者の方法が好ましく、初期値が時間とともに増加又は減少する一方である場合には後者の方法が好ましい。

[0046] 好ましい実施の形態において、第2の実施形態に係る方法は、サーバから読み出して質量流量制御装置に入力したパラメータの初期値と、制御条件及び入力された初期値のもとで調整されたパラメータとの差が閾値を超えたときに、警報を発する第12ステップ(S12)をさらに含む方法である。換言すれば、第12ステップ(S12)は、第7ステップにおいて質量流量制御装置に入力された初期値と第8ステップにおいて調整されたパラメータとの差が所定の閾値を超えたときに警報を発するステップである。なお、第12ステップにおいて発せられる警報は、作業者に異常の発生を知らせることが可能である限り特に限定されない。このような警報の具体例としては、例えばブザー及び合成音声などの聴覚的警報並びに警告灯及びディスプレイ表示などの視覚的警報などを挙げることができる。

[0047] 前述のとおり、同一の制御条件のもとで複数の質量流量制御装置のパラメータを個別に調整した場合、一般に、調整により決定されたパラメータの値は質量流量制御装置の個体によって大きく異ならない。しかし、質量流量制御装置を構成する部品の個体差などに起因して、パラメータの値は完全に同一にはならず、調整ごとにばらつきがある。ばらつきが一定の範囲にとどまっている場合は問題ないが、ばらつきの程度がこれまでになく大きい場合には、調整の過程になんらかの問題が発生している可能性が高い。このようにばらつきの程度が大きくなる原因としては、例えば、前述したように、質量流量制御装置を構成する部品の不適切な組み合わせ並びに部品の不具合、調

整不良及び経時変化等を挙げることができる。しかしながら、この方法によれば、調整の前に質量流量制御装置に入力したパラメータの初期値と、調整後のパラメータとの差が閾値を越えたときに、警報を発することにより作業者に異常の発生を知らせ、誤った調整がなされた質量流量制御装置が需要者に供給されることを未然に防止することができる。

[0048] <第3の実施形態>

本明細書の冒頭において述べたように、本発明は、パラメータの初期値を決定する方法及び質量流量制御装置を調整する方法のみならず、パラメータの初期値を決定するシステム及び質量流量制御装置を調整するシステムにも関する。

[0049] 第3の実施形態において、本発明は、質量流量制御装置を調整するときに質量流量制御装置に最初に入力される流量制御に関するパラメータの初期値を決定するために使用されるシステムである。本発明に係るシステムは、質量流量制御装置に接続されてパラメータを調整することができるように構成された少なくとも1台の操作端末、少なくとも1台のサーバ、及び質量流量制御装置と操作端末とサーバとの間におけるデータの授受を可能とする通信手段を備える。

[0050] 操作端末は、質量流量制御装置に接続されてパラメータを調整することができる限り特に限定されず、前述したように、例えばパーソナルコンピュータ等のコンピュータシステムであってもよい。サーバもまた、前述したように、例えばハードディスクドライブ（HDD）及びソリッドステートドライブ（SSD）などの記憶装置を有するコンピュータシステムである。通信手段は、質量流量制御装置と操作端末とサーバとの間におけるデータの授受を可能とする限り特に限定されず、前述したように、例えばLANケーブル及び／又はインターネットなどの公知の通信回線を通じてデータの授受を行う一連のデバイス（例えば通信回路基板など）などによって構成されている。

[0051] 更に、本発明に係るシステムは、操作端末及び／又はサーバが備える記憶装置に格納されたプログラムに従い、操作端末及び／又はサーバが備える処

理装置が所定の命令を実行することにより、上述した本発明の第1の実施形態に係る方法に含まれる少なくとも第2の工程を実行するように構成されている。すなわち、本発明に係るシステムにおいては、少なくとも、サーバに蓄積されたデータから制御条件が共通するデータを抜き出す第3ステップ（S3）と、抜き出されたデータに基づいてパラメータの初期値を決定する第4ステップ（S4）と、決定されたパラメータの初期値を共通する制御条件と関連付けてサーバに記憶させる第5ステップ（S5）とが、操作端末及び／又はサーバにインストールされたアプリケーションによって実行される。

[0052] 操作端末及び／又はサーバが備える記憶装置の具体例としては、例えばハードディスクドライブ（HDD）、ソリッドステートドライブ（SSD）、メモリ（RAM又はROM）などを挙げることができる。操作端末及び／又はサーバが備える処理装置の具体例としては、例えば所謂中央処理装置（CPU）などを挙げることができる。第2の工程を処理装置に実行させるためのプログラムは、操作端末又はサーバの何れか一方が備える記憶装置に格納されていてもよく、或いは、操作端末及びサーバの両方が備える記憶装置に分散されて格納されていてもよい。また、上記各ステップは、操作端末又はサーバの何れか一方が備える処理装置によって実行されてもよく、或いは、操作端末及びサーバの両方が備える処理装置による分散処理によって実行されてもよい。

[0053] なお、前述したように、例えば本発明に係る方法に含まれる第1の工程の第1ステップにおいて作業員が手動で質量流量制御装置のパラメータの調整を行う場合は、次の第2ステップにおいて、調整されたパラメータをサーバ自身が有する入力装置を使って作業員が入力することによって、サーバにデータを蓄積することができる。或いは、調整されたパラメータを、操作端末が有する入力装置を使って作業員が入力し、通信手段を介してサーバに送信することによって、サーバにデータを蓄積することができる。ただし、効率化の観点からは、調整されたパラメータがアプリケーションによって（すなわち、プログラムに従って処理装置が所定の命令を実行することによって）

自動的にサーバに蓄積されることが望ましい。

[0054] そこで、好ましい実施の形態において、本発明に係るシステムは、第1ステップの実行により質量流量制御装置による流量制御の精度が所定の目標値に達したらプログラムに従って処理装置が所定の命令を実行することにより第2ステップを実行するように構成されている。すなわち、このシステムにおいては、調整されたパラメータと制御条件とが関連付けられてなるデータをサーバに記憶させる第2ステップを複数の質量流量制御装置について個別に実行してサーバにデータを蓄積する工程が操作端末及び／又はサーバにインストールされたアプリケーションによって実行される。

[0055] なお、質量流量制御装置による流量制御の精度が所定の目標値に達したか否かについては作業員が判断を下し、流量制御の精度が所定の目標値に達したと判断されたときに何等かの操作（例えば、所定のコマンドの入力又はユーザインターフェースが備えるボタンなどのオブジェクトのクリックなど）を作業員が行うことにより、上記アプリケーションに第2ステップの実行を開始させてもよい。或いは、質量流量制御装置による流量制御の精度が所定の目標値に達したか否かについての判断もまた、アプリケーションによって（すなわち、プログラムに従って処理装置が所定の命令を実行することによって）自動的に実行されることが望ましい。

[0056] 後者の場合、具体的には、質量流量制御装置に組み込まれた流量センサが出力する流体の流量に関する出力信号に対応する流量と実際の流量との差が目標値以下となったか否か及び質量流量制御装置に与えられる設定流量が変化したときの流量の時間変化（過渡応答）の指標が予め設定された範囲内となったか否かについての判断をアプリケーションが下す必要がある。したがって、この場合は、質量流量制御装置に組み込まれた流量センサからの出力信号に対応する流量と実際の流量（すなわち、基準流量計からの出力信号に対応する流量）との差及び質量流量制御装置に与えられる設定流量が変化したときの流量の時間変化（過渡応答）の指標を検知するために必要な信号を質量流量制御装置から受信する手段を本発明に係るシステムが備えるとともに

に、上記判断を下すために必要なアルゴリズムを実行するための命令を上記プログラムが備える必要がある。

[0057] また、さらなる効率化の観点からは、本発明に係る方法に含まれる第1ステップもまた、アプリケーションによって（すなわち、プログラムに従って処理装置が所定の命令を実行することによって）自動的に実行されることが望ましい。

[0058] そこで、好ましい実施の形態において、本発明に係るシステムは、第1ステップにおいてプログラムに従って処理装置が所定の命令を実行することによりパラメータを所定の量だけ増加又は減少させるように構成されている。すなわち、このシステムによれば、第1ステップにおいて、ある制御条件のもとで、アプリケーションによって（すなわち、プログラムに従って処理装置が所定の命令を実行することによって）質量流量制御装置のパラメータが自動的に調整される。

[0059] なお、このシステムにより第1ステップにおいてパラメータが増加又は減少される程度（すなわち、増加幅又は減少幅の大きさ）は、各々のパラメータについて予め定められた固定値であってもよく、或いは、流量制御の精度の目標値からの解離の程度に応じて増減する値であってもよい。後者の場合、流量制御の精度の目標値からの解離の程度が大きいほど、パラメータの増加幅又は減少幅がより大きくなるように、プログラムが構成されていてもよい。

[0060] <第4の実施形態>

第4の実施形態において、本発明は、ある制御条件で使用される質量流量制御装置を調整するシステムの発明である。このシステムにおいては、第1の実施形態に係る方法によって決定されたパラメータの初期値を使用して質量流量制御装置のパラメータが調整される。前述したように、第1の実施形態に係る方法によって決定された初期値は、従来技術において用いられるデフォルト値とは異なり、パラメータを調整しようとする制御条件において過去に実行されたパラメータの調整の結果が反映された値となっている。この

ため、質量流量制御装置の調整の開始から制御動作の精度が目標値に達するまでの時間が短縮され、パラメータの調整を迅速に完了することができる。

[0061] すなわち、第4の実施形態に係るシステムは、プログラムに従って処理装置が所定の命令を実行することにより、本発明の第2の実施形態に係る方法に含まれる少なくとも第6ステップ及び第7ステップを実行するように構成されている。すなわち、このシステムにおいては、前述した第3の工程において、前述した第1の工程及び第2の工程の実行によって決定されサーバに蓄積された種々のパラメータの初期値のうち、そのときの制御条件と関連付けられたパラメータの初期値をサーバから読み出す第6ステップと、斯くして読み出されたパラメータの初期値を質量流量制御装置に入力する第7ステップとが、アプリケーションによって（すなわち、プログラムに従って処理装置が所定の命令を実行することによって）自動的に実行される。

[0062] なお、効率化の観点からは、本発明に係る方法に含まれる第8ステップもまた、アプリケーションによって（すなわち、プログラムに従って処理装置が所定の命令を実行することによって）自動的に実行されることが望ましい。そこで、好ましい実施の形態において、本発明に係るシステムは、第8ステップにおいて、プログラムに従って処理装置が所定の命令を実行することにより、パラメータを所定の量だけ増加又は減少させるように構成されている。

[0063] なお、このシステムにより第8ステップにおいてパラメータが増加又は減少される程度（すなわち、増加幅又は減少幅の大きさ）は、各々のパラメータについて予め定められた固定値であってもよく、或いは、流量制御の精度の目標値からの解離の程度に応じて増減する値であってもよい。後者の場合、流量制御の精度の目標値からの解離の程度が大きいほど、パラメータの増加幅又は減少幅がより大きくなるように、プログラムが構成されていてもよい。

[0064] 好ましい実施の形態において、第4の実施形態に係るシステムは、プログラムに従って処理装置が所定の命令を実行することにより、前述した好まし

い第2の実施形態に係る方法に含まれる第4の工程を実行するように構成されている。すなわち、このシステムにおいては、前述した第4の工程において、第8ステップにおいて調整された質量流量制御装置のパラメータと制御条件とが関連付けられてなる追加データをサーバに記憶させる第9ステップと、サーバに記憶されたデータ及び追加データから制御条件が共通するデータ及び追加データを抜き出す第10ステップと、抜き出されたデータ及び追加データに基づいてパラメータの初期値を再決定し、サーバに記憶された初期値を再決定された初期値に更新する第11ステップとが、アプリケーションによって（すなわち、プログラムに従って処理装置が所定の命令を実行することによって）自動的に実行される。したがって、このシステムによれば、自動的に第4の工程を実行することによりパラメータの初期値をより効率的に更新することができる。

[0065] 好ましい実施の形態において、第4の実施形態に係るシステムは、プログラムに従って処理装置が所定の命令を実行することにより、前述した好ましい第2の実施形態に係る方法に含まれる第12ステップを実行するように構成されている。すなわち、このシステムは、サーバから読み出して質量流量制御装置に入力したパラメータの初期値と制御条件及び入力された初期値のもとで調整されたパラメータとの差が閾値を超えたときに警報を発するように構成されている。

[0066] このシステムによれば、調整の前に質量流量制御装置に入力したパラメータの初期値と調整後のパラメータとの差が閾値を越えたときに、警報を発することにより作業者に異常の発生を知らせ、誤った調整がなされた質量流量制御装置が需要者に供給されることを未然に防止することができる。

符号の説明

- [0067] 1 質量流量制御装置
- 10 流路
- 11 入口
- 12 出口

- 2 0 流量センサ
 - 2 1 バイパス
 - 2 2 センサチューブ
 - 2 3 電熱ワイヤ
- 3 0 流量制御弁
 - 3 1 弁体
 - 3 2 駆動機構
- 4 0 制御部

請求の範囲

- [請求項1] 質量流量制御装置を調整するときに前記質量流量制御装置に最初に入力される流量制御に関するパラメータの初期値を決定する方法であって、
- ある制御条件のもとで、ある質量流量制御装置の前記パラメータを調整する第1ステップと、
- 調整された前記パラメータと前記制御条件とが関連付けられてなるデータをサーバに記憶させる第2ステップと、
- を複数の質量流量制御装置について個別に実行して、前記サーバに前記データを蓄積する第1の工程と、
- 前記サーバに蓄積された前記データから前記制御条件が共通する前記データを抜き出す第3ステップと、
- 抜き出された前記データに基づいて共通する前記制御条件に対応する前記パラメータの前記初期値を決定する第4ステップと、
- 決定された前記パラメータの前記初期値を、共通する前記制御条件と関連付けて前記サーバに記憶させる第5ステップと、
- を実行する第2の工程と、
- を含む方法。
- [請求項2] 前記制御条件が、質量流量制御装置の種類、流体の種類及びピンサイズを含む、
- 請求項1に記載の方法。
- [請求項3] 前記質量流量制御装置の前記調整が、流量センサの調整を含み、
- 決定された前記パラメータの前記初期値が、ゼロ点、スパン及び直線性に関するパラメータの初期値を含む、
- 請求項1又は2に記載の方法。
- [請求項4] 前記質量流量制御装置の前記調整が、過渡応答の調整を含み、
- 決定された前記パラメータの前記初期値が、比例ゲイン、積分ゲイン及び微分ゲインに関するパラメータの初期値を含む、

請求項 1 から 3 までのいずれかに記載の方法。

[請求項5] 前記第 1 ステップにおいて、前記パラメータを調整するときに前記質量流量制御装置に最初に入力される前記パラメータが、前記制御条件について最適な値ではないが、幅広い制御条件のもとで前記質量流量制御装置を動作させることができる暫定的かつ汎用的なデフォルト値である、

請求項 1 から 4 までのいずれかに記載の方法。

[請求項6] ある制御条件で使用される質量流量制御装置を調整する方法であって、

請求項 1 から 5 までのいずれかに記載の方法によって決定された前記パラメータの前記初期値のうち、前記制御条件と関連付けられた前記パラメータの前記初期値を前記サーバから読み出す第 6 ステップと、

読み出された前記パラメータの前記初期値を前記質量流量制御装置に入力する第 7 ステップと、

前記制御条件のもとで前記質量流量制御装置の前記パラメータを調整する第 8 ステップと、

を実行する第 3 の工程、

を含む方法。

[請求項7] 前記第 8 ステップにおいて調整された前記質量流量制御装置の前記パラメータと前記制御条件とが関連付けられてなる追加データを前記サーバに記憶させる第 9 ステップと、

前記サーバに記憶された前記データ及び前記追加データから前記制御条件が共通する前記データ及び前記追加データを抜き出す第 10 ステップと、

抜き出された前記データ及び前記追加データに基づいてパラメータの初期値を再決定し、前記サーバに記憶された前記初期値を再決定された前記初期値に更新する第 11 ステップと、

を実行する第４の工程、

をさらに含む請求項６に記載の方法。

[請求項８] 前記第７ステップにおいて質量流量制御装置に入力された前記初期値と前記第８ステップにおいて調整された前記パラメータとの差が所定の閾値を超えたときに警報を発する第１２ステップ、
をさらに含む請求項６又は７のいずれかに記載の方法。

[請求項９] 質量流量制御装置を調整するときに前記質量流量制御装置に最初に入力される流量制御に関するパラメータの初期値を決定するために使用されるシステムであって、

前記質量流量制御装置に接続されて前記パラメータを調整することができるよう構成された少なくとも１台の操作端末、少なくとも１台のサーバ、及び前記質量流量制御装置と前記操作端末と前記サーバとの間におけるデータの授受を可能とする通信手段を備え、

前記操作端末及び／又は前記サーバが備える記憶装置に格納されたプログラムに従い、前記操作端末及び／又は前記サーバが備える処理装置が所定の命令を実行することにより、請求項１から５までのいずれかに記載の方法に含まれる少なくとも前記第２の工程を実行するように構成されたシステム。

[請求項１０] 前記第１ステップの実行により前記質量流量制御装置による流量制御の精度が所定の目標値に達したら前記プログラムに従って前記処理装置が所定の命令を実行することにより前記第２ステップを実行するように構成された、
請求項９に記載のシステム。

[請求項１１] 前記第１ステップにおいて前記プログラムに従って前記処理装置が所定の命令を実行することにより前記パラメータを所定の量だけ増加又は減少させるように構成された、
請求項９又は１０に記載のシステム。

[請求項１２] 前記プログラムに従って前記処理装置が所定の命令を実行すること

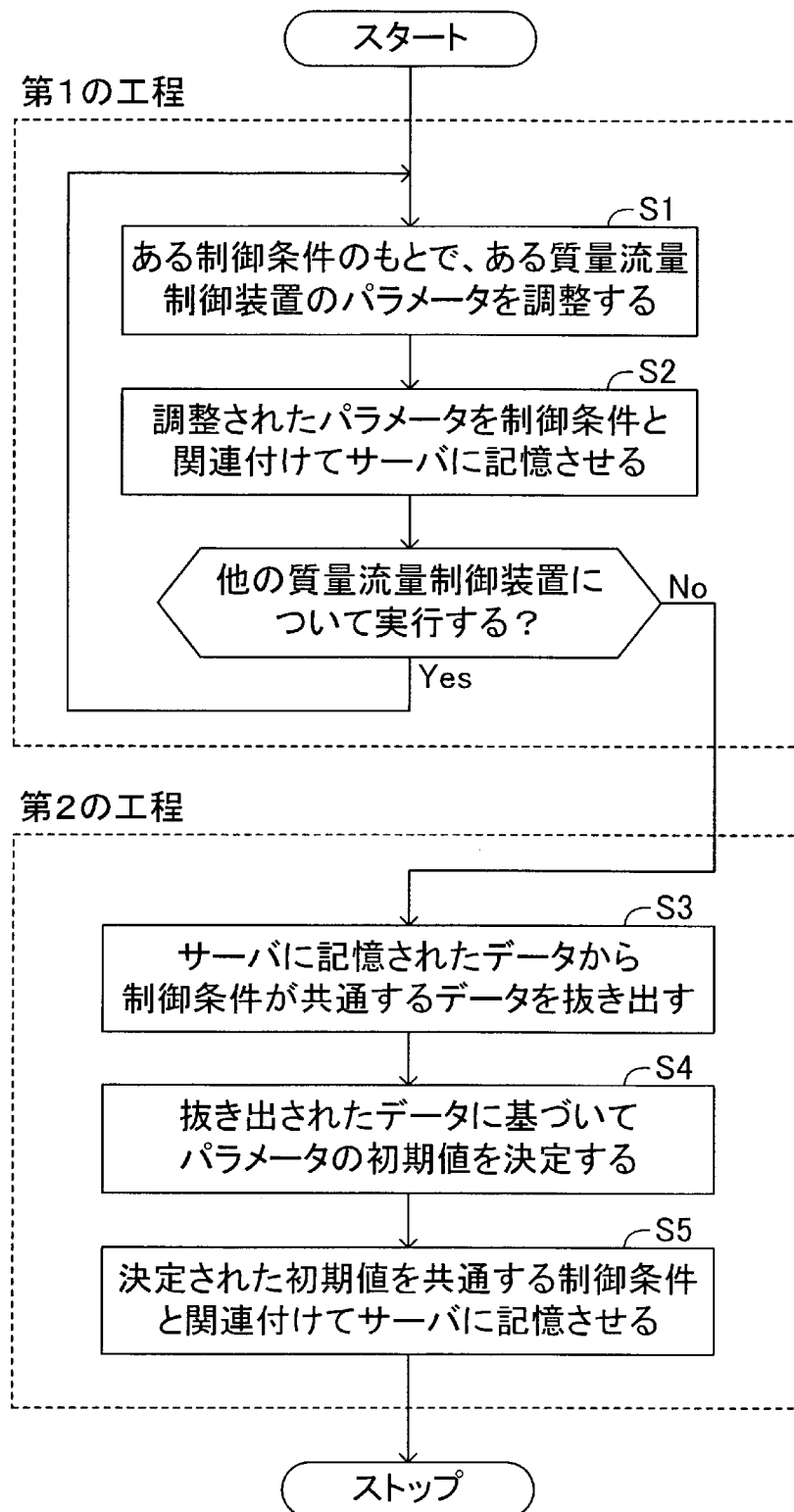
により請求項 6 に記載の方法に含まれる少なくとも前記第 6 ステップ及び前記第 7 ステップを実行するように構成された、
請求項 9 から 11 までのいずれかに記載のシステム。

[請求項13] 前記第 8 ステップにおいて前記プログラムに従って前記処理装置が所定の命令を実行することにより前記パラメータを所定の量だけ増加又は減少させるように構成された、
請求項 12 に記載のシステム。

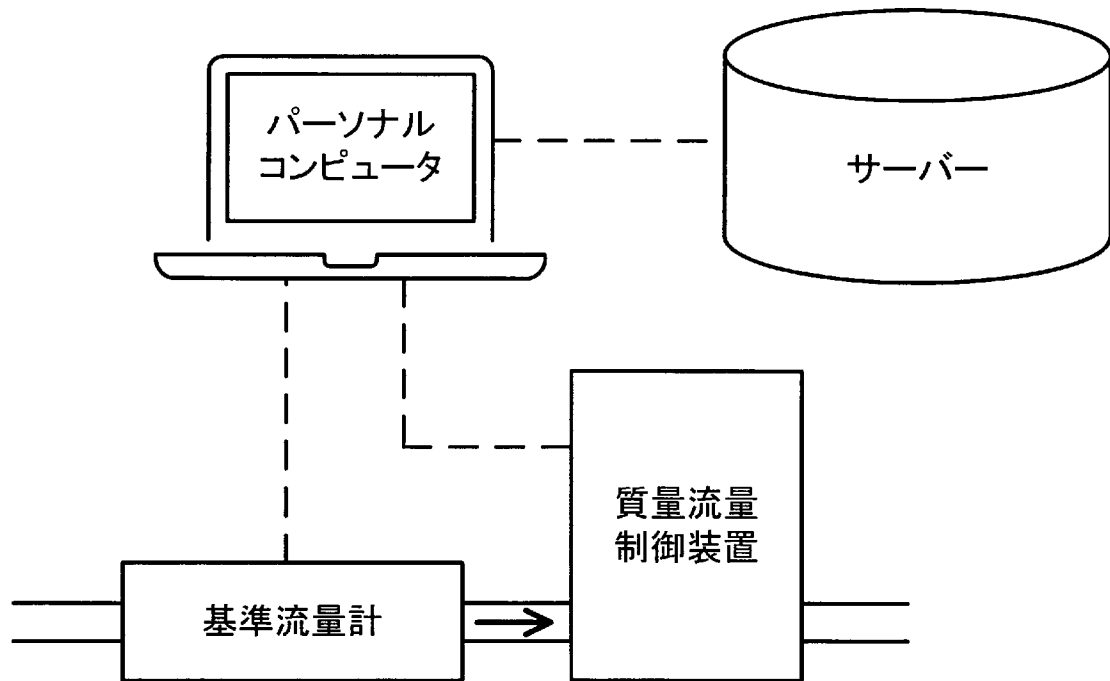
[請求項14] 前記プログラムに従って前記処理装置が所定の命令を実行することにより請求項 7 に記載の方法に含まれる前記第 4 の工程を実行するように構成された、
請求項 12 又は 13 に記載のシステム。

[請求項15] 前記プログラムに従って前記処理装置が所定の命令を実行することにより請求項 8 に記載の方法に含まれる前記第 12 ステップを実行するように構成された、
請求項 11 から 14 までのいずれかに記載のシステム。

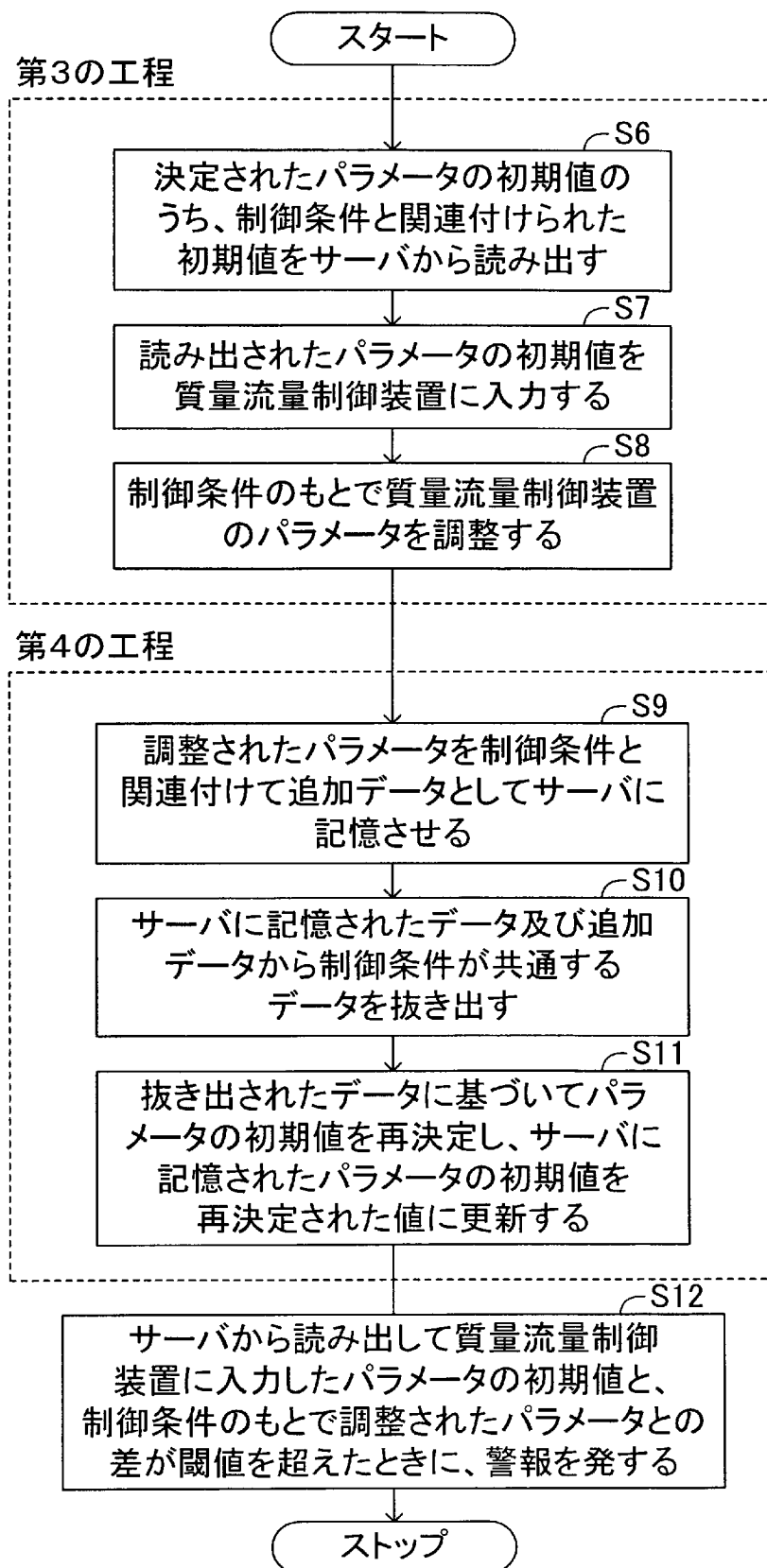
[図1]



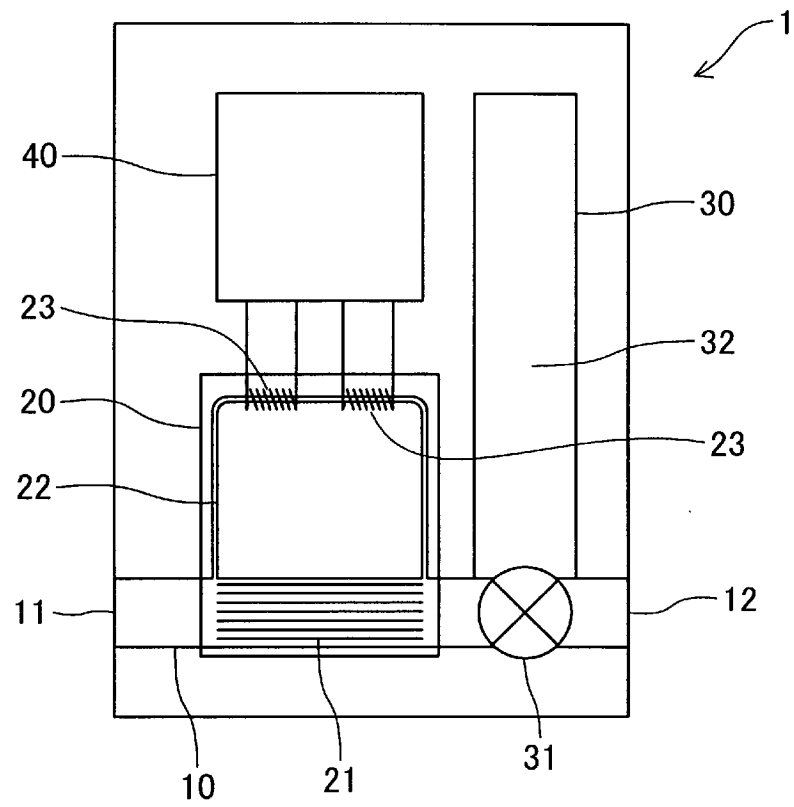
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/005733

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D 7/06(2006.01)i; **G01F 1/00**(2022.01)i; **G01F 1/696**(2006.01)i; **G01F 25/00**(2022.01)i; **G05B 11/36**(2006.01)i;
G05B 11/42(2006.01)i

FI: G05D7/06 Z; G05B11/36 N; G05B11/42; G01F25/00 C; G01F1/00 X; G01F1/696 Z

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)

G05D7/06; G01F1/00; G01F1/696; G01F25/00; G05B11/36; G05B11/42

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
A	JP 2005-531069 A (MKS INSTRUMENTS, INC.) 13 October 2005 (2005-10-13) entire text, all drawings	1-15
A	JP 2016-025503 A (KONICA MINOLTA, INC.) 08 February 2016 (2016-02-08) entire text, all drawings	1-15
A	JP 2008-039513 A (HITACHI METALS, LTD.) 21 February 2008 (2008-02-21) entire text, all drawings	1-15

☐ 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

08 April 2022

Date of mailing of the international search report

26 April 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/005733

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2005-531069	A	13 October 2005	US 5689455 A entire text, all drawings US 2003/0234039 A1 WO 2004/001516 A1 DE 10392770 B3	
JP	2016-025503	A	08 February 2016	(Family: none)	
JP	2008-039513	A	21 February 2008	US 2010/0000608 A1 entire text, all drawings WO 2008/016189 A1 KR 10-2009-0035573 A CN 101501597 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G05D 7/06(2006.01)i; G01F 1/00(2022.01)i; G01F 1/696(2006.01)i; G01F 25/00(2022.01)i; G05B 11/36(2006.01)i; G05B 11/42(2006.01)i FI: G05D7/06 Z; G05B11/36 N; G05B11/42; G01F25/00 C; G01F1/00 X; G01F1/696 Z		
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）） G05D7/06; G01F1/00; G01F1/696; G01F25/00; G05B11/36; G05B11/42 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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
A	JP 2005-531069 A (エム ケー エス インストルメンツ インコーポレーテッド) 13.10.2005 (2005 - 10 - 13) 全文、全図	1-15
A	JP 2016-025503 A (コニカミノルタ株式会社) 08.02.2016 (2016 - 02 - 08) 全文、全図	1-15
A	JP 2008-039513 A (日立金属株式会社) 21.02.2008 (2008 - 02 - 21) 全文、全図	1-15
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 08.04.2022		国際調査報告の発送日 26.04.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 藤崎 詔夫 3U 5075 電話番号 03-3581-1101 内線 3364

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/005733

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2005-531069	A	13.10.2005	US 5689455 A 全文、全図	
				US 2003/0234039 A1	
				WO 2004/001516 A1	
				DE 10392770 B3	
JP	2016-025503	A	08.02.2016	(ファミリーなし)	
JP	2008-039513	A	21.02.2008	US 2010/0000608 A1 全文、全図	
				WO 2008/016189 A1	
				KR 10-2009-0035573 A	
				CN 101501597 A	