

(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
2018年8月16日(16.08.2018)



(10) 国際公開番号

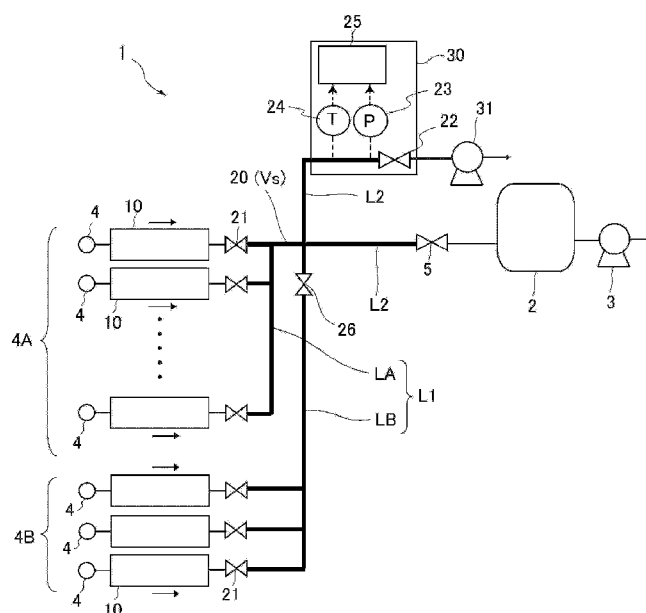
WO 2018/147354 A1

- (51) 国際特許分類:
G01F 1/00 (2006.01) *G05D 7/06* (2006.01)
G01F 3/38 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/004325
- (22) 国際出願日: 2018年2月8日(08.02.2018)
- (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 2017-023575 2017年2月10日(10.02.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社フジキン (FUJIKIN INCORPORATED) [JP/JP]; 〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 永瀬 正明 (NAGASE Masaaki); 〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内 Osaka (JP). 澤田 洋平(SAWADA Yohei); 〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内 Osaka (JP). 西野 功二(NISHINO Kouji); 〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内 Osaka (JP). 池田 信一(IKEDA Nobukazu); 〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 谷田 龍一, 外(TANIDA Ryuichi et al.); 〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町4丁目5番7号 東亜ビル Osaka (JP).

(54) Title: FLOW RATE MEASURING METHOD AND FLOW RATE MEASURING DEVICE

(54) 発明の名称: 流量測定方法および流量測定装置

[図1]



(57) Abstract: This flow rate measuring method is carried out in a gas supply system comprising a plurality of gas supply passages each provided with a first valve, and a common gas supply passage which is formed on the downstream side of the plurality of gas supply passages and is provided with a flow rate measuring device including a pressure sensor, a temperature sensor and a downstream side second valve. The flow rate measuring method includes: a first step of opening any one of the first valves and the second valve to allow gas to flow, closing the second valve while gas is flowing, closing



(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, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, 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, 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))

said any one of the first valves after a predetermined time has elapsed, and measuring a pressure and a temperature after the first valve has been closed; a second step of opening any one of the first valves and the second valve to allow gas to flow, closing said any one of the first valves and the second valve at the same time while gas is flowing, and measuring the pressure and the temperature after the first valve and the second valve have been closed; and a third step of calculating the flow rate on the basis of the pressure and the temperature measured in the first step and the pressure and the temperature measured in the second step.

(57) 要約: 流量測定方法は、第1バルブを備えた複数のガス供給路と、複数のガス供給路の下流側に形成され、圧力センサ、温度センサ、下流側の第2バルブを有する流量測定装置を備えた共通ガス供給路とを有するガス供給システムで行われ、何れか一つの第1バルブと第2バルブとを開いてガスを流し、ガスが流れている状態で第2バルブを閉じ、所定時間経過後に何れか一つの第1バルブを閉じ、第1バルブを閉じた後の圧力および温度を測定する第1工程と、何れか一つの第1バルブと第2バルブとを開いてガスを流し、ガスが流れている状態で何れか一つの第1バルブおよび第2バルブを同時に閉じ、第1バルブおよび第2バルブを閉じた後の圧力および温度を測定する第2工程と、第1工程で測定した圧力および温度と第2工程で測定した圧力および温度とに基づいて流量を演算する第3工程とを含む。

明 細 書

発明の名称： 流量測定方法および流量測定装置

技術分野

[0001] 本発明は、流量測定方法および流量測定装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体製造装置等に設けられたガス供給システムは、一般的に、各供給ガス種毎に設けた流量制御機器を介して、多種類のガスをプロセスチャンバ等のガス使用対象に切換えて供給するように構成されている。

[0003] また、流量制御機器の運用においては、随時、流量精度の確認や流量校正を行うことが望まれており、流量計測方法として、ビルドアップ法が流量精度の確認や流量校正に用いられることがある。

[0004] ビルドアップ法では、流量制御機器の下流に設けられた所定の基準容量（ V ）にガスを流し、そのときの圧力上昇率（ $\Delta P / \Delta t$ ）と温度（ T ）とを測定することにより、例えば、 $Q = 22.4 (\Delta P / \Delta t) \times V / RT$ （ R は気体定数）から流量 Q を演算により求めることができる。

[0005] 特許文献1には、ビルドアップ法による流量測定の一例が記載されている。特許文献1に記載のガス供給装置では、各ガス供給ラインに接続された流量制御機器の下流側の開閉弁から共通ガス供給路に設けられた開閉弁までの流路が基準容量（ビルドアップ容量）として用いられており、この流路における圧力上昇率に基づいて流量を測定している。

[0006] また、特許文献2には、ビルドアップ法を用いた流量制御器の校正方法において、下流側の弁を閉じてビルドアップを行った後に上流側の弁も閉じ、所定時間経過後にタンク内のガスの温度が低下してから圧力および温度を測定することによって流量を演算する方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2006-337346号公報

特許文献2：特開2012-32983号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかし、従来のビルドアップ法においては、ガス供給路によっては精度の高い測定が行えない場合があることが本発明者によってわかった。

[0009] 本発明は、上記課題を鑑みてなされたものであり、複数のガス供給路に対して精度よく流量測定を行うための流量測定方法および流量測定装置を提供することをその主たる目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の実施形態による流量測定方法は、流量制御装置およびその下流側の第1バルブを備えた複数のガス供給路と、前記複数のガス供給路の下流側において前記複数のガス供給路が合流して形成された共通ガス供給路であって、圧力センサ、温度センサおよびその下流側の第2バルブを有する流量測定装置を備えた共通ガス供給路とを有するガス供給システムにおいて行われる、流量測定方法であって、何れか一つの第1バルブと前記第2バルブとを開いてガスを流し、ガスが流れている状態で前記第2バルブを閉じ、前記第2バルブを閉じた後、所定時間経過後に前記何れか一つの第1バルブを閉じ、前記第1バルブを閉じた後の圧力および温度を前記圧力センサおよび前記温度センサを用いて測定する第1工程と、前記何れか一つの第1バルブと前記第2バルブとを開いてガスを流し、ガスが流れている状態で前記何れか一つの第1バルブおよび前記第2バルブを同時に閉じ、前記第1バルブおよび前記第2バルブを閉じた後の圧力および温度を前記圧力センサおよび前記温度センサを用いて測定する第2工程と、前記第1工程で測定した圧力および温度と、前記第2工程で測定した圧力および温度とに基づいて流量を演算する第3工程とを包含する。

[0011] ある実施形態において、前記第3工程は、前記第1工程で測定した圧力 P_1 および温度 T_1 と、前記第2工程で測定した圧力 P_c および温度 T_c とを用いて、 $Q = 22.4 \cdot V_s \cdot (P_1/T_1 - P_c/T_c) / (R \cdot \Delta t)$ （ここで、 V_s

はビルドアップ容量、 R は気体定数、 Δt は前記第1工程において前記第2バルブを閉じてから前記第1バルブを閉じるまでの前記所定時間）に従って流量 Q を演算する。

[0012] 本発明の実施形態による流量測定方法は、流量制御装置およびその下流側の第1バルブを備えた複数のガス供給路と、前記複数のガス供給路の下流側において前記複数のガス供給路が合流して形成された共通ガス供給路であって、圧力センサ、温度センサおよびその下流側の第2バルブを有する流量測定装置を備えた共通ガス供給路とを有するガス供給システムにおいて行われる、流量測定方法であって、何れか一つの第1バルブと前記第2バルブとを開いてガスを流し、ガスが流れている状態で前記第2バルブを閉じ、前記第2バルブを閉じた後、第1の所定時間が経過後に前記何れか一つの第1バルブを閉じ、前記第1バルブを閉じた後の圧力および温度を前記圧力センサおよび前記温度センサを用いて測定する第1工程と、前記何れか一つの第1バルブと前記第2バルブとを開いてガスを流し、ガスが流れている状態で前記第2バルブを閉じ、前記第2バルブを閉じた後、前記第1の所定時間よりも短い第2の所定時間が経過後に前記何れか一つの第1バルブを閉じ、前記第1バルブを閉じた後の圧力および温度を前記圧力センサおよび前記温度センサを用いて測定する第2工程と、前記第1工程で測定した圧力および温度と、前記第2工程で測定した圧力および温度とに基づいて流量を演算する第3工程とを包含する。

[0013] ある実施形態において、前記複数のガス供給路は、第1のガス供給ラインまたは第2のガス供給ラインのいずれかに接続されており、前記第1のガス供給ラインおよび前記第2のガス供給ラインが合流して前記共通ガス供給ラインに接続されている。

[0014] ある実施形態において、前記複数のガス供給路のうち少なくとも一つのガス供給路が、他のガス供給路とは異なる配管径を持つ。

[0015] ある実施形態において、前記流量制御装置は、コントロール弁と、絞り部と、前記絞り部の上流側の圧力を測定する圧力センサとを含む圧力式流量制

御装置である。

[0016] 本発明の実施形態による流量測定装置は、流量制御装置およびその下流側の第1バルブを備えた複数のガス供給路と、前記複数のガス供給路の下流側において前記複数のガス供給路が合流して形成された共通ガス供給路とを備えるガス供給システムにおいて、前記共通ガス供給路に接続される流量測定装置であって、前記共通ガス供給路に対して設けられた圧力センサおよび温度センサと、前記圧力センサおよび温度センサの下流側に設けられた第2バルブと、前記圧力センサおよび前記温度センサの出力を受け取る演算制御装置とを備え、前記演算制御装置は、何れか一つの第1バルブと前記第2バルブとを開いてガスを流し、ガスが流れている状態で前記第2バルブを閉じ、前記第2バルブを閉じた後、所定時間経過後に前記何れか一つの第1バルブを閉じ、前記第1バルブを閉じた後の圧力および温度を、第1圧力および第1温度として、前記圧力センサおよび前記温度センサから受け取り、前記何れか一つの第1バルブと前記第2バルブとを開いてガスを流し、ガスが流れている状態で前記何れか一つの第1バルブおよび前記第2バルブを同時に閉じ、前記第1バルブおよび前記第2バルブを閉じた後の圧力および温度を、第2圧力および第2温度として、前記圧力センサおよび前記温度センサから受け取り、前記第1圧力、前記第1温度、前記第2圧力、および、前記第2温度に基づいて、流量を演算する。

発明の効果

[0017] 本発明の実施形態によれば、複数のガス供給路が設けられている場合にも、ライン依存性を低減し、精度良く流量測定を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の実施形態による流量測定装置が組み込まれたガス供給システムを示す模式図である。

[図2]本発明の実施形態において用いられる圧力式流量制御装置の例示的な構成を示す図である。

[図3]従来のビルドアップ法によって流量を測定したときの基準流量からの誤

差を示すグラフであり、第1ラインと第2ラインとのそれぞれについての結果を示す。

[図4] (a) は第1ラインにおける圧力測定結果を示し、(b) は第2ラインにおける圧力測定結果を示す。

[図5] 図4に示すグラフの測定に用いたガス供給システムを示す模式図であり、(a) は第1ラインの圧力測定を行う場合を示し、(b) は第2ラインの圧力測定を行う場合を示す。

[図6] 本発明の実施形態におけるライン依存補正したビルドアップ法によって流量を測定したときの基準流量からの誤差を示すグラフであり、第1ラインと第2ラインとのそれぞれについての結果を示す。

[図7] 本発明の実施形態による流量測定方法における測定手順を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明するが、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。

[0020] 図1は、本発明の実施形態に係るガス供給システム1を示す。ガス供給システム1は、複数のガス供給源4からのガスを、それぞれのガス供給源4に対して設けられた流量制御装置10を介して制御された流量で半導体製造装置のプロセスチャンバ2に供給することができる。

[0021] ガス供給システム1は、複数のガス供給源4が接続可能となっている複数のガス供給ラインL1と、各ガス供給ラインL1に介在する流量制御装置10と、各流量制御装置10の下流側に設置された第1バルブ21と、ガス供給ラインL1が合流して形成された共通ガス供給ラインL2とを備えている。

[0022] 本実施形態において、ガス供給源4は、第1のガス供給源4Aと第2のガス供給源4Bとに分けられている。第1のガス供給源4Aを構成する複数のガス供給源4は、第1のガス供給ラインLA（以下、第1ラインLAと称することがある）に対して共通に接続されており、第2のガス供給源4Bを構

成する複数のガス供給源 4 は、第 2 のガス供給ライン L B（以下、第 2 ライン L B と称することがある）に対して共通に接続されている。そして、第 1 ライン L A と第 2 ライン L B とが合流して下流側の共通ガス供給ライン L 2 に接続されている。

[0023] 第 1 ライン L A および第 2 ライン L B は、いずれもプロセスチャンバ 2 への所望ガスの供給のために用いられる。ただし、第 1 ライン L A と第 2 ライン L B とでは、例えば管の内径や長さなどが異なる場合がある。これらのラインは、それぞれのガスの供給の目的に適合するように個別に設計されていることが多い。

[0024] 共通ガス供給ライン L 2 には流量測定装置 3 0 が設けられている。流量測定装置 3 0 は、第 2 バルブ 2 2 と、第 1 バルブ 2 1 と第 2 バルブ 2 2 との間の流路の圧力および温度を測定する圧力センサ 2 3 および温度センサ 2 4 と、圧力センサ 2 3 および温度センサ 2 4 からの出力を受け取る演算制御装置 2 5 とを備えている。圧力センサ 2 3、温度センサ 2 4 は、第 2 バルブ 2 2 の上流側において、第 2 バルブ 2 2 の近傍に設けられている。また、流量測定装置 3 0 の下流側は真空ポンプ 3 1 に接続されており、第 2 バルブ 2 2 の上流側を排気することが可能になっている。

[0025] 図 1 に示す本実施形態の流量測定装置 3 0 は、プロセスチャンバ 2 へと通じるガス供給ラインからは分岐して配置されているが、他の態様において、ガス供給源 4 からプロセスチャンバ 2 に通じるガス流路の途中に介在するように配置し得る。本明細書において、第 1 ライン L A および第 2 ライン L B の両方からのガスが流れ得る任意の流路を共通ガス供給ライン L 2 と呼ぶ場合があり、流量測定装置 3 0 は、第 1 ライン L A と第 2 ライン L B との両方に連通するように設けられている限り、種々の態様で配置され得る。

[0026] 流量測定装置 3 0 の演算制御装置 2 5 は、圧力センサ 2 3、温度センサ 2 4、第 2 バルブ 2 2 とともに一体的に設けられていてもよいし、外部に設けられた処理装置であってもよい。演算制御装置 2 5 は、典型的には、CPU、ROM や RAM などのメモリ（記憶装置）M、A/D コンバータ等を内蔵

しており、後述する流量測定動作を実行するように構成されたコンピュータプログラムを含んでいてよく、ハードウェアおよびソフトウェアの組み合わせによって実現され得る。

[0027] 演算制御装置 25 は、コンピュータ等の外部装置と情報を交換するためのインターフェイスを備えていてもよく、これにより、外部装置から ROM へのプログラム及びデータの書込みなどを行うことができる。演算制御装置 25 の構成要素（CPU など）は、すべてが装置内に一体的に設けられている必要はなく、CPU などの一部の構成要素を別の場所（装置外）に配置し、バスで相互に接続する構成としても良い。その際、装置内と装置外とを、有線だけでなく無線で通信するようにしても良い。

[0028] ガス供給システム 1 の下流側は、下流弁 5 を介して、プロセスチャンバ 2 に接続されている。プロセスチャンバ 2 には真空ポンプ 3 が接続されており、プロセスチャンバ 2 およびガス供給路 L1、L2 など、必要に応じて真空引きすることができる。なお、上記の真空ポンプ 31 を用いる代わりに、流量測定装置 30 の下流側がプロセスチャンバ 2 下流側の真空ポンプ 3 に共通に接続されていてもよい。

[0029] ガス供給ライン L1 や共通ガス供給ライン L2 には、分岐された他のガスラインや、他のバルブが設けられていても良い。第 1 バルブ 21、第 2 バルブ 22 としては、好適には開閉弁（遮断弁）が用いられ、例えば AOV（Air Operated Valve）などの流体動作弁や、電磁弁、電動弁などの電氣的動作弁が用いられる。他の態様において、第 1 バルブ 21 は、流量制御装置 10 に内蔵された開閉弁であってもよい。

[0030] 図 2 は、本実施形態の流量制御機器 10 として用いられる圧力式流量制御装置 10a の構成例を示す図である。圧力式流量制御装置 10a は、微細開口（オリフィス）を有する絞り部（例えばオリフィスプレート）11 と、絞り部 11 の上流側に設けられた制御バルブ 14 および制御バルブ 14 の駆動部 15 と、絞り部 11 と制御バルブ 14 との間に設けられた圧力センサ 12 および温度センサ 13 とを備えている。絞り部 11 としては、オリフィス部

材の他に臨界ノズルまたは音速ノズルを用いることもできる。オリフィスまたはノズルの口径は、例えば $10\ \mu\text{m} \sim 500\ \mu\text{m}$ に設定される。

[0031] 圧力センサ 12 および温度センサ 13 は、A/D コンバータを介して制御回路 16 に接続されている。制御回路 16 は、制御バルブ 14 の駆動部 15 にも接続されており、圧力センサ 12 および温度センサ 13 の出力などに基づいて制御信号を生成し、この制御信号によって制御バルブ 14 の動作を制御する。本実施形態では、制御回路 16 は、各圧力式流量制御装置 10a に設けられているが、他の態様において、複数の圧力式流量制御装置 10a に対して共通の制御回路 16 が外部に設けられていてもよい。

[0032] 圧力式流量制御装置 10a は、従来と同様の構成を有してよく、圧力センサ 12 を用いて上流圧力 P_u を測定した結果に基づいて流量を制御することができる。圧力式流量制御装置 10a は、他の態様において、絞り部 11 の下流側にも圧力センサを備えていてもよく、上流圧力 P_u および下流圧力 P_d に基づいて流量を検出するように構成されていてもよい。また、流量制御機器 10 として用いられるものはこのようなタイプの圧力式流量制御装置に限られるものではなく、例えば、熱式流量制御装置や、その他の流量制御装置でもよい。

[0033] 圧力式流量制御装置 10a では、臨界膨張条件 $P_u/P_d \geq \text{約} 2$ （ただし、 P_u ：絞り部上流側のガス圧力（上流圧力）、 P_d ：絞り部下流側のガス圧力（下流圧力）であり、約 2 は窒素ガスの場合）を満たすとき、絞り部を通過するガスの流速は音速に固定され、流量は下流圧力 P_d によらず上流圧力 P_u によって決まるという原理を利用して流量制御が行われる。臨界膨張条件を満たすとき、絞り部下流側の流量 Q は、 $Q = K_1 \cdot P_u$ （ K_1 は流体の種類と流体温度に依存する定数）によって与えられ、流量 Q は上流圧力 P_u に比例する。また、下流圧力センサを備える場合、上流圧力 P_u と下流圧力 P_d との差が小さく、臨界膨張条件を満足しない場合であっても流量を算出することができ、各圧力センサによって測定された上流圧力 P_u および下流側圧力 P_d に基づいて、所定の計算式 $Q = K_2 \cdot P_d^m (P_u - P_d)^n$ （ここで K_2 は流体の種類と流体温度に依

存する定数、 m 、 n は実際の流量を元に導出される指数）から流量 Q を算出することができる。

[0034] 流量制御を行うために、設定流量が制御回路16に入力され、制御回路16は、圧力センサ12の出力（上流圧力 P_U ）などに基づいて、上記の $Q = K_1 \cdot P_U$ または $Q = K_2 \cdot P_D^m (P_U - P_D)^n$ から流量を演算により求め、この流量が入力された設定流量に近づくように制御バルブ14をフィードバック制御する。演算により求められた流量は、流量出力値として表示してもよい。

[0035] 再び図1を参照する。ガス供給システム1において、第1バルブ21と第2バルブ22との間の流路（図1において太線で示す部分）を基準容量（ビルドアップ容量）20（体積： V_s ）として用いて、ビルドアップ法によって流量測定を行うことができ、また、ビルドアップ法による流量測定結果に基づいて流量制御装置10を校正することができる。

[0036] 流量制御装置10は、ガス供給システム1に組み込んだ後に流量制御特性が変化したり、また、長年の使用によって絞り部の形状が変化して上流圧力と流量との関係性が変化する場合がある。これに対して、本実施形態のガス供給システム1では、流量測定装置30を用いてビルドアップ法によりガス供給システム1に組み込んだ後にも任意のタイミングで流量を精度よく測定できるので、流量制御装置10の精度を保証することができる。

[0037] 本実施形態において、基準容量20には、第1ラインLAと第2ラインLBとの両方が含まれる。図示する例では、第2ラインLBに開閉弁26が設けられているが、流量測定を行う時には開閉弁26が開けられており、第1ラインLAと第2ラインLBとの両方が、基準容量20として利用される。したがって、第1ラインLAでの流量測定および第2ラインLBでの流量測定の両方において、基準容量20の大きさは同じに設定されている。このように、本実施形態では、流路の一部を基準流量（ビルドアップ容量）として用い、特許文献2に記載されているようなビルドアップタンクを用いていないので、流量測定装置30の小型化を実現できるとともに、短時間で流量測定を行うことができるという利点を得られる。

[0038] ところで、本発明者によれば、第1ラインL Aに含まれる供給ラインにおける流量測定と、第2ラインL Bに含まれる供給ラインにおける流量測定とでは、同じ条件下でビルドアップ法による流量測定を行ったときにも、その測定精度が異なるものとなることがわかった。

[0039] 図3は、2つの第1ラインL Aと、1つの第2ラインL Bとのそれぞれで検出された、基準流量（基準器を用いて測定された正確な流量）に対するビルドアップ測定流量の誤差（セットポイント誤差：%S. P.）の大きさを示す。

[0040] 図3からわかるように、第2ラインL Bにあっては、特に200 s c c m以上の大流量で、基準流量からの誤差が第1ラインL Aの場合と比べて大きくなる。これは、第1ラインL Aと第2ラインL Bとでは、管径の違いなどによって、ガスが流れたときの圧力損失の大きさが異なり、このために、同様のビルドアップ法によってガス圧力に基づいて流量を測定したときにも、ラインによって測定誤差の大きさが異なるものになったためと考えられる。

[0041] そこで、このような測定誤差のライン依存性を低減するために、本実施形態では、ガスの流れが生じていない状態（ガス封止状態）で測定されるそれぞれのラインでのガス量（ガス圧）に基づいて、ビルドアップ法で求める量を補正するようにして流量測定を行う。これにより、ビルドアップ時に流れ込んだ実際のガス流量をより正確に求めることができ、より正確な流量測定を行うことができる。

[0042] 図4（a）および（b）は、第1ラインL Aおよび第2ラインL Bにおける、ビルドアップ法での圧力変化、および、バルブ同時閉止によるガス封止状態での圧力をそれぞれ示す図である。図では、ガスフロー期間Fと、ガス封止期間Cも示されており、横軸は1目盛5秒である。また、図4（a）および（b）には、参考のために、第2ラインL Bの1つにおいてガス供給源4および流量制御装置10の代わりに圧力センサ27（図5参照）を設けて、流量測定装置30の上流側のガス圧力を測定した結果も破線で示している。

[0043] 図5 (a) および (b) は、図4 (a) および (b) に示すグラフを得るために用いたガス供給システム1'を示す。図5 (a) および (b) において、白抜きで示すバルブは開かれた状態となっており、黒塗で示すバルブは閉じられた状態となっている。

[0044] 図5 (a) に示すように、第1ラインL Aの圧力変化を測定するときは、第1ラインL A中の例えば2番目の供給路の第1バルブ2 1 aが選択的に開かれ、この選択されたラインで定常的にガスが流れている状態から圧力測定が行われる。また、図5 (b) に示すように、第2ラインL Bの圧力変化を測定するときは、第2ラインL B中の例えば3番目の供給路の第1バルブ2 1 bが選択的に開かれた状態から圧力測定が行われる。

[0045] 図4 (a) と図4 (b) とを比較してわかるように、同じ流量5 0 0 s c c mのガス（ここでは窒素ガス）を定常流で供給しているとき、第1ラインL Aと第2ラインL Bとで、流量測定装置3 0における測定圧力は同等（1 7 . 9 T o r r）である。その一方で、流量測定装置3 0の上流側のガス圧力（圧力センサ2 7により測定された圧力）は、第1ラインL Aで2 1 . 4 T o r rであるのに対して、第2ラインL Bでは2 9 . 6 T o r rとより大きくなっている。このことから、第2ラインL Bの方が圧力損失が大きいものと判断できる。そして、この圧力損失の違いは、例えば、第2ラインL Bの配管径が、第1ラインL Aの配管径よりも小さいことに起因するものと考えられる。

[0046] そして、ガス定常流状態から、時刻t 0において、流量測定装置3 0の第2バルブ2 2を閉じることによって圧力上昇（ビルドアップ）を生じさせる。従来のビルドアップ法では、このときの圧力上昇率（ $\Delta P / \Delta t$ ）に基づいて流量を演算により求めることがあるが、図3に示したようにライン依存性が生じて第2ラインL Bでは特に大流量で誤差が大きくなる場合がある。

[0047] その後、時刻t 1において、第1バルブ2 1を閉じると、ガスの流入が停止するため、圧力は上昇後の略一定の値に維持される。そして、この状態から、第1バルブ2 1および第2バルブ2 2を開状態にすると、再びガスが流

れ出すとともに、封止空間内のガス圧力は、ガス定常流時の圧力まで低下する。

[0048] 本実施形態では、上記のビルドアップ法に基づく第2バルブ22の閉鎖後の圧力上昇の測定に加えて、ガス安定供給状態時から、第1バルブ21および第2バルブ22を同時に閉じて封止状態としたとき（つまり、図5（a）に示す状態から、第1バルブ21aと第2バルブ22とを同時に閉じた後）の圧力も流量測定装置にて測定するようにしている。

[0049] 図4（a）および図4（b）からわかるように、時刻 t_c において第1バルブ21および第2バルブ22を同時に閉じた後の封止状態で測定される圧力は、第1ラインLA（21.5 Torr）よりも第2ラインLB（22.9 Torr）の方が高くなっている。

[0050] そして、この圧力差は、定常流状態でのガス流量のライン依存性に対応するものと考えることができるので、上記の封止状態での圧力に対応する定常時のガス流量分を、ビルドアップ法で流入させたガス増量から減算しておくことで、ライン依存性を低減することができる。

[0051] より具体的には、ビルドアップ法において、ビルドアップ後のガスのモル数 n_1 を、 $n_1 = P_1 V_s / R T_1$ から求めるとともに、上記の封止状態でのガスのモル数 n_c を $n_c = P_c V_s / R T_c$ から求め、実際に流入したガスのモル数 $\Delta n = n_1 - n_c = (P_1 V_s / R T_1) - (P_c V_s / R T_c) = V_s / R \cdot (P_1 / T_1 - P_c / T_c)$ を求める。ここで、 P_1 、 T_1 は、ビルドアップ後に第1バルブ21を閉じてガス流入を停止させた時刻 t_1 （または時刻 t_1 後の封止状態を維持しつつ所定時間経過した時刻）における圧力および温度であり、 P_c 、 T_c は、第1バルブ21および第2バルブ22を同時に閉じた後の封止状態における圧力および温度である。また、 R は気体定数である。

[0052] そして、流量 Q は単位時間あたりに流入したガスの体積であるので、 $Q = 22.4 \cdot \Delta n / \Delta t = 22.4 \cdot V_s \cdot (P_1 / T_1 - P_c / T_c) / (R \cdot \Delta t)$ からガス流量 Q （sccm）を求めることができる。ここで、 Δt は、第2バルブ22を閉じてビルドアップを開始した時刻 t_0 から、第1バルブ

21 を閉じてガス流入を停止させた時刻 t_1 までの時間である。

[0053] 上記には、ビルドアップ後のガスの圧力および温度を測定する工程（第1工程）の後に、第1バルブと第2バルブとを同時に閉じた後の圧力および温度を測定する工程（第2工程）を行う態様を示したが、第1工程と第2工程を行う順番は逆であってもよい。

[0054] 図6は、本実施形態の方法を用いて、2つの第1ラインLAと、1つの第2ラインLBとのそれぞれで検出された、基準流量に対するビルドアップ法測定流量の誤差の大きさを示す。図5からわかるように、第1ラインLA、第2ラインLBにかかわらず広範囲の流量にわたって精度よく流量測定が行われることがわかる。図3と比較してわかるように、特に大流量（200 sccm以上）のときにも両ラインLA、LBで測定誤差が低減されている。

[0055] なお、図1に示すガス供給システム1のように、流量制御機器10の下流側の流路を基準容量20として用いる場合、複数の流量制御機器10を配管等で接続してガス供給システム1を構築した後に、基準容量20の体積 V_s を測定することが好ましい場合がある。基準容量20の体積 V_s は、例えば、設定流量 Q_s で基準容量20にガスを流した状態において第2バルブ22を閉じた後の圧力変化率を測定することによって、 $Q_s = (\Delta P / \Delta t) \times (V_s / RT)$ に基づいて求めることができる。基準容量20の体積 V_s は、従来（例えば、特許文献1）の種々の方法によって測定することが可能である。

[0056] 以下、図7に示すフローチャートを参照しながら、実施形態による流量測定方法の具体例を説明する。

[0057] まず、ステップS1に示すように、流量測定装置30が接続されたガス供給システム1において流量測定を開始する。そして、判断ステップH1において、下記のフローAおよびフローBのうちの任意の一方のフローに進む。また、後述するように、判断ステップH2において一方のフローが終わった後には、再度、判断ステップH1に戻り、1回目とは異なる未実施のフローを2回目に実行する。

- [0058] より具体的には、ステップS 2～ステップS 4に示すように圧力上昇の測定フロー（フローAまたは第1工程）を行う。また、ステップS 5～ステップS 6に示されるガス封止測定フロー（フローBまたは第2工程）も行う。フローBは、フローAの後に行われてもよいし、フローAの前に予め行われていてもよく、判断ステップH 1において任意に決定される。
- [0059] まずフローAについて説明すると、ステップS 2において、流量を測定する流路の流量制御装置10を設定流量 Q_s に設定するとともに、対応する第1バルブ21および流量測定装置30の第2バルブ22を開いて、設定流量 Q_s でガスを流す。このとき、第2ラインLBに設けられた開閉弁26も開放されている。
- [0060] 次に、ステップS 3に示すように、設定流量 Q_s でガスが流れている状態（ガスの流れが安定した状態）の時刻 t_0 に、流量測定装置30に設けられた第2バルブ22が閉じられる。このとき、流量測定装置30に設けられた圧力センサ23を用いて基準容量20の圧力 P_0 が測定され、温度センサ24により温度 T_0 が測定されてもよい。
- [0061] その後、ステップS 4に示すように、時刻 t_1 において第1バルブ21を閉じてビルドアップを終了する。時刻 t_1 は、例えば、圧力センサ23の出力が所定圧力に達したときや、時刻 t_0 から所定時間が経過したときなどである。そして、流量測定装置30を用いてビルドアップ後の圧力 P_1 が圧力センサ23によって測定され、温度センサ24によって温度 T_1 が測定される。また、このとき、ビルドアップ時間として $\Delta t = t_1 - t_0$ も検出される。ビルドアップ時間 Δt は、例えば2～20秒に設定される。
- [0062] 上記の圧力 P_1 および温度 T_1 は、ビルドアップ後の封止状態において、ガスの流入が収まった状態で測定することが望ましいことがある。これは、第1バルブ21を閉じた直後では、断熱圧縮の影響により温度が一時的に上昇している可能性があるからである。したがって、第1バルブ21を閉じて所定時間経過後のガス安定状態においてビルドアップ後の圧力 P_1 および温度 T_1 を測定することによって、より高精度の流量検出を行い得る。

- [0063] また、フローBでは、ステップS5に示すように、流量を測定する流路の流量制御装置10を、フローAと同じ設定流量 Q_s に設定し、対応する第1バルブ21および流量測定装置30の第2バルブ22を開いて、設定流量 Q_s でガスを流す。
- [0064] 次に、ステップS6に示すように、設定流量 Q_s でガスが流れている状態から、第1バルブ21および第2バルブ22を同時または略同時に閉じる。そして、同時に閉じた後のガス封止状態において、流量測定装置30により圧力 P_0 および温度 T_0 の測定を行う。
- [0065] ステップS6において、第1バルブ21および第2バルブ22を同時に閉じる動作は、好適には、第1バルブ21および第2バルブ22に対して閉命令を同時に与えることによって行われる。ただし、実際の構成では第1バルブ21と第2バルブ22とが完全に同時には閉じない場合もある。これは、バルブが例えばAOVなどから構成されている場合に、閉命令から遅延してバルブが閉じることがあるからである。ただし、上記の封止状態における圧力測定は、第1バルブ21および第2バルブ22が実質的に同時に閉じられた状態で行われればよく、第1バルブ21および第2バルブ22との閉タイミングがわずかな時間だけずれていてもよい。本明細書では、このような誤差範囲で第1バルブ21および第2バルブ22の閉じるタイミングがずれている場合も含めて、「同時に閉じる」と記載している。
- [0066] フローAまたはフローBが行われた後は、判断ステップH2においてフローAとフローBとの両方が終了しているかを判断し、終了している場合にはステップS7に進む。一方、判断ステップH2において片方のフローしか行われていないと判断されたときには、判断ステップH1に戻って、他方のフローを行う。
- [0067] 両方のフローAおよびBが終了した後、ステップS7では、ステップS4で得られた測定圧力および温度と、ステップS6で得られた測定圧力および温度とを用いて、流量が演算により求められる。流量演算時に用いる基準容量の体積 V_s には、基準値との誤差が低減された特定の流量設定 Q_s で求め

た体積 V_s を用いてもよい。

[0068] 上記のようにして測定した流量 Q は、流量制御機装置 10 の流量設定 Q_s との比較検証に用いられてもよく、上記のビルドアップ法によって求めた流量 Q に基づいて、任意の流量制御機器 10 の流量設定 Q_s の校正を行うこともできる。

[0069] 以上、本発明の実施形態について説明したが、種々の改変が可能である。例えば、上記には、フロー B として、ガスが流れている状態から第 1 バルブ 21 と第 2 バルブ 22 とを同時または略同時に閉じて封止状態としたときの圧力および温度を測定したが、第 2 バルブ 22 を閉じてから所定時間 $\Delta t'$ が経過した後に第 1 バルブ 21 を閉じた後に測定するようにしてもよい。この場合、フロー B においても、フロー A と同様に、所定時間 $\Delta t'$ に対応して基準容量内で圧力上昇が生じる。

[0070] ただし、フロー B における上記の所定時間 $\Delta t'$ は、フロー A におけるビルドアップ時間 Δt に比べて短い時間に設定され、例えば、半分以下の時間に設定される。流量演算は、フロー A で求めたガス量 n から、フロー B で求めたガス量 n' を減算して $\Delta n = n - n'$ を求めるとともに、流入時間を $\Delta t - \Delta t'$ として流量を演算により求めることができる。この場合にも、定常流状態におけるガス流量のライン依存を低減し、より正確な流量測定を行い得る。

産業上の利用可能性

[0071] 本発明の実施形態による流量測定方法によれば、ガス供給システムに組み込んだ後にも、複数のガス供給路について流量を精度よく測定することができる。

符号の説明

- [0072]
- 1 ガス供給システム
 - 2 プロセスチャンバ
 - 3 真空ポンプ
 - 4 ガス供給源

- 1 0 流量制御機器
- 1 1 絞り部
- 1 2 圧力センサ
- 1 3 温度センサ
- 1 4 制御バルブ
- 1 5 駆動部
- 1 6 制御回路
- 2 0 基準容量（ビルドアップ容量）
- 2 1 第1バルブ
- 2 2 第2バルブ
- 2 3 圧力センサ
- 2 4 温度センサ
- 2 5 演算制御装置
- 3 0 流量測定装置

請求の範囲

[請求項1] 流量制御装置およびその下流側の第1バルブを備えた複数のガス供給路と、

前記複数のガス供給路の下流側において前記複数のガス供給路が合流して形成された共通ガス供給路であって、圧力センサ、温度センサおよびその下流側の第2バルブを有する流量測定装置を備えた共通ガス供給路と

を有するガス供給システムにおいて行われる、流量測定方法であって、

何れか一つの第1バルブと前記第2バルブとを開いてガスを流し、ガスが流れている状態で前記第2バルブを閉じ、前記第2バルブを閉じた後、所定時間経過後に前記何れか一つの第1バルブを閉じ、前記第1バルブを閉じた後の圧力および温度を前記圧力センサおよび前記温度センサを用いて測定する第1工程と、

前記何れか一つの第1バルブと前記第2バルブとを開いてガスを流し、ガスが流れている状態で前記何れか一つの第1バルブおよび前記第2バルブを同時に閉じ、前記第1バルブおよび前記第2バルブを閉じた後の圧力および温度を前記圧力センサおよび前記温度センサを用いて測定する第2工程と、

前記第1工程で測定した圧力および温度と、前記第2工程で測定した圧力および温度とに基づいて流量を演算する第3工程とを包含する、流量測定方法。

[請求項2] 前記第3工程は、前記第1工程で測定した圧力 P_1 および温度 T_1 と、前記第2工程で測定した圧力 P_2 および温度 T_2 とを用いて、 $Q = 2.4 \cdot V_s \cdot (P_1/T_1 - P_2/T_2) / (R \cdot \Delta t)$ （ここで、 V_s はビルドアップ容量、 R は気体定数、 Δt は前記第1工程において前記第2バルブを閉じてから前記第1バルブを閉じるまでの前記所定時間）に従って流量 Q を演算する工程を含む、請求項1に記載の流量

測定方法。

[請求項3]

流量制御装置およびその下流側の第1バルブを備えた複数のガス供給路と、

前記複数のガス供給路の下流側において前記複数のガス供給路が合流して形成された共通ガス供給路であって、圧力センサ、温度センサおよびその下流側の第2バルブを有する流量測定装置を備えた共通ガス供給路と

を有するガス供給システムにおいて行われる、流量測定方法であって、

何れか一つの第1バルブと前記第2バルブとを開いてガスを流し、ガスが流れている状態で前記第2バルブを閉じ、前記第2バルブを閉じた後、第1の所定時間が経過後に前記何れか一つの第1バルブを閉じ、前記第1バルブを閉じた後の圧力および温度を前記圧力センサおよび前記温度センサを用いて測定する第1工程と、

前記何れか一つの第1バルブと前記第2バルブとを開いてガスを流し、ガスが流れている状態で前記第2バルブを閉じ、前記第2バルブを閉じた後、前記第1の所定時間よりも短い第2の所定時間が経過後に前記何れか一つの第1バルブを閉じ、前記第1バルブを閉じた後の圧力および温度を前記圧力センサおよび前記温度センサを用いて測定する第2工程と、

前記第1工程で測定した圧力および温度と、前記第2工程で測定した圧力および温度とに基づいて流量を演算する第3工程と

を包含する、流量測定方法。

[請求項4]

前記複数のガス供給路は、第1のガス供給ラインまたは第2のガス供給ラインのいずれかに接続されており、

前記第1のガス供給ラインおよび前記第2のガス供給ラインが合流して前記共通ガス供給ラインに接続されている、請求項1から3のいずれかに記載の流量測定方法。

[請求項5] 前記複数のガス供給路のうち少なくとも一つのガス供給路が、他のガス供給路とは異なる配管径を持つ、請求項1から4のいずれかに記載の流量測定方法。

[請求項6] 前記流量制御装置は、コントロール弁と、絞り部と、前記絞り部の上流側の圧力を測定する圧力センサとを含む圧力式流量制御装置である、請求項1から5のいずれかに記載の流量測定方法。

[請求項7] 流量制御装置およびその下流側の第1バルブを備えた複数のガス供給路と、前記複数のガス供給路の下流側において前記複数のガス供給路が合流して形成された共通ガス供給路とを備えるガス供給システムにおいて、前記共通ガス供給路に接続される流量測定装置であって、

前記共通ガス供給路に対して設けられた圧力センサおよび温度センサと、前記圧力センサおよび温度センサの下流側に設けられた第2バルブと、前記圧力センサおよび前記温度センサの出力を受け取る演算制御装置とを備え、

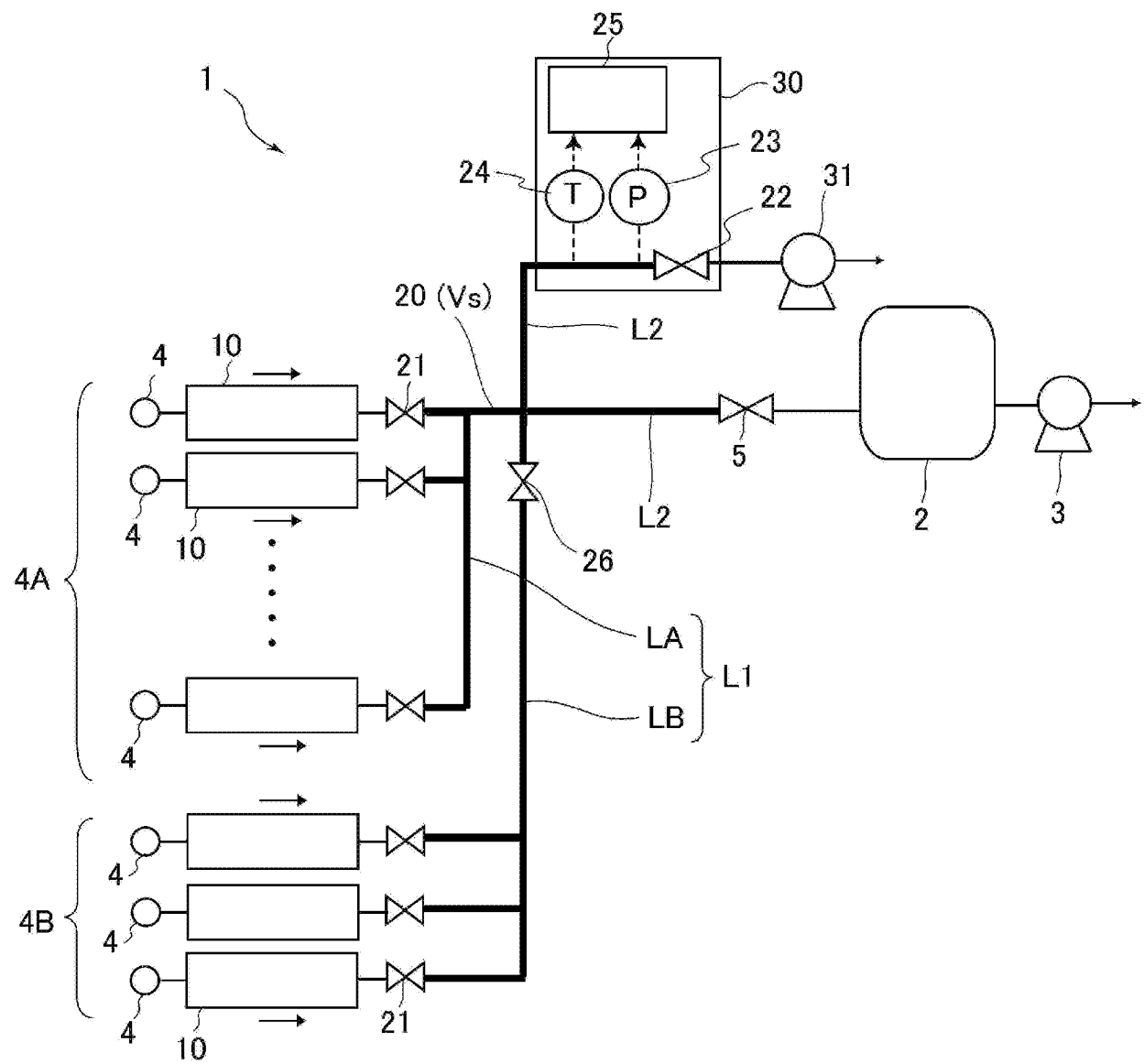
前記演算制御装置は、

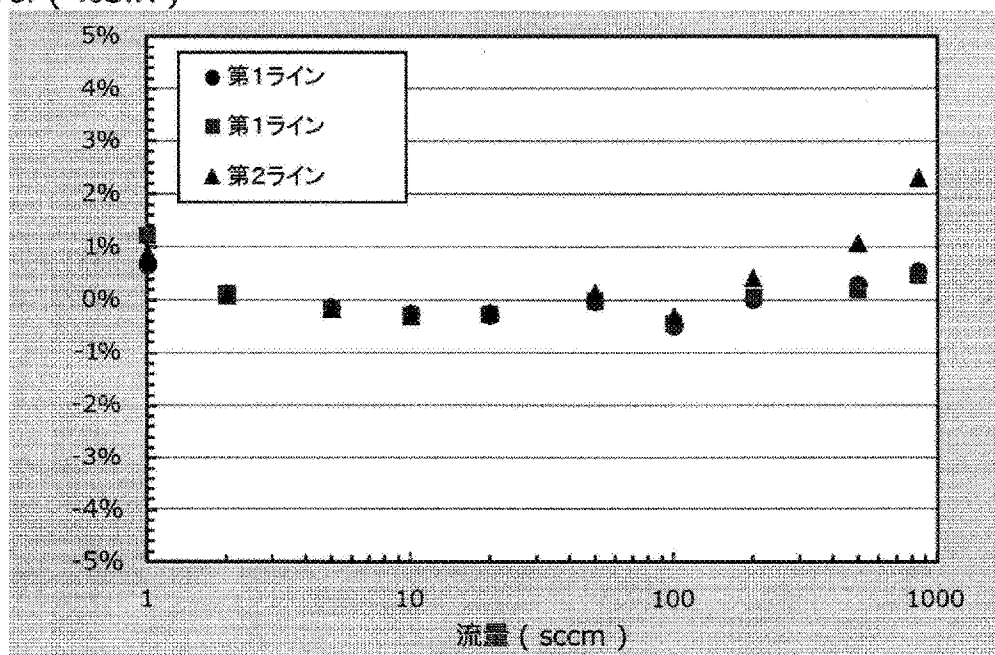
何れか一つの第1バルブと前記第2バルブとを開いてガスを流し、ガスが流れている状態で前記第2バルブを閉じ、前記第2バルブを閉じた後、所定時間経過後に前記何れか一つの第1バルブを閉じ、前記第1バルブを閉じた後の圧力および温度を、第1圧力および第1温度として、前記圧力センサおよび前記温度センサから受け取り、

前記何れか一つの第1バルブと前記第2バルブとを開いてガスを流し、ガスが流れている状態で前記何れか一つの第1バルブおよび前記第2バルブを同時に閉じ、前記第1バルブおよび前記第2バルブを閉じた後の圧力および温度を、第2圧力および第2温度として、前記圧力センサおよび前記温度センサから受け取り、

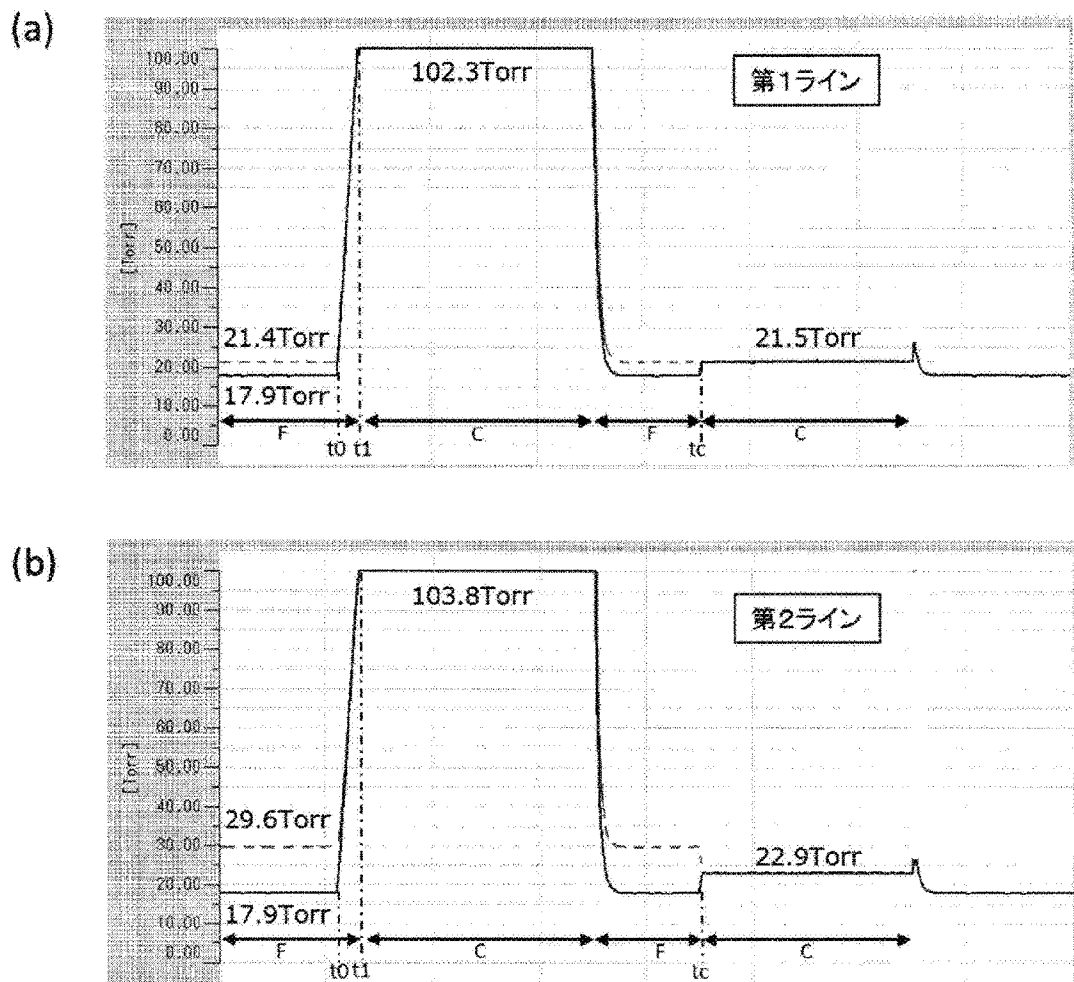
前記第1圧力、前記第1温度、前記第2圧力、および、前記第2温度に基づいて、流量を演算する、流量測定装置。

[図1]



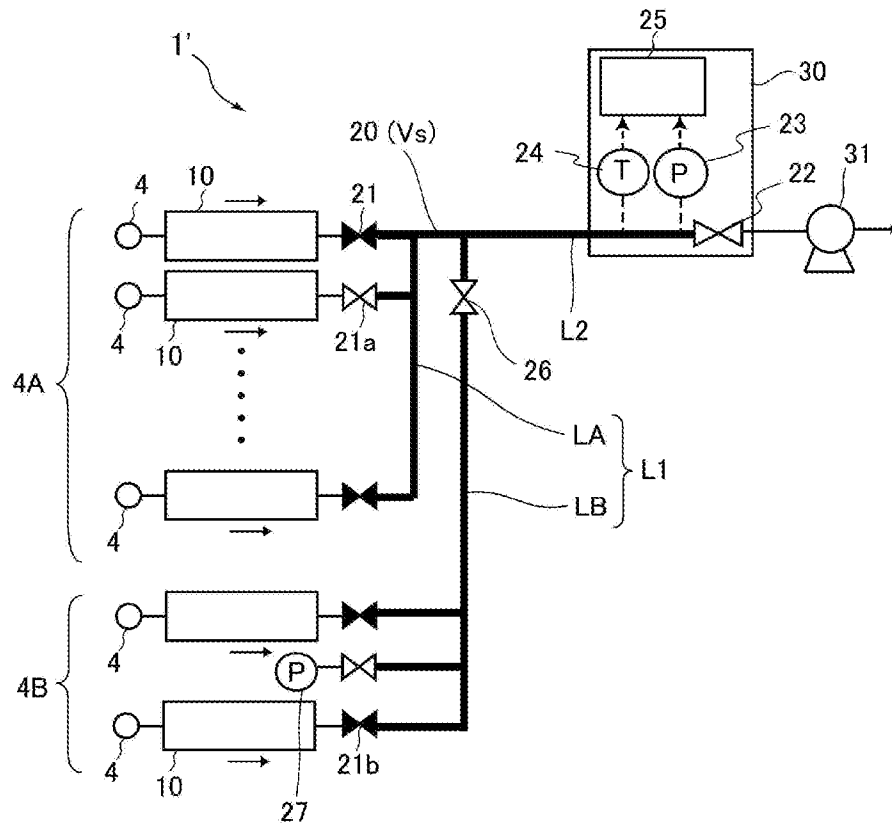


[図4]

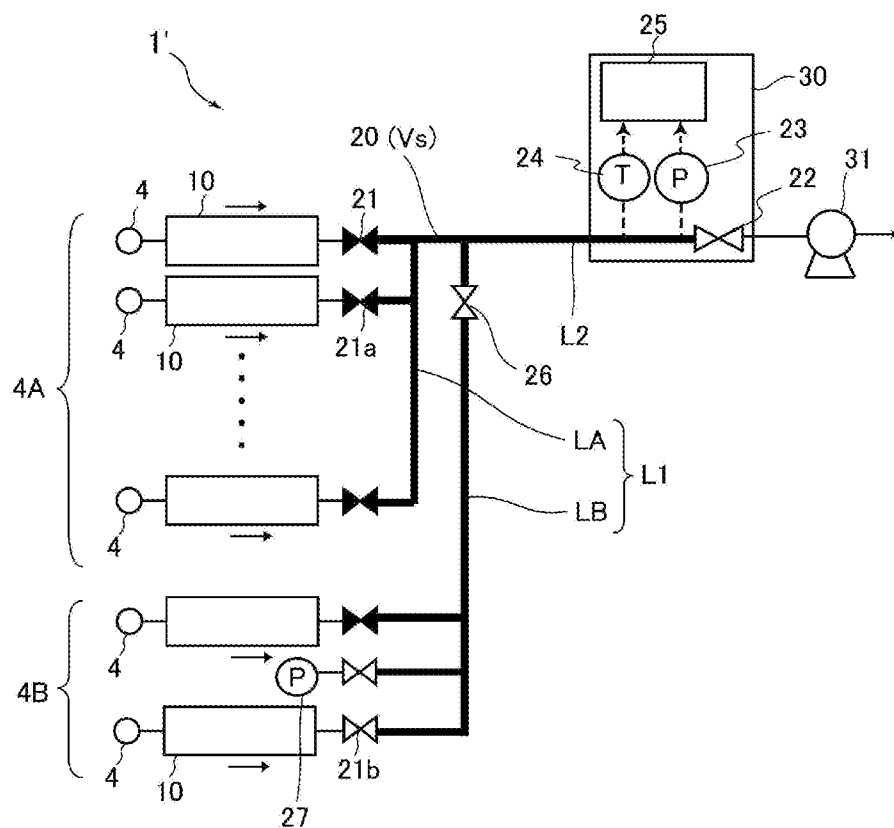


[図5]

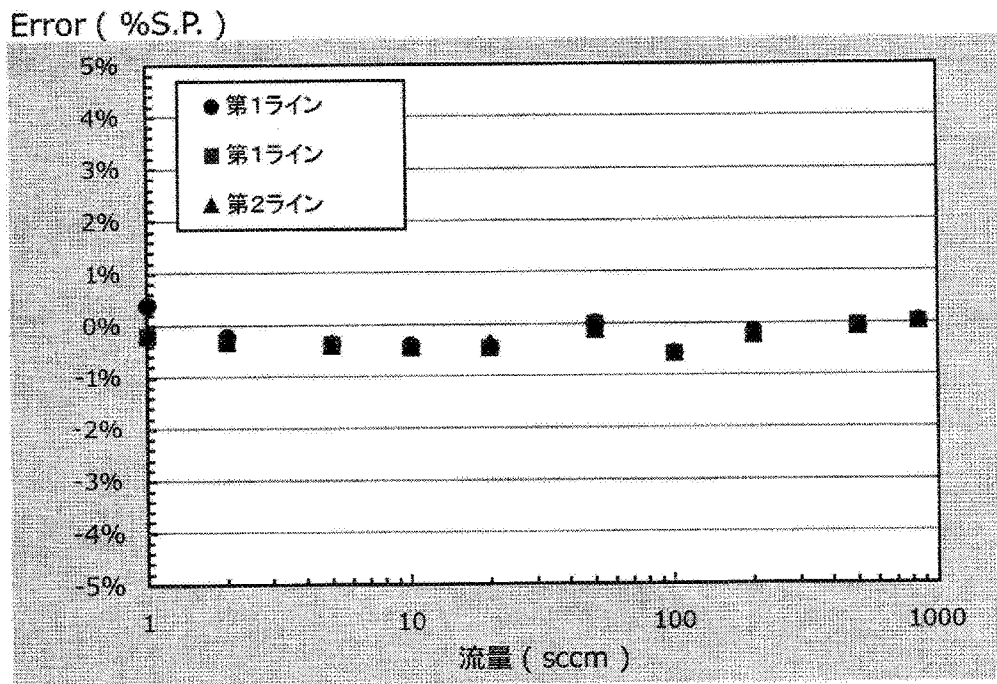
(a)



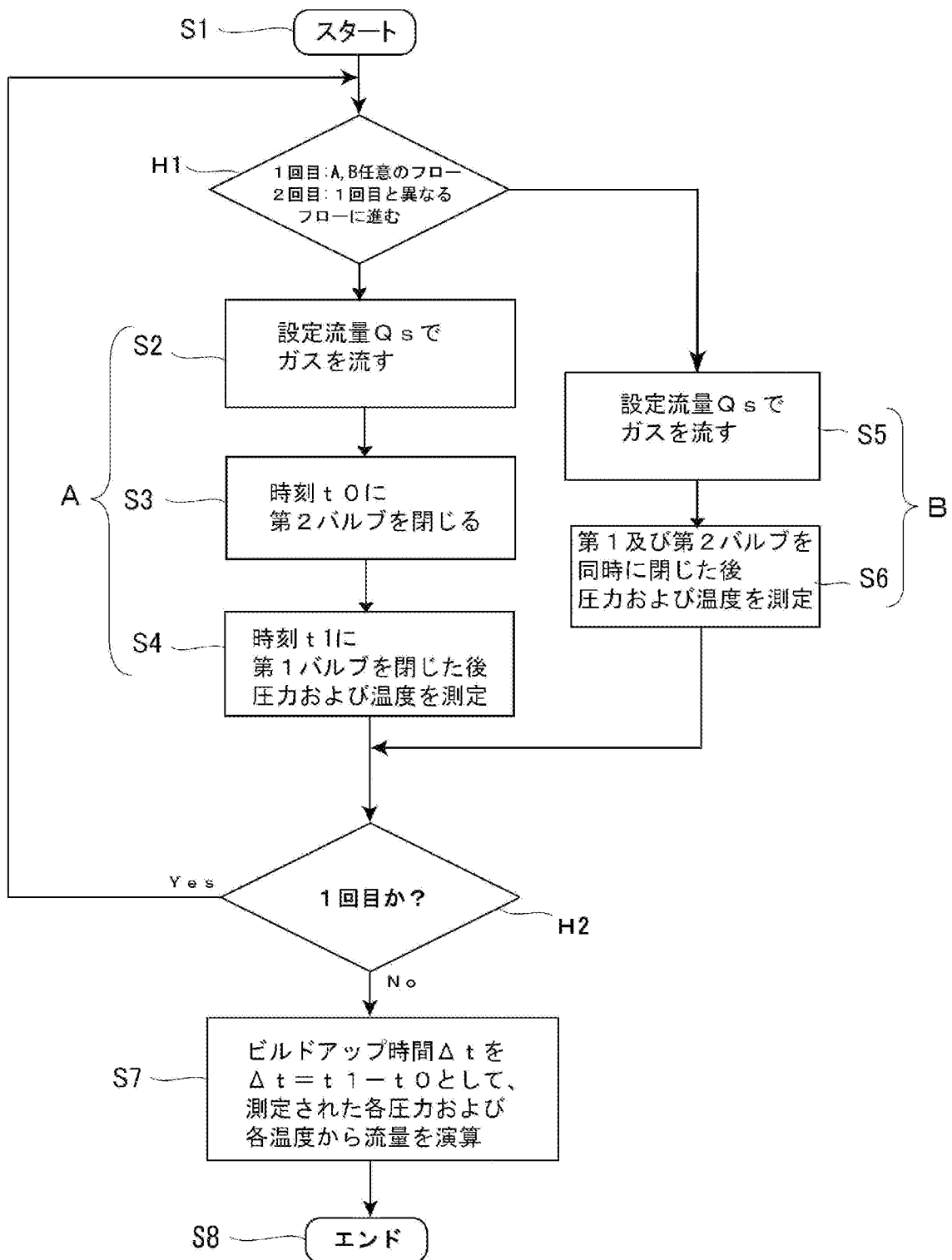
(b)



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/004325

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01F1/00 (2006.01) i, G01F3/38 (2006.01) i, G05D7/06 (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)

Int. Cl. G01F1/00, G01F3/38, G05D7/06, G01F25/00

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 2010-210528 A (HORIZON STEEL CO., LTD.) 24 September 2010, entire text, all drawings & US 2010/0229967 A1, entire text, all drawings & US 2013/0174635 A1 & TW 201044128 A & CN 101840232 A & KR 10-2010-0102556 A	1-7



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
02.04.2018

Date of mailing of the international search report
10.04.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/004325

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2012/093436 A1 (FUJIKIN INC.) 12 July 2012, entire text, all drawings & US 9163969 B2, entire text, all drawings & TW 201245670 A & CN 103282748 A & KR 10-2013-0096316 A & SG 191758 A1	1-7
A	JP 5-186296 A (APPLIED MATERIALS INC.) 27 July 1993, entire text, all drawings & US 5220515 A, entire text, all drawings & EP 510791 A2 & DE 69232759 T2 & KR 10-0248367 B1	1-7
A	US 2009/0266139 A1 (GREGOR, Mariusch) 29 October 2009, entire text, all drawings, (Family: none)	1-7
E, A	JP 2018-044887 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 22 March 2018, entire text, all drawings, (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01F1/00(2006.01)i, G01F3/38(2006.01)i, G05D7/06(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（IPC））

Int.Cl. G01F1/00, G01F3/38, G05D7/06, G01F25/00

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 2010-210528 A（株式会社堀場エステック） 2010.09.24, 全文, 全図 & US 2010/0229967 A1, 全文, 全図 & US 2013/0174635 A1 & TW 201044128 A & CN 101840232 A & KR 10-2010-0102556 A	1-7

☒ 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 | 「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 |
| 「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 | 「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 |
| 「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） | 「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 |
| 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | 「&」 同一パテントファミリー文献 |
| 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | |

国際調査を完了した日

02.04.2018

国際調査報告の発送日

10.04.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

細見 斉子

2 F

6000

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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
A	WO 2012/093436 A1 (株式会社フジキン) 2012.07.12, 全文, 全図 & US 9163969 B2, 全文, 全図 & TW 201245670 A & CN 103282748 A & KR 10-2013-0096316 A & SG 191758 A1	1-7
A	JP 5-186296 A (アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド) 1993.07.27, 全文, 全図 & US 5220515 A, 全文, 全図 & EP 510791 A2 & DE 69232759 T2 & KR 10-0248367 B1	1-7
A	US 2009/0266139 A1 (GREGOR, Mariusch) 2009.10.29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7
E, A	JP 2018-044887 A (東京エレクトロン株式会社) 2018.03.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7