

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3586075号
(P3586075)

(45) 発行日 平成16年11月10日(2004.11.10)

(24) 登録日 平成16年8月13日(2004.8.13)

(51) Int. Cl.⁷

F16K 17/22
G05D 7/06

F I

F16K 17/22
G05D 7/06

Z

請求項の数 2 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平9-220367 (22) 出願日 平成9年8月15日(1997.8.15) (65) 公開番号 特開平11-63265 (43) 公開日 平成11年3月5日(1999.3.5) 審査請求日 平成13年10月29日(2001.10.29)</p>	<p>(73) 特許権者 000205041 大見 忠弘 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-301 (73) 特許権者 000219967 東京エレクトロン株式会社 東京都港区赤坂五丁目3番6号 (73) 特許権者 390033857 株式会社フジキン 大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 (74) 代理人 100082474 弁理士 杉本 丈夫 (72) 発明者 大見 忠弘 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2丁目1番17-301号</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	---

(54) 【発明の名称】 圧力式流量制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

駆動部(6)を備えたダイレクトタッチ型メタルダイヤフラム弁の弁座(12b)と金属薄板製ダイヤフラム(13)との間のリング状の間隙から成る可変オリフィス(5)と、前記リング状の間隙から成る可変オリフィス(5)の上流側に設けたコントロール弁(2)と、コントロール弁(2)と前記オリフィス(5)間に設けた流体の圧力検出器(4)と、圧力検出器(4)の検出圧力 P_1 から流体の流量を $Q_c = K P_1$ (但し、 K は定数)として演算し、流量指令信号 Q_s と前記演算した流量信号 Q_c との差を制御信号 Q_y として前記コントロール弁(2)の駆動部(3)へ出力すると共に、オリフィス開度設定信号が入力され、当該オリフィス開度設定信号に対応するオリフィス制御信号(Q_z)を前記ダイレクトタッチ型メタルダイヤフラム弁の駆動部(6)へ出力する制御装置(7)とから構成され、オリフィス(5)の上流側圧力 P_1 と下流側圧力 P_2 との比を被制御流体の臨界圧比以下に保持した状態で前記コントロール弁(2)の開閉によりオリフィス上流側圧力 P_1 を調整し、オリフィス下流側の流体流量 Q を制御すると共に、前記オリフィス制御信号(Q_z)により前記駆動部(6)を作動させ、可変オリフィス(5)を形成するリング状の間隙の大きさを調整して流体流量の制御範囲を切換えることを特徴とする圧力式流量制御装置。

【請求項2】

駆動部(6)をパルスモータ型駆動部(6)とした請求項1に記載の圧力式流量制御装置

。

10

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、気体等の流体の圧力式流量制御装置の改良に関するものであり、主として半導体製造設備のガス供給系に於いて利用されるものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体製造設備のガス供給系の流量制御装置としては、従前からマスフローコントローラが多く使用されて来たが、近年これに代わるものとして圧力式流量制御装置が開発されている（特開平8-335117号、特開平8-338546号等）。

10

【0003】

図11は、本願発明者が先きに公開した前記特開平8-338546号の圧力式流量制御装置を示すものであり、オリフィス5の上流側圧力 P_1 と下流側圧力 P_2 との比 P_2/P_1 をガスの臨界圧力比以下に保持した状態に於いて、オリフィス下流側の流体流量 Q を $Q = K P_1$ （但し K は定数）として演算することを基本とするものである。

尚、図11に於いて、1は圧力式流量制御装置、2はコントロール弁、3は弁駆動部、4は圧力検出器、5はオリフィス、7は制御装置、7aは温度補正回路、7bは流量演算回路、7cは比較回路、7dは増幅回路、21a・21bは増幅回路、22a・22bはA/D変換回路、24は反転増幅器、25はバルブ、 Q_y は制御信号、 Q_c は演算信号、 Q_s は流量設定信号である。

20

【0004】

前記圧力式流量制御装置はコントロール弁(2)を開・閉制御してオリフィス上流側圧力 P_1 を調整することにより、オリフィス下流側流量 Q を高精度で制御することができ、優れた実用的効用を奏するものである。

しかし、この圧力式流量制御装置では、オリフィス5が所謂固定径のものであるため、特定の流量範囲にしか適用することができず、流量範囲の切替変更が出来ないと云う問題があった。

また、流量範囲を変更するためには、オリフィス5を取換自在に挿着すると共に複数の異なる口径のオリフィス5を準備しておく必要があり、オリフィス5の加工精度のバラツキがそのまま流量制御の誤差に結びつくこととも相俟って、経済性や制御精度の点に問題があった。

30

【0005】

一方、所謂音速ノズル(又はオリフィス)を利用した定流量制御装置に於いては、流量範囲を変更とするために可変断面積型ノズル(又はオリフィス)が多く開発されている(実開昭56-41210号、実公昭60-42332号等)。しかし、これ等の可変断面積型オリフィスは何れもニードル型バルブに類似した機構のオリフィスであり、構造的に流体流路内にデッドスペースが多くなってガスの置換性に劣るうえ、発塵が多くなって半導体製造装置用のガス供給系には適用し難いと云う難点がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

40

本発明は、従前の圧力式流量制御装置に於ける上述の如き問題、即ち(イ)オリフィスが固定径であって流量範囲の切替変更ができないこと、(ロ)オリフィスの加工が困難なうえ、加工精度のバラツキがそのまま制御流量の固体差に結びつき、高精度で安定した流量制御ができないこと、及び(ハ)従前の可変断面積型オリフィスでは、ガスの置換性が悪いうえに発塵が多く、半導体製造装置用のガス供給系には使用が困難なこと等の問題を解決せんとするものであり、オリフィス断面積を簡単に調整することができ、広い流量範囲に亘って高精度な流量制御が可能になると共に、ガス置換性や発塵の点にも優れ、半導体製造装置のガス供給系にも使用可能な圧力式流量制御装置を提供するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

50

先ず本願発明者等は、半導体製造装置のガス供給系に適用する機器に不可欠な高クリーン性と高ガス置換性の両特性を備えたダイレクトタッチ型のメタルダイヤフラム弁を可変断面型オリフィスとして使用することを着想し、当該ダイレクトタッチ型メタルダイヤフラム弁の流体通路が所謂超音速オリフィス（又はノズル）とほぼ等価な流量制御機能を有するか否かを調査した。

【0008】

図1は、前記ダイレクトタッチ型メタルダイヤフラム弁を可変オリフィスとして用いた流量制御試験装置の構成を示すものであり、図1に於いて2は圧力コントロール弁、3はコントロール弁駆動部、4は圧力検出器、5は可変オリフィス（ダイレクトタッチ型メタルダイヤフラム弁）、6はオリフィス駆動部、7は制御回路、8aはガス入口、8bはガス出口、9は質量流量計（マスフローメーター）、10は真空チャンバ、10aは真空計、11は真空ポンプである。

10

【0009】

前記コントロール弁2には、特開平8-338546号に開示されているのと同様のダイレクトタッチ型のメタルダイヤフラム弁が使用されており、またその駆動部3には、駆動装置が使用されている。尚、コントロール弁2の駆動部3としてはこの他に、磁歪素子形駆動装置やソレノイド型駆動装置、モータ型駆動装置、空気圧形駆動装置、熱膨張型駆動装置等の使用が可能である。

また、前記圧力検出器4には半導体歪ゲージが使用されており、具体的には特開平8-338546号の場合と同様に、圧力検出器4は圧力コントロール弁2の弁本体に一体的に組み込まれている。

20

更に、前記可変オリフィス5には後述するようにダイレクトタッチ型のメタルダイヤフラム弁が使用されており、その駆動部6にはパルスモータとボールねじ機構を利用したリアークチエータ（以下パルスモータ型駆動部と呼ぶ）が設けられている。

【0010】

前記制御回路7は圧力検出器4からのオリフィス上流側の圧力検出信号 Q_{p1} を設定圧力 Q_{ps} と対比し、両者の差が零となる方向に制御信号 Q_y をコントロール弁駆動部3へ入力し、コントロール弁2を開閉制御する。

【0011】

前記可変オリフィス5を形成するダイレクトタッチ型のメタルダイヤフラム弁は、図2に示す如く流体入口12a、弁座12b、弁室12c、流体出口12e等を備えたステンレス鋼製の弁本体12と、ステンレス鋼やニッケル・コバルト合金製のダイヤフラム13と、ダイヤフラム13を下方へ押圧するパルスモータ型駆動部6等から形成されている。

30

即ち、パルスモータ14を初期位置へセットすると、前記ダイヤフラム13は、ボールねじ機構19を介してガイドスライダ18及びダイヤフラム押え16によりスプリング17、15の弾力に抗して下方へ押圧され、弁座12bへ接当した状態（閉弁状態）となる。次に、パルスモータ14へオリフィス制御信号 Q_z が入力されると、パルスモータ14はボールねじ機構19を介してガイドスライダ18を上方へ引き上げる方向に回転され、スプリング15の弾力によりダイヤフラム押え16が上方へ押圧されることになる。

その結果、ダイヤフラム13が上方へ弾性復帰し、弁座12bから離間することにより、弁座12bとダイヤフラム13との間にリング状の流体通路（オリフィス）が形成される。

40

【0012】

尚、本実施態様では図2に示すように、パルスモータ14として50000パルス/回転の所謂ステッピングモータが使用されている。また、ボールねじ機構19には、ねじピッチが0.5mm/回転のものが使用されている。

その結果、パルスモータ14への入力パルス1個当たり10nmのダイヤフラム変位を得ることができ、極めて高精度なオリフィス開度制御が可能となる。尚、図2に於いて、20はカップリング、21はベアリング、22はボールねじ機構のシャフト部である。

【0013】

50

前記マスフローメータ 9 は可変オリフィス 5 の下流側のガス流量 Q を測定するものであり、流量検出信号 Q_x を出力する。

また、前記真空チャンバ 10、真空圧力計 10 a 及び真空ポンプ 11 等は半導体製造装置を構成するものであり、前記真空チャンバ 10 内の圧力は通常数 torr 程度の真空に保持されている。

【0014】

可変オリフィス 5 の流量特性の試験に際しては、先ず適宜のオリフィス制御信号 Q_z を入力して可変オリフィス 5 の開度を所定値に設定し、次にガス入口 8 a へ圧力 $6.0 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$ の窒素ガス N_2 を供給した。その後、設定圧力信号 Q_{ps} を $0 \sim 3 (\text{kgf/cm}^2 \text{ abs})$ の間の適宜値に設定して圧力コントロール弁 2 を開閉制御すると共に

10

マスフローメータ 9 で可変オリフィス 5 の下流側の N_2 流量を測定した。
尚、チャンバ 10 は前記の通り 9.26 l の容積を有しており、真空ポンプ 11 により約 1 torr の真空度に保持されている。

【0015】

図 3 は、オリフィス制御信号 Q_z により、可変オリフィス 5 のリング状の間隙（流体通路）面積を $= 0.14 \text{ mm}$ の円孔形オリフィスの断面積に等価とした場合の、上流側圧力（即ち、圧力設定値 Q_{ps} ）とオリフィス下流側のガス流量 $Q (\text{sccm})$ との関係を示すものである。

尚、ここで sccm とは標準状態に換算した場合の流量 cc/min を意味するものである。

20

【0016】

また、図 4 はオリフィス制御信号 Q_z を変え、可変オリフィス 5 のリング状の間隙面積を $= 0.25 \text{ mm}$ の円孔形オリフィスの断面積と等価にした場合の、オリフィス 5 上流側の圧力（即ち、設定圧力信号 Q_{ps} ）とオリフィス下流側のガス流量（ sccm ）との関係を示すものである。

【0017】

図 3 及び図 4 から明らかなように、可変オリフィス 5 の下流側圧力 P_2 が 1 torr 133.3 Pa のとき、可変オリフィス上流側圧力 P_1 が $0.5 \text{ kgf/cm}^2 \text{ abs}$ 以上の領域に於いては、流量 Q と上流側圧力 P_1 との間には $Q = K P_1$ の関係がほぼ成立していることが認められる。

30

換言すれば、前記図 2 に示した構造のダイレクトタッチ型のメタルダイヤフラム弁の弁座とダイヤフラム間のリング状の流体通路（間隙）であっても、所謂固定オリフィスの場合にほぼ等しい圧力・流量制御特性を有するものであることが判る。

【0018】

図 5 は、可変オリフィス 5 の流量特性を示すものであり、前記図 1 の試験装置に於いて可変オリフィス 5 の上流側圧力 P_1 を $0.5 \text{ kgf/cm}^2 \text{ abs}$ に、また下流側圧力 P_2 を 1 torr の真空度に夫々保持した状態に於いて、可変オリフィス 5 の作動ストローク L （ダイヤフラム 13 の間隙長さ）とオリフィス下流流量 Q との関係測定したものである。

作動ストローク L が $0 \sim$ 約 0.12 mm の範囲に於いては、ストローク $L (\text{mm})$ と流量 $Q (\text{sccm})$ とがほぼ直線状の比例関係になっており、且つこの関係が常に再現されるものであることが判った。

40

【0019】

図 6 は、可変オリフィス 5 のストローク $L (\text{mm})$ と、図 5 の各流量値からオリフィスが円孔であるとして計算したオリフィス口径 $d (\text{mm})$ との関係を示す線図であり、ストローク $L (\text{mm})$ とオリフィス口径 $d (\text{mm})$ との関係は、常に再現性のある関係であることが判った。

即ち、前記図 5 及び図 6 から明らかなように、可変オリフィス 5 のストローク $L (\text{mm})$ と流量 $Q (\text{sccm})$ 又はストローク $L (\text{mm})$ とオリフィス口径 $d (\text{mm})$ は常に一定の対応関係にあるため、ストローク $L (\text{mm})$ を変えることにより可変オリフィスの口

50

径 (mm) 又は流量 Q (sccm) を所望の値へ正確に切換え変更することができ、所謂可変オリフィスとして十分に機能し得るものであることが判る。

【0020】

本件発明は、上述の如き図2に示したダイレクトタッチ型メタルダイヤフラム弁を可変オリフィス5とする圧力・流量特性試験の結果を基にして開発されたものであり、請求項1の発明は、駆動部6を備えたダイレクトタッチ型メタルダイヤフラム弁の弁座12bと金属薄板製ダイヤフラム13との間のリング状の間隙から成る可変オリフィス5と、前記リング状の間隙から成る可変オリフィス5の上流側に設けたコントロール弁2と、コントロール弁2と前記オリフィス5間に設けた流体の圧力検出器4と、圧力検出器4の検出圧力 P_1 から流体の流量を $Q_c = K P_1$ (但し、 K は定数)として演算し、流量指令信号 Q_s と前記演算した流量信号 Q_c との差を制御信号 Q_y として前記コントロール弁2の駆動部3へ出力すると共に、オリフィス開度設定信号が入力され、当該オリフィス開度設定信号に対応するオリフィス制御信号 Q_z を前記ダイレクトタッチ型メタルダイヤフラム弁の駆動部6へ出力する制御装置7とから構成され、オリフィス5の上流側圧力 P_1 と下流側圧力 P_2 との比を被制御流体の臨界圧比以下に保持した状態で前記コントロール弁2の開閉によりオリフィス上流側圧力 P_1 を調整し、オリフィス下流側の流体流量 Q を制御すると共に、前記オリフィス制御信号 Q_z により前記駆動部6を作動させ、可変オリフィス5を形成するリング状の間隙の大きさを調整して流体流量の制御範囲を切換えることを発明の基本構成とするものである。

10

【0021】

また請求項2に記載の発明は、請求項1の発明に於いて、可変オリフィス5を、パルスモータ型駆動部を備えた可変オリフィスとしたことを発明の基本構成とするものである。

20

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施態様を説明する。

図7は本発明に係る圧力式流量制御装置の構成図であり、図7に於いて1は圧力式流量制御装置、2は圧力コントロール弁、3は弁駆動部、4は圧力検出器、5は可変オリフィス、6はオリフィス駆動部、7は制御装置、8aはガス入口、8bはガス出口、10は真空チャンパー、10aは真空計、11は真空ポンプ、 Q_y はコントロール弁制御信号、 Q_{p1} は圧力検出信号、 Q_z はオリフィス制御信号、 Q_s は流量設定信号、 Q_{os} はオリフィス開度設定信号である。

30

【0023】

図7に於いて、圧力コントロール弁2には、前記特開平8-338546号の場合と同様の図8のような構造のダイレクトタッチ型のメタルダイヤフラム弁が使用されている。

また、圧力検出器4としては半導体歪ゲージが使用されており、圧力コントロール弁2の圧力検出器取付孔12d内へ挿入固定されている。

更に、可変オリフィス5及び駆動部6としては前記図2に示したダイレクトタッチ型のメタルダイヤフラム弁とパルスモータ型駆動部6が使用されている。尚、当該可変オリフィス5及び駆動部6の構造は、前記図2の場合と同じであるため、ここではその説明を省略する。

40

【0024】

次に、当該圧力式流量制御装置の作動について説明をする。

まず、流量設定信号 Q_s 及びオリフィス開度設定信号 Q_{os} が制御装置7へ入力される。

次に、ガス入口8aへ所定圧力 P_1 のガスが供給されると、圧力検出器4により検出した上流側圧力 P_1 に相当する圧力検出信号 Q_{p1} が制御装置7へ入力され、流量 $Q = K P$ が制御装置7内で演算される。

また、制御装置7からは前記流量設定信号 Q_s と流量 Q との差に相当するコントロール弁制御信号 Q_y が出力され、圧力コントロール弁2は前記 Q_s と Q との差が減少する方向にコントロール弁2を開閉制御する。

【0025】

50

更に、可変オリフィス5の口径を変化せしめて制御流量の範囲を変更する場合には、オリフィス開度信号 Q_{os} の設定を変更する。これにより、オリフィス制御信号 Q_z が変わり、その結果オリフィス駆動部6の作動ストローク L が変化して、オリフィス口径が変ることになる。

【0026】

尚、図7の実施態様に於いては、作動ストローク L の所謂フィードバック制御をしていないが、オリフィス駆動部6の作動ストローク L を検出してその検出値を制御装置7へフィードバックすることにより、ストローク L のフィードバック制御を行なってもよいことは勿論である。

また、図7の実施態様に於いては、図11に示した従前の圧力式流量制御装置のように、ガス温度に基づく補正回路や、オリフィス5の下流側圧力 P_2 が上昇して P_2/P_1 の値が臨界値に近づいた場合（又は臨界値以上となった場合）の警報回路やガス供給の停止回路を設けていないが、これ等の各回路を設けてもよいことは勿論である。

【0027】

加えて、図7の制御装置7には、流量 Q の演算値 $Q = K P_1$ が図3や図4等の圧力 - 流量曲線に合致するように補正する回路や、これ等の補正に必要とするデータの記憶装置が設けられていることは勿論である。

【0028】

【実施例】

図9は、本発明で使用する可変オリフィス5を構成するダイレクトタッチ型のメタルダイヤフラム弁の弁本体12の要部を示すものであり、図10は図9のB部の部分拡大図である。

弁本体12に設けた弁室12cの内径 ϕ_1 は15mm、流体流入通路の内径 ϕ_2 は0.4mmに夫々設定されており、また、弁座12bの外径は3mm、流体流出路の内径は2.5mmに夫々設定されている。

【0029】

【発明の効果】

本発明に於いては、流量圧力制御装置の可変オリフィスとしてダイレクトタッチ型のメタルダイヤフラム弁を使用し、制御流量範囲の切替えをダイヤフラムの作動ストロークを変更することにより行なう構成としている。

その結果、例えば、従前のニードル式の可変オリフィスを使用する場合に比較して、オリフィスの構造が簡素化されると共に、摺動部が皆無となり、発塵等もほぼ無視することができる。

また、流体流路内の所謂デッドスペースが大幅に減少すると共に、流体流路内にガスの噛み込みを生ずる間隙が存在しなくなり、ガスの置換性が大幅に向上する。

更に、ダイヤフラムの作動ストロークを変えることにより簡単且つ正確にオリフィス口径の変更（即ち流量範囲の変更）を行なうことができ、従前の固定オリフィスを変換する場合に比較して圧力流量制御装置の制御性が大幅に向上する。本発明は上述の通り、半導体製造装置のガス供給系のように、超高純度ガスを取り扱う圧力式流量制御装置として、特に優れた実用的効用を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明で使用する可変オリフィス（ダイレクトタッチ型の金属ダイヤフラム弁）の流量制御試験装置の構成図である。

【図2】本発明で使用する可変オリフィスの縦断面図である。

【図3】図1の試験装置による圧力 - 流量の測定値の一例を示すものである。

【図4】図1の試験装置による圧力 - 流量の測定値の他の例を示すものである。

【図5】可変オリフィス上流側圧力 P_1 と下流側圧力 P_2 とを一定値とした場合のオリフィスストローク L （mm）と流量 Q （sccm）の関係を示すものである。

【図6】可変オリフィス上流側圧力 P_1 と下流側圧力 P_2 とを一定値とした場合のオリフィスストローク L （mm）と、流量 Q （sccm）より算出したオリフィス口径（

10

20

30

40

50

mm)との関係を示すものである。

【図7】本発明に係る圧力式流量制御装置の構成図である。

【図8】圧力コントロール弁の縦断面図である。

【図9】本発明の実施例に係る可変オリフィスの要部を示す縦断面図である。

【図10】図9の部分拡大図である。

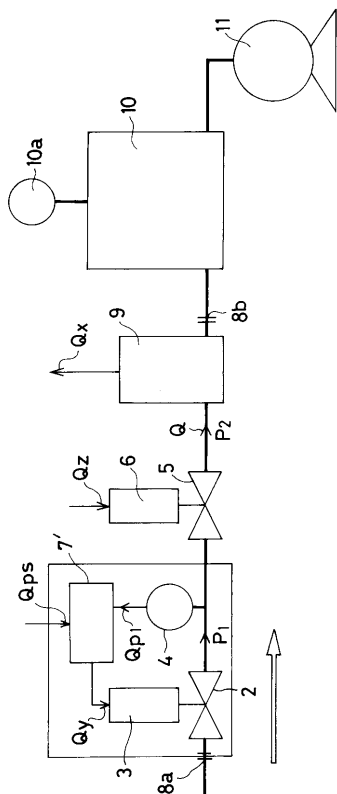
【図11】従前の圧力式流量制御装置の構成図である。

【符号の簡単な説明】

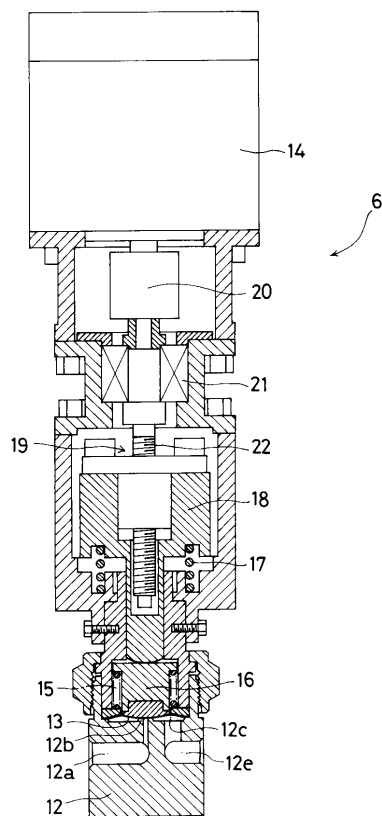
1は流量圧力制御装置、2は圧力コントロール弁、3はコントロール弁駆動部、4は圧力検出器、5は可変オリフィス、6はオリフィス駆動部、7は圧力制御装置、7aは制御装置、8aはガス入口、8bはガス出口、9はマスフローメータ(質量流量計)、10は真空チャンバ、10aは真空計、11は真空ポンプ、12は弁本体、12aは流体入口、12bは弁座、12cは弁室、12dは圧力検出器取付孔、12eは流体出口、13は金属ダイヤフラム、14はパルスモータ、15はスプリング、16はダイヤフラム押え、17はスプリング、18はガイドスライダー、19はボールねじ機構、20はカップリング、21はベアリング、22はシャフト部、 $Q P_1$ は圧力検出信号、 $Q P_s$ は設定圧力信号、 $Q z$ はオリフィス制御信号、 $Q y$ はコントロール弁制御信号、 $Q s$ は流量設定信号、 $Q o s$ はオリフィス開度設定信号。

10

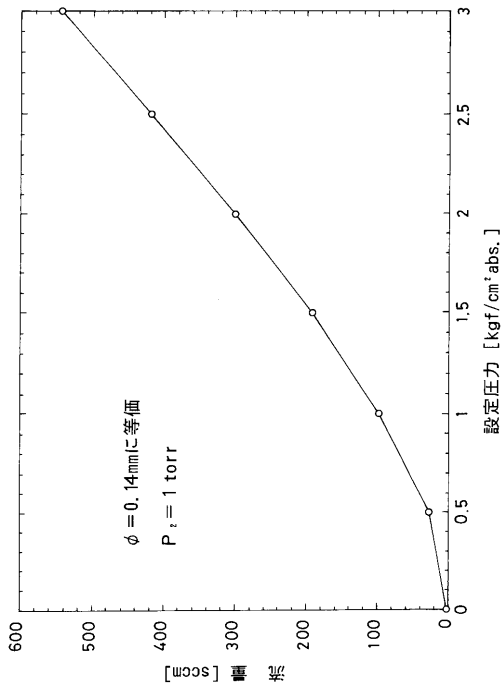
【図1】



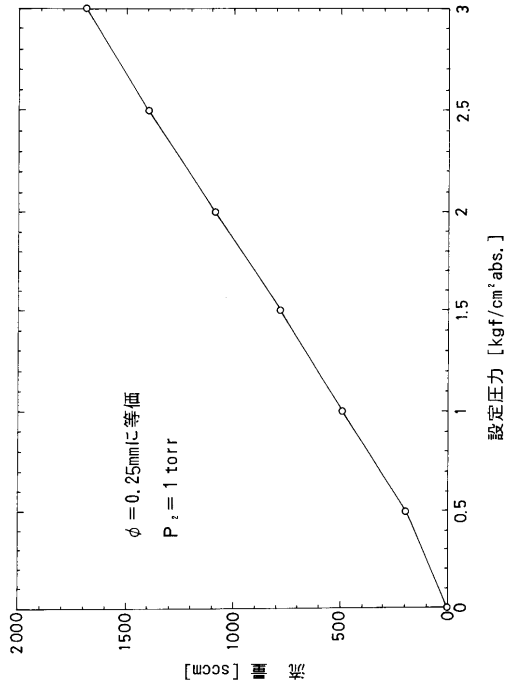
【図2】



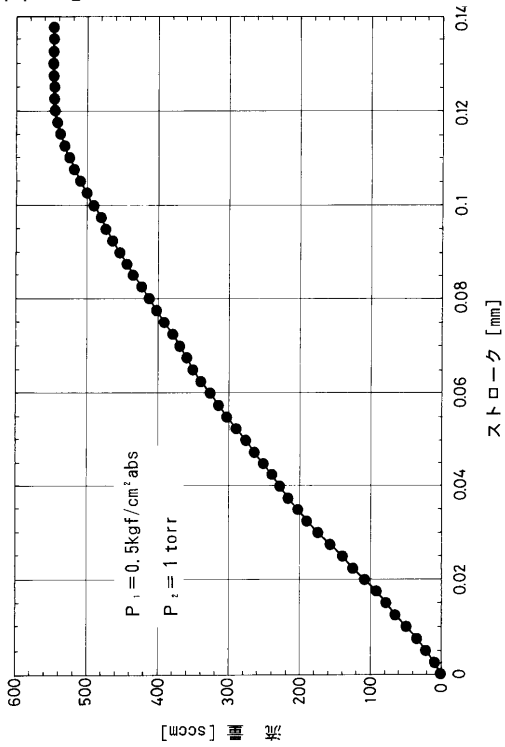
【 図 3 】



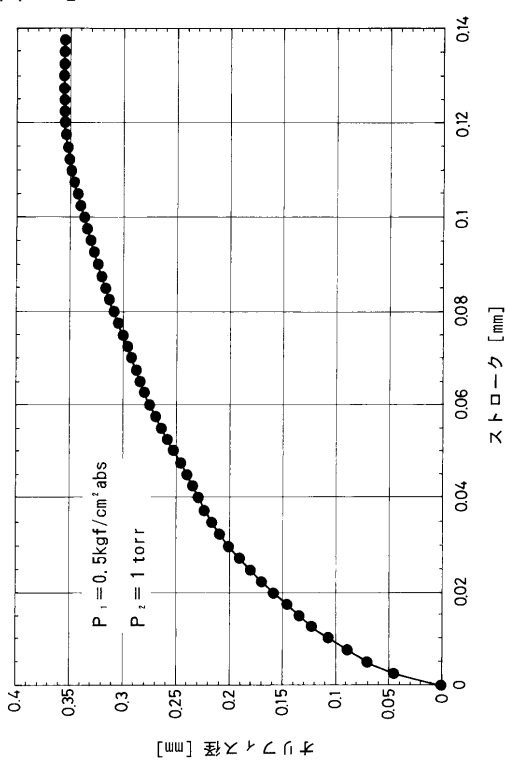
【 図 4 】



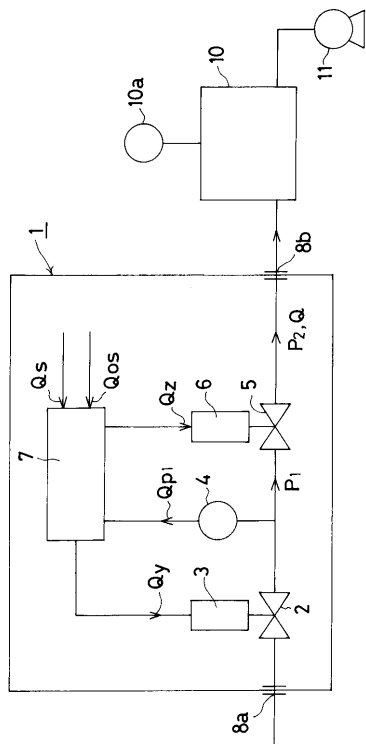
【 図 5 】



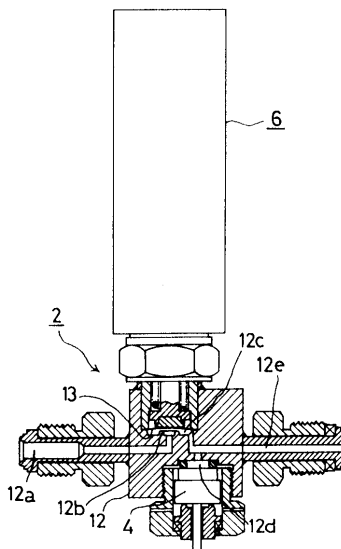
【 図 6 】



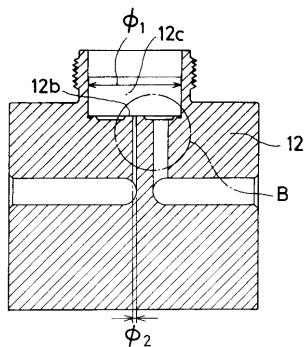
【 図 7 】



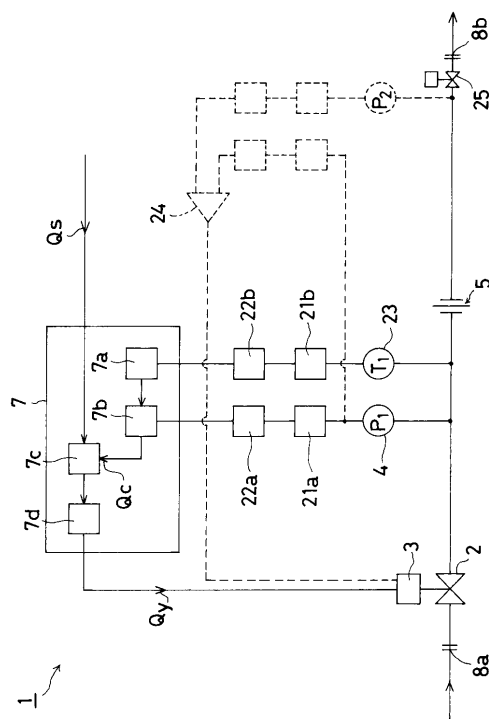
【 図 8 】



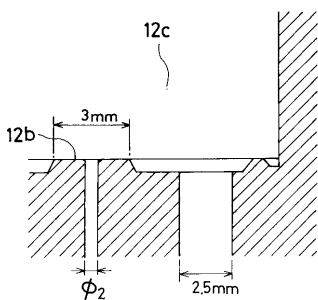
【 図 9 】



【 図 1 1 】



【 図 1 0 】



フロントページの続き

- (72)発明者 加賀爪 哲
山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1 東京エレクトロン山梨株式会社内
- (72)発明者 杉山 一彦
山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1 東京エレクトロン山梨株式会社内
- (72)発明者 土肥 亮介
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
- (72)発明者 宇野 富雄
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
- (72)発明者 西野 功二
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
- (72)発明者 福田 浩幸
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
- (72)発明者 池田 信一
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
- (72)発明者 山路 道雄
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

審査官 柳田 利夫

(56)参考文献 特開平08-338546(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

F16K 17/22

G05D 7/06