



(43) 国際公開日
2009 年 4 月 2 日 (02.04.2009)

PCT

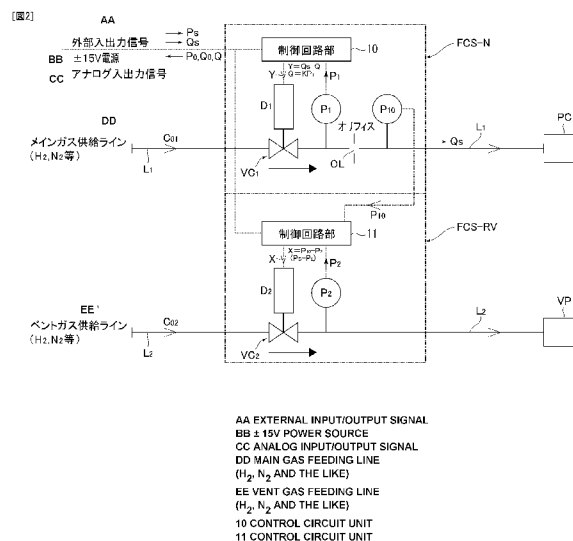
(10) 国際公開番号
WO 2009/040973 A1

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 国際特許分類:
 <i>H01L 21/205</i> (2006.01) <i>H01L 21/285</i> (2006.01)
 <i>C23C 16/455</i> (2006.01)</p> <p>(21) 国際出願番号: PCT/JP2008/001920</p> <p>(22) 国際出願日: 2008 年 7 月 17 日 (17.07.2008)</p> <p>(25) 国際出願の言語: 日本語</p> <p>(26) 国際公開の言語: 日本語</p> <p>(30) 優先権データ:
 特願2007-246558 2007 年 9 月 25 日 (25.09.2007) JP</p> <p>(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).</p> <p>(72) 発明者; および</p> <p>(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西野功二 (NISHINO, Kouji) [JP/JP]; 〒5500012 大阪府大阪市</p> | <p>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, Ryousuke) [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). 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). 平田薫 (HIRATA, Kaoru) [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). 杉田勝幸 (SUGITA, Katsuyuki) [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).</p> <p>(74) 代理人: 杉本丈夫 (SUGIMOTO, Takeo); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜 2 丁目 1 番 2 1 号 北浜ゲイトビル Osaka (JP).</p> <p>(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, CN, CO, CR, CU, CZ, DE,</p> |
|--|---|

[続葉有]

(54) Title: GAS FEEDING DEVICE FOR SEMICONDUCTOR MANUFACTURING FACILITIES

(54) 発明の名称: 半導体製造設備用のガス供給装置



(S7) Abstract: Provided is a gas feeding device for semiconductor manufacturing facilities according to an organic metal vapor deposition. The gas feeding device comprises a main gas feeding line for feeding a raw gas to a reaction furnace, a vent gas feeding line for discharging the material, and a plurality of gas feeding mechanisms arranged midway between the two gas lines. The gas pressure (P_{10}) of the main gas feeding line and the gas pressure (P_2) of the vent gas feeding line, which are detected downstream of the orifice of a pressure type flow rate control device, are contrasted, and are so regulated by the pressure control device on the entrance side of the vent gas feeding line that the pressure difference between the main gas feeding line and the vent gas feeding line may be zero at the time of changing the feed of the raw gas.

[続葉有]



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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(57) 要約: 本発明は、反応炉への原料ガスを供給するメインガス供給ラインと前記原料の排気をするベントガス供給ラインとを備え、両ガスラインの中間部に複数のガス供給機構を配設して成る有機金属気相成長法による半導体製造設備用のガス供給装置に於いて、圧力式流量制御装置のオリフィス下流側で検出したメインガス供給ラインのガス P_{10} とベントガス供給ラインの圧力 P_2 とを対比し、原料ガスの供給切換時にメインガス供給ラインとベントガス供給ライン間に両者の圧力差が零となるように、前記ベントガス供給ラインの入口側当該圧力制御装置により圧力調整する。

明 細 書

半導体製造設備用のガス供給装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体製造設備用のガス供給装置に関するものであり、有機金属気相成長装置に於けるガス供給装置として主に利用されるものである。

背景技術

[0002] 所謂有機金属気相成長法（以下、MOCVD法と呼ぶ）により製造された薄膜積層構造の半導体は、エピタキシャル成長により積層した各薄膜の界面に於ける急峻性を高めることが半導体品質を高める上で必須の要件となる。即ち、各薄膜の界面に於ける急峻性を高めるためには、気相成長反応用原料ガスの切換え操作により原料ガスの種類が変わっても、反応炉へ供給されるガスの総流量が変化せず、しかも原料ガスの切換えが急峻に行われるようにする必要がある。

[0003] そのためには、先ず、原料ガス切換え時に反応炉内や配管内のガス圧力に変動が生じないようにガス流量を高精度、高応答性でもって制御する必要がある、これ等の必要性に対応するため、従前からMOCVD法による半導体製造装置に於いては、図10に示すような構成のガス供給装置が多く使用されている。

[0004] 即ち、図10は従前のMOCVD法に於けるガス供給系の基本構成の一例を示すものであり、図10に於いて、 L_1 はメインガス供給ライン、 L_2 はベントガスライン、 PC は反応炉（プロセスチャンバー）、 VP は真空ポンプ、 MFC_1 、 MFC_2 、 MFC はマスフローコントローラ、 $P_1 \sim P_4$ は圧力検出器、 P_{1s} は圧力検出信号、 DP は差圧検出器、 ΔP は差圧検出信号、 VR_1 、 VR_2 は圧力調整器、 V_0 、 V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 、 V は制御弁、 A_1 、 A_2 はガス供給機構、 B_1 、 B_2 は切換え弁機構、 OM は有機金属液、 GB はガスボンベ、 $C_0 \sim C_5$ はキャリアガス、 CA 、 CB は原料ガスである。

[0005] 今、メインガス供給ライン L_1 のマスフローコントローラ MFC_1 及びベント

ガス供給ライン L_2 のマスフローコントローラ MFC_2 の流量設定値を夫々 Q_1 、 Q_2 に設定すると共に、反応炉 PC の圧力値等を設定し、キャリアガス C_{01} 、 C_{02} を各ライン L_1 、 L_2 へ流している。また、両原料ガス供給機構 A_1 、 A_2 を夫々設定作動させ、原料ガス CA とキャリアガス C_3 の流量を同一値に調整すると共に、原料ガス CB とキャリアガス C_5 の流量を同一値に調整する。更に、バルブ切換機構 B_1 、 B_2 を作動させ、 V_{1a} 及び V_{2b} を開、 V_{1b} 及び V_{2a} を閉、 V_{3a} 及び V_{4b} を開、 V_{3b} 及び V_{4a} を閉とする。

[0006] その結果、メインガス供給ライン L_1 には原料ガス CA ＋原料ガス CB ＋キャリアガス C_{01} （流量は MFC_1 の設定値 Q_1 ）のガスが流れ、反応炉 PC へ供給されている。また、ベントガス供給ライン L_2 へはキャリアガス C_5 ＋キャリアガス C_3 ＋キャリアガス C_{02} （総流量 MFC_2 の設定流量 Q_2 ）のキャリアガスが流れ、真空ポンプ VP を通して排気されている。

[0007] この状態から、原料ガス CA の供給を停止し、これに換えて他の原料ガス供給機構 A_3 （図示省略）から切換弁機構 B_3 （図示省略）を介して原料ガス CD （図示省略）をメインガス供給ライン L_1 へ供給する場合（原料ガス CA を原料ガス CD （図示省略）に切換）、先ず、バルブ V_{1a} を閉、 V_{1b} を開にすると共に V_{2b} を閉、 V_{2a} を開にする。

[0008] このバルブ V_{1a} 、 V_{1b} 、 V_{2b} 、 V_{2a} の切換操作時にメインガスライン L_1 とベントガス供給ライン L_2 を流れているガスとの間に圧力差が生ずると、その後にメインガスライン L_1 へ新たに供給される原料ガス CD の流量に過渡応答が発生し、これによって、既形成の薄膜と新たな原料ガス CD により形成された薄膜との界面における急峻性が、低下を来すことになる。

[0009] そのため、両ライン L_1 、 L_2 間の差圧 ΔP を零にするため、先ずベントガス供給ライン L_2 を流れるガス流量をマスフローコントローラ MFC_2 によって一定値に設定し、次に差圧計 DP によって両ライン L_1 、 L_2 間の差圧 ΔP を検出し、その検出値 ΔP を圧力調整器 VR_2 へフィードバックして、ベントガス供給ライン L_2 の抵抗を調整することにより前記差圧 ΔP を零にする。

[0010] また、別の第2の方法として、図10の一点鎖線で示すように、圧力調整

装置 $V R_2$ の設定値を一定にしておいて、差圧計 $D P$ で検出した差圧 ΔP をマスフローコントローラ $M F C_2$ へフィードバックしてベントガス供給ライン L_2 を流れるガス流量を制御することにより、前記差圧 ΔP を零にすることも可能である。勿論この場合には、メインガス供給ライン L_1 内のガス圧力を一定に保持するため、図 10 の一点鎖線で示すように、圧力検出器 P_1 でメインガス供給ライン L_1 内の圧力を検出し、その検出値 P_{1s} を圧力調整器 $V R_1$ へフィードバックしてメインガス供給ライン L_1 の抵抗を調整することにより、メインガス供給ライン L_1 のガス圧力を一定にすることが行われる。

[0011] 前記図 10 に示したガス供給装置では、原料ガスの切替時に、両ライン L_1 、 L_2 間の差圧 ΔP が略零に保持されることになり、その結果、先に形成された薄膜と切替後の原料ガスにより新たに形成された薄膜との間の所謂界面の急峻性が良好に保持されることになり、高品質の半導体が得られるという優れた効用を奏するものである。

[0012] しかし、図 10 のガス供給装置にも改善すべき多くの問題点が残されており、その中でも特に問題となる点は、（イ）マスフローコントローラ $M F C_1$ やマスフローコントローラ $M F C_2$ の他に差圧計 $D P$ や差圧計 $D P$ 取付けのための分岐管、圧力調整器 $V R_1$ 、 $V R_2$ 、フィードバック制御ライン $F B L$ 等を必要とする。そのため、機器装置が複雑化すると共に、差圧計 $D P$ の取り付け用に大きなスペースが必要となり、ガス供給装置の小型化を図り難いと云う点、及び（ロ）差圧検出値 ΔP によって圧力調整器 $V R_2$ を介してベントガス供給ライン L_2 の内圧を調整し、差圧 ΔP を零にする必要（或いは、差圧検出器 ΔP によって圧力調整器 $V R_1$ を介してメインガス供給ライン L_1 の内圧を調整し、差圧 ΔP を零にする）があるため、圧力制御の応答性が低いと云う点の二つである。

[0013] 特許文献1：特開 2005-223211 号公報

特許文献2：特開平 8-288226 号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0014] 本発明は、従前のメインガス供給ライン L_1 とベントガス供給ライン L_2 とを備えたMOCVD用の原料ガス供給システムに於ける上述の如き問題、即ち（イ）マスフローコントローラ MFC_1 、 MFC_2 や差圧検出器 DP 、圧力調整器 VR_1 、 VR_2 、フィードバック制御ライン FBL 等を必要とし、装置構造の簡素化及び小型化が図り難いこと、及び（ロ）圧力調整の応答性が低く、その結果原料切換え時の薄膜界面の急峻性が低下して半導体製品の品質が低下すること等の問題を解決せんとするものであり、マスフローコントローラ MFC_1 、 MFC_2 に変えて流量及び圧力制御の応答性に優れた圧力式流量制御装置及び圧力制御装置を使用することにより、薄膜のヘテロ界面における急峻性に優れた積層構造の高品質な半導体が得られるようにしたガス供給設備を提供することを、発明の主目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0015] 本件出願人は先に、熱量式質量流量制御装置（マスフローコントローラ MFC ）に代るものとして圧力式流量制御装置（ FCS ）を開発し、これを特開平8-338546号等として公開している。当該圧力式流量制御装置は、後述するようにオリフィスを流通するガス流が所謂臨界状態下の流れの場合には、オリフィス流通ガス流量 Q は $Q=K P_1$ （但し、 K は定数、 P_1 はオリフィス上流側圧力）で表示され、オリフィス下流側圧力 P_2 に影響されることなくオリフィス上流側圧力 P_1 に比例するということを基本とするものであり、流量の設定や流量出力、オリフィス上流側圧力 P_1 及び下流側圧力 P_2 等を全て電気信号（電圧信号）でもって設定並びに表示することが出来、しかも高い流量・圧力の制御応答性を具備すると云う特徴を有している。

[0016] 本願発明者等は、この圧力式流量制御装置（ FCS ）の有する優れた流量・圧力の制御応答特性をMOCVD法による半導体製造装置のガス供給装置に於いて利用することにより、原料ガス切換え時における薄膜界面の所謂急峻性を高め得ることを着想すると共に、当該着想をベースにしてMOCVD法に用いるガス供給装置を構成し、これを用いて供給原料ガスを切換えした時の流量、圧力の制御特性を多数試験した。

本願発明は上記着想並びにこれを適用したガス供給設備による流量・圧力制御試験の結果を基にして創作されたものであり、請求項 1 の発明は、反応炉への原料ガスを供給するメインガス供給ラインと前記原料ガスの排気をするベントガス供給ラインとを備え、両ガスラインの中間部に複数のガス供給機構を配設して成る有機金属気相成長法による半導体製造設備用のガス供給装置に於いて、前記メインガスラインの入口側に圧力式流量制御装置を設け、当該圧力式流量制御装置により流量制御をしつつ所定流量のキャリアガスをメインガスラインへ供給すると共に、前記ベントガス供給ラインの入口側に圧力制御装置を設け、当該圧力制御装置により圧力調整をしつつ所定圧力のキャリアガスをベントガス供給ラインへ供給し、前記圧力式流量制御装置のオリフィス下流側で検出したメインガス供給ラインのガス圧力 P_{10} とベントガス供給ラインのガス圧力 P_2 とを対比し、両者の差が零となるように圧力制御装置によりベントガス供給ラインのガス圧力 P_2 を調整することを発明の基本構成とするものである。

[0017] 請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明において、メインガス供給ラインに設ける圧力式流量制御装置をバルブ駆動部を設けたコントロールバルブと、コントロールバルブの下流側に設けたオリフィスと、オリフィスの上流側とコントロールバルブとの間に設けた圧力検出器 P_1 と、オリフィスの下流側に設けた圧力検出器 P_{10} と、圧力検出器 P_1 からの圧力信号によりオリフィスを流通するガス流量 Q を演算すると共に、外部から入力された設定流量 Q_s と前記演算流量 Q との差 Y を演算し、当該差 Y をコントロールバルブの駆動部へ入力して前記差 Y が零となる方向にコントロールバルブを開閉制御する制御回路部とから構成すると共に、前記ベントガス供給ラインに設けた圧力制御装置を、バルブ駆動部を設けたコントロールバルブと、その下流側に設けた圧力検出器 P_2 と、前記圧力検出器 P_2 の検出圧力信号と前記圧力式流量制御装置のオリフィス下流側に設けた圧力検出器 P_{10} の検出圧力信号とが入力され、両検出圧力信号の差を演算すると共にその差に対応する信号 X をバルブ駆動部へ入力して、前記差 X が零となる方向にコントロールバルブを開閉制御する

制御回路部とから構成し、両ライン L_1 、 L_2 間の圧力差が零となるようにベントガス供給ラインのガス圧力を調整するようにしたものである。

[0018] 請求項 3 の発明は、請求項 1 の発明において、メインガス供給ラインに設ける圧力式流量制御装置を、ガス流が臨界状態でオリフィスを流通する構成のものとしたものである。

[0019] 請求項 4 の発明は、請求項 1 の発明において、メインガス供給ラインの圧力式流量制御装置に設けたオリフィス下流側の圧力検出器 P_{10} の検出圧力信号を、何れかのガス供給機構による供給ガス種の切換操作前にベントガス供給ラインの圧力制御装置の制御回路部へ入力し、両ライン L_1 、 L_2 間の圧力差を零になるように調整する構成としたものである。

[0020] 請求項 5 の発明は、請求項 1 の発明において、圧力制御装置又は圧力式流量制御装置の何れかに、両ライン L_1 、 L_2 間の圧力差の表示機構を設けたものである。

発明の効果

[0021] 本願発明においては、圧力式流量制御装置及びこれと類似の構成を有する圧力制御装置を利用してメインガス供給ライン L_1 の流量制御とベントガス供給ライン L_2 の圧力制御を行う構成としているため、圧力式流量制御装置と圧力制御装置に固有の高応答性を有効に活用して両ガス供給ライン L_1 、 L_2 間の圧力差を瞬時に零に調整保持することが可能となる。

その結果、供給する原料ガスの切換時に、両ライン間に圧力差が生じることが皆無となり、新たに供給原料ガスの過渡流通現象が発生しなくなり、所謂薄膜界面の急峻性の低下が防止されて、高品質な半導体製品を得ることが出来る。

[0022] また、圧力式流量制御装置や圧力制御装置そのものに具備されている圧力検出器や演算制御部をそっくりそのまま使用することが出来ると共に、従前の如き両ライン L_1 、 L_2 に圧力調整器やフィードバック制御ラインFBL等を設ける必要が全くないため、設備の小型化及び低コスト化を図ることが出来る。

図面の簡単な説明

- [0023] [図1] 本発明に係る半導体製造用原料ガス供給装置の全体系統図である。
- [図2] 図1のガス供給装置に於ける差圧調整部の構成の詳細説明図である。
- [図3] 作動確認用試験装置の全体系統図である。
- [図4] 本発明に係る原料ガス供給装置の差圧調整試験の結果の一例を示す線図である。
- [図5] 図4の試験においてベントガス供給ライン L_2 の排気量を4SLMとした場合の、図4と同内容を示す線図である。
- [図6] 図4の試験において、ベントガス供給ライン L_2 の排気量を5SLMとした場合の、図4と同内容を示す線図である。
- [図7] 本発明に係る原料ガス供給装置の差圧調整試験の結果の他の例を示す線図である。
- [図8] メインガス供給ライン L_1 側の真空排気ポンプ VP_1 の排気圧を100 Torrとした場合の、図7の場合と同じ内容を示す線図である。
- [図9] メインガス供給ライン L_1 側の真空排気ポンプ VP_1 の排気圧を75 Torrとした場合の、図7の場合と同じ内容を示す線図である。
- [図10] 従前のマスフローコントローラを使用したMOCVD法による半導体製造用ガス供給装置の一例を示す全体系統図である。

符号の説明

- [0024] L_1 はメインガス供給ライン、 L_2 はベントガス供給ライン、 PC は反応炉（プロセスチャンバー）、 VP は真空ポンプ、 MFC_1 はメインガス供給ラインのマスフローコントローラ、 MFC_2 はベントガス供給ラインのマスフローコントローラ、 $Q_1 \cdot Q_2$ はマスフローコントローラ MFC_1 及び MFC_2 の流量設定値、 MFC はマスフローコントローラ、 $P_1 \sim P_4$ は圧力検出器、 P_{1s} は圧力検出器 P_1 の検出信号、 DP は差圧検出器、 ΔP は差圧検出器 DP の検出信号、 $VR_1 \sim VR_4$ は圧力調整器、 $V_0 \sim V_4$ は切換弁、 $A_1 \cdot A_2$ はガス供給機構、 $B_1 \cdot B_2$ は切換弁機構、 OM は有機金属液（原料ガス）、 GB は原料ガスボンベ、 $C_{01} \cdot C_{02}$ は各ライン $L_1 \cdot L_2$ へ供給するキャリアガス、 $C_1 \sim C_5$ はキャリア

ガス、CA・CBは原料ガス、 L_1 はメインガス供給ライン、 L_2 はベントガス供給ライン、FBLはフィードバック制御ライン、FCS-Nは圧力式流量制御装置、FCS-RVは圧力制御装置、 P_s は外部からの設定圧力、 Q_s は外部からの設定入力、 P_0 は外部への圧力出力信号、 Q_0 は外部への流量出力信号、 $D_1 \cdot D_2$ はバルブ駆動装置、 $VC_1 \cdot VC_2$ はコントロールバルブ、OLはオリフィス、 P_1 はメインガス供給ライン L_1 のオリフィス上流側のガス圧力、 P_{10} はメインガス供給ライン L_1 のオリフィス下流側のガス圧力、 P_2 はベントガス供給ライン L_2 のガス圧力、10、11は制御回路部、12はキャリアガス供給源、RGは圧力調整器、PTは圧力計、 $NV_1 \cdot NV_2$ は圧力調整弁。

発明を実施するための最良の形態

[0025] 以下、図面に基づいて、本発明の実施形態を説明する。

図1は、本発明に係る半導体製造設備用のガス供給装置の実施形態を示すものであり、図1に於いて、FCS-Nは圧力式流量制御装置、FCS-RVは圧力制御装置、 A_1 は有機金属の原料ガス供給機構、 A_2 は他の原料ガス供給機構、 L_1 はメインガス供給ライン、 L_2 はベントガス供給ラインであり、その他の各構成部材は、前記図10に示した従前のガス供給装置の場合と同一であるため、ここではその説明を省略する。

[0026] 即ち、本発明に於いては、従前のガス供給設備におけるマスフローコントローラMFC₁、MFC₂や差圧検出器 ΔP 、圧力調整器VR₁、VR₂、差圧信号 ΔP のフィードバック制御ラインFBL及び圧力検出信号 P_{1s} のフィードバック制御ラインFBL等が削除されており、これに替えて圧力式流量制御装置FCS-N及び圧力制御装置FCS-RVが夫々利用されている点のみが異なっている。

[0027] 図2は、図1の圧力式流量制御装置FCS-N、圧力制御装置FCS-RVの具体的な構成を示すものであり、圧力式流量制御装置FCS-Nは、コントロールバルブ VC_1 、バルブ駆動部 D_1 、オリフィスOL、オリフィス上流側の圧力検出器 P_1 、オリフィス下流側の圧力検出器 P_{10} 及び制御回路部10等から構成されている。また、圧力制御装置FCS-RVはコントロールバル

ブC_{V2}、バルブ駆動部D₂、コントロールバルブ下流側の圧力検出器P₂及び制御回路部11等から形成されている。

[0028] 圧力式流量制御装置FCS-Nでは、制御回路部10に於いてオリフィスOLを流通する流量Qが $Q = K P_1$ （但しKはオリフィスOL等によって決まる定数、P₁は圧力検出器P₁の検出圧力）として演算されると共に、外部から入力された設定流量Q_sと前記演算値Qとが制御回路部10で対比され、その差 $Y = Q_s - Q$ が零となるようにバルブ駆動部D₁へ制御信号Yが供給され、コントロールバルブV_{C1}が開度制御される。

[0029] また、圧力制御装置（FCS-RV）においても同様であり、制御回路部11において、メインガス供給ラインL₁の圧力検出器P₁₀の検出値P₁₀とベントガス供給ラインL₂の検出器P₂による検出値P₂が比較され、両者の差 $X = P_{10} - P_2$ が零となるように、コントロールバルブV_{C2}の駆動部D₂へ制御信号Xが送られコントロールバルブV_{C2}の開度制御が行われる。

尚、圧力制御装置FCS-RVへは外部設定圧力P_sを入力することも出来、この場合には $P_s - P_2$ が零となるようにコントロールバルブV_{C2}が開度制御されることになる。また、設定圧力P_sがP₁₀と異なる値に設定される場合には、前記圧力検出器P₁₀からの入力P₁₀は遮断されることになる。

[0030] 本発明に係る原料ガス供給装置によれば、メインガス供給ラインL₁の流量Q₁を所定の流量値に設定することにより、ラインL₁を通してリアクターPCへ流量Q₁の原料ガスが必要な一定圧力P₁₀でもって供給される。

一方、ベントガス供給ラインL₂の方では、ベントガス供給ラインL₂を介して所定の圧力P₂でもってベントガスが流通することになり、メインガス供給ラインL₁の圧力検出値P₁₀を制御回路部11へ入力することにより、ベントガス供給ラインL₂の圧力P₂は、コントロールバルブV_{C2}の開閉制御によって自動的に $P_{10} - P_2 = 0$ となるように瞬時に調整されることになる。即ち、両ラインL₁、L₂間の圧力差が瞬時に零となるように調整されることになる。

[0031] 尚、メインガス供給ラインの検出圧力P₁₀の入力を遮断することにより、ベントガス供給ラインL₂の圧力P₂は外部設定圧力P_sに自動制御できることは勿

論であるが、通常はメインガス供給ライン L_1 との圧力検出値 P_{10} をベントガス供給ライン L_2 の制御回路部11へ入力することにより、両ライン L_1 、 L_2 間の圧力差を零に保持した状態で原料ガス供給装置の運転が行われる。

[0032] また、本発明で使用する圧力式流量制御装置FCS-N及び圧力制御装置FCS-RVの応答特性は極めて優れており、後述する実験結果からも明らかなように、原料ガスの切替時に切替弁機構Bを作動した場合においても、両ガスライン L_1 、 L_2 間の圧力差が殆ど生じないこと、即ち、より高い応答性でもって両ライン L_1 、 L_2 間の圧力差が零に調整されることとなる。

[0033] 図3は、本発明に係る原料ガス供給装置に於ける原料ガス切替時の両ガスライン L_1 、 L_2 における圧力差の発生状況の確認に使用した差圧調整機構の試験装置の全体系統図である。

[0034] 図3に於いて、12はキャリアガス源(N_2)、RGは圧力調整器、PTは圧力計(250KPa s)、コントロールバルブ CV_1 及びコントロールバルブ CV_2 のシート径6mm ϕ 、メインガス供給ライン L_1 及びベントガス供給ライン L_2 の下流側容積約38cc、 NV_1 、 NV_2 は圧力調整弁、 VP_1 、 VP_2 は真空排気ポンプである。

[0035] 尚、真空排気ポンプ VP_1 は流量 $Q=4\text{SLM}$ (H_2 に換算)の時に排気圧を75Torr、100Torr及び125Torrに調整可能なものであり、また、真空排気ポンプ VP_2 は、圧力100Torrの時に排気流量を3SLM、4SLM及び5SLMに調整可能なものを使用している。

更に、圧力式流量制御装置FCS-Nの流量設定入力は0SLM、3SLM、4SLM、5SLM及び10SLM(H_2 に換算)とした。

[0036] (実験結果1)

先ず、メインガス供給ライン L_1 の圧力調整弁 NV_1 を一定及び圧力式流量制御装置FCS-Nを4SLHに設定し、真空排気ポンプ VP_1 の排気圧を100Torrとした。また、ベントガス供給ライン L_2 の圧力調整弁 NV_2 を調整及び圧力制御装置FCS-RVを100Torrに設定して、真空排気ポンプ VP_2 の排気流量を3SLM(H_2 換算)とした。

この状態から、メインガス供給ライン L_1 の流量設定値を Q_s を $0 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 10$ SLMの順に切換したときの圧力式流量制御装置FCS-Nの設定流量 Q_s と流量出力 Q の変化（曲線F）、流量測定器MFMの流量出力 Q_0 （曲線G）、圧力制御装置FCS-RVの圧力出力 P_2 （曲線H）及び両ライン $L_1 \cdot L_2$ 間の圧力差 $\Delta P = P_{10} - P_2$ （曲線I）を測定した。上記結果を図示したものが図4であり、差圧 ΔP は殆ど零であることが判る。尚、図4の1目盛は500msである。また、曲線F及び曲線Hは、二種のデータが略重なって表示されている。

[0037] 図5は、ベントガス供給ライン L_2 の真空排気ポンプ VP_2 の排気量を3 SLM（ H_2 換算）とした場合の、また、図6は、真空排気ポンプ VP_2 の排気量を5 SLMとした場合の図4と同じ条件下におけるテスト結果を夫々示すものである。

[0038] （実験結果2）

次に、圧力調整弁 NV_1 を調整及び圧力式流量制御装置FCS-Nを4 SLM（ H_2 換算）に設定して、真空排気ポンプ VP_1 の排気圧を75 Torrとした。また、ベントガス供給ライン L_2 の圧力調整弁 NV_2 を一定及び圧力制御器FCS-RVを100 Torrに設定して、真空排気ポンプ VP_2 の排気量を4 SLM（ H_2 換算）とした。

この状態から、実験1の場合と同様にメインガス供給ライン L_1 の流量設定値 Q_s を0 SLM, 3 SLM, 4 SLM, 5 SLM及び10 SLMと順に切換変化させた場合の前記実験1の場合と同じ各部の変化状況をしめしたものが、図7である。

[0039] また、図8及び図9は、図7に於いてメインガス供給ライン L_1 側の真空排気ポンプ VP_1 の排気圧を100 Torr及び125 Torrに変化させた場合の、図7と同じ各値を図示したものである。

[0040] 図7乃至図9からも明らかなようにメインガス供給ライン L_1 側の真空排気側の圧力値が変わった場合に於いても、ガス流量の切換時に於ける両ライン $L_1 \cdot L_2$ 間の差圧 ΔP は略零に保持されることが判る。

産業上の利用可能性

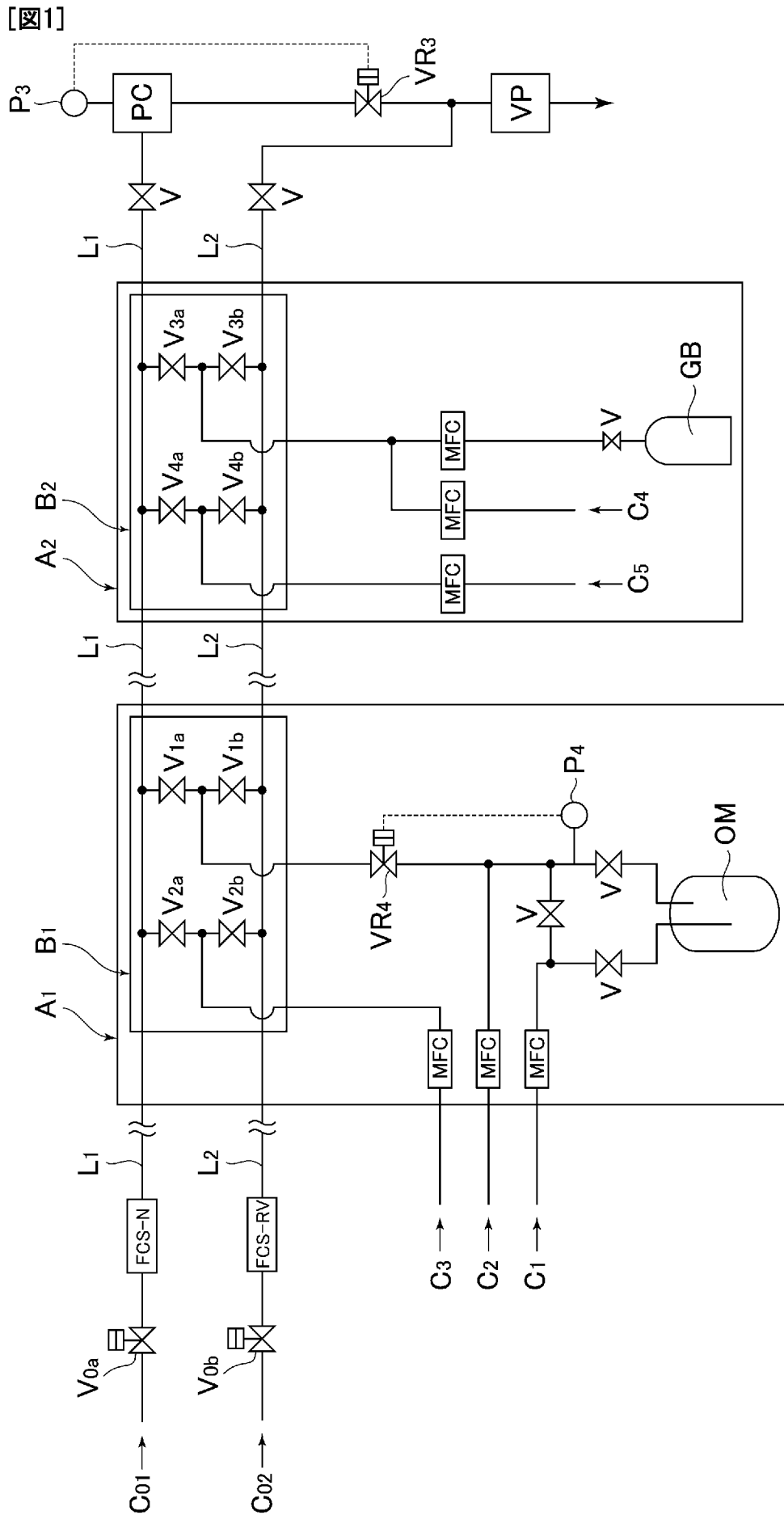
[0041] 本発明は、MOCVD法やMOVPE法等による半導体製造設備のみならず、並列状に配置した複数のガス配管路間のガス圧力差を零に調整、保持する装置に、広く適用可能なものである。

請求の範囲

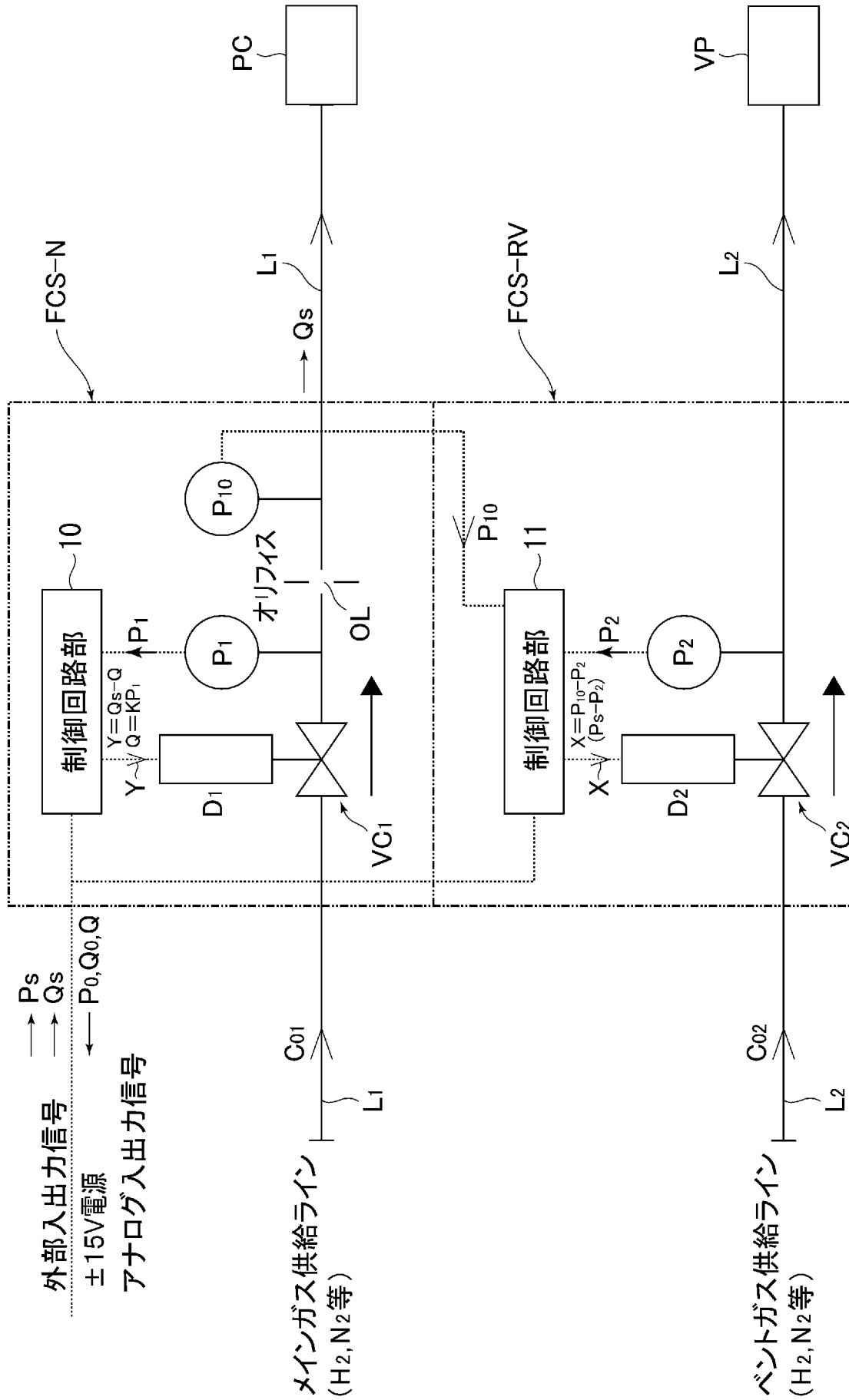
- [1] 反応炉への原料ガスを供給するメインガス供給ラインと前記原料の排気をするベントガス供給ラインとを備え、両ガスラインの中間部に複数のガス供給機構を配設して成る有機金属気相成長法による半導体製造設備用のガス供給装置に於いて、前記メインガスラインの入口側に圧力式流量制御装置を設け、当該圧力式流量制御装置により流量制御をしつつ所定流量のキャリアガスをメインガスラインへ供給すると共に、前記ベントガス供給ラインの入口側に圧力制御装置を設け、当該圧力制御装置により圧力調整をしつつ所定圧力のキャリアガスをベントガス供給ラインへ供給し、前記圧力式流量制御装置のオリフィス下流側で検出したメインガス供給ラインのガス圧力 P_{10} とベントガス供給ラインのガス圧力 P_2 とを対比し、両者の差が零となるように圧力制御装置によりベントガス供給ラインのガス圧力 P_2 を調整する構成としたことを特徴とする半導体製造設備用のガス供給装置。
- [2] メインガス供給ラインに設ける圧力式流量制御装置をバルブ駆動部を設けたコントロールバルブと、コントロールバルブとの下流側に設けたオリフィスと、オリフィスの上流側とコントロールバルブとの間に設けた圧力検出器 P_1 と、オリフィスの下流側に設けた圧力検出器 P_{10} と、圧力検出器 P_1 からの圧力信号によりオリフィスを流通するガス流量 Q を演算すると共に、外部から入力された設定流量 Q_s と前記演算流量 Q との差 Y を演算し、当該差 Y をコントロールバルブの駆動部へ入力して前記差 Y が零となる方向にコントロールバルブを開閉制御する制御回路部とから構成すると共に、前記ベントガス供給ラインに設けた圧力制御装置を、バルブ駆動部を設けたコントロールバルブと、その下流側に設けた圧力検出器 P_2 と、前記圧力検出器 P_2 の検出圧力信号と前記圧力式流量制御装置のオリフィス下流側に設けた圧力検出器 P_{10} の検出圧力信号とが入力され、両検出圧力信号の差を演算すると共にその差に対応する信号 X をバルブ駆動部へ入力して、前記差 X が零となる方向にコントロールバルブを開閉制御する制御回路部とから構成し、両ライン L_1 、 L_2 間の圧力差 X が零となるようにベントガス供給ラインのガス圧力を調整する

ようにした請求項 1 に記載の半導体製造設備用のガス供給装置。

- [3] メインガス供給ラインに設ける圧力式流量制御装置を、ガス流が臨界状態
下でオリフィスを流通する構成のものとした請求項 1 に記載の半導体製造設
備用のガス供給装置。
- [4] メインガス供給ラインの圧力式流量制御装置に設けたオリフィス下流側の
圧力検出器 P_{10} の検出圧力信号を、何れかのガス供給機構による供給ガス種の
切換操作前にベントガス供給ラインの圧力制御装置の制御回路部へ入力し、
両ライン L_1 、 L_2 間の圧力差を零になるように調整する構成とした請求項 1 に
記載の半導体製造設備用のガス供給装置。
- [5] 圧力制御装置又は圧力式流量制御装置の何れかに、両ライン L_1 、 L_2 間の圧
力差の表示機構を設けたことを特徴とする半導体製造設備用のガス供給装置
。



[図2]



[図4]

NV1一定:FCS-N 4SLM(H₂換算)設定時
NV2調整:FCS-RV 100Torr設定時

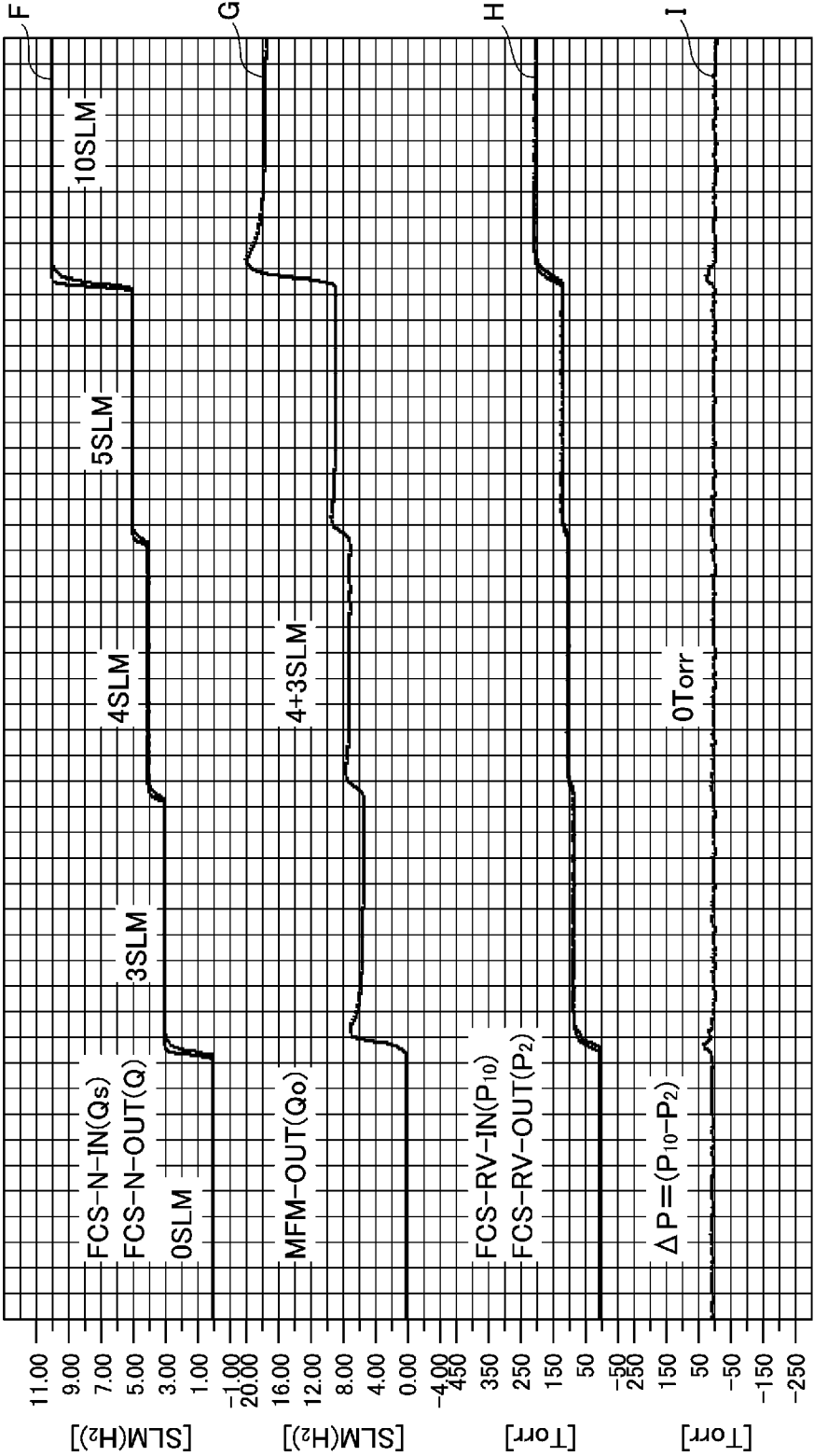
下流100Torr
流量3SLM(H₂換算)

(1)HA-V01:FCS-IN = 1.00SLM(H₂)/Div

10ms/S 500ms/Div

0 00:00:31.000000

0 00:00:06.000000



00:09.000 00:13.500 00:18.000 00:22.500 00:27.000

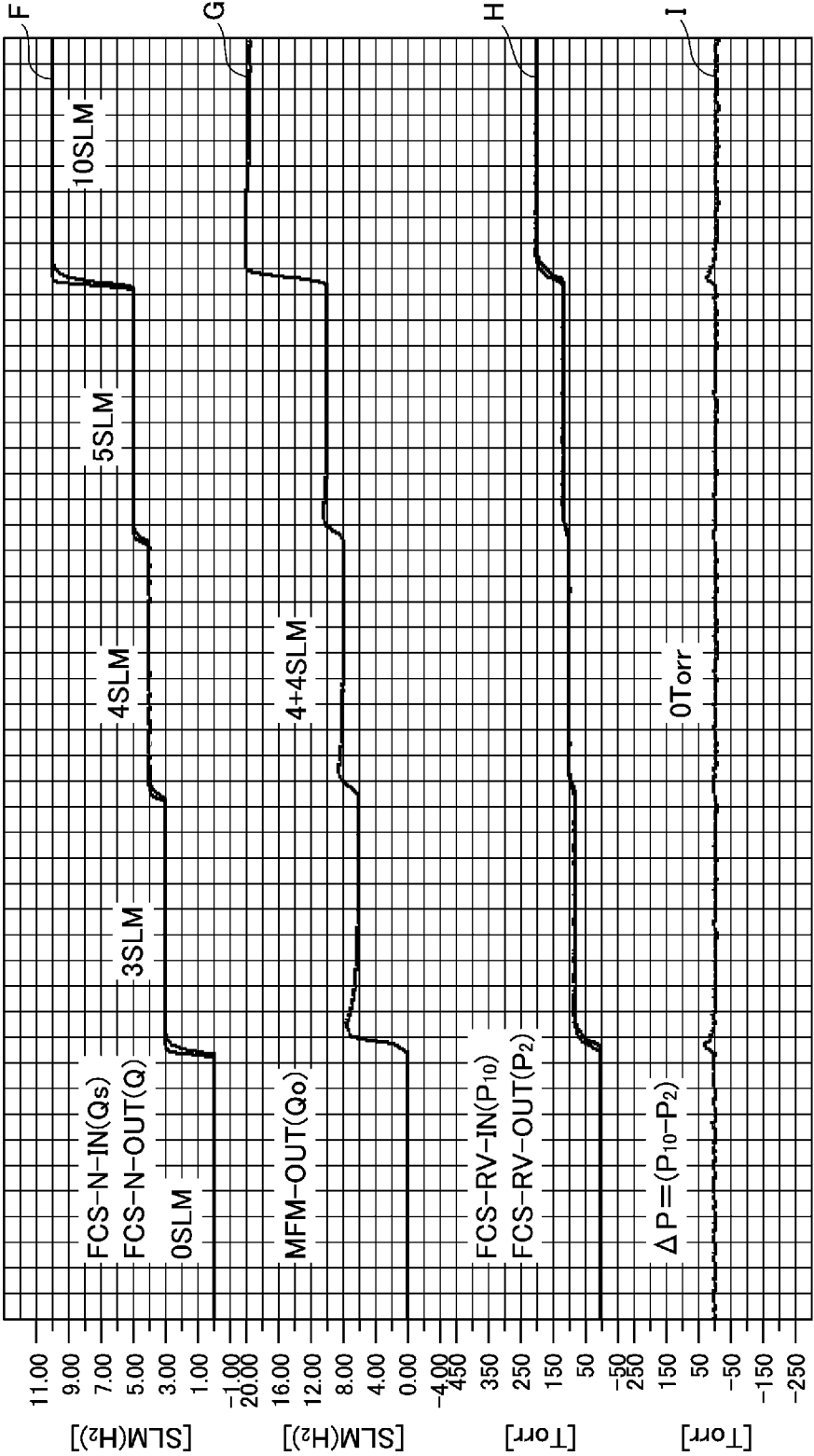
[図5]

NV1一定:FCS-N 4SLM(H₂換算)設定時
NV2調整:FCS-RV 100Torr設定時

下流100Torr
流量4SLM(H₂換算)

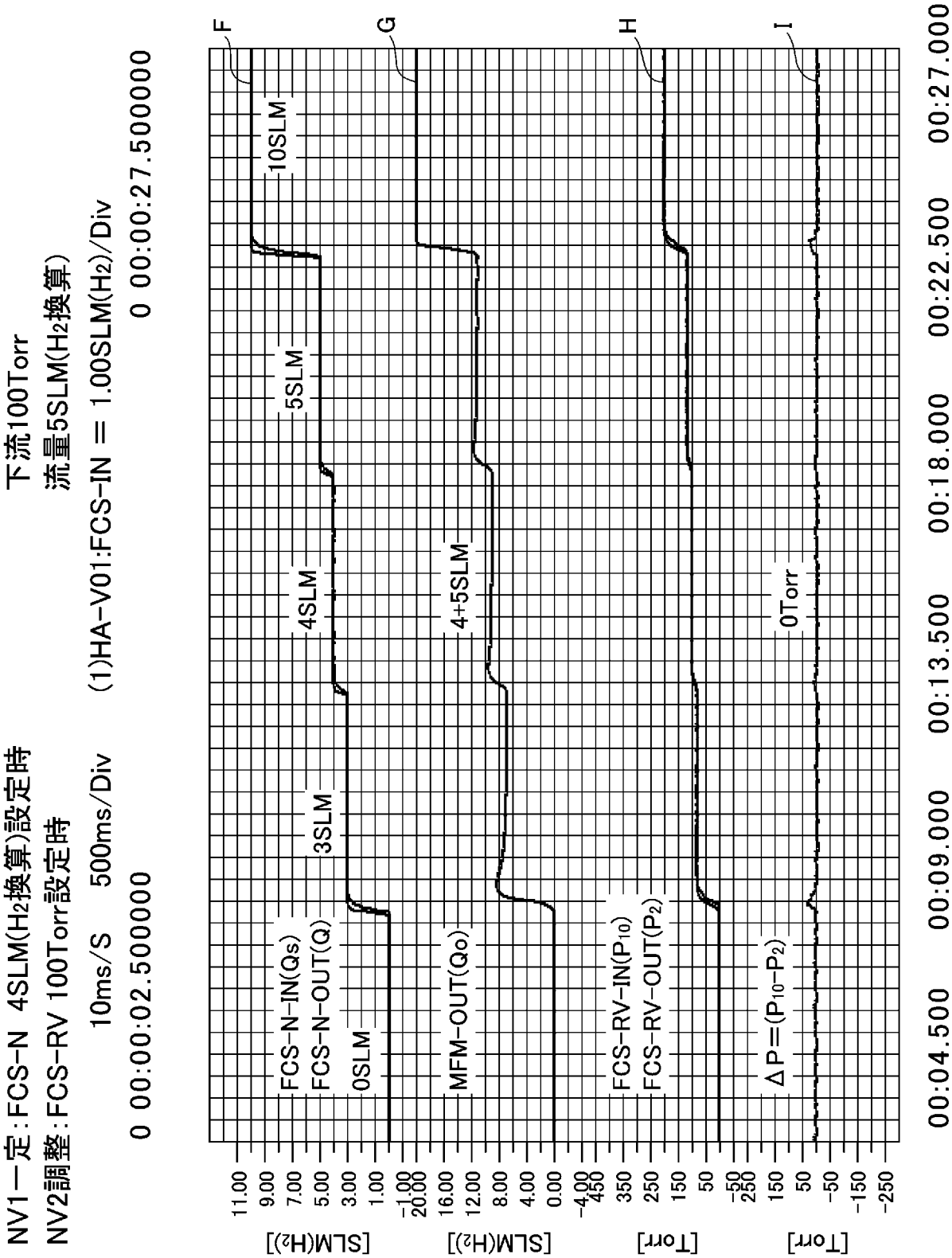
(1)HA-V01:FCS-IN = 1.00SLM(H₂)/Div

10ms/S 500ms/Div 0 00:00:01.0000000 0 00:00:26.0000000



00:04.500 00:09.000 00:13.500 00:18.000 00:22.500

[図6]

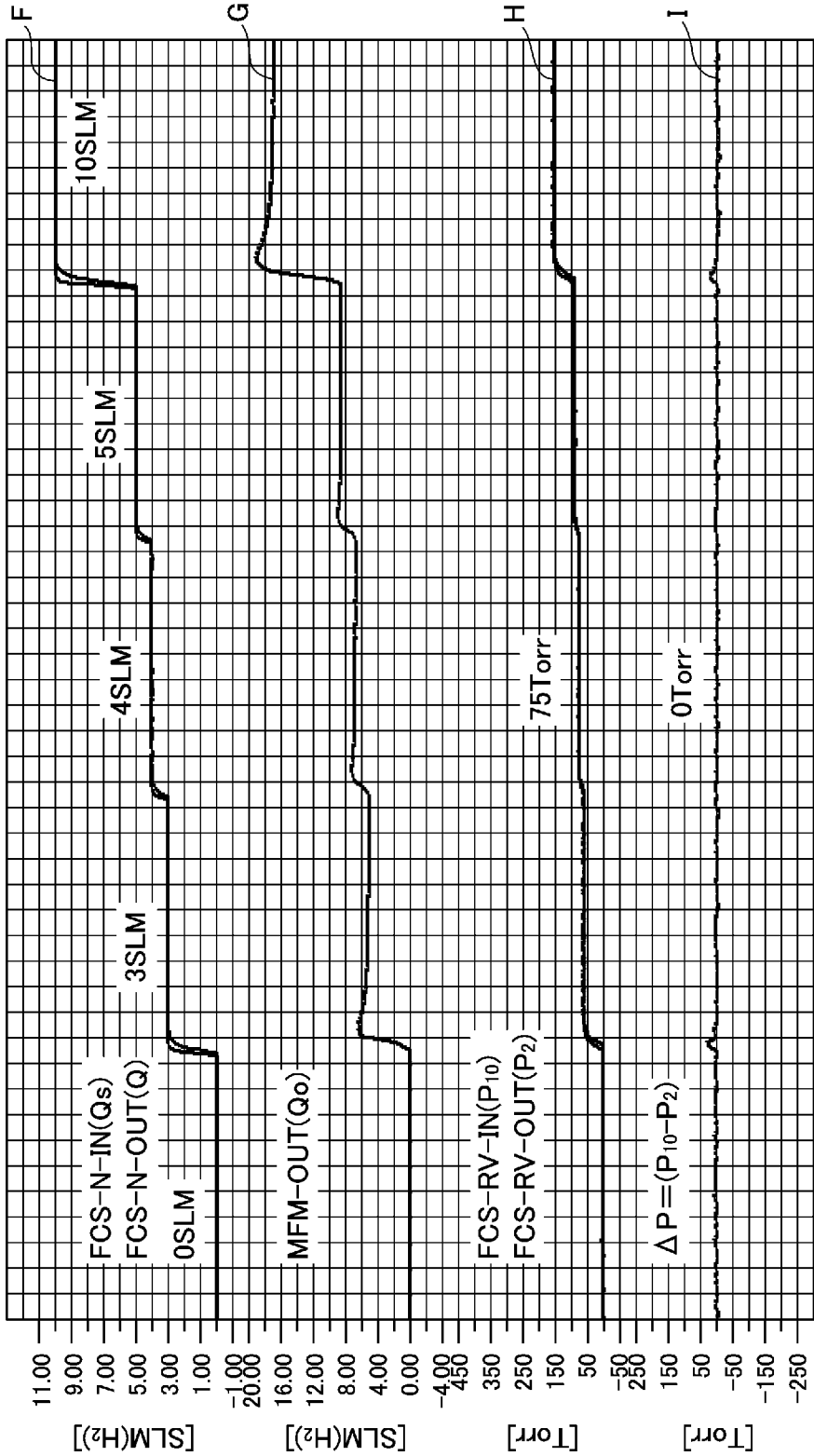


[図7]

NV1調整:FCS-N 4SLM(H₂換算)設定時
NV2一定:FCS-RV 100Torr設定時

下流75Torr
流量4SLM(H₂換算)
(1)HA-V01:FCS-IN = 1.00SLM(H₂)/Div

10ms/S 500ms/Div
0 00:00:04.0000000 0 00:00:29.0000000



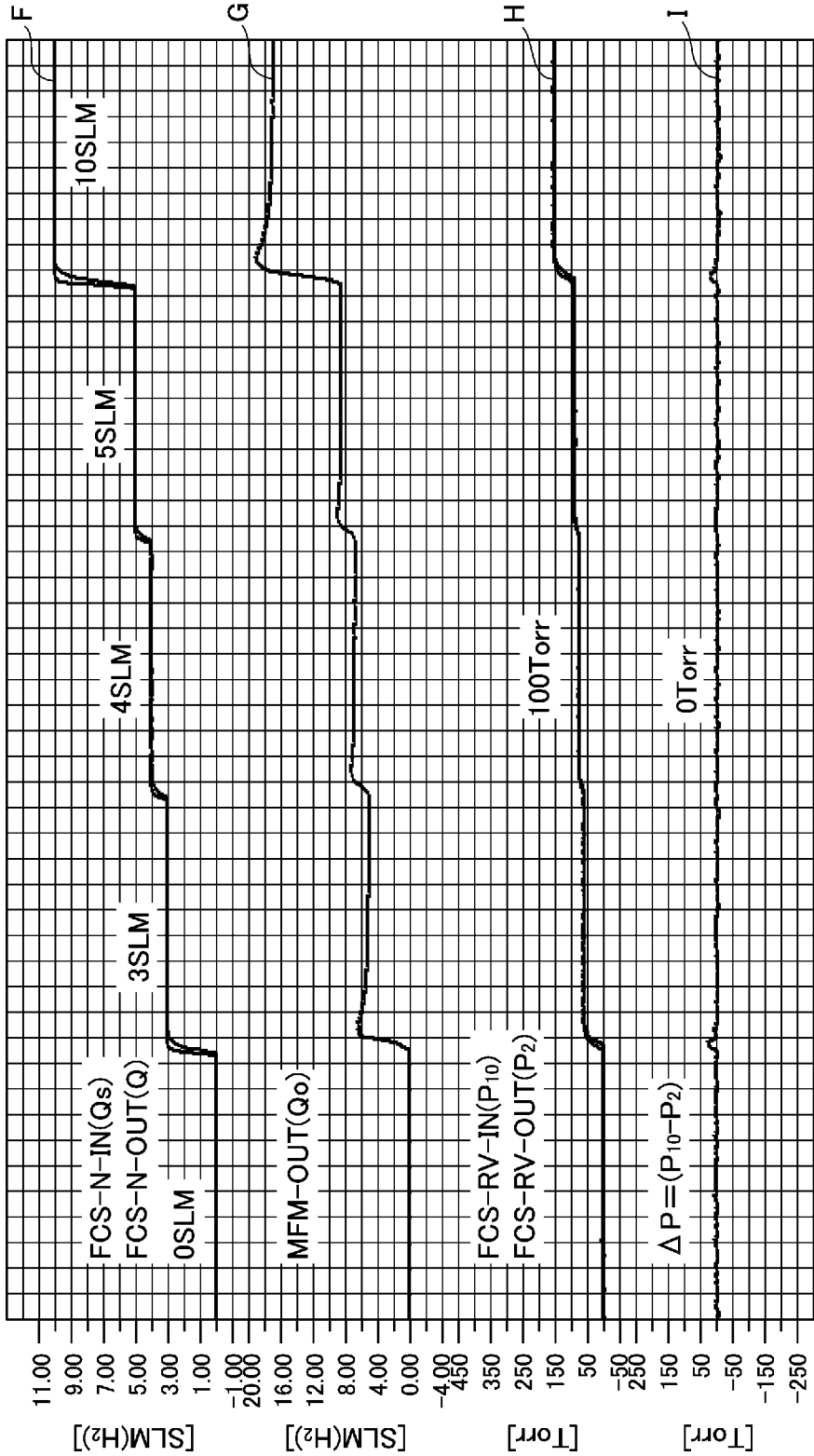
00:04.500 00:09.000 00:13.500 00:18.000 00:22.500 00:27.000

[図8]

NV1調整:FCS-N 4SLM(H₂換算)設定時
NV2一定:FCS-RV 100Torr設定時

下流100Torr
流量4SLM(H₂換算)
(1)HA-V01:FCS-IN = 1.00SLM(H₂)/Div

10ms/S 500ms/Div
0 00:00:04.0000000 0 00:00:29.0000000



00:04.500 00:09.000 00:13.500 00:18.000 00:22.500 00:27.000

[図9]

NV1調整:FCS-N 4SLM(H₂換算)設定時
NV2一定:FCS-RV 100Torr設定時

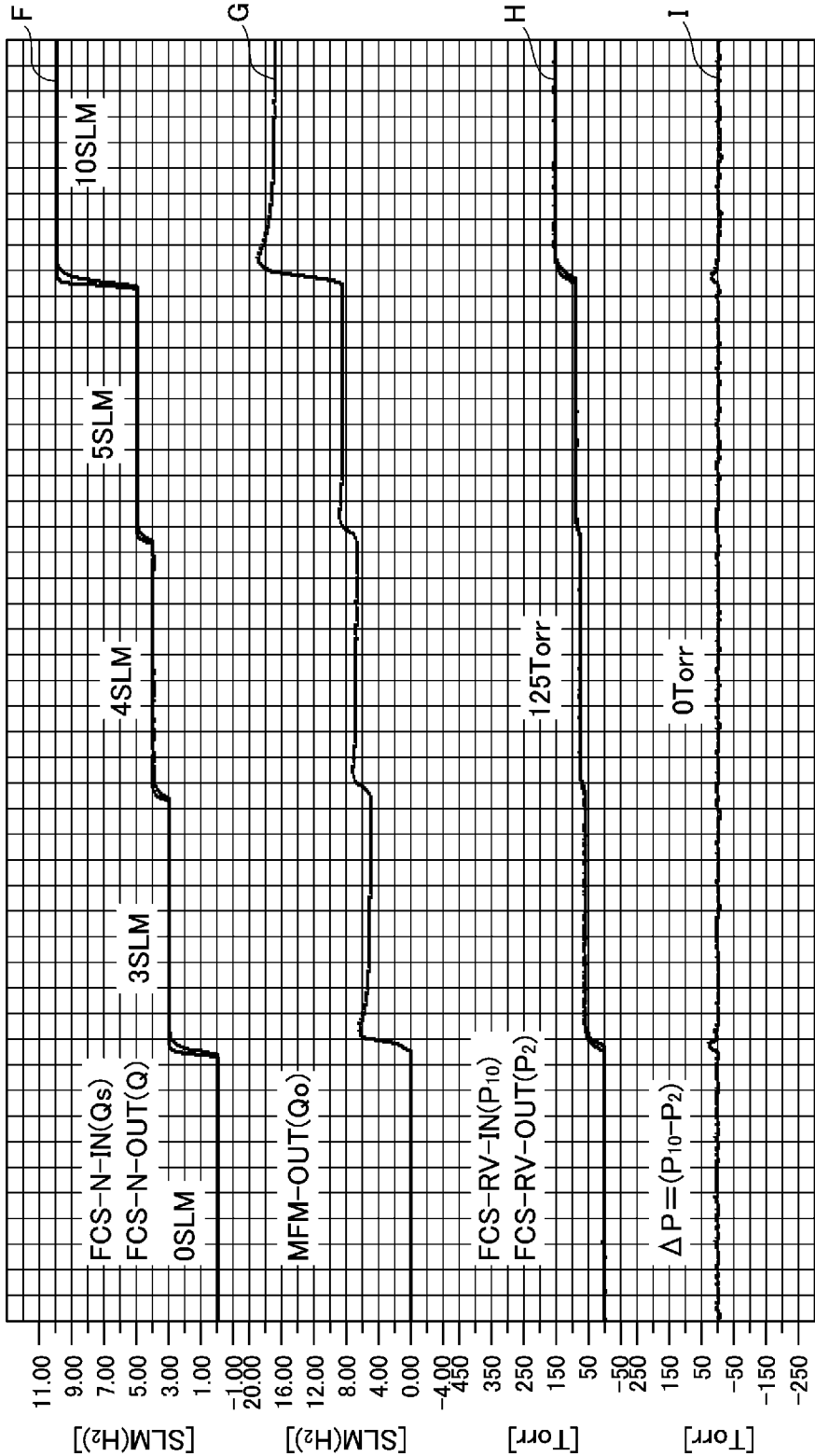
下流125Torr
流量4SLM(H₂換算)

(1)HA-V01:FCS-IN = 1.00SLM(H₂)/Div

10ms/S 500ms/Div

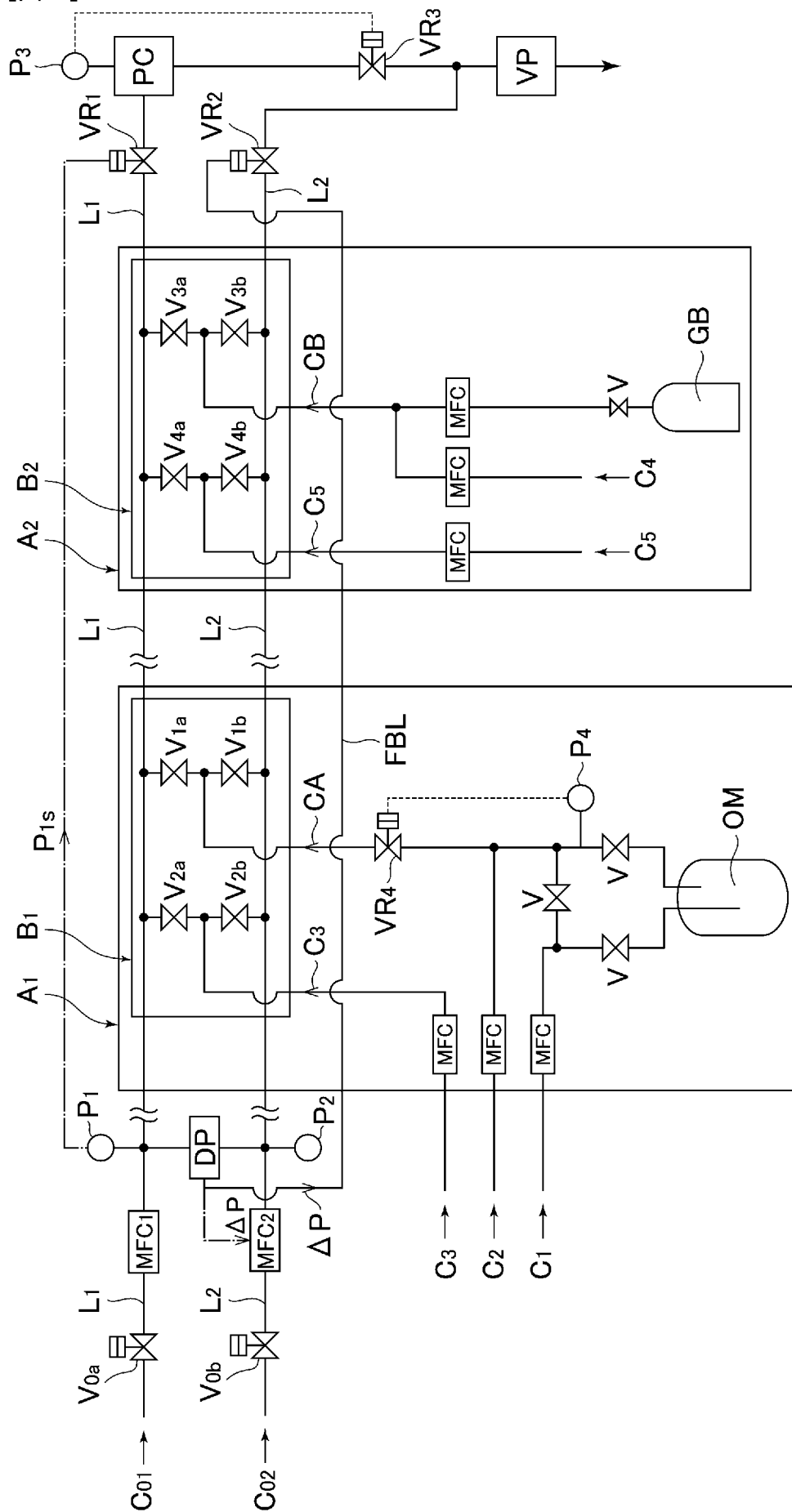
0 00:00:29.000000

0 00:00:04.000000



00:04.500 00:09.000 00:13.500 00:18.000 00:22.500 00:27.000

[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/001920

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/205(2006.01) i, C23C16/455(2006.01) i, H01L21/285(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)

H01L21/205, C23C16/455, H01L21/285

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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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.
X Y	JP 9-249500 A (NEC Corp.), 22 September, 1997 (22.09.97), Par. Nos. [0009] to [0017] & US 6017395 A	1 2-5
Y	JP 11-212653 A (Fujikin Inc.), 06 August, 1999 (06.08.99), Par. Nos. [0021] to [0041] & US 6178995 B & EP 969342 A	2-5
Y	JP 2003-195948 A (Tokyo Electron Ltd.), 11 July, 2003 (11.07.03), Par. Nos. [0024] to [0057] & US 2004/0204794 A1 & EP 1475684 A1 & WO 2003/058363 A1	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
07 October, 2008 (07.10.08)

Date of mailing of the international search report
21 October, 2008 (21.10.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/205 (2006.01) i, C23C16/455 (2006.01) i, H01L21/285 (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. H01L21/205, C23C16/455, H01L21/285

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 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 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 請求の範囲の番号
X Y	JP 9-249500 A (日本電気株式会社) 1997. 09. 22, 【0009】 ~ 【0017】 & US 6017395 A	1 2 - 5
Y	JP 11-212653 A (株式会社フジキン) 1999. 08. 06, 【0021】 ~ 【0041】 & US 6178995 B & EP 969342 A	2 - 5
Y	JP 2003-195948 A (東京エレクトロン株式会社) 2003. 07. 11, 【0024】 ~ 【0057】 & US 2004/0204794 A1 & EP 1475684 A1 & WO 2003/058363 A1	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

0 7 . 1 0 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

2 1 . 1 0 . 2 0 0 8

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)

今井 淳一

4 R

9 0 5 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 1