

(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
2012年2月2日(02.02.2012)

(10) 国際公開番号
WO 2012/014375 A1

- (51) 国際特許分類:
G05D 7/06 (2006.01) G01F 25/00 (2006.01)
G01F 3/38 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/003679
- (22) 国際出願日: 2011年6月28日(28.06.2011)
- (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 2010-171626 2010年7月30日(30.07.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 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; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 永瀬 正明(NAGASE, Masaaki) [JP/JP]; 〒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) [JP/JP]; 〒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) [JP/JP]; 〒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). 平井 暢(HIRAI, Tooru) [JP/JP]; 〒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). 森崎 和之(MORISAKI, Kazuyuki) [JP/JP]; 〒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) [JP/JP]; 〒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). 土肥 亮介(DOHI, Ryoussuke) [JP/JP]; 〒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: 杉本 丈夫, 外(SUGIMOTO, Takeo 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).

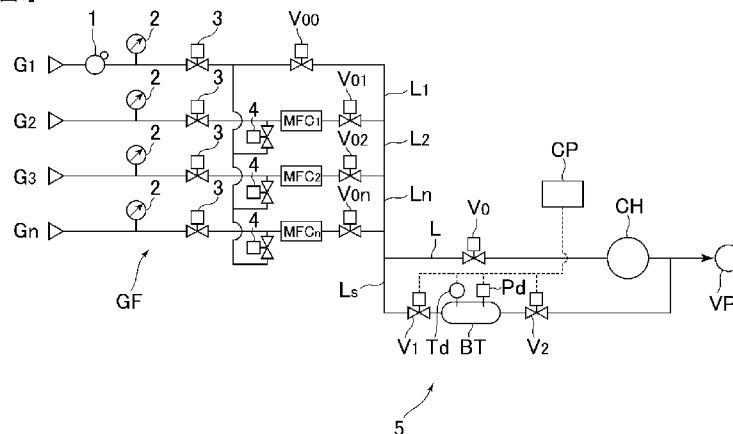
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,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

[続葉有]

(54) Title: CALIBRATION METHOD AND FLOW-RATE MEASUREMENT METHOD FOR FLOW-RATE CONTROLLER OF GAS SUPPLYING APPARATUS

(54) 発明の名称: ガス供給装置用流量制御器の校正方法及び流量計測方法

[図1]



(57) Abstract: Flow-rate calibration is executed, by opening just an exit-side opening/closing valve of a flow-rate controller to be calibrated and letting gas with a set flow-rate flow into a calibration unit (5), measuring, at time (t0) when gas temperature and gas pressure within a tank (BT) has stabilized, the gas temperature (T0) and the gas pressure (P0) within the tank (BT) for the first time, then closing an exit-side opening/closing valve (V2) of the calibration unit (5) to build up gas within the tank (BT), closing an entrance-side opening/closing valve (V1) of the calibration unit (5) at time (t1) and measuring the gas temperature (T2) and the gas pressure (P2) within the tank for the second time at time (t2), which is subsequent to the closing of the entrance-side opening/closing valve (V1), calculating the gas flow-rate (Q) from the measured values with a formula of $Q = (22.4V/R \cdot \Delta t) \times (P2/T2 - P0/T0)$ (wherein V is the internal volume of the tank (BT), R is the gas constant, and Δt is the build-up time (t1 - t0)), and comparing the gas flow rate that was set and the calculated gas flow rate (Q).

(57) 要約:

[続葉有]



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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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))

被校正流量制御器の出口側開閉弁のみを開放して設定流量のガスを校正ユニット (5) へ流入させ、タンク内ガス圧力及びガス温度が安定した時刻 t_0 に於いて第 1 回のタンク内のガス温度 T_0 及びガス圧力 P_0 を計測し、その後校正ユニット (5) の出口側開閉弁 V_2 を閉鎖してタンク B T 内へのガスのビルドアップを行い、時刻 t_1 に於いて入口側開閉弁 V_1 を閉鎖すると共に、当該入口側開閉弁 V_1 の閉鎖の後の時刻 t_2 において第 2 回のガス温度 T_2 及びガス圧力 P_2 を計測し、各計測値からガス流量 Q を $Q = (2.2 \cdot 4 V / R \cdot \Delta t) \times (P_2 / T_2 - P_0 / T_0)$ (但し、 V はタンク B T の内容積、 R はガス定数、 Δt はビルドアップ時間 $t_1 - t_0$ である) として演算し、設定ガス流量と演算ガス流量 Q との対比により流量校正を行う。

明 細 書

発明の名称：

ガス供給装置用流量制御器の校正方法及び流量計測方法

技術分野

[0001] 本発明は、半導体製造装置や薬品製造装置等で使用されるガス供給装置の流量制御器の校正方法及び流量計測方法の改良に関するものであり、より高精度な流量校正や流量計測を短時間で迅速に行えるようにしたガス供給装置用流量制御器の校正方法及び流量計測方法に関するものである。

背景技術

[0002] 半導体製造装置等のガス供給装置は、一般に多種類のガスをプロセスチャンバ等のガス使用対象へ切換へ供給する構成となっており、各供給ガスの種類毎に設けた流量制御器により流量制御されたガスが、ガス使用対象へ供給されて行く。

また、上記各流量制御器の流量校正やその流量計測は、一般にビルドアップ法（若しくは圧力上昇率（ROR）法）により適宜の時間間隔で行われており、流量制御器の設定流量とビルドアップ法等により計測した現実の制御流量とを対比して流量制御器の流量校正を行ったり、ビルドアップ法等による計測値から流量を求める流量計測が行われている。

[0003] 図12及び図13は従前のガス供給装置用流量制御器の校正方法の例を示すものである。即ち、図12の校正方法に於いては、先ず、一定の内容積のビルドアップタンクBTと入口開閉弁 V_1 と出口開閉弁 V_2 と圧力検出器Pd及びガス温度検出器Tdとから成る流量校正ユニットUをガス供給路Lへ分岐状に連結する。次に、例えばガス供給装置GFの流量制御器MFC₁を校正する場合には、先ず開閉弁 V_{o2} 、 V_{on} 、 V_o を閉、開閉弁 V_{o1} 、 V_1 及び V_2 を開にして、タンクBT内へガスを流通させ、開閉弁 V_1 及び V_2 が開放時又は開閉弁 V_2 を閉鎖後の時刻 t_1 における圧力検出値 P_1 、温度検出値 T_1 を計測する。次に、開閉弁 V_2 を閉にしてその Δt 秒後又は前記時刻 t_1 から Δ

t 秒後の圧力検出値 P_2 、温度検出値 T_2 を計測する。

[0004] そして、上記各計測値から圧力上昇率 $\Delta P / \Delta t$ を求め、流量 Q を $Q = (\Delta P / \Delta t) \times (V / RT)$ として算出すると共に、当該算出値を基準にして流量制御器 MFC_1 の流量制御値の適否を判断する。尚、前記流量計算式は、ガスを理想気体と仮定してタンク BT 内へのビルドアップ流量を演算するものであり、 V はビルドアップタンク BT の内容積、 R はガス常数、 T はタンク BT 内のガス温度である。

[0005] 一方、図 13 の校正方法に於いては、ビルドアップタンクを省略した流量校正ユニット U' をガス供給ライン L へ分岐状に連結する。そして、例えばガス供給装置 GF の流量制御器 MFC_1 を校正する場合には、先ず、開閉弁 V_o 、 V_{o0} 、 V_{o2} 、 V_{on} を閉、開閉弁 V_{o1} 、 V_1 、 V_2 を開にして流量校正ユニット U' へ流量制御器 MFC_1 から設定流量のガスを流し、次に開閉弁 V_2 を閉にする。開閉弁 V_2 の閉鎖後、圧力検出器 P_d の圧力検出値が P_1 になった時に第 1 計測を行い、圧力 P_1 、温度 T_1 を測定する。その後、圧力検出器 P の圧力検出値が P_2 になったとき（又は設定時間 t 秒が経過したとき）に第 2 計測を行い、圧力 P_2 、温度 T_2 を測定する。

[0006] また、予め、流量校正ユニット U' の上流側の開閉弁 V_{o0} 、開閉弁 V_{o1} 、開閉弁 V_{o2} 、開閉弁 V_{on} から開閉弁 V_1 までのガス供給ライン L 、 L_s の部分の管路内容積 V_e と、流量校正ユニット U' の開閉弁 V_1 と開閉弁 V_2 間の流路内容積 V_t との和 V を、上記図 12 場合と同一の測定方法により求めた圧力上昇率 $\Delta P / \Delta t$ と、その時の流量制御器 MFC_1 の流量値 Q 及び流量式 $Q = (\Delta P / \Delta t) \times (V / RT)$ とから演算し、前記管路全内容積 V を求めておく。

[0007] そして、上記各測定値から、流量制御器 MFC_1 からの温度 0°C 、 1 atm に於けるガスの絶対流量 Q_o を、ガスの流入質量 dG と経過（流入）時間 dt との関係で求める。即ち、流入質量 dG は、 $dG = r_o \cdot Q_o \cdot dt$ （但し、 dt は経過（流入）時間、 r_o は比重量である）で表すことができる。また、第 1 計測時及び第 2 計測時の圧力 P 、温度 T から理想気体については

$PV = nRT$ の関係が成立するため、モル数 n に代えて質量 G を用いれば、
 $PV = GRT$ の関係が成立する。

[0008] 従って、今、第1計測時に計測したガス圧力 P_1 、ガス温度 T_1 、ガス質量 G_1 と、第2計測時のガス圧力 P_2 、ガス温度 T_2 、ガス質量 G_2 とすれば、質量 G の差分（流入質量 dG ）は $dG = G_2 - G_1 = P_1 / T_1 \cdot V / R - P_2 / T_2 \cdot V / R = (P_1 / T_1 - P_2 / T_2) \cdot V / R \cdots (1)$ 式となり、上記 $dG = r_o \cdot Q_o \cdot dt$ の式から、ガスの絶対流量 Q_o は、 $Q_o = (P_1 / T_1 - P_2 / T_2) \cdot V / R \cdot 1 / r_o$ として算出することができ、当該算出値 Q_o を基準として流量制御器 MFC_1 の流量制御性の適否を判定する。

[0009] 尚、図13の方法は、(1) ガス種によっては理想気体方程式の適用が困難になるため、圧縮因子なる係数を上記(1)式に持ち込んで算定した基準流量の誤差を少なくすること、及び(2) 第1計測のあと第2計測を開始するタイミングを、制御流量が1000~2000SCCMの範囲では圧力上昇値を基準にして、また、制御流量が2~1000SCCMの範囲では経過時間を基準にして決定するようにしたことを、発明の主たる内容とするものである。

[0010] また、図13の方法は流入質量 dG から流量 Q を求めると云う点では本願発明と共通の技術思想を有するものであるが、図13の方法と本願発明とは、第2計測を開始する時刻（タイミング）の決定要因を異にするものである。即ち、本願発明では、ガスのビルドアップ後にビルドアップタンク BT 内のガス温度 T_2 が、ビルドアップ前のガス温度 T_1 近傍の一定値になるのを待って第2計測を行うという点で、図12の方法とは基本的に技術的思想を異にするものである。

[0011] 上記図12に示したビルドアップタンク BT を用いる方法は、温度検出器 T_d である熱電対の細線化によりその熱容量を小さくすることにより、従前に比較してタンク BT 内のガス温度を精度良く検出できるようになって来ている。しかし、(1) タンク BT 内のガス温度の計測値が、ビルドアップタンク BT への温度検出器 T_d の取付位置によって大きく変動すること、(2

）タンク内ガス圧力の上昇中に於けるガス温度 T が現実には大きく変動し、一定温度 T にはならないこと、（３）外気の温度変化が大きい場合には、圧力検出中のガス温度が変化して温度検出値 T の変動が大きくなる点に問題があり、ガスが理想気体に近いものであっても流量 Q の算出値の信頼性が低いと云う問題がある。

[0012] また、図 13 の方法にあつては、流量校正ユニット U' に内容積の判明したビルドアップタンク B_T を設けることなしに、流量制御器 MFC_1 の出口と流量校正ユニット U' の下流側開閉弁 V_2 との間の配管路内容積 V をビルドアップタンクの内容積に相当するものとして、流量の演算を行うようにしている。そのため、流量校正に際しては、先ず最初に、上記流路内容積 V を算出しなければならず、流量制御器 MFC の流量校正に手数が掛かるだけでなく、制御流量の演算値に、温度 T と圧力 P と時間 t に係る測定誤差と、流路内容積 V に係る測定誤差とが相乗されることになり、制御流量の演算精度が大幅に低下すると云う問題がある。

先行技術文献

特許文献

[0013] 特許文献1：特開 2006-337346 号公報

特許文献2：国際公開W02007/102319 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0014] 本願発明は、従前のビルドアップ又は ROR 法による流量制御器の校正方法や流量計測方法に於ける上述の如き問題、即ち、（１）内容積が予め判明しているビルドアップタンクを用いて、圧力上昇率 $\Delta P / \Delta t$ 及び時間 Δt に基づいて制御流量を校正する方法にあつては、圧力上昇中のガス温度の変動に起因する流量の演算誤差が避けられないこと、また、（２）総内容積が V の流路内へ定常流量のガスを供給し、一定の時間間隔 Δt の間に前記流路 V 内へ流入したガス質量の差分 ΔG を求めて流量 Q を演算する方法にあつて

は、先ず流路内容積 V を何等かの方法により求めておく必要があり、内容積が既知のビルドアップ用タンク BT を用いる場合に比較して、流路内容積 V の算出に手数が掛かり過ぎるという問題がある。

課題を解決するための手段

- [0015] 本願発明者等は、上記従前のビルドアップ（又は ROR ）法による流量制御器の流量校正方法から、（１）管路内容積 V の演算に係る手数や内容積 V の演算誤差に基づく流量演算値の誤差を少なくするためには、内容量 V が既知の適宜容量のビルドアップタンクの使用が不可避であること、及び（２）ビルドアップタンクの入口側開閉弁をビルドアップによる圧力上昇後に急閉することにより、タンク BT 内のガス温度が急激に室温に近い一定温度に戻ることを知得した。
- [0016] また、本願発明者等は上記知得に基づいて、ビルドアップ前後のガス圧力及びガス温度からビルドアップタンク BT へのガスの流入モル数（流入質量 G ）を演算すると共に、高速開閉が可能な開閉弁（例えば電磁弁）を用いて、ビルドアップ時間及びビルドアップの完了後にビルドアップタンク BT の入口側開閉弁を閉鎖する時間を正確に制御し、ビルドアップ後のタンク内ガス温度がビルドアップ前のタンク内ガス温度に近づいた時点で第２計測を行うことにより、流量制御器のより高精度な流量校正が可能になることを着想し、当該着想に基づいて数多くの流量校正試験を実施した。
- [0017] 本願校正方法の発明は、上記流量校正試験のテスト結果を基にして創案されたものであり、請求項１の発明は、複数の種類のガスを各流量制御器を通して切換え可能にガス使用箇所へ供給するガス供給装置に於いて、前記ガス供給装置のガス供給路 L に、内容積 V のビルドアップタンク BT とタンク BT の入口側開閉弁 V_1 及び出口側開閉弁 V_2 とタンク BT 内ガスのガス圧力検出器 Pd 及びガス温度検出器 Td とから成る流量制御器校正ユニット５を分岐状に連結すると共に、当該流量制御器校正ユニット５の出口側開閉弁 V_2 を真空排気装置に接続し、先ず、前記流量制御装置の各流量制御器の出口側開閉弁 $V_{o_1} \sim V_{o_n}$ 及びガス使用箇所の入口開閉弁 V_o を閉鎖すると共に前記校

正ユニット5の出口側開閉弁 V_2 及び入口側開閉弁 V_1 を開放し、次に、被校正流量制御器の出口側開閉弁のみを開放して設定流量のガスを前記校正ユニット5へ流入させ、前記タンク内のガス圧力及びガス温度が安定した時刻に第1回のタンク内のガス温度 T_0 及びガス圧力 P_0 を計測し、そして、時刻 t_0 に於いて前記校正ユニット5の出口側開閉弁 V_2 を閉鎖してタンクBT内へのガスのビルドアップを行い、その後、時刻 t_1 に於いて入口側開閉弁 V_1 を閉鎖すると共に、当該入口側開閉弁 V_1 の閉鎖後の時刻 t_2 に於いて第2回のガス温度 T_2 及びガス圧力 P_2 を計測し、前記各計測値からガス流量 Q を $Q = (22.4 V / R \cdot \Delta t) \times (P_2 / T_2 - P_0 / T_0)$ （但し、 V はタンクBTの内容積、 R はガス定数、 Δt はビルドアップ時間 $t_1 - t_0$ である）として演算し、前記の設定ガス流量と演算ガス流量 Q との対比により被校正流量制御器の流量校正を行うことを発明の基本構成とするものである。

[0018] 本願流量計測方法の発明は、流体供給源から流れる流体を制御する流量制御器の流量を計測する方法において、前記流量制御器の下流にある内容積 V のビルドアップタンクBTと、タンクBTの入口側及び出口側に配置される入口側開閉弁 V_1 及び出口側開閉弁 V_2 と、タンクBT内に配置されるガス圧力検出器 P_d 及び温度検出器 T_d とからなり、前記流量制御器から流体を流した状態で入口側開閉弁 V_1 及び出口側開閉弁 V_2 を開放してガスをタンクBT内に流入させるステップ、ガス圧力及びガス温度が安定した時のガス圧力 P_0 及びガス温度 T_0 を測定するステップ、時刻 t_0 に於いて出口側開閉弁 V_2 のみを閉鎖してタンクBT内へガスを充填するステップ、時刻 t_1 に入口側開閉弁 V_1 を閉鎖するステップ、その後時刻 t_2 まで前記入口側開閉弁 V_1 及び出口側開閉弁 V_2 の閉鎖を保持するステップ、前記入口側開閉弁 V_1 及び出口側開閉弁 V_2 の閉鎖中に再びガス温度 T_2 及びガス圧力 P_2 を計測するステップ、各計測結果からガス流量 Q を $Q = (22.4 V / R \cdot \Delta t) \times (P_2 / T_2 - P_0 / T_0)$ （但し、 V はタンクBTの内容積、 R はガス定数、 Δt はビルドアップ時間 $t_1 - t_0$ である）として演算するステップ、を備えることを発明の基本構成とするものである。

発明の効果

[0019] 本発明に於いては、流量制御器校正ユニットによる第2回計測を、ビルドアップ完了後（即ち、入口側開閉弁 V_1 の閉鎖点 t_1 ）に行わずに、入口側開閉弁 V_1 の閉鎖点 t_1 から一定時間後の時刻 t_2 に於いて行うようにしている。その結果、第2回計測の時刻 t_2 に於いては、ビルドアップタンクBT内のガス温度 T_2 はビルドアップ前のタンク内のガス温度 T_0 （即ち、室内温度）に極く近い温度にまで低下しており、第1回計測と第2回計測時のガス温度 T_0 、 T_2 の間に大きな差が無くなり、圧力上昇中の温度 T が一定であると仮定して演算をする従前のビルドアップ法の場合に比較して、より高精度な流量校正を行える。

[0020] また、本発明では、予め内容積が判明しているビルドアップタンクBTを使用するため、従前の第1回及び第2回測定から演算流量を求める方法の場合のように、ガス供給路の内容積を予め前もって若しくは同時に測定しておく必要がない。その結果、流量校正が極く簡単に行え、しかもガス供給路の内容積がガス供給装置の構成の変更によって変化しても、何等影響を受けることなく迅速に流量制御器の流量校正を行うことが出来る。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明による流量制御器の校正方法の実施の説明図である。

[図2]ビルドアップタンク内のガス温度やガス圧力等の変化状況を示す曲線である。

[図3]図2の結果を模式的に表したものである。

[図4]本発明の内容積1.0996lのビルドアップタンクBTを用いた流量制御器の設定流量と誤差%R・Dとの関係を示す線図であり、本願方法発明による場合と校正済みの標準流量計を使用した場合との設定流量と誤差%R・Dの関係を示す線図である。

[図5]本発明の内容積120.36ccのビルドアップタンクを用いた第2実施形態に於ける流量制御器の設定流量と誤差%R・Dの関係を示す線図である。

[図6]本発明の第2実施形態における設定流量とビルドアップタンク内圧との関係を示す線図である。

[図7]図6のA部の拡大図である。

[図8]本発明の第2実施形態における本発明による場合の流量誤差% R_d と校正済みの流量制御器を基準流量計とした場合の流量誤差% R_d との対比を示す線図である。

[図9]表4における設定流量と、本方法発明による場合と校正済みの流量制御器を基準流量計とした場合の流量測定誤差% R_d の差との関係を示す線図である。

[図10]本発明の第2実施形態に於ける繰り返し計測試験（5分間隔で30回繰り返し）の結果を示す線図である。

[図11]本発明の第3実施形態の説明図である。

[図12]従前のビルドアップ法による流量校正方法の説明図である。

[図13]従前の他のビルドアップ法による流量校正方法の説明図である。

発明を実施するための形態

[0022] 図1は、本発明によるガス供給装置用流量制御器の校正方法の第1実施形態の説明図であり、ガス供給装置GFに設けた流量制御器MFCの流量校正を行う場合を示している。

図1において、GFはガス供給装置、 $MFC_1 \sim MFC_n$ は流量制御器、 $G_0 \sim G_n$ は供給ガス、 $L \sim L_n$ 、 L_s はガス供給路、 $V_{00} \sim V_{0n}$ は開閉弁、 V_0 は開閉弁、 V_1 及び V_2 は開閉弁、CHはプロセスチャンバ、VPは真空ポンプ、Tdは温度検出器、Pdは圧力検出器、BTはビルドアップタンク、1は圧力調整器、2は圧力計、3・4は弁、5は流量制御器校正ユニット、CPは演算制御部であり、ガス供給装置GFからガス供給流路L、弁 V_0 を通してプロセスチャンバCHへ所定のガスが切替え供給されている。

[0023] 流量制御器校正ユニット5は、ビルドアップタンクBTと入口側開閉弁 V_1 、出口側開閉弁 V_2 、タンクBTに設けた圧力検出器Pd及び温度検出器Td等から形成されており、ガス流路 L_s を介してガス供給流路Lへ分岐状に接

続されている。

また、流量制御器校正ユニット5の圧力検出器P_d及び温度検出器T_dの各検出出力、開閉弁V₁及び開閉弁V₂の制御信号等は演算制御部CPへ入出力されており、後述するようにガス流量値の演算や流量校正、流量制御精度の演算及び表示等が行われる。

[0024] 先ず、本願発明者は、図1の流量制御器校正ユニット5を用いて、ビルドアップによりガス圧力を上昇せしめたタンクBT内のガス温度が、ビルドアップ後に入口側開閉弁V₁を閉めることによりどのように変化するかを調査した。

[0025] 即ち、図1の実施形態に於いて、流量制御器MFC₁に代えて標準流量調整器を取り付け、先ず開閉弁V₀₀、V₀₂、V_{0n}、V₀を閉に、開閉弁V₁、V₂を開にして、N₂ガスを500sccmの流量で一定時間流通させ、N₂ガスの流量、圧力、温度の安定を確認したあと、出口側開閉弁V₂を閉にして10秒間のビルドアップを行い、且つその直後に入口側開閉弁V₁を閉して、ビルドアップBT内のガス温度の変化状態を観察した。

尚、流量制御器にはフジキン製の容量100sccm及び1SLMのものを使用しており、ビルドアップBTの内容積Vは1.0996L（既知）に設定されている。また、ガス流量（N₂）は500sccm、ビルドアップ時間は10secに設定している。更に外気温度（室内温度）は21.7℃であった。

[0026] 図2は、上記ビルドアップテストにおけるビルドアップタンクBT内のガス温度やガス圧力等の変化状態を示すものであり、曲線A₁は流量制御器の流量出力、A₂はタンクBT内の圧力検出値、A₃はタンクBT内のガス温度検出値、A₄は外気温度（室内温度）、A₅は出口側開閉弁V₂の制御信号、A₆は入口側開閉弁V₁の制御信号を示すものである。

尚、圧力検出器P_dにはMKS製の（バラトロン）キャパシタンスマノメーターTYPE627D（F.S. 1000Torr）を、また温度検出器T_dには2.5mm径の熱電対（素線タイプ）を、測定機器にはキーエンス

製のデータロガーNR500を使用している。

[0027] 即ち、図2に於いて、 t_0 点に於いて出口側開閉弁 V_2 を閉にしてビルドアップを始めると、 t_1 点に於いてタンク内のガス圧力は30.6 Torrから94.1 Torrにまで上昇し、且つ t_1 点に於いて入口側開閉弁 V_1 を急閉することにより、タンク内ガス温度は急激に21.9℃（室内温度約22℃）にまで低下することが判る。

[0028] 上記試験結果からも明らかなように、ビルドアップ後に入口側開閉弁 V_1 を急閉することにより、タンク内ガス温度が室温にまで急低下することが確認できたので、タンクBTの出口側開閉弁 V_2 の閉鎖（ビルドアップ開始）時（時刻 t_0 ・第1回計測）と、ビルドアップ完了（入口側開閉弁 V_1 閉鎖）から一定時間（約1～300秒、ガスの種類、タンク容量、ガス流量等によって異なる）経過した後の時刻 t_2 に於いて、第2回計測を行ってガス流入質量を演算することにより、ビルドアップ中のガス温度変化の影響を排除したより正確なガス流量演算が可能になる。何故なら、時刻 t_0 と時刻 t_2 におけるタンクBT内のガス温度がほぼ室内温度に近い一定値となり、ビルドアップ前後におけるガス温度変化による演算誤差を生じないからである。

[0029] 図3は前記図2の試験結果を模式的に表したものであり、時間 t_0 で出口側開閉弁 V_2 を閉及び第1回検出、時間 t_1 で入口側開閉弁 V_1 を閉、時間 t_2 で第2回検出、時間 t_3 で出口側開閉弁 V_2 を開とする。ビルドアップ中に流入したガスのモル数 Δn

[0030] [数1]

$$\Delta n = \frac{V}{R} \left(\frac{P_2}{T_2} - \frac{P_0}{T_0} \right)$$

を標準状態（0℃、1atm）におけるガス体積 V_G に換算すると、

[0031] [数2]

$$V_G = \frac{22.4V}{R} \left(\frac{P_2}{T_2} - \frac{P_0}{T_0} \right)$$

となり、タンクBT内へのガス流量 Q は

[0032]

[数3]

$$Q = \frac{\Delta V_G}{\Delta t} = \frac{22.4V}{R\Delta t} \left(\frac{P_2}{T_2} - \frac{P_0}{T_0} \right)$$

として演算できる。但し Δt はビルドアップ時間であり、 $\Delta t = t_1 - t_0$ である。

第1実施形態

[0033] 図1及び図2を参照して、ガス供給装置GFの流量制御器の流量校正に際しては、先ず流量制御器校正ユニット5をガス供給路Lへ分岐状に接続する。次に、流量制御器MFC₁を校正する場合は、開閉弁V₀₀、V₀₂、V_{0n}、V₀を閉鎖し、開閉弁V₀₁、V₁、V₂を開にして、流量制御器MFC₁から設定流量Q_sのガス流を校正ユニット5へ供給し、真空ポンプVPにより排気する。

[0034] 次に、校正ユニット5のビルトアップタンクBT内のガス温度T₀及びガス圧力P₀が落ちつくと、時刻t₀に於いて出口側開閉弁V₂を閉鎖してガスのビルドアップを開始すると共に、タンク内のガス温度T₀及びガス圧力P₀を検出し、これを演算制御部CPへ入力する。

タンクBT内へのガスのビルドアップが進行し、ガス圧力が設定値P₁（又は設定時間t₁）に達すると、入口側開閉弁V₁を急閉する。

[0035] 更に、入口側開閉弁V₁の急閉（時刻t₁）から予め定めた設定時間（約1～300秒間、ガスの種類、タンク容量、ガス流量等によって異なる）が経過して時刻t₂に到れば、タンクBT内の圧力P₂及び温度T₂を検出し、その検出値を演算制御部CPへ入力する。

尚、時刻t₂における第2回目の圧力及び温度の検出が終れば、これと同時に又は時刻t₃において出口側開閉弁V₂を開放して、タンクBT内のガスを排出する。

[0036] 一方、演算制御部CPでは、前記検出値P₀、T₀、P₂、T₂及びビルドアップ時間 Δt （ $\Delta t = t_1 - t_0$ ）を用いて流量Qが演算され、前記流量調整器MFC₁の設定流量Q_sと演算流量Qとが対比され、所定の基準に基づいて

流量調整器MFC₁の流量制御性能の適否の判定や校正が行われる。

[0037] 上記の如き校正操作を各流量制御器MFC₁～MFC_nについて行うことにより、ガス供給装置GFの流量調整器の校正が行われる。

[0038] 表1は、被試験流量制御器を校正済みの流量制御器とした場合の試験結果を示すものであり、ビルトアップ前（第1回計測時・時刻t₀）、ビルドアップ直後（時刻t₁）及び第2回計測時（時刻t₂）に於ける温度・圧力の測定値と、Δt時間内のガス流入流量Q及び流量誤差%R_Dの演算値を示すものである。

[0039] [表1]

タンク容量: 1.1120L

基準流量	捕集時間	室温	捕集前		捕集後		計算流量	誤差
			圧力	温度	圧力	温度		
sccm	sec	°C	Torr	°C	Torr	°C	sccm	%R.D.
100	20	21.38	0.43	22.34	25.07	22.32	99.99	0.01%
100	20	21.30	0.44	22.30	25.08	22.30	99.98	0.00%
100	20	21.27	0.44	22.28	25.07	22.25	99.98	0.00%
80	20	21.37	0.44	22.26	20.14	22.25	79.97	0.00%
80	20	21.40	0.44	22.25	20.14	22.30	79.95	-0.01%
80	20	21.30	0.44	22.20	20.14	22.27	79.96	0.00%
60	20	21.11	0.44	22.15	15.21	22.24	59.96	0.00%
60	20	21.07	0.44	22.19	15.21	22.11	59.97	0.01%
60	20	21.05	0.44	22.12	15.21	22.14	59.96	-0.01%
40	20	21.36	0.44	21.99	10.28	21.91	39.97	0.07%
40	20	21.60	0.44	21.92	10.28	21.89	39.96	0.06%
40	20	21.79	0.44	21.88	10.28	21.95	39.96	0.05%
20	20	21.08	0.44	22.06	5.36	22.11	19.97	-0.09%
20	20	20.97	0.44	22.08	5.36	22.03	19.97	-0.06%
20	20	21.15	0.44	21.95	5.36	21.95	19.98	-0.03%
10	20	21.21	0.44	21.95	2.90	22.00	9.97	0.44%
10	20	21.28	0.44	21.99	2.90	22.00	9.97	0.44%
10	20	21.28	0.44	21.99	2.89	21.95	9.96	0.38%

[0040] 図4は、上記表1に示した本発明のビルドアップ法により求めた流量制御器の流量誤差%R_D（●印）と、後述する校正済みの流量制御器等によって調整された被校正流量制御器（以下、T1000流量制御器と呼ぶ）を基準流量計として求めた流量制御器の流量誤差%R_D（■印）とを対比したものであり、被測定流量制御器の設定流量の大小に拘わらず、本発明に係るビルドアップ法による流量校正の方が、T1000流量制御器を基準流量計とした場合よりも流量誤差%R_Dが小さいことが判る。

[0041] 表2は、被測定流量制御器を本発明に係るビルドアップ法により校正した場合の流量誤差%R_Dと、校正済みの流量制御器を基準流量計として校正

した場合の流量誤差% R. Dとの差を示すものである。

[0042] [表2]

タンク容量: 1.1120L					
設定	基準器	%R.D.	本発明	%R.D.	差
100	99.98	-0.02%	99.98	-0.02%	0.00%
90	89.98	-0.03%	89.97	-0.03%	-0.01%
80	79.96	-0.05%	79.96	-0.05%	0.00%
70	69.97	-0.05%	69.97	-0.04%	0.01%
60	59.96	-0.06%	59.96	-0.06%	0.00%
50	49.97	-0.07%	49.97	-0.06%	0.01%
40	39.94	-0.15%	39.96	-0.09%	0.06%
30	29.97	-0.11%	29.96	-0.13%	-0.02%
20	19.99	-0.07%	19.97	-0.13%	-0.06%
10	9.93	-0.74%	9.97	-0.33%	0.41%

[0043] 図5は、上記表2の誤差の差をグラフ化したものであり、本発明の校正方法は、設定流量が100 s c c m以下の小さい領域に於いても高精度な流量校正の可能なことが判る。

[0044] 表3は、本発明の第2実施形態の試験結果を示すものであり、ビルドアップタンクB Tとして内径20 mmφのチャンバー（内容積170.36 c c）を使用し、且つ温度検出器T dを0.25 μ mの熱電対、圧力検出器P dを100 T o r rのキャパシタンス、入口側開閉弁V₁及び出口側開閉弁V₂をC v値が0.1の高速開閉弁とした場合の測定及び演算値である。

[0045] [表3]

タンク容量124.66cc								
基準流量	捕集時間	室温	捕集前		捕集後		計算流量	誤差
			圧力	温度	圧力	温度		
sccm	sec	°C	Torr	°C	Torr	°C	sccm	%R.D.
100.0	20	21.27	0.0	21.3	218.9	21.3	99.91	-0.07%
100.0	20	21.3	0.0	21.3	219.1	21.4	100.05	0.06%
100.0	20	21.3	0.0	21.3	219.0	21.5	99.98	0.00%
80.0	20	21.46	0.0	21.5	175.4	21.6	80.01	0.06%
80.0	20	21.45	0.0	21.5	175.4	21.7	80.01	0.06%
80.0	20	21.34	0.0	21.6	175.4	21.7	80.01	0.05%
60.0	20	21.13	0.0	21.5	131.5	21.6	60.03	0.11%
60.0	20	21.15	0.0	21.5	131.4	21.6	60.00	0.06%
60.0	20	21.12	0.0	21.5	131.4	21.5	60.01	0.07%
39.9	20	21.05	0.0	21.3	87.5	21.4	39.98	0.09%
39.9	20	21.12	0.0	21.3	87.5	21.4	39.98	0.09%
39.9	20	21.07	0.0	21.3	87.5	21.4	39.98	0.09%
20.0	20	21.27	0.0	21.4	43.7	21.5	20.00	0.09%
20.0	20	21.29	0.0	21.4	43.7	21.4	20.01	0.10%
20.0	20	21.4	0.0	21.4	43.7	21.4	20.01	0.10%
9.9	20	21.46	0.0	21.5	21.7	21.5	9.96	0.30%
9.9	20	21.33	0.0	21.5	21.7	21.5	9.95	0.29%
9.9	20	21.33	0.0	21.5	21.7	21.6	9.95	0.28%

第2実施形態

[0046] 第2実施形態においては、ビルドアップタンクB Tの内容量が120.3

6 c c と小さいため、先ず、供給流量とタンク内圧との関係を調査した。

図 6 は、その調査結果を示すものであり、また、図 7 は図 6 の A 部の拡大図である。

図 6 及び図 7 から明らかなように、ビルドアップタンク B T の内容積が 1 2 0 . 3 6 c c 程度の場合には、ガス供給流量が 1 . 6 S L M で内圧が 1 0 0 T o r r 程度に上昇する（開閉弁 V_1 、 V_2 は C_v 値 0 . 1 の開閉弁）。尚、T 1 0 0 0 は前記校正済みの流量制御機器等によって調整された被校正流量制御器である。

[0047] 一方、校正の対象となる流量制御器には熱式流量制御器や圧力式流量制御器があり、且つ圧力式流量制御器の場合には、出力側（2 次側）の圧力値は 1 0 0 T o r r 以下とする必要がある。そのため、ビルドアップタンク容積が 1 0 0 ~ 1 5 0 c c の場合には、校正流量は 1 0 0 0 s c c m 以下の流量にする必要があり、これ等のことから前記表 3 のテストに於いても被測定流量制御器の設定流量を 1 0 0 s c c m ~ 1 0 s c c m としている。

[0048] 図 8 は、上記表 3 に示した本発明のビルドアップ法により校正した流量誤差 % R . D と、校正済みの流量制御器を標準流量計として校正した流量誤差 % R . D とを対比したものであり、両者は略同じ流量誤差 % R . D の範囲にあることが判明した。

[0049] 表 4 は、被校正流量制御器を本発明により校正した場合の流量誤差 % R . D と、校正済みの流量制御器を基準器として測定した流量誤差 % R . D との差とを示すものである。

[0050] [表 4]

タンク容量 124.66cc					
設定	基準器	%R.D.	本発明	%R.D.	差
100	99.98	-0.02%	99.98	-0.02%	0.00%
90	89.98	-0.03%	90.01	0.01%	0.04%
80	79.96	-0.05%	80.01	0.01%	0.06%
70	69.97	-0.05%	70.03	0.04%	0.09%
60	59.96	-0.06%	60.01	0.02%	0.08%
50	49.97	-0.07%	50.02	0.03%	0.10%
40	39.94	-0.15%	39.98	-0.05%	0.09%
30	29.97	-0.11%	30.01	0.03%	0.15%
20	19.99	-0.07%	20.01	0.03%	0.10%
10	9.93	-0.74%	9.95	-0.45%	0.29%

[0051] また、図 9 は前記表 4 に於ける被校正流量制御器の設定流量と両者の流量

誤差%R. Dの差との関係を示すものであり、設定流量により流量誤差%R. Dの差が大きく変化することは無いことが判る。

[0052] 表5は、被校正流量制御器の設定流量（10sccm及び100sccm近傍）とビルドアップ時間 Δt と演算流量及び流量誤差%R. Dとの関連を示すものであり、ビルドアップ時間 Δt が長いほど、誤差%R. Dが小さくなることが判る。

[0053] [表5]

タンク容量:1.1120L					
設定	基準器	%R.D.	本発明	%R.D.	差
100.5	100.48	-0.02%	100.55	0.05%	0.07%
100	99.98	-0.02%	100.00	0.00%	0.02%
99.5	99.48	-0.02%	99.51	0.01%	0.03%

タンク容量:1.1120L					
設定	基準器	%R.D.	本発明	%R.D.	差
10.5	10.45	-0.47%	10.47	-0.33%	0.14%
10	9.95	-0.50%	9.95	-0.47%	0.02%
9.5	9.45	-0.52%	9.46	-0.47%	0.06%

[0054] 表6は、被校正流量制御器を校正済みの流量制御機器によって調整されたT1000とし、N2ガス100sccmを容積120.36ccのビルドアップタンクへ供給し、ビルドアップ時間 $\Delta t = t_1 - t_2$ を7.5secとして5分間隔で30回繰り返して校正測定を行った場合の結果を示すものである。又、図10は、表8のデータを線図化したものであって、●は流量誤差%R. D、□はタンク内ガス圧力Torr、△はタンク内ガス温度°Cと示すものである。

[0055]

[表6]

	温度	Q	Error
	°C	sccm	%R.D.
1	21.30	99.81	-0.18%
2	21.30	99.90	-0.09%
3	21.36	99.87	-0.11%
4	21.36	99.88	-0.11%
5	21.41	99.88	-0.10%
6	21.49	99.88	-0.11%
7	21.55	99.86	-0.12%
8	21.61	99.88	-0.10%
9	21.66	99.86	-0.12%
10	21.76	99.88	-0.11%
11	21.75	99.88	-0.10%
12	21.84	99.85	-0.13%
13	21.87	99.85	-0.13%
14	21.89	99.83	-0.15%
15	21.86	99.84	-0.14%
16	21.84	99.85	-0.13%
17	21.83	99.85	-0.13%
18	21.85	99.84	-0.14%
19	21.83	99.84	-0.14%
20	21.80	99.82	-0.16%
21	21.75	99.83	-0.15%
22	21.75	99.83	-0.15%
23	21.65	99.86	-0.12%
24	21.65	99.82	-0.16%
25	21.67	99.82	-0.17%
26	21.65	99.82	-0.16%
27	21.65	99.82	-0.16%
28	21.57	99.85	-0.13%
29	21.59	99.84	-0.14%
30	21.55	99.86	-0.13%

[0056] 図10からも明らかなように、校正試験での流量誤差%R.Dは略一定値であることが判る。

[0057] [表7]

		流量(sccm)				
		10	50	100	500	1000
ベース圧(Torr)		2.7	7.0	10.6	31.0	52.8
容量(cc)	10	7.7	1.5	0.71	0.11	0.04
	50	38.4	7.3	3.5	0.54	0.19
	100	76.8	14.7	7.1	1.1	0.37
	200	153.6	29.4	14.1	2.2	0.75
	1000	768.2	146.8	70.6	10.9	3.7

[0058] 表7は、ビルドアップタンクBTの容積と、ガスベース圧力P_oからタンク内圧100Torrに到達するまでの実時間との関係を実測したものであり、設定流量10~100sccm及び内容積10~200cc位の範囲がビルドアップ時間の点から適用可能な範囲であることが判る。

[0059] 同様に、表 8 は、ビルドアップタンク B T の内容積 c c とガスの設定流量とガスのベース圧力 P o と、タンク B T 内のガス圧力上昇率 (T o r r / s e c) の関係を実測したものであり、一般的な半導体製造装置用のガス供給装置 (ガス B O X) に於いては、被校正流量制御器の実設定流量やビルドアップ時間 Δt 、設定場所等の点からビルドアップタンク B T の内容積は 5 0 ~ 2 0 0 c c 位が最適なことが判明した。

[0060] [表 8]

		流量 (sccm)				
		10	50	100	500	1000
ベース圧 (Torr)		2.7	7.0	10.6	31.0	52.8
容量 (cc)	10	12.67	63.3	126.7	633.3	1266.7
	50	2.53	12.7	25.3	126.7	253.3
	100	1.27	6.3	12.7	63.3	126.7
	200	0.63	3.2	6.3	31.7	63.3
	1000	0.13	0.6	1.3	6.3	12.7

第 3 実施形態

[0061] 図 1 1 は、本発明の第 3 実施形態で使用する流量制御器校正ユニットの系統図であり、T 1 0 0 0 は校正済みの流量制御機器等によって調整された被校正流量制御器、S T は捨てチャンバ、V₁ はビルドアップタンク B T の入口側開閉弁、V_{1s} は捨てチャンバの入口側開閉弁、V_{2s} は捨てチャンバの出口側開閉弁である。なお、入口側開閉弁 V₁ 及び V_{1s} を二連三方バルブ V₃ に置き換えて使用しても良いことは勿論である。

[0062] 流量制御器の流量校正や流量計測に際しては、真空状態から流量、圧力、温度が安定するまで一定時間ガスを流し続ける必要があるが、このガスが安定するまでに長い時間がかかる上、ガス流量が多い場合、例えば流量が数 L S M ~ 数十 L S M のガスを流すような場合には、ガスの消耗費や排ガスの処理設備等の点で問題が発生する。

そのため、流量制御器校正ユニットを図 1 1 のように捨てチャンバ S T を備えたユニットとして、下記の如き操作により流量校正や流量計測を行う。

[0063] 先ず、ビルドアップチャンバ B T の出口側開閉弁 V₂ 及び捨てチャンバ S T の出口側開閉弁 V_{2s} を開にして、両チャンバ B T, S T 内を真空引きする。こ

の際、上流側の入口側開閉弁 V_1 及び入口側開閉弁 V_{1s} は勿論閉鎖する。尚、本実施形態では、ビルドアップチャンバBTの内容量を10Lに、捨てチャンバSTの内容量を80Lに夫々選択している。

[0064] 次に、両出口側開閉弁 V_2, V_{2s} を閉にし、ビルドアップチャンバBTの入口側開閉弁 V_1 を閉、捨てチャンバSTの入口側開閉弁 V_{1s} を開にして、流量制御器T1000を通してガスを捨てチャンバST内へ供給する。この流量制御器T1000を通して供給中のガス供給の状態が安定すると、捨てチャンバSTの入口側開閉弁 V_{1s} を閉に、ビルドアップチャンバBTの入口側開閉弁 V_1 を開にして、前記実施形態で記載したような第1回目の測定を開始する。又、必要な第1回目の測定を行っている間に捨てチャンバSTの出口側開閉弁 V_{2s} を開にして、捨てチャンバST内のガスを徐々に排気する。

[0065] その後、ビルドアップチャンバBTの入口側開閉弁 V_1 を閉にし、温度が安定するように保持したあと前記実施形態で記載したような第2回目の必要な測定を行う。又、その間も捨てチャンバST内のガスを徐々に排気する。

その後、ビルドアップチャンバBTの出口側開閉弁 V_2 を開にして内部のガスを徐々に排気すると共に、捨てチャンバST内のガス圧がある程度にまで下降すれば、その後は一気に排気をして、前記測定前の初期状態に戻る。

産業上の利用可能性

[0066] 本発明は、半導体製造装置用のガスボックスのみならず、あらゆるガス供給装置用の流量制御器やガス供給系の流量制御器の校正試験に利用できるものである。

符号の説明

[0067]	GF	ガス供給装置
	MFC ₁ ~MFC _n	流量制御器
	G _o ~G _n	供給ガス種
	L, L ₁ ~L _n	ガス供給路
	V _{oo} ~V _{on}	開閉弁
	CH	プロセスチャンバ

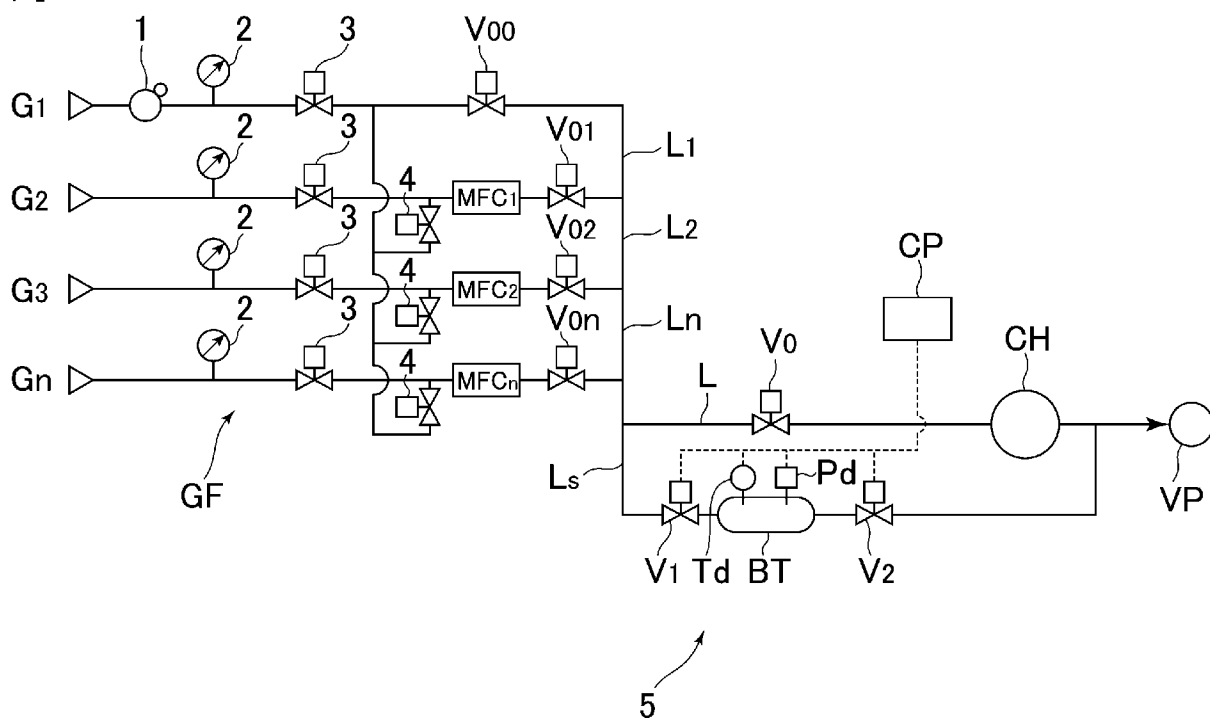
V P	真空ポンプ
T d	温度検出器
P d	圧力検出器
B T	ビルドアップタンク（ビルドアップチャンバ）
1	圧力調整器
2	圧力計
3, 4	開閉弁
5	流量制御器校正ユニット
C P	演算制御部
T 1 0 0 0	校正済みの流量制御機器等によって調整された被校正流
量制御器	
S T	捨てチャンバ
V ₃	二連三方バルブ
V _{1S}	捨てチャンバの入口側開閉弁
V _{2S}	捨てチャンバの出口側開閉弁

請求の範囲

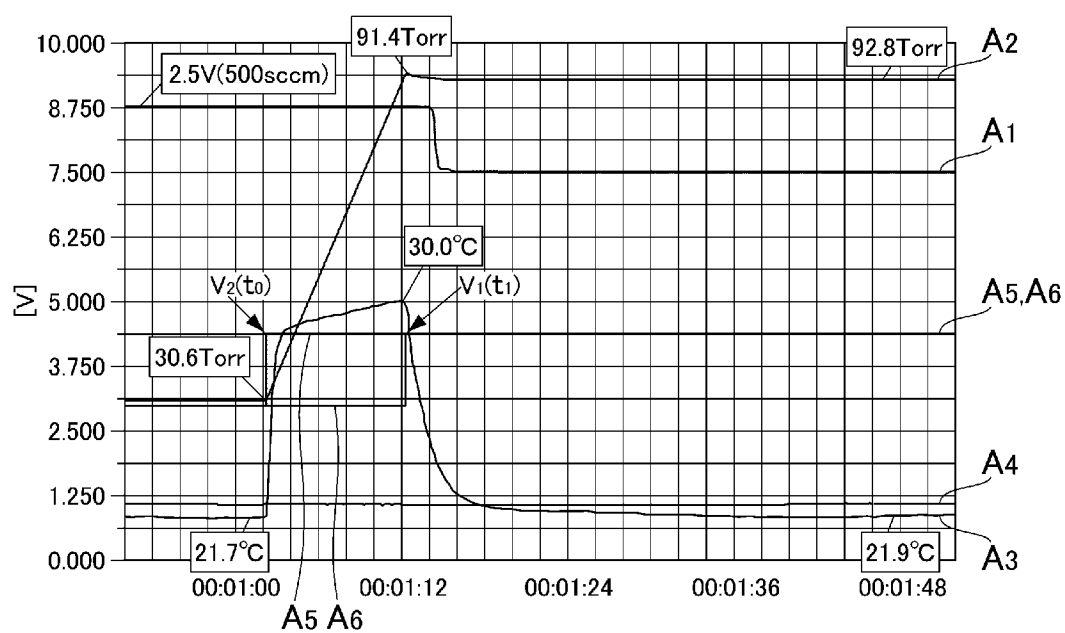
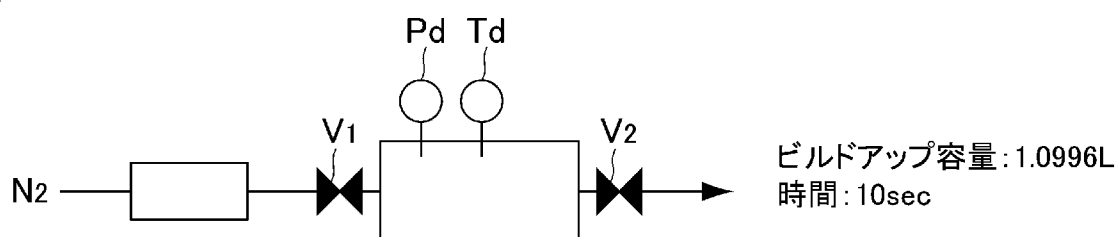
- [請求項1] 複数の種類のガスを各流量制御器を通して切換え可能にガス使用箇所へ供給するガス供給装置に於いて、前記ガス供給装置のガス供給路Lに、内容積VのビルドアップタンクBTとタンクBTの入口側開閉弁 V_1 及び出口側開閉弁 V_2 とタンクBT内ガスのガス圧力検出器Pd及びガス温度検出器Tdとから成る流量制御器校正ユニット5を分岐状に連結すると共に、当該流量制御器校正ユニット5の出口側開閉弁 V_2 を真空排気装置に接続し、先ず、前記流量制御装置の各流量制御器の出口側開閉弁 $V_{o1} \sim V_{on}$ 及びガス使用箇所の入口開閉弁 V_o を閉鎖すると共に前記校正ユニット5の出口側開閉弁 V_2 及び入口側開閉弁 V_1 を開放し、次に、被校正流量制御器の出口側開閉弁のみを開放して設定流量のガスを前記校正ユニット5へ流入させ、前記タンク内のガス圧力及びガス温度が安定した時刻に第1回のタンク内のガス温度 T_o 及びガス圧力 P_o を計測し、そして、時刻 t_o に於いて前記校正ユニット5の出口側開閉弁 V_2 を閉鎖してタンクBT内へのガスのビルドアップを行い、その後、時刻 t_1 に於いて入口側開閉弁 V_1 を閉鎖すると共に、前記入口側開閉弁 V_1 の閉鎖後の時刻 t_2 に於いて第2回のガス温度 T_2 及びガス圧力 P_2 を計測し、前記各計測値からガス流量Qを $Q = (2.24 V / R \cdot \Delta t) \times (P_2 / T_2 - P_o / T_o)$ （但し、VはタンクBTの内容積、Rはガス定数、 Δt はビルドアップ時間 $t_1 - t_o$ である）として演算し、前記設定ガス流量と演算ガス流量Qとの対比により被校正流量制御器の流量校正を行うことを特徴とするガス供給装置用流量制御器の校正方法。
- [請求項2] ガス供給装置を半導体製造装置用のガスボックスとすると共に、校正ユニット5をガス供給装置のガスボックス内に設けるようにした請求項1に記載のガス供給装置用流量制御器の校正方法。
- [請求項3] 流体供給源から流れる流体を制御する流量制御器の流量を計測する方法において、前記流量制御器の下流にある内容積Vのビルドアップ

タンク B T と、タンク B T の入口側及び出口側に配置される入口側開閉弁 V_1 及び出口側開閉弁 V_2 と、タンク B T 内に配置されるガス圧力検出器 P d 及び温度検出器 T d とからなり、前記流量制御器から流体を流した状態で入口側開閉弁 V_1 及び出口側開閉弁 V_2 を開放してガスをタンク B T 内に流入させるステップ、ガス圧力及びガス温度が安定した時のガス圧力 P_0 及びガス温度 T_0 を測定するステップ、時刻 t_0 に於いて出口側開閉弁 V_2 のみを閉鎖してタンク B T 内へガスを充填するステップ、時刻 t_1 に入口側開閉弁 V_1 を閉鎖するステップ、その後時刻 t_2 まで前記入口側開閉弁 V_1 及び出口側開閉弁 V_2 の閉鎖を保持するステップ、前記入口側開閉弁 V_1 及び出口側開閉弁 V_2 の閉鎖中に再びガス温度 T_2 及びガス圧力 P_2 を計測するステップ、各計測結果からガス流量 Q を $Q = (2.24 V / R \cdot \Delta t) \times (P_2 / T_2 - P_0 / T_0)$ (但し、 V はタンク B T の内容積、 R はガス定数、 Δt はビルドアップ時間 $t_1 - t_0$ である) として演算するステップ、とを備える流量計測方法。

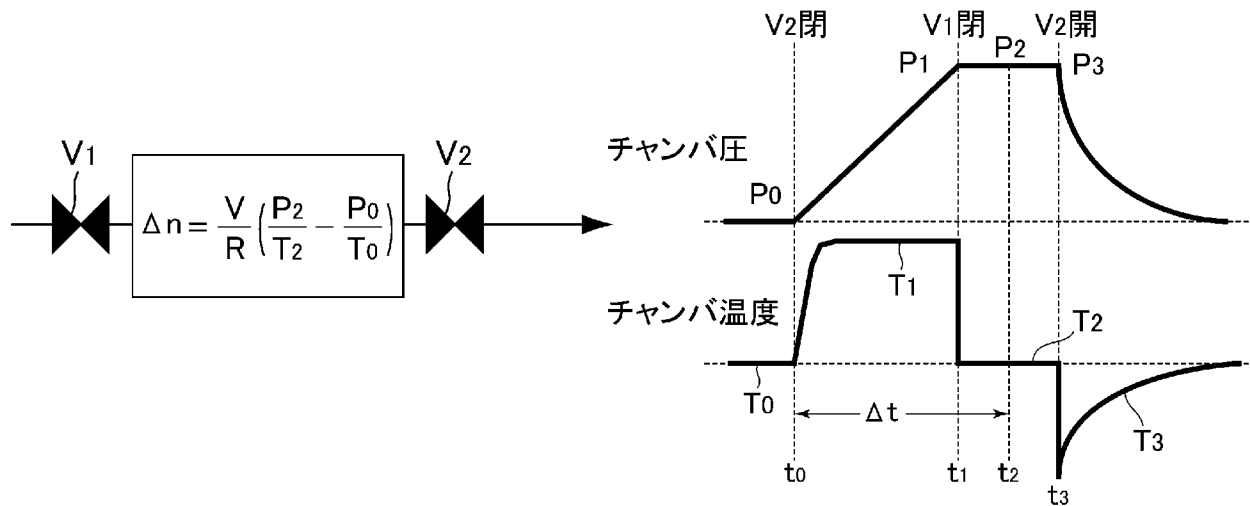
[図1]



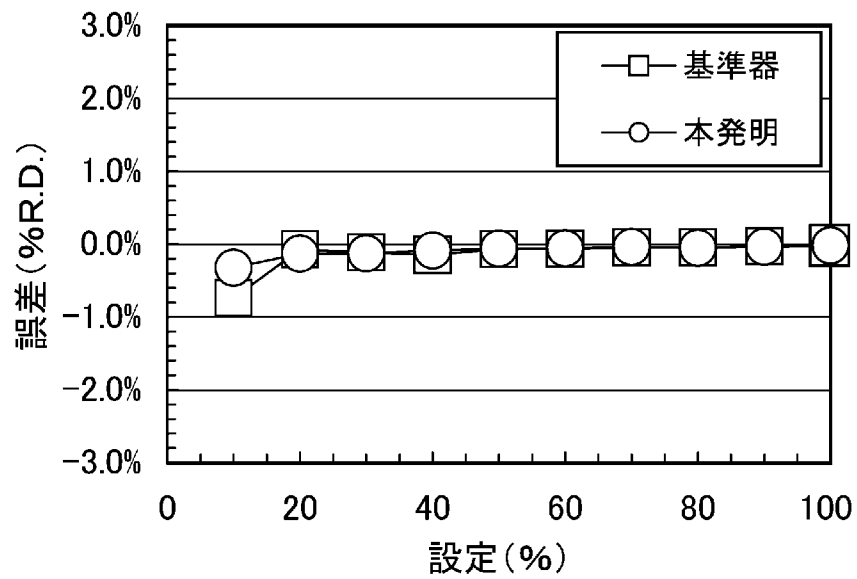
[図2]



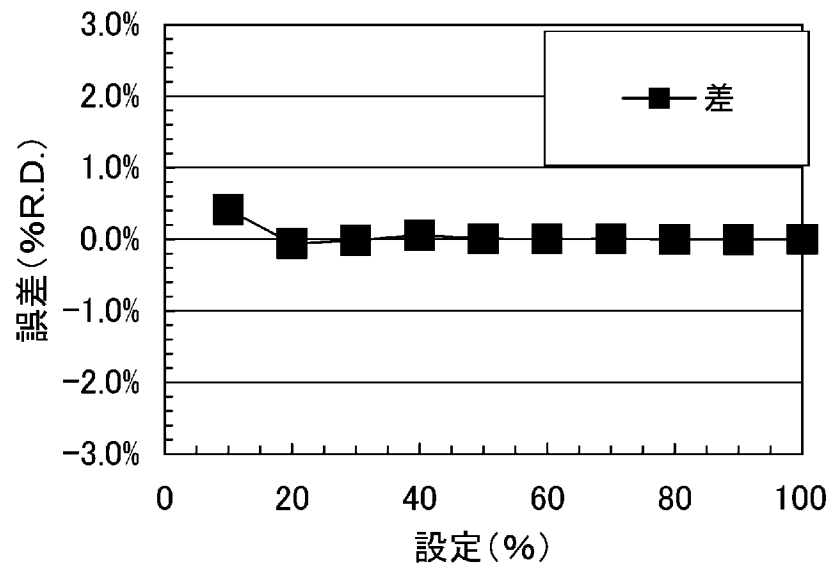
[図3]



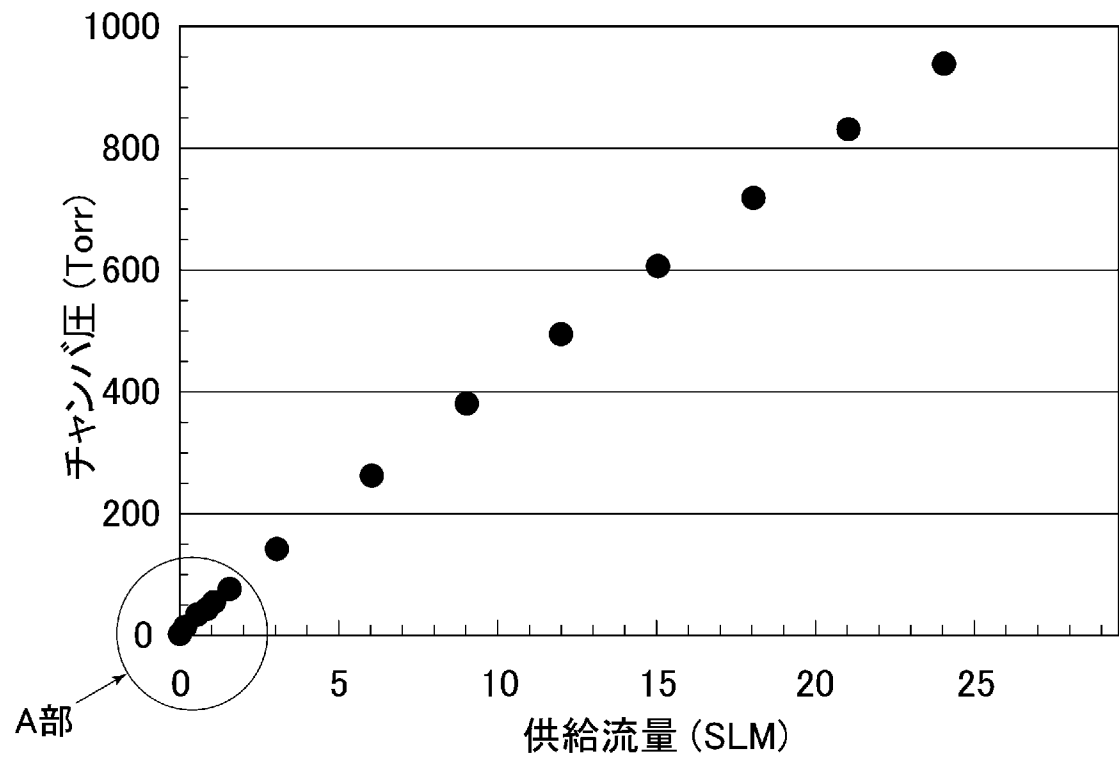
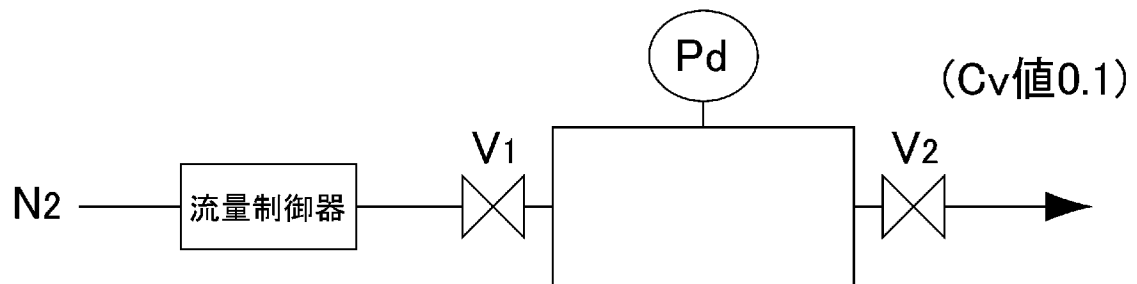
[図4]



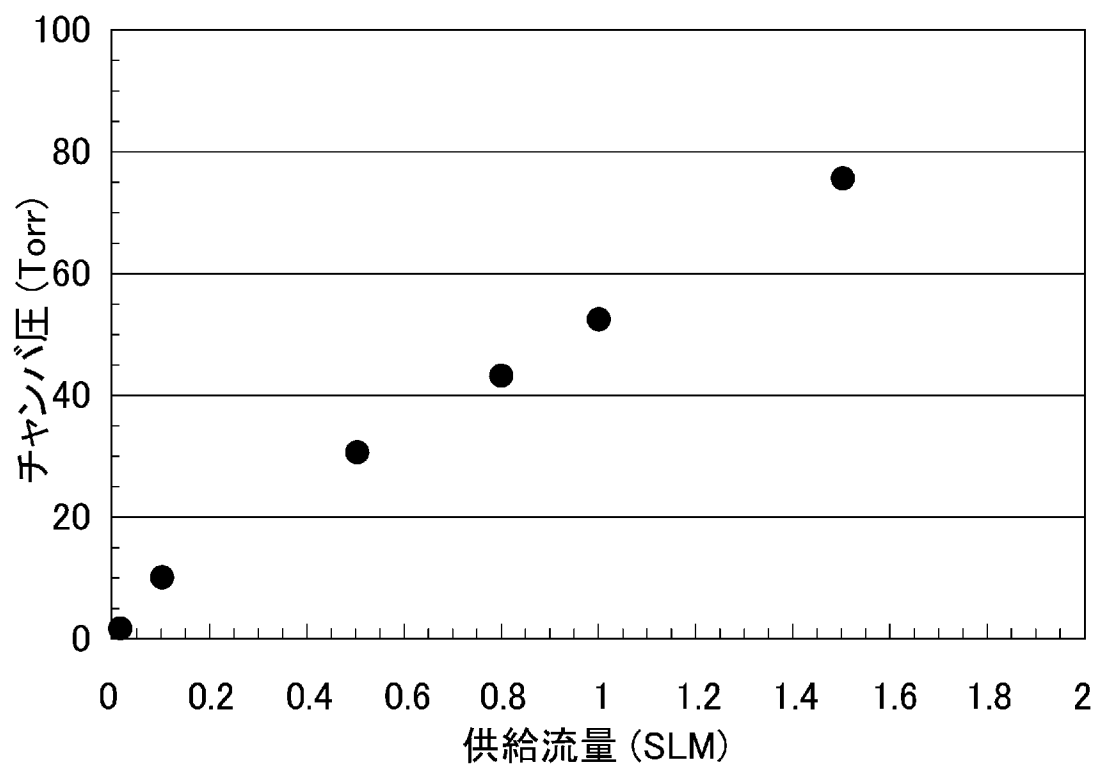
[図5]



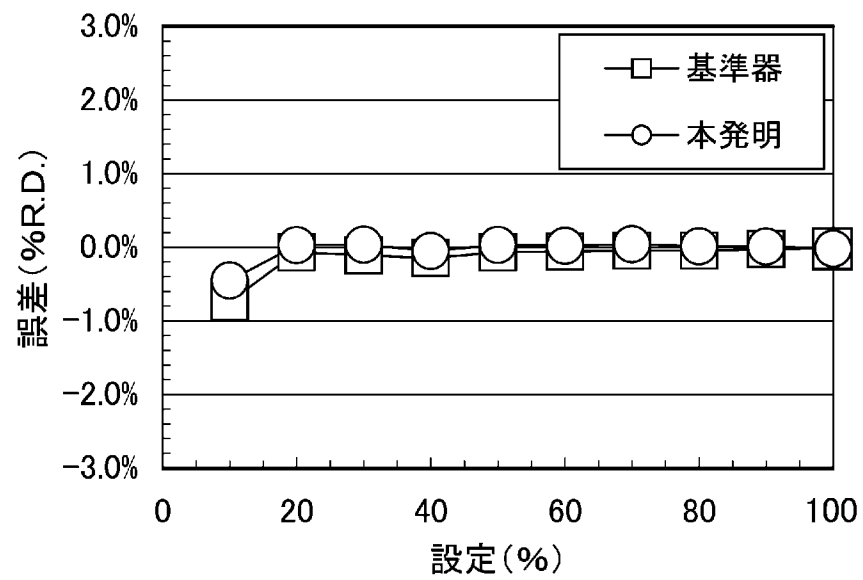
[図6]



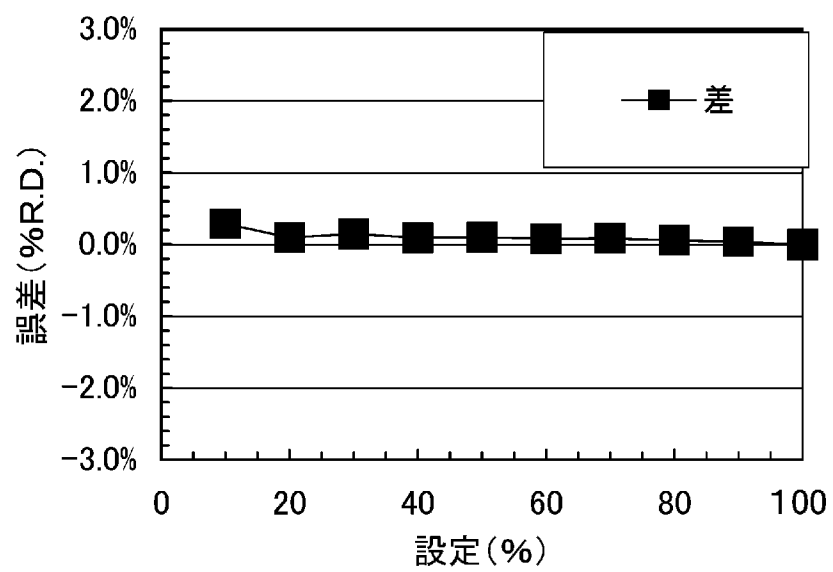
[図7]



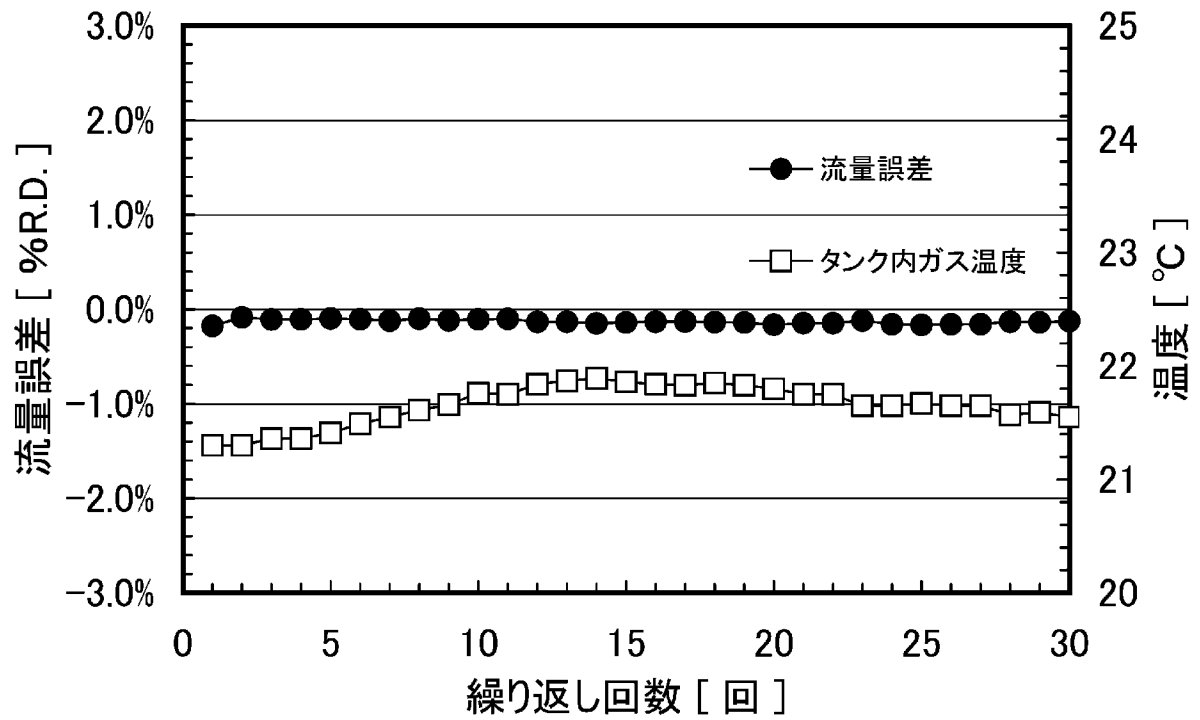
[図8]



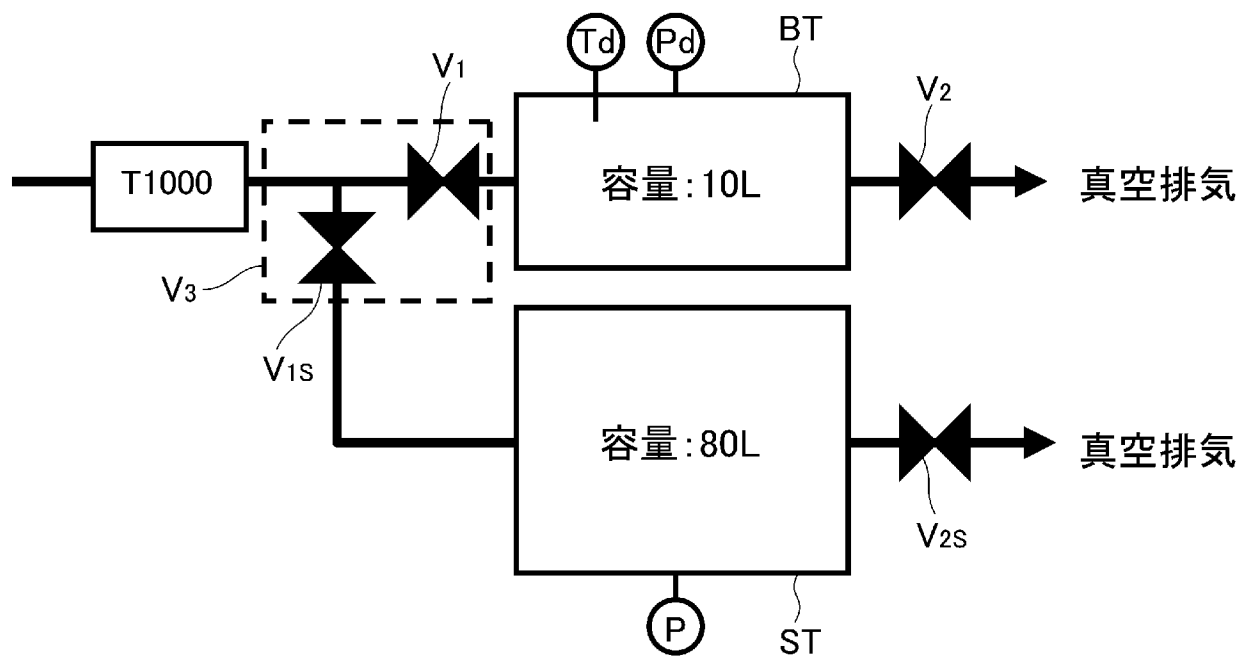
[図9]



[図10]

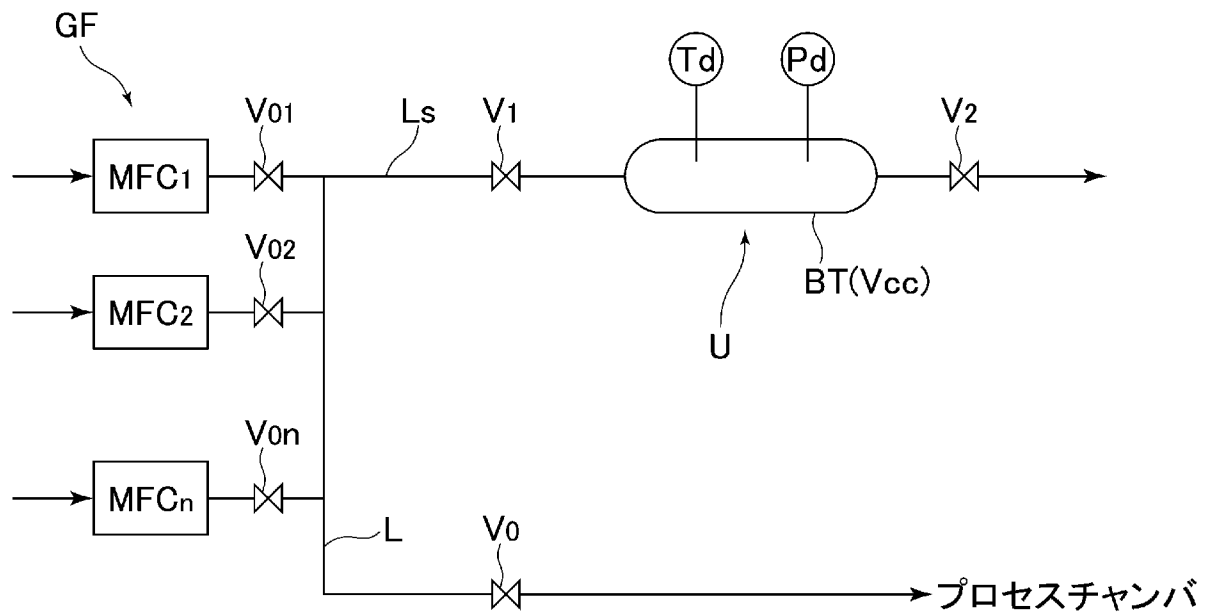


[図11]



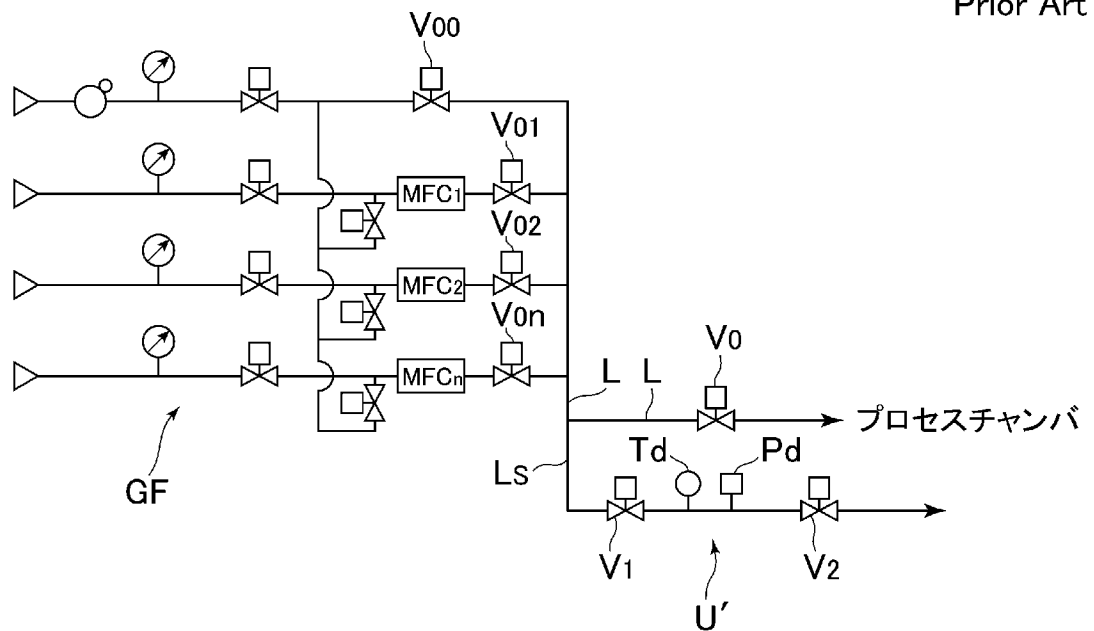
[図12]

Prior Art



[図13]

Prior Art



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/003679

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D7/06(2006.01)i, G01F3/38(2006.01)i, G01F25/00(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)

G05D7/06, G01F3/38, G01F25/00

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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 2003-65814 A (The Circle for the Promotion of Science and Engineering), 05 March 2003 (05.03.2003), entire text (Family: none)	1-3
A	WO 2006/075406 A1 (Tokyo Meter Co., Ltd.), 20 July 2006 (20.07.2006), entire text & CN 1926406 A & EP 1847812 A1	1-3
A	JP 2009-145986 A (Fujikin Inc.), 02 July 2009 (02.07.2009), entire text & US 2009/0146089 A1	1-3

☒ 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
19 July, 2011 (19.07.11)Date of mailing of the international search report
02 August, 2011 (02.08.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/003679

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-214406 A (Hitachi Metals, Ltd.), 23 August 2007 (23.08.2007), entire text (Family: none)	1-3
A	JP 8-247827 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 27 September 1996 (27.09.1996), entire text (Family: none)	1-3
A	WO 2005/123236 A1 (Tokyo Electron Ltd.), 29 December 2005 (29.12.2005), entire text & US 2008/0017105 A1 & KR 10-2006-0118610 A & CN 1933901 A	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G05D7/06(2006.01)i, G01F3/38(2006.01)i, G01F25/00(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（I P C））

Int.Cl. G05D7/06, G01F3/38, 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 2003-65814 A（財団法人 理工学振興会）2003.03.05, 全文（ファミリーなし）	1 - 3
A	WO 2006/075406 A1（東京メータ株式会社）2006.07.20, 全文 & CN 1926406 A & EP 1847812 A1	1 - 3
A	JP 2009-145986 A（株式会社フジキン）2009.07.02, 全文 & US 2009/0146089 A1	1 - 3

☒ 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

1 9 . 0 7 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 2 . 0 8 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

川東 孝至

3 U

4 1 3 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4

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	JP 2007-214406 A (日立金属株式会社) 2007. 08. 23, 全文 (ファミリーなし)	1 - 3
A	JP 8-247827 A (工業技術院長) 1996. 09. 27, 全文 (ファミリーなし)	1 - 3
A	WO 2005/123236 A1 (東京エレクトロン株式会社) 2005. 12. 29, 全文 & US 2008/0017105 A1 & KR 10-2006-0118610 A & CN 1933901 A	1 - 3