

(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
2016 年 1 月 28 日(28.01.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/013172 A1

- (51) 国際特許分類:
G05D 7/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/003474
- (22) 国際出願日: 2015 年 7 月 9 日(09.07.2015)
- (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 2014-149623 2014 年 7 月 23 日(23.07.2014) 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). 平田 薫(HIRATA, Kaoru); 〒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); 〒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).

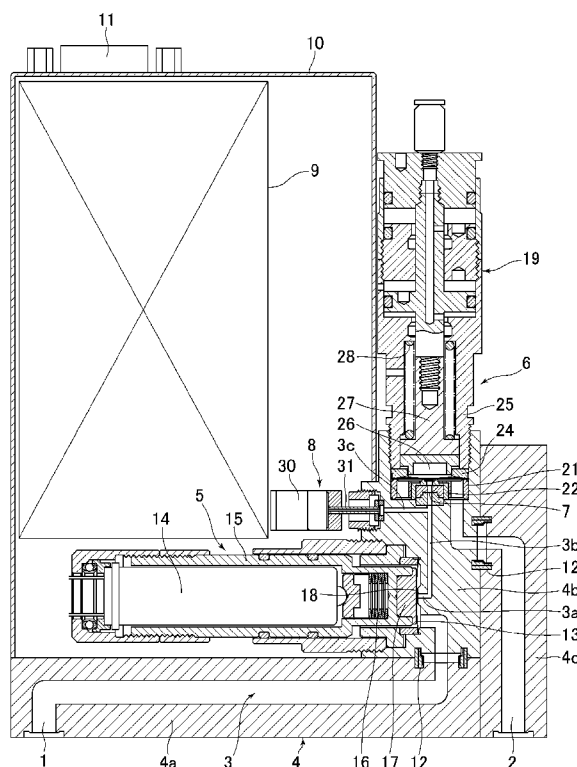
(74) 代理人: 谷田 龍一, 外(TANIDA, Ryuichi et al.); 〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町 4 丁目 5 番 7 号 東亜ビル Osaka (JP).

(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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

[続葉有]

(54) Title: PRESSURE-TYPE FLOW RATE CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 圧力式流量制御装置



(57) Abstract: Provided is a pressure-type flow rate control device which achieves a reduction of shutoff response time at the time of flow rate switching during fluid flow rate control, thereby enabling shutoff response characteristics to be improved. This flow rate control device is equipped with: a main body (4) which has a fluid passage (3) communicating between a fluid inlet port (1) and a fluid outlet port (2); a control valve for pressure control (5) which is fixed to the main body (4) in a horizontal orientation and opens/closes the fluid passage (3); an opening/closing valve (6) which is fixed to the main body (4) in a vertical orientation and opens/closes the fluid passage (3) on the downstream side of the control valve for pressure control (5); an orifice (7) which is disposed in the fluid passage (3) on the upstream side of the opening/closing valve (6); and a pressure sensor (8) which is fixed to the main body (4) and detects the internal pressure of the fluid passage (3) between the control valve for pressure control (5) and the orifice (7). The fluid passage (3) is equipped with: a horizontally-oriented first passage section (3a) which is connected to the control valve for pressure control (5); a vertically-oriented second passage section (3b) which connects the first passage section (3a) to the orifice (7); and a horizontally-oriented third passage section (3c) which connects the second passage section (3b) to the pressure sensor (8).

(57) 要約:

[続葉有]



(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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

流体流量制御において、流量切換時の立下げ応答時間の短縮を図り、立下げ応答特性を高めることを可能にした圧力式流量制御装置を提供する。 流体入口 1 と流体出口 2 との間を連通する流体通路 3 を設けた本体 4 と、本体 4 に水平姿勢で固定されて流体通路 3 を開閉する圧力制御用コントロール弁 5 と、本体 4 に垂直姿勢で固定されて圧力制御用コントロール弁 5 の下流側の流体通路 3 を開閉する開閉弁 6 と、開閉弁 6 の上流側の流体通路 3 に設けたオリフィス 7 と、本体 4 に固定されて圧力制御用コントロール弁 5 とオリフィス 7 との間の流体通路 3 の内圧を検出する圧力センサ 8 とを備え、前記流体通路 3 は、圧力制御用コントロール弁 5 に接続される水平姿勢の第 1 通路部 3 a と、第 1 通路部 3 a とオリフィス 7 とを接続する垂直姿勢の第 2 通路部 3 b と、第 2 通路部 3 b と圧力センサ 8 とを接続する水平姿勢の第 3 通路部 3 c とを備えている。

明 細 書

発明の名称： 圧力式流量制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体製造装置等の流体供給ラインに介設されて流体（ガス）の流量制御を行う圧力式流量制御装置の改良に係り、特に、立下げ時の応答性を高めることにより、半導体製造装置用等の原料ガス供給装置の作動性能を大幅に高めることを可能にした圧力式流量制御装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従前から、半導体製造装置用等の原料ガス供給装置においては、供給ガスの流量制御に熱式流量制御装置や圧力式流量制御装置が広く利用されている。特に、図 8 に示す圧力式流量制御装置 F C S は、圧力制御用コントロール弁 C V、温度検出器 T、圧力センサ P、オリフィス O L、温度補正・流量演算回路 C D a と比較回路 C D b と入出力回路 C D c と出力回路 C D d 等から成る演算制御部 C D 等から構成されており、一次側供給圧が大きく変動しても安定した流量制御が行えると云う優れた流量特性を具備している。

[0003] 即ち、図 8 の圧力式流量制御装置 F C S では、圧力センサ P 及び温度検出器 T からの検出値が温度補正・流量演算回路 C D a へ入力され、ここで検出圧力の温度補正と流量演算が行われ、流量演算値 Q_t が比較回路 C D b へ入力される。また、設定流量に対応する入力信号 Q_s が端子 I n から入力され、入出力回路 C D c を介して比較回路 C D b へ入力され、ここで温度補正・流量演算回路 C D a からの流量演算値 Q_t と比較される。比較の結果、設定流量に対する入力信号 Q_s が流量演算値 Q_t より小さい場合には、コントロール弁 C V の駆動部へ制御信号 P d が出力される。これによりコントロール弁 C V が閉鎖方向へ駆動され、設定流量に対する入力信号 Q_s と演算流量値 Q_t との差 ($Q_s - Q_t$) が零となるまで閉弁方向へ駆動される。

[0004] 前記圧力式流量制御装置 F C S では、オリフィス O L の下流側圧力 P_2 と上流側圧力 P_1 との間に $P_1 / P_2 \geq \text{約 } 2$ の所謂臨界膨張条件が保持されていると

、オリフィスOLを流通するガス流量Qが $Q = K P_1$ （但しKは定数）となり、また、臨界膨張条件が満たされていないと、オリフィスOLを流通するガス流量Qが $Q = K P_2^m (P_1 - P_2)^n$ （但しK、m、nは定数）となる。

[0005] 従って、圧力 P_1 を制御することにより流量Qを高精度で制御することができ、しかも、コントロール弁CVの上流側ガスGoの圧力が大きく変化しても、制御流量値が殆ど変化しないという優れた特性を発揮することができる。

[0006] 尚、ガス流量Qを $Q = K P_1$ （但しKは定数）として演算する方式の圧力式流量制御装置は、FCS-N型と呼ばれることがあり、また、ガス流量Qを $Q = K P_2^m (P_1 - P_2)^n$ （但しK、m、nは定数）として演算する方式の圧力式流量制御装置は、FCS-WR型と呼ばれることがある。

[0007] 更に、この種の圧力式流量制御装置には、この他に、複数のオリフィスOLを並列状に連結し、切換弁によって少なくとも一つのオリフィスにガスを流通させるようにしたオリフィス機構、例えば、二個のオリフィスを並列状に接続し、一つのオリフィスの入口側に切換弁を設けてそれを開又は閉とすることにより流量制御範囲を変更できるようにしたオリフィス機構を上記FCS-N型のオリフィスとして用いたFCS-SN型や、同じオリフィス機構を上記FCS-WR型のオリフィスとして用いたFCS-SWR型と呼ばれているものもある。

[0008] 尚、上記FCS-N型、FCS-SN型、FCS-WR型及びFCS-SWR型の各圧力式流量制御装置そのものの構成や作動原理等は既に公知であるため、ここではその詳細な説明を省略する（特開平8-338546号、特開2003-195948号等）。

[0009] また、圧力式流量制御装置FCSには、図9（a）～（d）に示すように、（a）の如き構成の臨界条件下のガス流体を対象とする圧力式流量制御装置FCS（以下、FCS-N型と呼ぶ。特開平8-338546号等）、（b）の臨界条件下と非臨界条件下の両ガス流体を対象とするFCS-WR型（特開2003-195948号等）、（c）の臨界条件下のガス流体を対象と

する流量切換型のFCS-SN型（特開2006-330851号等）、及び（d）の臨界条件下と非臨界条件下の両ガス流体を対象とする流量切換型のFCS-SWR型（特許第5430007号等）が存在する。

[0010] 尚、図9において、 P_1 、 P_2 は圧力センサ、CVはコントロール弁、OLはオリフィス、 OL_1 は小口径オリフィス、 OL_2 は大口径オリフィス、ORVはオリフィス切換弁である。

[0011] しかし、この種の圧力式流量制御装置FCSでは、微小な穴径のオリフィスOLを使用しているため、ガスの置換性が悪く、圧力式流量制御装置FCSの圧力制御用コントロール弁CVを閉鎖して出力側を開放した場合に、コントロール弁CVとオリフィスOL間の空間部のガスの排出に多くの時間が掛かり、所謂ガスの立下げ応答性が極めて悪いと云う問題がある。

[0012] 一方、前記圧力式流量制御装置FCSにおいては、立下げ応答特性を高めるため、コントロール弁CVとオリフィスOL間の流体通路の内容積を可能な限り小さくする工夫が為されている。

[0013] 図10は前記圧力式流量制御装置の一例を示すものであり、当該圧力式流量制御装置は、圧力制御用コントロール弁40の流体の流れ方向を通常の圧力制御用コントロール弁40とは逆向きにし、金属製ダイヤフラム弁体41の外周縁部と弁室底面との間隙を通して流体（ガス）を流入させ、弁座42の中央から流体を流出させることにより流体通路の内容積を減少させ、また、オリフィス43を開閉弁44に組み込むことによりオリフィス43と開閉弁44との間の内容積を減少させるようにしたものであり、内容積の減少により立下り特性の改善を図るようにしたものである（特許第3522535号、特許第4137267号）。

[0014] 尚、図10において、45は本体、46は流体入口、47は流体出口、48は圧力センサ、49は制御盤、50は圧力制御用コントロール弁40と圧力センサ48の圧力検知面上の圧力検知室とを接続する垂直姿勢の第1流路、51は第1流路50に接続された水平姿勢の第2流路、52は第2流路51とオリフィス43とを接続する垂直姿勢の第3流路である。

[0015] しかし、図 10 に示す圧力式流量制御装置においても、立下げ応答特性を大幅に向上させることは困難であり、従前の圧力式流量制御装置には、立下げ応答特性が悪いと云う問題が依然として残されている。

先行技術文献

特許文献

[0016] 特許文献1：特開平8－338546号公報

特許文献2：特開2003－195948号公報

特許文献3：特開2006－330851号公報

特許文献4：特許第5430007号公報

特許文献5：特許第3522535号公報

特許文献6：特許第4137267号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0017] 本発明は、従来の圧力式流量制御装置における上述のような問題を改善すべく、流量制御における立下げ応答性の向上、即ち、流量制御における立ち下がり時間を一層短縮し得る圧力式流量制御装置を提供することを主たる目的とする。

課題を解決するための手段

[0018] 上記目的を達成するため、本発明に係る圧力式流量制御装置の第1の態様は、流体入口と流体出口との間を連通する流体通路を設けた本体と、本体に水平姿勢で固定されて流体通路を開閉する圧力制御用コントロール弁と、本体に垂直姿勢で固定されて圧力制御用コントロール弁の下流側の流体通路を開閉する開閉弁と、開閉弁の上流側の流体通路に設けたオリフィスと、本体に固定されて圧力制御用コントロール弁とオリフィスとの間の流体通路の内圧を検出する圧力センサとを備え、前記流体通路は、圧力制御用コントロール弁に接続される水平姿勢の第1通路部と、第1通路部とオリフィスとを接続する垂直姿勢の第2通路部と、第2通路部と圧力センサとを接続する水平

姿勢の第3通路部とを備えていることに特徴がある。

[0019] 本発明に係る圧力式流量制御装置の第2の態様は、流体入口と流体出口との間を連通する流体通路を設けた本体と、本体に水平姿勢で固定されて流体通路を開閉する圧力制御用コントロール弁と、本体に前記圧力制御用コントロール弁に対向する状態で固定されて圧力制御用コントロール弁の下流側の流体通路を開閉する開閉弁と、開閉弁の上流側の流体通路に設けたオリフィスと、本体に固定されて圧力制御用コントロール弁とオリフィスとの間の流体通路の内圧を検出する圧力センサとを備え、前記流体通路は、圧力制御用コントロール弁とオリフィスとを接続する水平通路部と、水平通路部と圧力センサとを接続する垂直通路部とを備えていることに特徴がある。

[0020] 本発明に係る圧力式流量制御装置の第3の態様は、流体入口と流体出口との間を連通する流体通路を設けた本体と、本体に水平姿勢で固定されて流体通路を開閉する圧力制御用コントロール弁と、本体に前記圧力制御用コントロール弁に対向する状態で固定されて圧力制御用コントロール弁の下流側の流体通路を開閉する開閉弁と、開閉弁の上流側の流体通路に設けたオリフィスと、本体に固定されて圧力制御用コントロール弁とオリフィスとの間の流体通路の内圧を検出する圧力センサとを備え、前記流体通路は、圧力制御用コントロール弁と圧力センサの圧力検知面上の圧力検知室とを接続する第4通路部と、第4通路部と離間して圧力検知室とオリフィスとを接続する第5通路部とを備えていることに特徴がある。

[0021] 本発明に係る圧力式流量制御装置の第4の態様は、上記第1の態様、第2の態様又は第3の態様において、開閉弁及びオリフィスを、開閉弁内にオリフィスを一体的に組み付け固定した構成のオリフィス内蔵型弁により形成したことに特徴がある。

[0022] 本発明に係る圧力式流量制御装置の第5の態様は、上記第1の態様において、圧力制御用コントロール弁が金属製ダイヤフラム弁体を備え、当該金属製ダイヤフラム弁体が開閉弁の下方位置に配設されていると共に、金属製ダイヤフラム弁体の中央部が本体に形成した弁座に当離座し、前記弁座の中央

位置に第 1 通路部が形成されていることに特徴がある。

[0023] 本発明に係る圧力式流量制御装置の第 6 の態様は、上記第 2 の態様において、圧力制御用コントロール弁が金属製ダイヤフラム弁体を備え、当該金属製ダイヤフラム弁体の中央部が本体に形成した弁座に当離座すると共に、前記弁座の中央位置に水平通路部が形成されていることに特徴がある。

[0024] 本発明に係る圧力式流量制御装置の第 7 の態様は、上記第 3 の態様において、圧力制御用コントロール弁が金属製ダイヤフラム弁体を備え、当該金属製ダイヤフラム弁体の中央部が本体に形成した弁座に当離座すると共に、前記弁座の中央位置に第 4 通路部が形成されていることに特徴がある。

[0025] 本発明に係る圧力式流量制御装置の第 8 の態様は、上記第 1 の態様において、圧力センサが、ケーシングと、ケーシングに外方へ突出する状態で設けられて圧力導入孔を形成する圧力導入パイプと、ケーシング内に設けられて圧力導入孔に連通する受圧室と、ケーシング内に設けられて受圧室の圧力に応じて変位するダイヤフラムと、ケーシング内に設けられてダイヤフラムの変位により圧力を電気信号に変換する圧力検出素子とを備え、前記圧力導入パイプの先端部を本体に気密状に取り付け、圧力導入パイプの圧力導入孔と第 3 通路部とを連通させたことに特徴がある。

[0026] 本発明に係る圧力式流量制御装置の第 9 の態様は、上記第 2 の態様において、圧力センサが、ケーシングと、ケーシングに外方へ突出する状態で設けられて圧力導入孔を形成する圧力導入パイプと、ケーシング内に設けられて圧力導入孔に連通する受圧室と、ケーシング内に設けられて受圧室の圧力に応じて変位するダイヤフラムと、ケーシング内に設けられてダイヤフラムの変位により圧力を電気信号に変換する圧力検出素子とを備え、前記圧力導入パイプの先端部を本体に気密状に取り付け、圧力導入パイプの圧力導入孔と垂直通路部とを連通させたことに特徴がある。

[0027] 本発明に係る圧力式流量制御装置の第 10 の態様は、上記第 3 の態様において、圧力センサが、本体に形成した挿着孔にリングガスケットを介して挿着され、また、圧力センサの圧力検知面上の圧力検知室が、挿着孔の内底面

とリングガスケットと圧力センサの圧力検知面とで囲まれた空間から成り、更に、第4通路部が圧力検知室の圧力制御用コントロール弁側の端部に接続されていると共に、第5通路部が圧力検知室の開閉弁側の端部に接続されていることに特徴がある。

[0028] 本発明に係る圧力式流量制御装置の第11の態様は、上記第1の態様において、第1通路部、第2通路部及び第3通路部の断面形状を円形とし、その内径を0.5mm～1.0mmとしたことに特徴がある。

[0029] 本発明に係る圧力式流量制御装置の第12の態様は、上記第2の態様において、水平通路部及び垂直通路部の断面形状を円形とし、その内径を0.5mm～1.0mmとしたことに特徴がある。

[0030] 本発明に係る圧力式流量制御装置の第13の態様は、上記第3の態様において、第4通路部及び第5通路部の断面形状を円形とし、その内径を0.5mm～1.0mmとしたことに特徴がある。

[0031] 本発明に係る圧力式流量制御装置の第1の態様は、上記第2の態様又は第3の態様において、本体の同じ面に流体入口と流体出口を形成し、流体入口及び流体出口を本体の一方向に配置する構成としたことに特徴がある。

発明の効果

[0032] 本発明は、流体通路を設けた本体に圧力制御用コントロール弁を水平姿勢で固定すると共に、開閉弁を垂直姿勢で固定しているため、圧力制御用コントロール弁と開閉弁との距離を短くすることができ、圧力制御用コントロール弁と開閉弁の上流側に設けたオリフィスとの間の流体通路の内容積を、従来に比して小さくすることができ、その結果、立下り特性を向上させることができる。

[0033] 本発明は、流体通路を設けた本体に圧力制御用コントロール弁と開閉弁とを水平姿勢で対向状に固定しているため、圧力制御用コントロール弁と開閉弁との距離を短くすることができ、圧力制御用コントロール弁と開閉弁の上流側に設けたオリフィスとの間の流体通路の内容積を、従来に比して小さくすることができ、その結果、立下り特性を向上させることができる。

- [0034] 本発明は、開閉弁及びオリフィスを、開閉弁内にオリフィスを一体的に組み付け固定した構成のオリフィス内蔵型弁により形成しているため、圧力式流量制御装置の一層の小型化を図れ、流体通路の内容積をより小さくすることができる。
- [0035] 本発明は、圧力制御用コントロール弁とオリフィスとの間の流体通路の内圧を検出する圧力センサが、圧力センサのケーシングから外方へ突出する圧力導入パイプを備え、圧力導入パイプの先端部を本体に気密状に取り付けているため、本体に圧力センサを取り付けるためのスペースが小さくて済み、圧力制御用コントロール弁とオリフィスとの距離をより一層短くすることができ、流体通路の内容積を更に小さくすることができる。
- [0036] 本発明は、第4通路部が圧力検知室の圧力制御用コントロール弁側の端部に接続されていると共に、第5通路部が圧力検知室の開閉弁側の端部に接続されているため、第4通路部と第5通路部の長さを短くすることができ、その結果、圧力制御用コントロール弁と開閉弁の上流側に設けたオリフィスとの間の流体通路の内容積を小さくすることができる。
- [0037] 本発明は、流体通路の第1通路部と第2通路部と第3通路部の断面形状又は流体通路の水平通路部と垂直通路部の断面形状若しくは第4通路部と第5通路部の断面形状をそれぞれ円形とし、その内径をそれぞれ0.5mm～1.0mmとしているため、流体通路の内容積を更に小さくすることができる。
- [0038] 本発明は、本体の同じ面に流体入口と流体出口を形成し、流体入口及び流体出口を本体の一方向に配置する構成としているため、圧力式流量制御装置を集積化した際に、流体入口及び流体出口が全て同じ方向を向くので、配管を行い易くなる。

図面の簡単な説明

- [0039] [図1]本発明の第1の実施形態に係る圧力式流量制御装置の断面図である。
- [図2]図1に示す圧力式流量制御装置の要部の拡大断面図である。
- [図3]本体に取り付けた圧力センサの拡大断面図である。
- [図4]本発明の第2の実施形態に係る圧力式流量制御装置の断面図である。

[図5]図4に示す圧力式流量制御装置の要部の拡大断面図である。

[図6]本発明の第3の実施形態に係る圧力式流量制御装置の断面図である。

[図7]本発明の第4の実施形態に係る圧力式流量制御装置の断面図である。

[図8]従来の圧力式流量制御装置を示す基本構成図である。

[図9]従来の各種形式の圧力式流量制御装置を示す概略構成図である。

[図10]従来の圧力式流量制御装置を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0040] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

図1及び図2は本発明の第1の実施形態に係る圧力式流量制御装置を示し、当該圧力式流量制御装置は、流体入口1と流体出口2との間を連通する流体通路3を設けた本体4と、本体4に水平姿勢で固定されて流体通路3を開閉する圧力制御用コントロール弁5と、本体4に垂直姿勢で固定されて圧力制御用コントロール弁5の下流側の流体通路3を開閉する開閉弁6と、開閉弁6の上流側の流体通路3に設けたオリフィス7と、本体4に固定されて圧力制御用コントロール弁5とオリフィス7との間の流体通路3の内圧を検出する圧力センサ8とを備え、前記流体通路3は、圧力制御用コントロール弁5に接続される水平姿勢の第1通路部3aと、第1通路部3aとオリフィス7とを接続する垂直姿勢の第2通路部3bと、第2通路部3bと圧力センサ8とを接続する水平姿勢の第3通路部3cとを備えている。

[0041] 前記圧力式流量制御装置は、圧力制御用コントロール弁5と開閉弁6とが本体4に対して直角に配置された垂直配置型となっており、圧力制御用コントロール弁5の一端部を開閉弁6の下方位置に配設し、圧力制御用コントロール弁5と開閉弁6とを出来るだけ近づけている。

[0042] 尚、図1において、9はプリント配線板に電子部品が実装された制御盤、10はケーシング、11は接続用コネクタである。

[0043] 前記本体4は、横長の直方体状に形成された入口側ブロック4aと、入口側ブロック4aの一端部上面（図1に示す入口側ブロック4aの右側端部上面）に配置されて縦長の直方体状に形成された本体ブロック4bと、入口側

ブロック 4 a の一端面（図 1 に示す入口側ブロック 4 a の右側端面）及び本体ブロック 4 b の一側面（図 1 に示す本体ブロック 4 b の右側面）に配置されて縦長の直方体状に形成された出口側ブロック 4 c とから成り、各ブロック 4 a、4 b、4 c を固定ボルト（図示省略）で連結することにより一体化されている。

[0044] また、入口側ブロック 4 a の下面に流体入口 1 が形成されていると共に、出口側ブロック 4 c の下面に流体出口 2 が形成されており、入口側ブロック 4 a、本体ブロック 4 b 及び出口側ブロック 4 c には、流体入口 1 と流体出口 2 との間を連通する流体通路 3 が形成されている。

[0045] 更に、入口側ブロック 4 a と本体ブロック 4 b との間の流体通路 3 の連結箇所及び本体ブロック 4 b と出口側ブロック 4 c との間の流体通路 3 の連結箇所には、シール用のガスケット 1 2 がそれぞれ介在されている。

[0046] 前記圧力制御用コントロール弁 5 は、その一端部が本体ブロック 4 b の下端部他側面（図 1 に示す本体ブロック 4 b の下端部左側面）に水平姿勢でねじ込み固定されている。

この圧力制御用コントロール弁 5 は、公知の円板状の金属製ダイヤフラム弁体 1 3 とピエゾ駆動素子 1 4 等を用いた開閉弁であり、ピエゾ駆動素子 1 4 への通電によりピエゾ駆動素子 1 4 が伸長し、円筒体 1 5 を弾性体 1 6 の弾力に抗して本体ブロック 4 b から離間する方向（図 1 の左方向）へ移動させることにより弁体押え 1 7 が本体ブロック 4 b から離間する方向へ移動し、金属製ダイヤフラム弁体 1 3 が自己弾性力により湾曲形状に復元して弁座 1 8 から離座し、弁が開放されるようになっている。また、弁開度は、ピエゾ駆動素子 1 4 への印加電圧を変動することにより調節されている。

[0047] 圧力制御用コントロール弁 5 の金属製ダイヤフラム弁体 1 3 が当離座する弁座 1 8 は、本体ブロック 4 b の金属製ダイヤフラム弁体 1 3 の中央部に対向する位置に形成されており、この弁座 1 8 の中央位置には、圧力制御用コントロール弁 5 に接続される水平姿勢の第 1 通路部 3 a が形成されている。図 2 においては、圧力制御用コントロール弁 5 の金属製ダイヤフラム弁体 1

3の外周縁部と弁座18との間隙を通してガスを流入させ、弁座18の中央からガスを流出させる構造としている。これにより、金属製ダイヤフラム弁体13を閉じた状態で圧力制御用コントロール弁5とオリフィス7との間の流体通路3の内容積を減少させることができる。

[0048] また、圧力制御用コントロール弁5は、金属製ダイヤフラム弁体13が開閉弁6の下方位置になるように配設されている。これにより、圧力制御用コントロール弁5に接続される水平姿勢の第1通路部3aの長さを短く設定することができ、第1通路部3aの内容積を縮小することができる。

[0049] 前記第1通路部3aは、その内容積を出来るだけ小さくするためには、出来るだけ小さい内径とすることが好ましく、この実施形態においては、第1通路部3aの内径を0.5mm~1.0mmとしている。この第1通路部3aは、長さが短く且つ内径も小さいので、その内容積を小さくすることができる。

[0050] 前記開閉弁6は、その下端部が本体ブロック4bの上端面に垂直姿勢でねじ込み固定されている。

この開閉弁6には、圧力式流量制御装置の小型化及び流体通路3の内容積の削減を図るために開閉弁6とオリフィス7とを一体的に組み付け固定した構造のオリフィス内蔵型弁が使用されている。

[0051] 即ち、オリフィス内蔵型弁は、公知の金属製ダイヤフラム弁体23及びオリフィス7等を有する弁機構と空気圧型弁駆動部19を用いた開閉弁6であり、従来公知（例えば、特許第3522535号公報及び特許第4137267号公報等）のものと同様構造に構成されている。

[0052] 前記弁機構は、図1及び図2に示す如く、本体ブロック4bの上端面に形成した凹部20に設けられており、凹部20に挿着されて流出路21aを形成したインナーディスク21と、インナーディスク21の中心部に挿着されて流入路22a及び弁座22bを形成した弁座体22と、弁座体22の中心部に設けられて弁座体22の流入路22aに連通するオリフィス孔（図示省略）を形成したオリフィス7と、弁座体22の弁座22bに当離座する円板

状の金属製ダイヤフラム弁体 23 と、金属製ダイヤフラム弁体 23 の外周縁部をインナーディスク 21 との間で挟持するボンネットインサート 24 及びボンネット 25 と、金属製ダイヤフラム弁体 23 を押圧する弁体押え 26 と、弁体押え 26 を保持するステム 27 と、ステム 27 を下方へ付勢するスプリング 28 等から成る。

[0053] 尚、オリフィス 7 には、中心部に貫通状の通路を形成した凸状のオリフィスベース 7a と、中心部に前記凸状のオリフィスベース 7a の通路に連通する貫通状の通路を形成した凹状のオリフィスベース 7b と、両オリフィスベース 7a、7b 間に気密状に挿着されて中心部にオリフィス孔（図示省略）を形成したオリフィスプレート 7c とから成る従来公知のガスケット型オリフィスが使用されている。

[0054] そして、前記開閉弁 6 のオリフィス 7 と第 1 通路部 3a の下流側端部とは、本体ブロック 4b に形成した垂直姿勢の第 2 通路部 3b により連通状に接続されている。

[0055] 前記第 2 通路部 3b は、その内容積を出来るだけ小さくするためには、出来るだけ小さい内径とすることが好ましく、この実施形態においては、第 2 通路部 3b の内径を 0.5mm～1.0mm としている。また、第 2 通路部 3b は、その内容積を出来るだけ小さくするためには、第 2 通路部 3b の長さは出来るだけ短い方が好ましく、開閉弁 6 を第 1 通路部 3a に出来るだけ近づけて配置する。

[0056] 前記圧力センサ 8 は、図 2 及び図 3 に示す如く、円筒状のケーシング 30 と、ケーシング 30 の軸心位置に外方へ突出する状態で設けられて圧力導入孔 31a を形成する圧力導入パイプ 31 と、圧力導入パイプ 31 の先端部に溶接により固着したガスケット押え 32 と、ケーシング 30 内に設けられて圧力導入孔 31a に連通する受圧室 33 と、ケーシング 30 内に設けられて受圧室 33 の圧力に応じて変位するダイヤフラム 34 と、ケーシング 30 内に設けられてダイヤフラム 34 の変位により圧力を電気信号に変換する感圧素子やストレンゲージから成る圧力検出素子（図示省略）とを備え、前記ダ

イヤフラム 34 の表面が圧力検知面(受圧面)となり、そこにかかる圧力を電気信号に変換することで、圧力を検出するものである。

[0057] この圧力センサ 8 は、その外径が 8 mm に形成されており、図 10 に示す従来の圧力センサの外径 (16 mm) に比べて半分になっているので、設置スペースが小さくて済む。その結果、圧力制御用コントロール弁 5 と開閉弁 6 との距離を縮めることができ、第 2 通路部 3 b の長さを短くできてその内容積を小さくすることができる。

また、圧力センサ 8 は、圧力センサ 8 のケーシング 30 から外方へ突出する圧力導入パイプ 31 を備え、圧力導入パイプ 31 の先端部を本体 4 に気密状に取り付けているため、本体 4 に圧力センサ 8 を取り付けのためのスペースが小さくて済み、圧力制御用コントロール弁 5 とオリフィス 7 との距離を一層短くすることができ、流体通路 3 の内容積を更に小さくすることができる。

[0058] そして、前記圧力センサ 8 は、圧力導入パイプ 31 の先端部が本体ブロック 4 b の他側面 (図 1 に示す本体ブロック 4 b の左側面) に形成した挿着孔 35 内にガスケット 36 を介して割りリング 37 (又は図示していない U 字状リング) 及びボンネット 38 により気密状に取り付け固定されており、圧力導入パイプ 31 の圧力導入孔 31 a が本体ブロック 4 b に形成されて第 2 通路部 3 b と圧力センサ 8 とを接続する水平姿勢の第 3 通路部 3 c に連通状に接続されている。

[0059] 即ち、圧力センサ 8 は、割りリング 37 (又は U 字状リング) をガスケット押え 32 に被せると共に、予め圧力導入パイプ 31 に遊嵌状態で外嵌していたボンネット 38 を前記割りリング 37 (又は U 字状リング) に被せ、この状態でガスケット押え 32、割りリング 37 (又は U 字状リング) 及びボンネット 38 を予めガスケット 36 を挿着した本体ブロック 4 b の挿着孔 35 内へ挿入し、ボンネット 38 を本体ブロック 4 b に締め付けて割りリング 37 (又は U 字状リング) によりガスケット押え 32 及びガスケット 36 を押圧すると、ガスケット押え 32 によりガスケット 36 が押圧され、ガスケ

ット 3 6 の一端面と挿着孔 3 5 の底面との間及びガスケット 3 6 の他端面とガスケット押え 3 2 の先端面との間がそれぞれシール部となり、圧力センサ 8 は本体ブロック 4 b の挿着孔に気密状に取り付けられることになる。

[0060] 前記第 3 通路部 3 c は、その内容積を出来るだけ小さくするためには、出来るだけ小さい内径とすることが好ましく、この実施形態においては、第 3 通路部 3 c の内径を 0.5 mm ~ 1.0 mm としている。また、第 2 通路部 3 b は、その内容積を出来るだけ小さくするためには、第 3 通路部 3 c の長さは出来るだけ短い方が好ましく、圧力センサ 8 を第 2 通路部 3 b に出来るだけ近づけて配置する。

[0061] 図 4 及び図 5 は本発明の第 2 の実施形態に係る圧力式流量制御装置を示し、当該圧力式流量制御装置は、流体入口 1 と流体出口 2 との間を連通する流体通路 3 を設けた本体 4 と、本体 4 に水平姿勢で固定されて流体通路 3 を開閉する圧力制御用コントロール弁 5 と、本体 4 に前記圧力制御用コントロール弁 5 に対向する状態で固定されて圧力制御用コントロール弁 5 の下流側の流体通路 3 を開閉する開閉弁 6 と、開閉弁 6 の上流側の流体通路 3 に設けたオリフィス 7 と、本体 4 に固定されて圧力制御用コントロール弁 5 とオリフィス 7 との間の流体通路 3 の内圧を検出する圧力センサ 8 とを備え、前記流体通路 3 は、圧力制御用コントロール弁 5 とオリフィス 7 とを接続する水平通路部 3 d と、水平通路部 3 d と圧力センサ 8 とを接続する垂直通路部 3 e とを備えている。

[0062] 前記圧力式流量制御装置は、圧力制御用コントロール弁 5 と開閉弁 6 とが本体 4 に対して対向状に配置された対向配置型となっており、圧力制御用コントロール弁 5 と開閉弁 6 とを出来るだけ近づけている。

[0063] 前記本体 4 は、横長のブロック状に形成されており、本体 4 の一側面（図 4 に示す本体 4 の下面）には、流体入口 1 が形成され、また、本体 4 の他側面（図 4 に示す本体 4 の上面）には、流体出口 2 が形成され、更に、本体 4 には、流体入口 1 と流体出口 2 との間を連通する流体通路 3 が形成されている。

[0064] 前記圧力制御用コントロール弁5は、その一端部が本体4の一端面（図4に示す本体4の左側端面）に水平姿勢でねじ込み固定されている。

この圧力制御用コントロール弁5は、公知の円板状の金属製ダイヤフラム弁体13とピエゾ駆動素子14等を用いた開閉弁であり、ピエゾ駆動素子14への通電によりピエゾ駆動素子14が伸長し、円筒体15を弾性体16の弾力に抗して本体4から離間する方向（図4の左方向）へ移動させることにより弁体押え17が本体4から離間する方向へ移動し、金属製ダイヤフラム弁体13が自己弾性力により湾曲形状に復元して弁座18から離座し、弁が開放される。また、弁開度は、ピエゾ駆動素子14への印加電圧を変動することにより調節されている。

[0065] 圧力制御用コントロール弁5の金属製ダイヤフラム弁体13が当離座する弁座18は、本体4の金属製ダイヤフラム弁体13の中央部に対向する位置に形成されており、この弁座18の中央位置には、圧力制御用コントロール弁5とオリフィス7とを接続する水平通路部3dが形成されている。図4においては、圧力制御用コントロール弁5の金属製ダイヤフラム弁体13の外周縁部と弁座18との間隙を通してガスを流入させ、弁座18の中央からガスを流出させる構造としている。これにより、金属製ダイヤフラム弁体13を閉じた状態で圧力制御用コントロール弁5とオリフィス7との間の流体通路3の内容積を減少させることができる。

[0066] 前記水平通路部3dは、その内容積を出来るだけ小さくするためには、出来るだけ小さい内径とすることが好ましく、この実施形態においては、水平通路部3dの内径を0.5mm～1.0mmとしている。また、水平通路部3dは、その内容積を出来るだけ小さくするためには、水平通路部3dの長さは出来るだけ短い方が好ましく、対向状に配置した圧力制御用コントロール弁5と開閉弁6とを出来るだけ近づけて配置する。

[0067] 前記開閉弁6は、その一端部が横長ブロック状の本体4の他端面（図4に示す本体4の右側端面）に水平姿勢でねじ込み固定されており、圧力制御用コントロール弁5と対向状に配置されている。

この開閉弁 6 には、圧力式流量制御装置の小型化及び流体通路 3 の内容積の削減を図るために開閉弁 6 とオリフィス 7 とを一体的に組み付け固定した構造のオリフィス内蔵型弁が使用されている。

[0068] 即ち、オリフィス内蔵型弁は、公知の金属製ダイヤフラム弁体 2 3 及びオリフィス 7 等を有する弁機構と空気圧型弁駆動部 1 9 を用いた開閉弁 6 であり、従来公知（例えば、特許第 3 5 2 2 5 3 5 号公報及び特許第 4 1 3 7 2 6 7 号公報等）のものと同様構造に構成されている。

[0069] 前記弁機構は、図 4 及び図 5 に示す如く、本体 4 の他端面に形成した凹部 2 0 に設けられており、凹部 2 0 に挿着されて流出路 2 1 a を形成したインナーディスク 2 1 と、インナーディスク 2 1 の中心部に挿着されて流入路 2 2 a 及び弁座 2 2 b を形成した弁座体 2 2 と、弁座体 2 2 の中心部に設けられて弁座体 2 2 の流入路 2 2 a に連通するオリフィス孔（図示省略）を形成したオリフィス 7 と、弁座体 2 2 の弁座 2 2 b に当離座する円板状の金属製ダイヤフラム弁体 2 3 と、金属製ダイヤフラム弁体 2 3 の外周縁部をインナーディスク 2 1 との間で挟持するボンネットインサート 2 4 及びボンネット 2 5 と、金属製ダイヤフラム弁体 2 3 を押圧する弁体押え 2 6 と、弁体押え 2 6 を保持するステム 2 7 と、ステム 2 7 を本体 4 側へ付勢するスプリング 2 8 等から成る。

[0070] 尚、オリフィス 7 には、中心部に貫通状の通路を形成した凸状のオリフィスベース 7 a と、中心部に前記凸状のオリフィスベース 7 a の通路に連通する貫通状の通路を形成した凹状のオリフィスベース 7 b と、両オリフィスベース 7 a、7 b 間に気密状に挿着されて中心部にオリフィス孔（図示省略）を形成したオリフィスプレート 7 c とから成る従来公知のガスケット型オリフィスが使用されている。

[0071] そして、前記開閉弁 6 のオリフィス 7 と圧力制御用コントロール弁 5 とは、本体 4 に形成した上述した水平姿勢の水平通路部 3 d により連通状に接続されている。

[0072] 前記圧力センサ 8 は、図 3 に示す如く、円筒状のケーシング 3 0 と、ケー

シング 30 の軸心位置に外方へ突出する状態で設けられて圧力導入孔 31 a を形成する圧力導入パイプ 31 と、圧力導入パイプ 31 の先端部に溶接により固着したガスケット押え 32 と、ケーシング 30 内に設けられて圧力導入孔 31 a に連通する受圧室 33 と、ケーシング 30 内に設けられて受圧室 33 の圧力に応じて変位するダイヤフラム 34 と、ケーシング 30 内に設けられてダイヤフラム 34 の変位により圧力を電気信号に変換する感圧素子やストレンゲージから成る圧力検出素子（図示省略）とを備え、前記ダイヤフラム 34 の表面が圧力検知面（受圧面）となり、そこにかかる圧力を電気信号に変換することで、圧力を検出するものである。

[0073] この圧力センサ 8 は、その外径が 8 mm に形成されており、図 10 に示す従来の圧力センサ 8 の外径（16 mm）に比べて半分になっているので、設置スペースが小さくて済む。その結果、圧力制御用コントロール弁 5 と開閉弁 6 との距離を縮めることができ、水平通路部 3 d の長さを短くできてその内容積を小さくすることができる。

[0074] そして、前記圧力センサ 8 は、圧力導入パイプ 31 の先端部が本体 4 の他側面に形成した挿着孔 35 内にガスケット 36 を介して割りリング 37（又は U 字状リング）及びボンネット 38 により気密状に取り付け固定されており、圧力導入パイプ 31 の圧力導入孔 31 a が本体 4 に形成されて水平通路部 3 d と圧力センサ 8 とを接続する垂直通路部 3 e に連通状に接続されている。

この圧力センサ 8 の本体 4 への取り付けは、図 1 に示す第 1 の実施形態に係る圧力式流量制御装置の圧力センサ 8 と全く同じである。

[0075] 前記垂直通路部 3 e は、その内容積を出来るだけ小さくするためには、出来るだけ小さい内径とすることが好ましく、この実施形態においては、垂直通路部 3 e の内径を 0.5 mm ～ 1.0 mm としている。また、垂直通路部 3 e は、その内容積を出来るだけ小さくするためには、垂直通路部 3 e の長さは出来るだけ短い方が好ましく、圧力センサ 8 を水平通路部 3 d に出来るだけ近づけて配置する。

[0076] 図6は本発明の第3の実施形態に係る圧力式流量制御装置を示し、当該圧力式流量制御装置は、本体4の同じ面（図6に示す本体4の上面）に流体入口1と流体出口2をそれぞれ形成し、流体入口1及び流体出口2を本体4の一方向に配置すると共に、本体4の流体入口1及び流体出口2を形成した面と反対側の面（図6に示す本体4の下面）の中央位置に圧力センサ8を設けたものである。

[0077] この第3の実施形態に係る圧力式流量制御装置は、本体4の同じ面に流体入口1と流体出口2を形成し、本体4の反対側の面の中央位置に圧力センサ8を設けたこと以外は、図4及び図5に示す第2の実施形態に係る圧力式流量制御装置と同様構造に構成されているため、第2の実施形態に係る圧力式流量制御装置と同じ部位・部材には同一の参照番号を付し、その詳細な説明を省略する。

[0078] 図7は本発明の第4の実施形態に係る圧力式流量制御装置を示し、当該圧力式流量制御装置は、流体入口1と流体出口2との間を連通する流体通路3を設けた本体4と、本体4に水平姿勢で固定されて流体通路3を開閉する圧力制御用コントロール弁5と、本体4に前記圧力制御用コントロール弁5に対向する状態で固定されて圧力制御用コントロール弁5の下流側の流体通路3を開閉する開閉弁6と、開閉弁6の上流側の流体通路3に設けたオリフィス7と、本体4に固定されて圧力制御用コントロール弁5とオリフィス7との間の流体通路3の内圧を検出する圧力センサ8とを備え、前記流体通路3は、圧力制御用コントロール弁5と圧力センサ8の圧力検知面上の圧力検知室3fとを接続する第4通路部3gと、第4通路部3gと離間して圧力検知室3fとオリフィス7とを接続する第5通路部3hとを備えており、圧力検知室3fを経由するように構成されている。

[0079] この第4の実施形態に係る圧力式流量制御装置は、本体4の同じ面（図7に示す本体4の上面）に流体入口1と流体出口2を形成し、本体4の反対側の面（図7に示す本体4の下面）の中央位置に従来公知の圧力センサ8を設けたこと以外は、図4及び図5に示す第2の実施形態に係る圧力式流量制御

装置と同様構造に構成されているため、第2の実施形態に係る圧力式流量制御装置と同じ部位・部材には同一の参照番号を付し、その詳細な説明を省略する。

[0080] 前記圧力センサ8は、半導体ひずみゲージが表面に形成されたダイヤフラムを備え、その表面が圧力検知面(受圧面)となり、そこにかかる圧力によって変形して発生するピエゾ抵抗効果による電気抵抗の変化を電気信号に変換することで、圧力を検出するものである。

[0081] この圧力センサ8は、本体4の一側面(図7に示す本体4の下面)に形成された挿着孔35にリングガスケット29を介して挿入され、押え螺子39によって固定されている。このように、圧力センサ8を挿着孔35に挿着することにより、挿着孔35の内底面とリングガスケット29と圧力センサ8の受圧面である圧力検知面とによって囲まれた圧力検知室3fが形成されている。

[0082] 尚、圧力検知室3fの内容積は、出来るだけ小さくすることが望まれるが、圧力センサ8の受圧面を構成するダイヤフラムはステンレス等で形成されており、高温になると膨張し、挿着孔35の内底面側に膨らんで盛り上がるので、圧力センサ8のダイヤフラムの熱膨張を圧力検知室3fが許容し得る程度の深さ寸法とする必要がある。例えば、ある種の圧力センサのダイヤフラムは、100℃で0.13mm程度膨れ上がり、圧力検知室3fの深さ寸法、即ち、挿着孔35の内底面と圧力検知面(非変形時)との距離は、例えば、0.13~0.30mmとされる。

また、リングガスケット29は、ステンレス等で形成され、鏡面仕上げ、真空炉での固溶化熱処理等が施され、高精度に仕上げられる。

[0083] 前記第4通路部3gは、L字状に形成されており、一端部が圧力制御用コントロール弁5に接続されていると共に、他端部が圧力検知室3fの圧力制御用コントロール弁5側の端部に接続されている。

[0084] 前記第5通路部3hは、L字状に形成されており、一端部が圧力検知室3fの開閉弁6側の端部に接続されていると共に、他端部がオリフィス7に接

続されている。

[0085] このように、第4通路部3gと第5通路部3hは、圧力検知室3fの両端部に接続されている。そうすることにより、圧力検知室3fを流体通路3として最大限利用することで、流体通路3の内容積を小さくすることができる。即ち、圧力検知室3fの空間容積は不可避であるため、これを流体通路3として利用することで、流体通路3の内容積を減少させ得る。

[0086] 前記第4通路部3g及び第5通路部3hは、その内容積を出来るだけ小さくするためには、出来るだけ小さい内径とすることが好ましく、この実施形態においては、第4通路部3g及び第5通路部3hの内径をそれぞれ0.5mm～1.0mmとしている。また、第4通路部3g及び第5通路部3hは、その内容積を出来るだけ小さくするためには、第4通路部3g及び第5通路部3hの長さは出来るだけ短い方が好ましく、圧力制御用コントロール弁5と開閉弁6と圧力センサ8とを出来るだけ近づけて配置する。

[0087] 下記の表1～表3は、図10に示す従来の圧力式流量制御装置の容量（内容積）と、図1及び図2に示す第1の実施形態に係る圧力式流量制御装置の容量（内容積）と、図4～図6に示す第2及び第3の実施形態に係る圧力式流量制御装置の容量（内容積）とを比較したものである。

[0088] 即ち、表1は、図10に示す従来の圧力式流量制御装置の圧力制御用コントロール弁40とオリフィス43との間の流体通路（第1流路50、第2流路51及び第3流路52）の容量と圧力センサ48の圧力検知面上の圧力検知室の容量を示すものであり、表1の（a）、（b）、（c）は第1流路50、第2流路51、第3流路52の内径をそれぞれ1mm、0.7mm、0.5mmとした場合の容量である。

[0089] また、表2は、図1及び図2に示す第1の実施形態に係る圧力式流量制御装置の圧力制御用コントロール弁5とオリフィス7との間の流体通路3（第1通路部3a、第2通路部3b、第3通路部3c）の容量と圧力センサ8の受圧室33、圧力導入孔31a及びガスケット36の内周面で囲まれた空間の容量を示すものであり、表2の（a）、（b）、（c）は第1通路部3a

、第2通路部3 b及び第3通路部3 cの内径をそれぞれ1 mm、0.7 mm、0.5 mmとした場合の容量である。

[0090] 更に、表3は、図4～図6に示す第2及び第3の実施形態に係る圧力式流量制御装置の圧力制御用コントロール弁5とオリフィス7との間の流体通路3（水平通路部3 d及び垂直通路部3 e）の容量と圧力センサ8の受圧室3 3、圧力導入孔3 1 a及びガスケット3 6の内周面で囲まれた空間の容量を示すものであり、表3の（a）、（b）、（c）は水平通路部3 d、垂直通路部3 eの内径をそれぞれ1 mm、0.7 mm、0.5 mmとした場合の容量である。

[0091] [表1]

(a)				(b)				(c)			
従来例				従来例				従来例			
	径	長さ	容量		径	長さ	容量		径	長さ	容量
	mm	mm	cc		mm	mm	cc		mm	mm	cc
第1流路	1	6.7	0.00526	第1流路	0.7	6.7	0.00258	第1流路	0.5	6.7	0.00132
第2流路	1	25.2	0.01979	第2流路	0.7	25.2	0.00970	第2流路	0.5	25.2	0.00495
第3流路	1	12.9	0.01013	第3流路	0.7	12.9	0.00496	第3流路	0.5	12.9	0.00253
圧力センサ	16mmφ		0.03200	圧力センサ	16mmφ		0.03200	圧力センサ	16mmφ		0.03200
合 計			0.06719	合 計			0.04924	合 計			0.04080

[0092] [表2]

(a)				(b)				(c)			
垂直配置型				垂直配置型				垂直配置型			
	径	長さ	容量		径	長さ	容量		径	長さ	容量
	mm	mm	cc		mm	mm	cc		mm	mm	cc
第1通路部	1	2.2	0.00173	第1通路部	0.7	2.2	0.00085	第1通路部	0.5	2.2	0.00043
第2通路部	1	20.6	0.01618	第2通路部	0.7	20.6	0.00793	第2通路部	0.5	20.6	0.00404
第3通路部	1	9.1	0.00715	第3通路部	0.7	9.1	0.00350	第3通路部	0.5	9.1	0.00179
圧力センサ	8mmφ		0.01614	圧力センサ	8mmφ		0.01614	圧力センサ	8mmφ		0.01614
合 計			0.04119	合 計			0.02842	合 計			0.02240

[0093] [表3]

(a)				(b)				(c)			
対向配置型				対向配置型				対向配置型			
	径	長さ	容量		径	長さ	容量		径	長さ	容量
	mm	mm	cc		mm	mm	cc		mm	mm	cc
水平通路部	1	20.5	0.01610	水平通路部	0.7	20.5	0.00789	水平通路部	0.5	20.5	0.00403
垂直通路部	1	7.2	0.00565	垂直通路部	0.7	7.2	0.00277	垂直通路部	0.5	7.2	0.00141
圧力センサ	8mmφ		0.01614	圧力センサ	8mmφ		0.01614	圧力センサ	8mmφ		0.01614
合 計			0.03789	合 計			0.02680	合 計			0.02158

[0094] 下記の表 4 は、従来の圧力式流量制御装置の容量（第 1 流路 5 0、第 2 流路 5 1、第 3 流路 5 2 及び圧力センサ 4 8 の圧力検知室）を 1 0 0 % した場合の第 1 の実施形態に係る圧力式流量制御装置の容量（第 1 通路部 3 a、第 2 通路部 3 b、第 3 通路部 3 c、圧力センサ 8 の受圧室 3 3、圧力導入孔 3 1 a 及びガスケット 3 6 の内周面で囲まれた空間）と第 2 及び第 3 の実施形態に係る圧力式流量制御装置の容量（水平通路部 3 d、垂直通路部 3 e、圧力センサ 8 の受圧室 3 3、圧力導入孔 3 1 a 及びガスケット 3 6 の内周面で囲まれた空間）をそれぞれ示すものである。

[0095] [表 4]

	1mm ϕ	0.7mm ϕ	0.5mm ϕ
従来の圧力式流量制御装置	100%	73%	61%
第 1 の実施形態に係る圧力式流量制御装置(垂直配置型)	61%	42%	33%
第 2 の実施形態に係る圧力式流量制御装置(対向配置型)	56%	40%	32%

[0096] 表 1 ～表 4 から明らかなように、第 1 ～第 3 の実施形態に係る圧力式流量制御装置は、従来の圧力式流量制御装置に比較して容量を大幅に削減することができる。特に、第 2 及び第 3 の実施形態に係る圧力式流量制御装置においては、従来の圧力式流量制御装置に比較して容量を約半分から 1 / 3 程度にすることができる。

[0097] 従って、第 1 ～第 3 の実施形態に係る圧力式流量制御装置は、圧力制御用コントロール弁 5 と開閉弁 6 の上流側に設けたオリフィス 7 との間の流体通路 3 の内容積を、従来に比して小さくすることができ、その結果、立下り特性を向上させることができる。

[0098] 尚、第 4 の実施形態に係る圧力式流量制御装置も、圧力制御用コントロール弁 5 と開閉弁 6 の上流側に設けたオリフィス 7 との間の流体通路 3 の内容積を、従来に比して小さくすることができ、その結果、立下り特性を向上させることができる。

産業上の利用可能性

[0099] 本発明は、半導体製造装置用のガス供給設備やガス供給装置のみならず、

化学産業や食品産業、薬品産業等のあらゆるガス供給設備の流量制御装置に適用できるものである。

請求の範囲

- [請求項1] 流体入口と流体出口との間を連通する流体通路を設けた本体と、本体に水平姿勢で固定されて流体通路を開閉する圧力制御用コントロール弁と、本体に垂直姿勢で固定されて圧力制御用コントロール弁の下流側の流体通路を開閉する開閉弁と、開閉弁の上流側の流体通路に設けたオリフィスと、本体に固定されて圧力制御用コントロール弁とオリフィスとの間の流体通路の内圧を検出する圧力センサとを備え、前記流体通路は、圧力制御用コントロール弁に接続される水平姿勢の第1通路部と、第1通路部とオリフィスとを接続する垂直姿勢の第2通路部と、第2通路部と圧力センサとを接続する水平姿勢の第3通路部とを備えていることを特徴とする圧力式流量制御装置。
- [請求項2] 流体入口と流体出口との間を連通する流体通路を設けた本体と、本体に水平姿勢で固定されて流体通路を開閉する圧力制御用コントロール弁と、本体に前記圧力制御用コントロール弁に対向する状態で固定されて圧力制御用コントロール弁の下流側の流体通路を開閉する開閉弁と、開閉弁の上流側の流体通路に設けたオリフィスと、本体に固定されて圧力制御用コントロール弁とオリフィスとの間の流体通路の内圧を検出する圧力センサとを備え、前記流体通路は、圧力制御用コントロール弁とオリフィスとを接続する水平通路部と、水平通路部と圧力センサとを接続する垂直通路部とを備えていることを特徴とする圧力式流量制御装置。
- [請求項3] 流体入口と流体出口との間を連通する流体通路を設けた本体と、本体に水平姿勢で固定されて流体通路を開閉する圧力制御用コントロール弁と、本体に前記圧力制御用コントロール弁に対向する状態で固定されて圧力制御用コントロール弁の下流側の流体通路を開閉する開閉弁と、開閉弁の上流側の流体通路に設けたオリフィスと、本体に固定されて圧力制御用コントロール弁とオリフィスとの間の流体通路の内圧を検出する圧力センサとを備え、前記流体通路は、圧力制御用コン

トロール弁と圧力センサの圧力検知面上の圧力検知室とを接続する第4通路部と、第4通路部と離間して圧力検知室とオリフィスとを接続する第5通路部とを備えていることを特徴とする圧力式流量制御装置。

[請求項4] 開閉弁及びオリフィスを、開閉弁内にオリフィスを一体的に組み付け固定した構成のオリフィス内蔵型弁により形成したことを特徴とする請求項1、請求項2又は請求項3に記載の圧力式流量制御装置。

[請求項5] 圧力制御用コントロール弁が金属製ダイヤフラム弁体を備え、当該金属製ダイヤフラム弁体が開閉弁の下方位置に配設されていると共に、金属製ダイヤフラム弁体の中央部が本体に形成した弁座に当離座し、前記弁座の中央位置に第1通路部が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の圧力式流量制御装置。

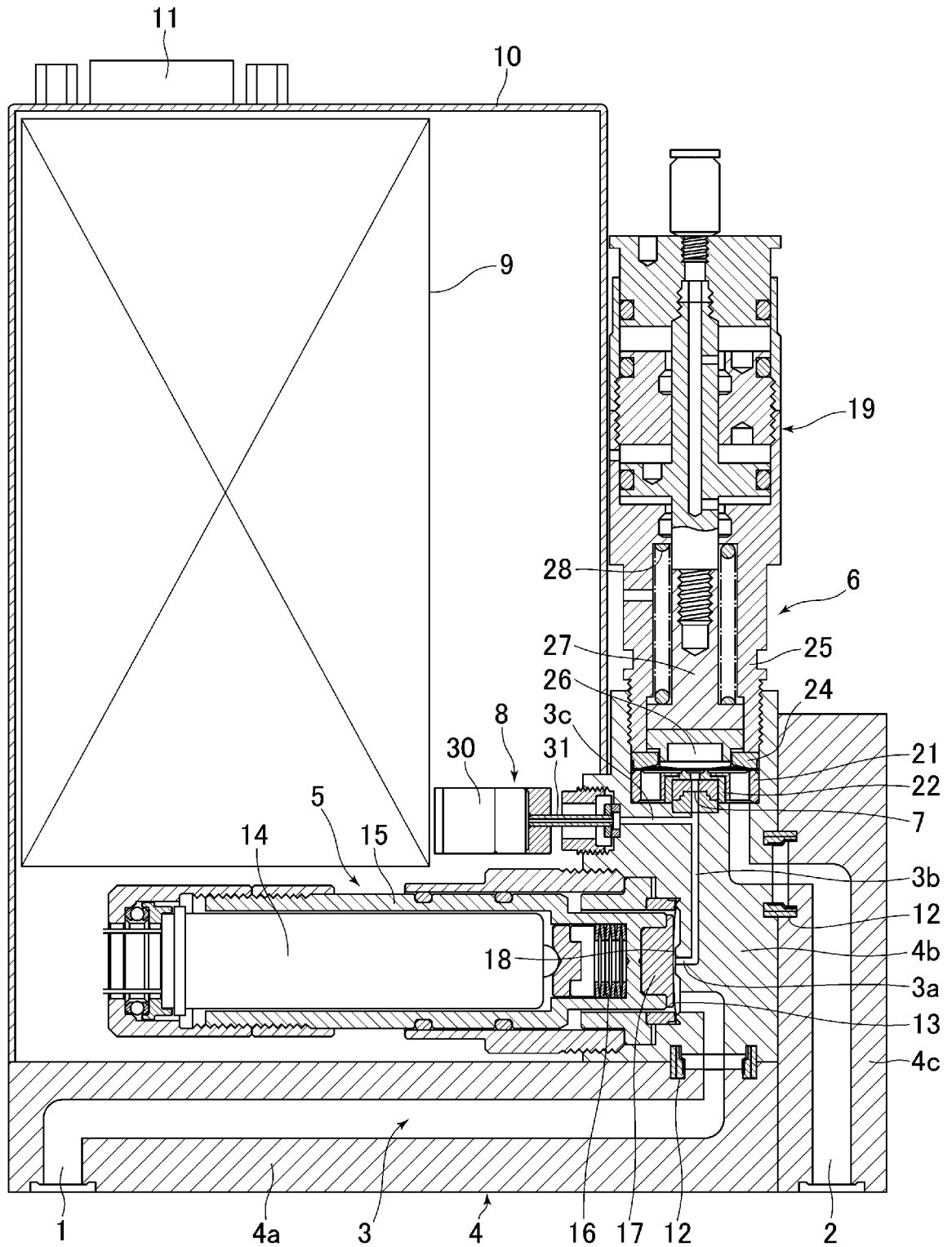
[請求項6] 圧力制御用コントロール弁が金属製ダイヤフラム弁体を備え、当該金属製ダイヤフラム弁体の中央部が本体に形成した弁座に当離座すると共に、前記弁座の中央位置に水平通路部が形成されていることを特徴とする請求項2に記載の圧力式流量制御装置。

[請求項7] 圧力制御用コントロール弁が金属製ダイヤフラム弁体を備え、当該金属製ダイヤフラム弁体の中央部が本体に形成した弁座に当離座すると共に、前記弁座の中央位置に第4通路部が形成されていることを特徴とする請求項3に記載の圧力式流量制御装置。

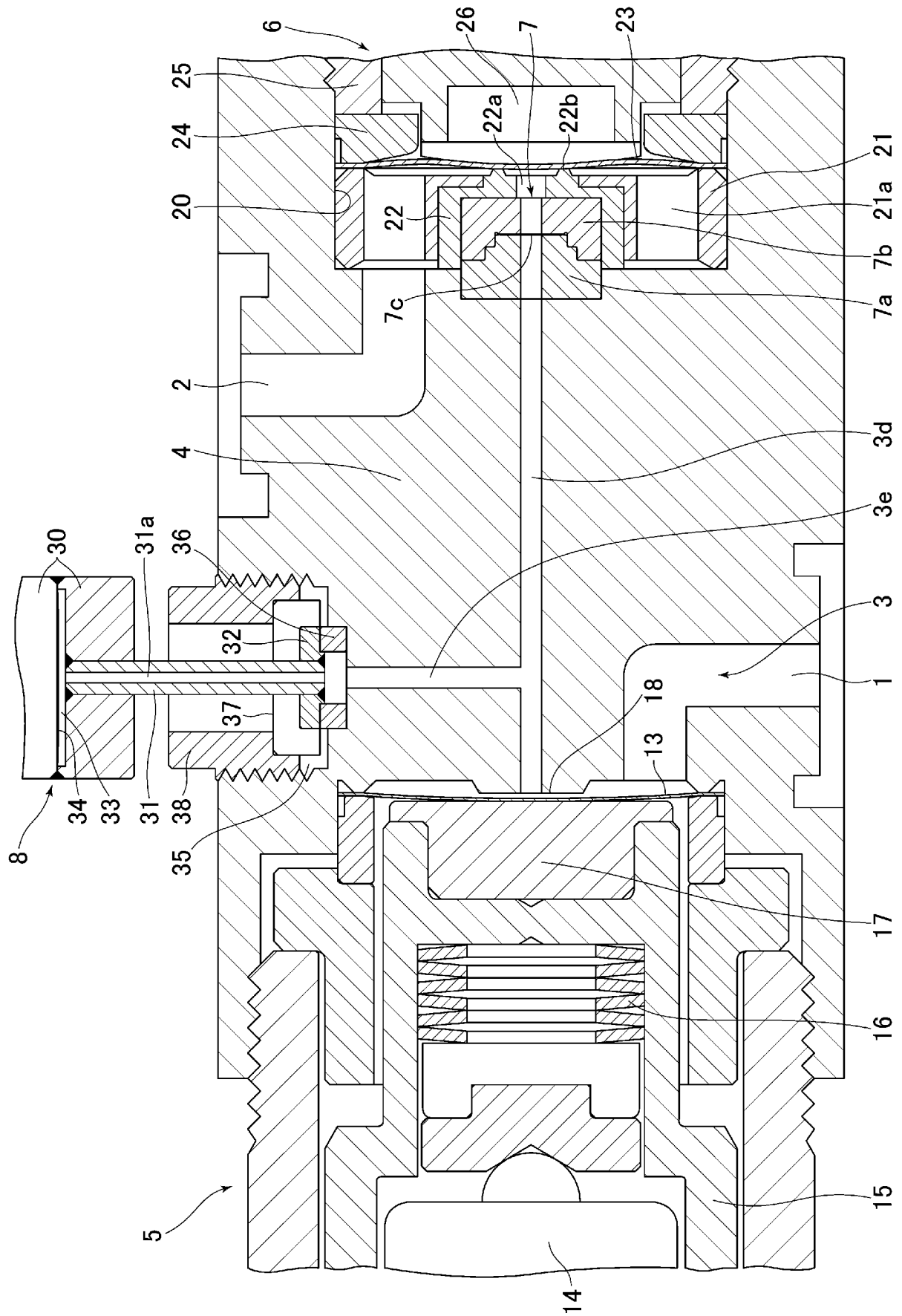
[請求項8] 圧力センサは、ケーシングと、ケーシングに外方へ突出する状態で設けられて圧力導入孔を形成する圧力導入パイプと、ケーシング内に設けられて圧力導入孔に連通する受圧室と、ケーシング内に設けられて受圧室の圧力に応じて変位するダイヤフラムと、ケーシング内に設けられてダイヤフラムの変位により圧力を電気信号に変換する圧力検出素子とを備え、前記圧力導入パイプの先端部を本体に気密状に取り付け、圧力導入パイプの圧力導入孔と第3通路部とを連通させたことを特徴とする請求項1に記載の圧力式流量制御装置。

- [請求項9] 圧力センサは、ケーシングと、ケーシングに外方へ突出する状態で設けられて圧力導入孔を形成する圧力導入パイプと、ケーシング内に設けられて圧力導入孔に連通する受圧室と、ケーシング内に設けられて受圧室の圧力に応じて変位するダイヤフラムと、ケーシング内に設けられてダイヤフラムの変位により圧力を電気信号に変換する圧力検出素子とを備え、前記圧力導入パイプの先端部を本体に気密状に取り付け、圧力導入パイプの圧力導入孔と垂直通路部とを連通させたことを特徴とする請求項2に記載の圧力式流量制御装置。
- [請求項10] 圧力センサは、本体に形成した挿着孔にリングガasketを介して挿着され、また、圧力センサの圧力検知面上の圧力検知室は、挿着孔の内底面とリングガasketと圧力センサの圧力検知面とで囲まれた空間から成り、更に、第4通路部が圧力検知室の圧力制御用コントロール弁側の端部に接続されていると共に、第5通路部が圧力検知室の開閉弁側の端部に接続されていることを特徴とする請求項3に記載の圧力式流量制御装置。
- [請求項11] 第1通路部、第2通路部及び第3通路部の断面形状を円形とし、その内径を0.5mm～1.0mmとしたことを特徴とする請求項1に記載の圧力式流量制御装置。
- [請求項12] 水平通路部及び垂直通路部の断面形状を円形とし、その内径を0.5mm～1.0mmとしたことを特徴とする請求項2に記載の圧力式流量制御装置。
- [請求項13] 第4通路部及び第5通路部の断面形状を円形とし、その内径を0.5mm～1.0mmとしたことを特徴とする請求項3に記載の圧力式流量制御装置。
- [請求項14] 本体の同じ面に流体入口と流体出口を形成し、流体入口及び流体出口を本体の一方向に配置する構成としたことを特徴とする請求項2又は請求項3に記載の圧力式流量制御装置。

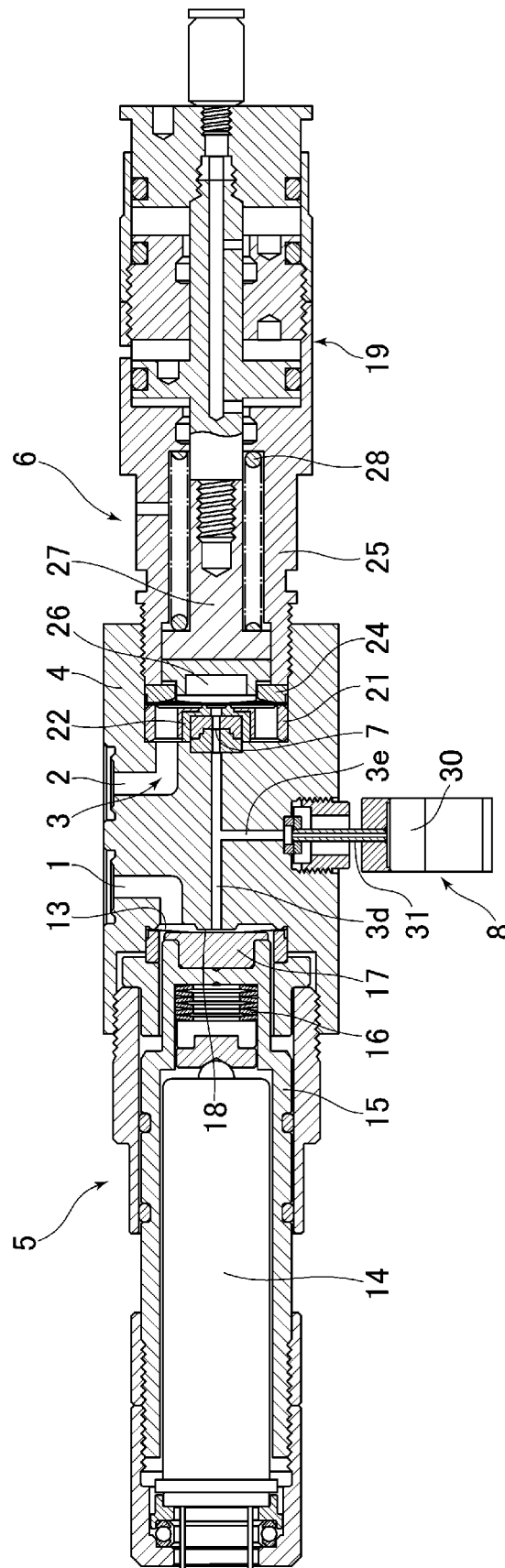
[図1]



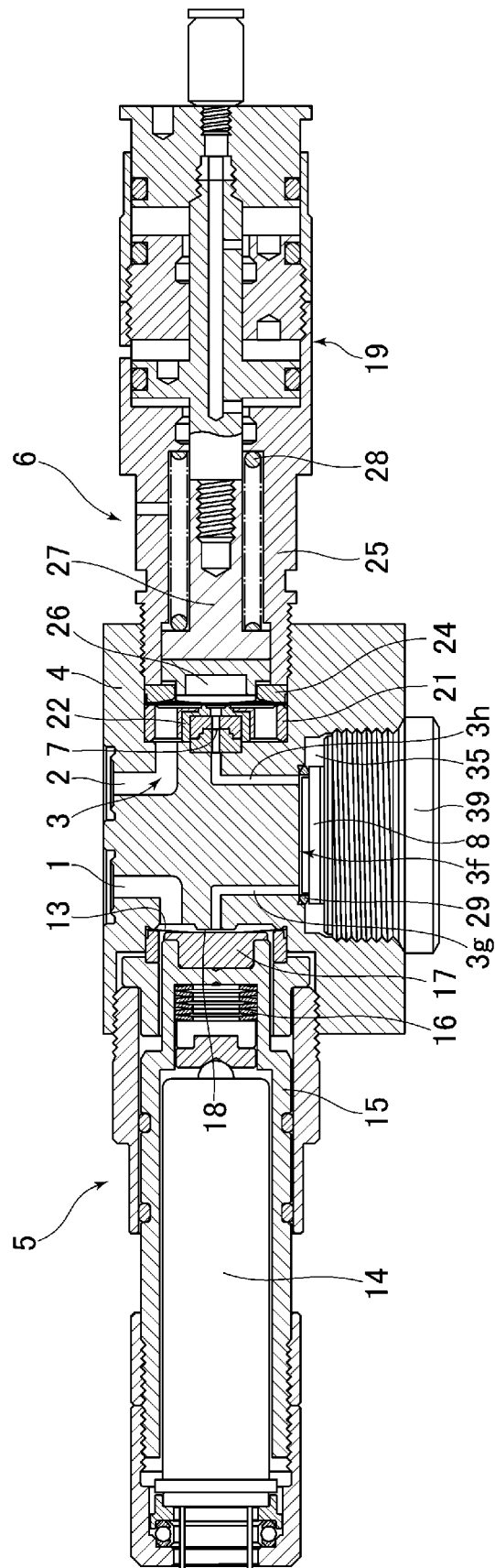
[図5]



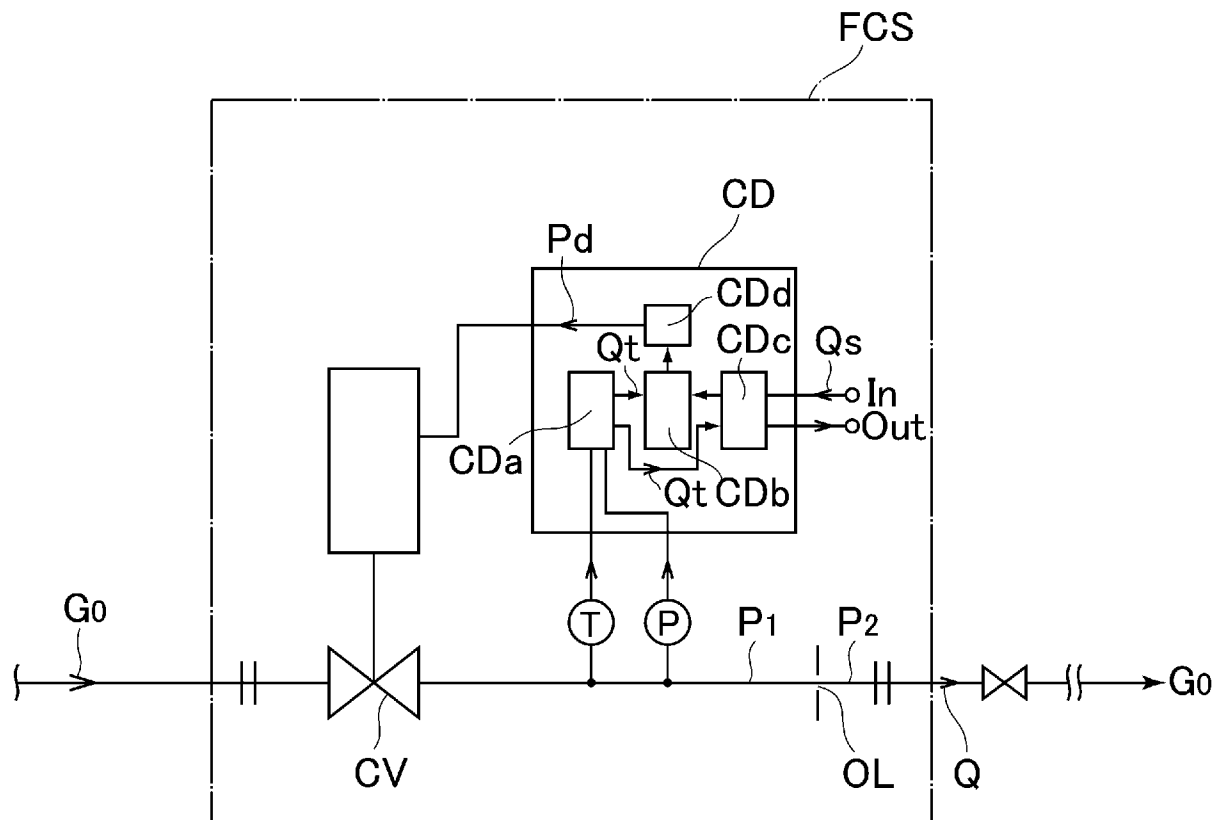
[図6]



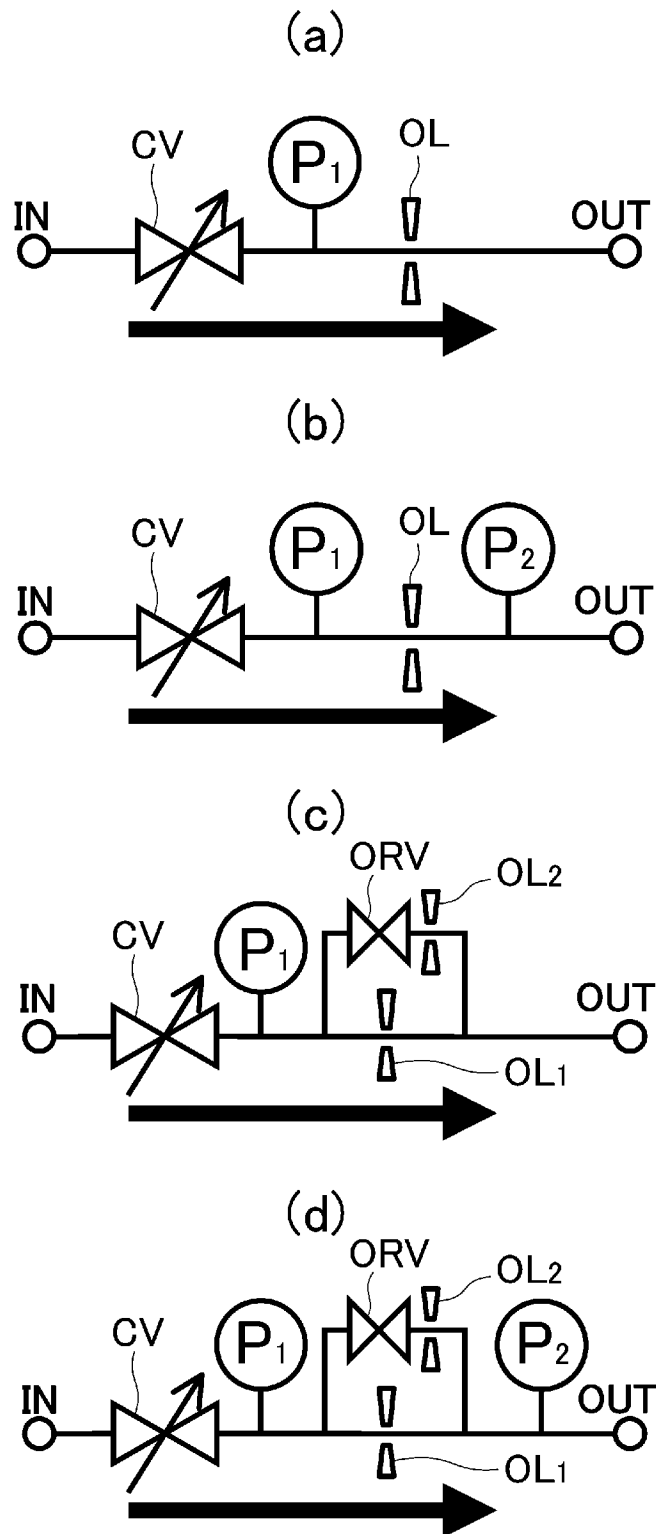
[図7]



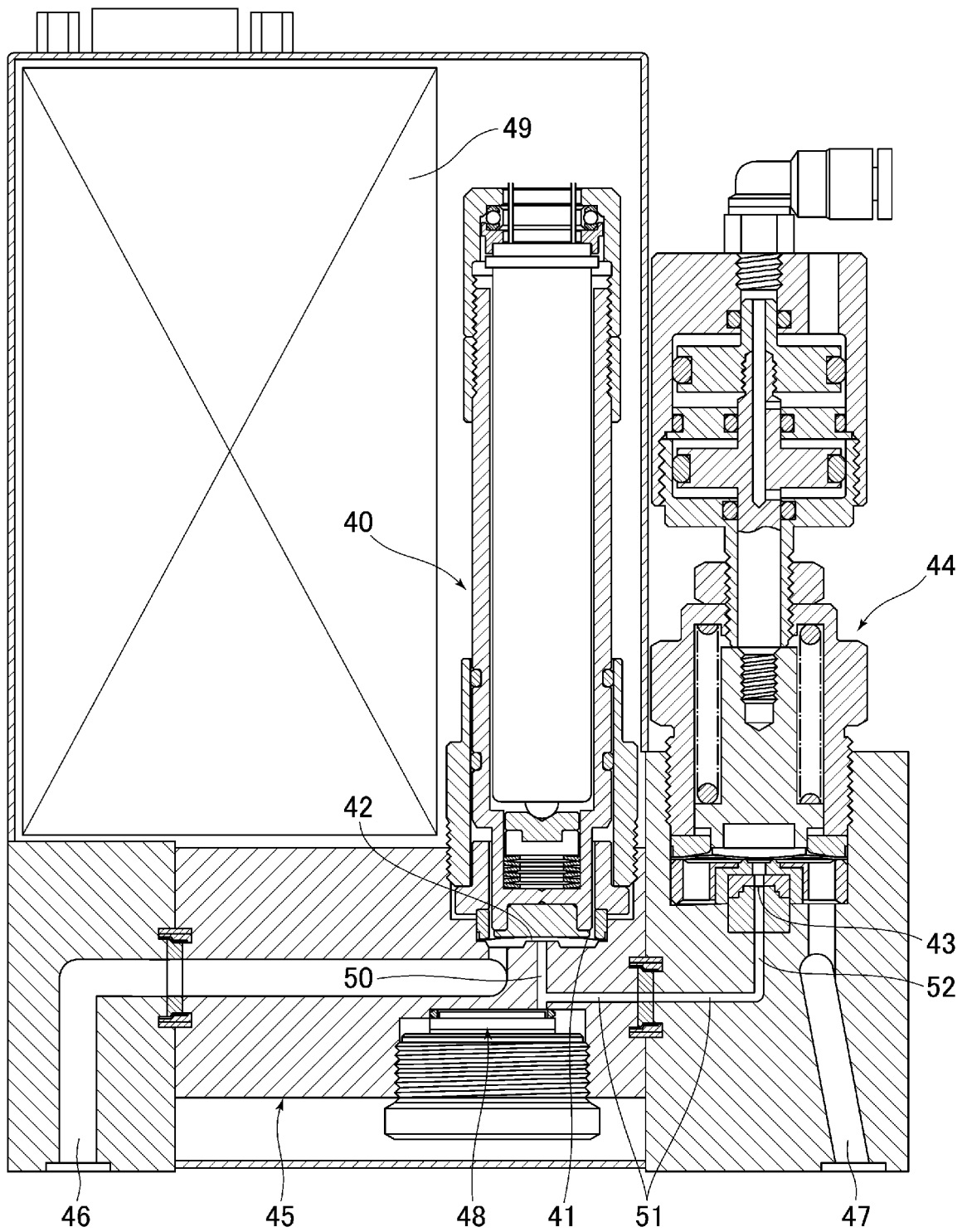
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/003474

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

G05D7/06

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y A	JP 8-338546 A (Fujikin Inc.), 24 December 1996 (24.12.1996), paragraphs [0034] to [0043]; fig. 2 & US 5669408 A & US 5791369 A & EP 749058 A2 & DE 69615933 T2 & CA 2177790 A1 & IL 118586 A & KR 10-0173535 B1 & TW 300947 B	1, 4-5, 11 2-3, 6-10, 12-14
Y A	WO 2013/046660 A1 (Fujikin Inc.), 04 April 2013 (04.04.2013), paragraphs [0072] to [0073]; fig. 2 to 4, 7 to 8 & US 2014/0299201 A1 & CN 103827560 A & KR 10-2014-0053397 A & TW 201341704 A	1, 4-5, 11 2-3, 6-10, 12-14

☒ 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
23 July 2015 (23.07.15)

Date of mailing of the international search report
04 August 2015 (04.08.15)

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/JP2015/003474

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 2014-132188 A (Horiba Stec Co., Ltd.), 17 July 2014 (17.07.2014), entire text; all drawings & US 2014/0190578 A1 & CN 103912690 A & KR 10-2014-0090081 A	1-14
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 183896/1986 (Laid-open No. 89109/1988) (Kabushiki Kaisha Nippon IC), 10 June 1988 (10.06.1988), entire text; all drawings & US 4794947 A	1-14
A	WO 2011/040409 A1 (Horiba Stec Co., Ltd.), 07 April 2011 (07.04.2011), entire text; all drawings & TW 201132942 A	1-14
A	JP 2003-316442 A (Estic Corp.), 07 November 2003 (07.11.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-14

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

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

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
Y	JP 8-338546 A（株式会社フジキン）1996.12.24, 段落【0034】	1, 4-5, 11
A	一段落【0043】、図2 & US 5669408 A & US 5791369 A & EP 749058 A2 & DE 69615933 T2 & CA 2177790 A1 & IL 118586 A & KR 10-0173535 B1 & TW 300947 B	2-3, 6-10, 12-14
Y	W0 2013/046660 A1（株式会社フジキン）2013.04.04, 段落【0072】	1, 4-5, 11
A	一段落【0073】、図2 - 図4、図7 - 図8 & US 2014/0299201 A1 & CN 103827560 A & KR 10-2014-0053397 A & TW 201341704 A	2-3, 6-10, 12-14

☒ 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

2 3 . 0 7 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 4 . 0 8 . 2 0 1 5

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）

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 6 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 2014-132188 A (株式会社堀場エステック) 2014. 07. 17, 全文、 全図 & US 2014/0190578 A1 & CN 103912690 A & KR 10-2014-0090081 A	1-14
A	日本国実用新案登録出願61-183896号(日本国実用新案登録出願公開 63-89109号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム(株式会社日本アイ・シー) 1988. 06. 10, 全文、全 図 & US 4794947 A	1-14
A	WO 2011/040409 A1 (株式会社堀場エステック) 2011. 04. 07, 全文、 全図 & TW 201132942 A	1-14
A	JP 2003-316442 A (株式会社エステック) 2003. 11. 07, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-14