

(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
2014年10月30日(30.10.2014)



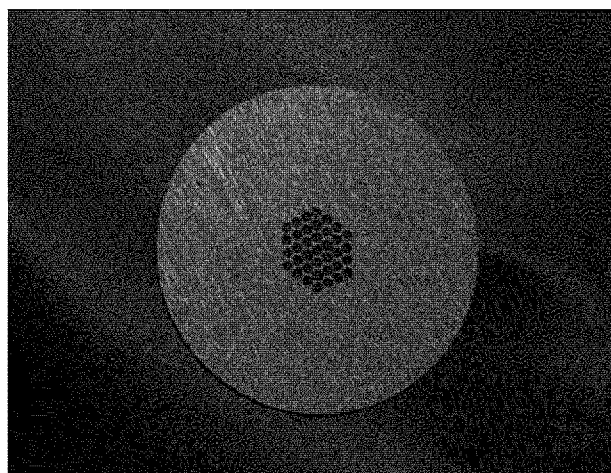
(10) 国際公開番号
WO 2014/174782 A1

- (51) 国際特許分類:
F16L 55/00 (2006.01) *G05D 7/06* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/002041
- (22) 国際出願日: 2014年4月9日(09.04.2014)
- (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 2013-091867 2013年4月25日(25.04.2013) 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: 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). 日高 敦志(HIDAKA, Atsushi); 〒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); 〒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, Ryouusuke); 〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号株式
- (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, LT, 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,

[続葉有]

(54) Title: MULTI-HOLE FLOW CONTROL ORIFICE PLATE AND FLOW CONTROL DEVICE USING SAME

(54) 発明の名称: 流量制御用の多孔型オリフィスプレート及びこれを用いた流量制御装置



(57) Abstract: The present invention prevents fluctuations in the orifice upstream to downstream pressure ratio (P_2/P_1) at which critical expansion conditions hold, and narrowing of the flow control range which occur when the orifice hole diameter in a flow control orifice plate is increased to handle increases in controlled flow. The present invention is configured by dividing the open area of a single orifice in a flow control orifice plate (7a) necessary for the passage of a specified flow of fluid and providing multiple orifices (12), the total open area of which is equal to said open area.

(57) 要約: 本発明は、制御流量制御用オリフィスプレートに於いて、制御流量の増大に対応するため、オリフィスの孔径を大きくすると、臨界膨張条件が成立するオリフィス上・下流の圧力比 P_2/P_1 が変動し、流量制御範囲が狭くなることを防止する。本発明は、流量制御用オリフィスプレート7aに於いて、所定流量の流体の流通に必要な一つのオリフィスの開口面積を分割し、前記開口面積に等しい総開口面積を有する複数個のオリフィス12を設けた構成とする。



WO 2014/174782 A1



SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

明 細 書

発明の名称：

流量制御用の多孔型オリフィスプレート及びこれを用いた流量制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、流量制御用のオリフィスプレート及びこれを用いた圧力制御式流量制御装置の改良に関するものであり、特に、半導体製造装置用ガス供給装置等で用いる圧力制御式流量制御装置において、オリフィスを流通する流体の臨界膨張条件が成立するオリフィス上流側圧力 P_1 、オリフィス下流側圧力 P_2 の圧力比 P_2/P_1 の範囲を広く且つ安定に保持できるようにすることにより、広い流量範囲に亘って高精度な流量制御を行えるようにした流量制御用の多孔型オリフィスプレートとこれを用いた圧力制御式流量制御装置に関するものである。

背景技術

[0002] オリフィス上流側圧力 P_1 、オリフィス下流側圧力 P_2 の圧力比 P_2/P_1 が気体の臨界膨張条件が成立する圧力比以下になると、オリフィスを流通する気体の流速が音速となり、オリフィス下流側の圧力 P_2 の変動が上流側に伝播せず、その結果、オリフィスプレートを流通する気体流量は、オリフィスの孔径が一定であれば気体の種類に拘わらず、オリフィス上流側の気体圧力 P_1 に正比例して変化することになる。

[0003] 一方、オリフィスの有する上述のような特性を利用して、オリフィスを用いた流体の流量制御装置が多数開発されている。

図13は、本発明者等が先に公開したオリフィスを用いた圧力制御式流量制御装置の構成一例を示すものであり、当該流量制御装置21はコントロール弁22、圧力検出器23、温度検出器24、オリフィス25、演算制御装置26、増幅器27a、27b、A/D変換28a・28b等から形成されている（特開平8-338546号）。

[0004] そして、圧力検出器23によりオリフィス25の上流側の流体圧力 P_1 が検

出され、演算制御装置 26 へ入力され、演算制御装置 26 では $Q_c = K P_1$ の演算式を用いて流量 Q_c が演算されると共に、流量指令値 Q_s と Q_c の比較が行われ、両者の差 $Q_c - Q_s$ に相当する制御信号 Q_y がコントロール弁 22 の駆動部 30 へ入力される。

また、コントロール弁 22 は、制御信号 Q_y によって両者の差 $Q_c - Q_s$ が零になる方向に開閉制御され、これによりオリフィス 25 の下流側の流量が設定流量（流量指令値） Q_s に常時保持される。

[0005] 更に、前記オリフィス 25 は、厚さ 0.02~0.20 mm の金属板にプレス加工、放電加工やエッチング加工によって内径 0.01~0.20 mm の小孔を一つ穿設することにより形成されており、気体の所要制御流量によってオリフィスの孔径は適宜に選定される。

[0006] 尚、オリフィス 25 の形成は、一般には放電加工やエッチング加工により行われているが、加工コストの引下げを図るために、ドリル錘を用いた所謂切削加工によりオリフィスが形成される場合もある（特開平 11-117915 号）。

[0007] 図 14 は、図 13 の圧力制御式流量制御装置において、気体を窒素ガスとした場合の流量制御特性を示すものであり、オリフィス 25 の下流側を大気圧とした場合を示すものである。

この図 14 から明らかなように、上流側圧力 P_1 が下流側圧力 P_2 の約 2 倍を越える範囲に於いては、流量 Q_c と P_1 とはリニアな関係に保持され、 Q_c はオリフィス上流側の圧力 P_1 に正比例することになり、オリフィス上流側圧力 P_1 を自動制御することにより、オリフィスを流通する流量のフィードバック制御を行うことができる。尚、図 14 に於いて、A はオリフィスの孔径が 0.37 mm ϕ 、B は 0.20 ϕ の場合の流量制御特性を示すものである。

[0008] 図 14 から明らかなように、両線 A、B とも、 $P_2 < 0.5 P_1$ の範囲（即ち、 $P_2 / P_1 < 0.5$ ）に於いて、直線性が良く保持されており、 P_1 の調整により高精度な流量制御が行える。

[0009] しかし、気体の臨界膨張条件 ($P_2/P_1 < 0.5$ 又は、 $P_1/P_2 > 2$) が成立する P_1 の下限値 (即ち、直線性が保持される P_1 の下限値) は、現実にはオリフィスの内径によって若干変化することが判っており、オリフィスの孔径が大になるほど臨界膨張条件が成立する P_2/P_1 の範囲が小さくなる傾向にある。即ち、 $P_2 = \text{一定}$ のときには、 P_1 の制御範囲の下限値が大きくなる。

[0010] 具体的には、オリフィスの孔径が大きくなると臨界圧比 $P_2/P_1 < 0.5$ が $P_2/P_1 < 0.45$ 程度に低下することとなり、 $P_2 = \text{一定}$ の時は、 P_1 の制御範囲の下限値が大きくなり、 P_1 の制御範囲が減少する。

[0011] 換言すれば、流量制御装置の制御流量が増加してオリフィスの孔径が大径になると、臨界圧比 P_2/P_1 の制御範囲が減少し、半導体製造装置の真空チャンバーへガス供給を行うような場合には、様々な不都合が生ずる。

[0012] 上述のように、従前の一つのオリフィスを設けたオリフィスプレートを用いた圧力式流量制御装置には、オリフィスの孔径が大径になるほど臨界膨張条件が成立する圧力比 P_2/P_1 が変動し、流量 (圧力) 制御範囲が変動すると云う難点があるため、半導体製造用装置に適用する圧力制御式流量制御装置の技術分野に於いては、オリフィスの孔径が変化しても、現実の臨界膨張条件が成立する圧力比 P_2/P_1 に変動が生じないようにした流量制御用オリフィスプレート、及び、これを用いた圧力制御式流量制御装置の出現が強く要請されている。

先行技術文献

特許文献

[0013] 特許文献1：特開平8-338546号

特許文献2：特開平11-117915号

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0014] 本願発明は、従前の流量制御用オリフィスプレート及びこれを用いた圧力

制御式流量制御装置に於ける上述のような問題、即ち、オリフィスの内径が大きくなるに従って、現実の臨界膨張条件が成立する圧力比 P_2/P_1 が変動（減少）することになり、圧力比 P_2/P_1 の制御制御範囲が狭くなると共に、圧力制御式流量制御装置の流量制御精度が低下する等の問題を解決し、流体流量が増加してオリフィスの内径を増大させても、現実の流量制御に於ける圧力比 P_2/P_1 を常に一定に保持できると共に、オリフィスプレートの製造コストの引き下げを可能にした流量制御用オリフィスプレート及びこれを用いた圧力制御式流量制御装置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] 先ず、本発明者等は、オリフィスが一つのオリフィスプレート（以下、単孔オリフィスプレートと呼ぶ）について、オリフィスの孔径 ϕ が変わることにより、流体の臨界膨張条件が成立するオリフィス上流側圧力 P_1 とオリフィス下流側圧力 P_2 の比 P_2/P_1 （以下、圧力比 P_2/P_1 と呼ぶ）が、現実にとどの程度変動するかを検証した。
- [0016] 図1は、従前の流量制御用単孔オリフィスプレート及び本発明に係る流量制御用多孔型オリフィスプレートの圧力比 P_2/P_1 等の流量特性試験に供した試験装置（流量測定装置）の系統図であり、1はガス入口、2は圧力調整器、3は圧力計、4はモルブロック流量測定器、5は圧力制御式流量制御装置、6はコントロール弁、7はオリフィスプレート、8はオリフィス上流側圧力検出器、9はオリフィス下流側圧力検出器、10はオリフィス下流側圧力 P_2 の調整弁、11は真空排気ポンプ、 P_1 はオリフィス上流側圧力、 P_2 はオリフィス下流側圧力である。なお、最大流量レンジ $F.S.$ は N_2 ガスを基準とする。
- [0017] 試験に供したオリフィスプレートは、厚さ $50\ \mu m$ の鋼板に $\phi = 67\ \mu m$ 、 $\phi = 179\ \mu m$ 、 $\phi = 250\ \mu m$ のオリフィスを設けた三種類であり、 $\phi = 67\ \mu m$ のオリフィスは最大流量レンジ（フルスケール） $F.S. = 130\ sccm$ の圧力制御式流量制御装置5に、また、 $\phi = 250\ \mu m$ は最大流量レンジ $F.S. = 850\ sccm$ の圧力制御式流量制御装置5に、更に、 ϕ

= 250 μ mは最大流量レンジF. S. = 1600 sccmの圧力式流量制御装置5に夫々使用されているものである。

[0018] 試験に際しては、先ず圧力調整器2により圧力計3の圧力 P_0 を300 kPa absに調整する。次に、圧力制御式流量制御装置5の設定流量を100%F. S. (定格流量)に設定し、真空排気ポンプ11を運転する。その後、真空排気ポンプ11の上流側の調整弁10を調整してオリフィス下流側圧力 P_2 を調整しつつ、モルブロック流量測定器4及び圧力式流量制御装置5にて夫々のガス流量を測定する。尚、試験用のガスは N_2 ガスとした。

[0019] 次に、モルブロック流量測定器4の測定流量 Q_s を基準値として圧力制御式流量制御装置5の各測定流量 Q_c の誤差(セットポイント誤差(S. P. %))を、 $(Q_c - Q_s) \times 100 / Q_s$ (S. P. %)として演算した。

尚、流量測定は、圧力制御式流量制御装置5の設定流量の100%、50%、20%及び10%の夫々について行った。

[0020] 図2、図3及び図4は、オリフィスの孔径の異なった三種の圧力制御式流量制御装置(F. S. 130 sccm、F. S. 850 sccm、F. S. 1600 sccm)の圧力比(P_2 / P_1)とセットポイント誤差(S. P. %)との関係を、圧力制御式流量制御装置5への設定入力(設定流量)をパラメータとして表したものであり、図2~図4の対比から流量レンジ(定格流量 S. P.)が大でオリフィスの孔径が大きくなるほど、セットポイント誤差(S. P. %)が零、即ち臨界膨張条件が成立する P_2 / P_1 の範囲が小さくなることが、確認できた。

[0021] また、図5、図6及び図7は、上記図1の試験装置により得られた流量調整結果から、セットポイント誤差(S. P. %)が $\pm 1\%$ 以内の圧力比 P_2 / P_1 に於ける設定流量(%)と、100%設定時における制御流量を基準とした流量直線性誤差(F. S. %)の関係、即ち、設定流量(%)と直線性誤差(F. S. %)の関係を示すものであり、臨界膨張条件が成立する圧力比 P_2 / P_1 の範囲内に於いては、単孔オリフィスプレートの流量直線性誤差F. S. %は $\pm 1\%$ F. S. 以内に収まっていることが判った。

- [0022] 本発明は上記図2乃至図7の如き流量特性試験の結果を基にして創作されたものであり、本発明者等は、単孔オリフィスプレートのオリフィスの孔径が小さいほど臨界膨張条件が成立する圧力比 P_2/P_1 の範囲が大きくなることに着目して、制御流量が増大した時には、従前のように流量幅に応じて単孔オリフィスプレートのオリフィスの孔径を大きくするのではなく、小さな孔径の多孔型オリフィスプレートのオリフィスの数を変化させ、これによって制御流量の増大に対応することにより、オリフィス流通流体の臨界膨張条件が成立する圧力比 P_2/P_1 の範囲を最大且つ一定に保持した状態で流量増加に対応し得ることに想到した。
- [0023] 本発明の第1の態様は、流量制御用オリフィスプレートに於いて、所定流量の流体の流通に必要な一つのオリフィスの開口面積を分割し、前記開口面積に等しい総開口面積を有する複数個のより小さなオリフィスを設けた構成としたことを発明の基本構成とするものである。
- [0024] 本発明の第2の態様は、前記第1の態様に於いて、前記複数のオリフィスをプレス加工により形成したものである。
- [0025] 本発明の第3の態様は、前記第1の態様に於いて、オリフィスプレートの厚さを $20\sim 200\mu\text{m}$ とすると共に、圧力制御式流量制御装置用のオリフィスプレートとしたものである。
- [0026] 本発明の第4の態様は、前記第1の態様に於いて、オリフィスプレートの厚さを $20\sim 200\mu\text{m}$ 、前記複数のオリフィスの各々の口径を $0.010\sim 0.200\text{mm}$ 、前記複数のオリフィスの数を $2\sim 100$ 個としたものである。
- [0027] 本発明の第5の態様は、前記第1の態様に於いて、前記複数のオリフィスの縦断平面形状を長方形部分と台形部分とからなる形状としたものである。
- [0028] 本発明の第6の態様は、前記第5の態様に於いて、前記オリフィスプレートの前記複数のオリフィスを穿設した部分の裏側面を研磨により仕上げたものである。
- [0029] 本発明の第7の態様は、前記第1の態様に於いて、オリフィス上流側圧力

(P_1) とオリフィス下流側圧力 (P_2) の比 P_2/P_1 が気体の臨界膨張条件が成立する圧力比以下の条件において、気体の流量 Q がオリフィス上流側の気体圧力 (P_1) に正比例して変化するようにしたものである。

[0030] 本発明の第8の態様は、圧力制御式流量制御装置に於いて、流量制御用オリフィスプレートを請求項1乃至請求項7の何れかに記載の多孔型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。

発明の効果

[0031] 本発明では、流体を臨界膨張条件下で流通させ、オリフィスを流通する流体流量 Q がオリフィス上流側圧力 P_1 に正比例するようにした流量制御用オリフィスプレートに於いて、所望流量の流体の流通に必要な一つのオリフィスの開口面積を分割し、前記開口面積に等しい総開口面積を有する複数個のオリフィスを設けた構成としている。

その結果、臨界膨張条件が成立するオリフィス上流側圧力 P_1 と下流側圧力 P_2 との圧力比 P_2/P_1 が、制御流量が増大してオリフィスの開口面積が大きくなっても、現実に変動することなく一定の値に保持されることになり、これにより P_2/P_1 の制御範囲（流量制御範囲）の減少を有効に防止することができる。また、当該オリフィスプレートを用いた圧力制御式流量制御装置にあっては、流量制御範囲の拡大と制御精度の向上が可能となる。

[0032] また、前記複数個のオリフィスは、プレス加工により容易に形成することが出来るため、従前のレーザ加工等による製造に比較して、低コストでのオリフィスプレートの製造が可能となる。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]オリフィスの流量特性試験に供した試験装置の系統図である。

[図2] $F. S. 130 \text{ sccm}$ の圧力制御式流量制御装置の圧力比 P_2/P_1 とセットポイント誤差 ($S. P. \%$) との関係を示す線図である。

[図3] $F. S. 850 \text{ sccm}$ の図2と同じ線図である。

[図4] $F. S. 1600 \text{ sccm}$ の図2と同じ線図である。

[図5] $F. S. 130 \text{ sccm}$ の圧力制御式流量制御装置のセットポイント誤

差 S. P. % が ± 1 % 以内の圧力比 P_2/P_1 に於ける設定流量 (%) とフルスケールに対する誤差 (直線性誤差) (F. S. %) の関係を示す線図である。

[図6] F. S. 850 s c c m の図 5 と同じ線図である。

[図7] F. S. 1600 s c c m の図 5 と同じ線図である。

[図8] 本発明に係る多孔型オリフィスプレートの一例を示すものである。

[図9] 本発明に係る多孔型オリフィスプレートの更に他の例を示す平面図である。

[図10] 本発明に係る多孔型オリフィスプレートの更に他の例を示す平面図である。

[図11] 図 10 の多孔型オリフィスプレートを用いた場合の図 2 乃至図 4 と同様の圧力比 P_2/P_1 とセットポイント誤差 (S. P. %) の関係線図である。

[図12] 図 10 の多孔型オリフィスプレートを用いた場合の図 5 乃至図 7 と同様の設定流量 (%) と直線性誤差 (F. S. %) との関係線図である。

[図13] 公知の圧力制御式流量制御装置の構成図である。

[図14] 図 13 の圧力制御式流量制御装置の流量制御特性を示す線図である。

発明を実施するための形態

[0034] 以下、本発明の実施形態と図面に基づいて説明する。

図 8 は本発明に係る流量制御用オリフィスプレートの一例を示すものであり、(a) は平面図、(b) は裏面図、(c) は (b) の c-c 視図である。

[0035] 当該図 8 に於いては、外径 3.5 mm、厚さ 0.05 mm のオリフィスプレート 7 a に孔径 0.085 mm のオリフィス 1 2 が合計 15 個設けられている。

また、前記オリフィス 1 2 の縦断平面形状は、(c) に示すように長方形部 1 2 a と台形部 1 2 b とから成る形状にプレス加工により形成されており、オリフィス 1 2 の深さはオリフィスプレート 7 a の厚さ 0.05 mm と同一寸法である。

更に、オリフィスプレート7 aの裏面側のオリフィス1 2を設けた部分は、細幅状に研磨され、研磨面1 2 cが形成されており、当該研磨面1 2 cによりオリフィスプレート7 aの表裏が判別される。

[0036] 図9は、本発明に係る流量制御用多孔型オリフィスプレート7 aの他の例を示すものであり、オリフィス1 2の数が5個であり、且つオリフィス1 2の孔径が0. 135 mmである点を除いて、その他の点は前記図8の流量制御用多孔型オリフィスプレートと同一である。

[0037] 図10は、本発明に係る流量制御用多孔型オリフィスプレート7 aの更に他の例を示す拡大平面図であり、孔径 ϕ が79 μ m (0. 079 mm) のオリフィス1 2が37個設けられている。

尚図10のオリフィスプレート7 aの外径、厚さ等は前記図8及び図9のオリフィスプレート7 aと同一である。

[0038] 当該オリフィス1 2の孔径 $\phi = 79 \mu$ mは、株式会社フジキン製のF 180型圧力制御式流量制御装置の単孔型オリフィスプレート7のオリフィスの孔径に相当するものであり、定格流量180 s c c m (F. S.) の制御用オリフィスプレートである。

従って、図10の流量制御用多孔型オリフィスプレート7 aは、180 s c c m \times 37 = 6. 660 s c c mのF. S. 流量に相当する。

[0039] 図11は、当該図10の多孔型オリフィスプレート7 aを、図1の試験装置に於ける単孔型オリフィスプレート7に替えて使用した場合の前記図2と同一の関係曲線即ち、圧力比 P_2 / P_1 との関係を示すものである。

[0040] 当該図11と前記図2との対比からも明らかなように、本発明の多孔型オリフィスプレート7 aの場合には、セットポイント誤差 (S. P. %) が $\pm 1\%$ の範囲内となる圧力比 P_2 / P_1 の値が、10%入力 (設定流量10%) の時でも0. 45を下ることが無く、100%の入力 (設定流量100%) に於いては、約0. 52の P_2 / P_1 値を得ることが出来る。

[0041] これに対して、最大流量が850 s c c mである前記図3に於いては、100%入力時の圧力比 P_2 / P_1 が約0. 42であり、最大流量が1600 s c

c mの前記図4に於いても、100%入力時の圧力比 P_2/P_1 が約0.40程度となっており、本願発明の多孔型オリフィスプレート7aを利用した場合には、臨界膨張条件が成立する P_2/P_1 の範囲を広くできることが判る。尚、理論上の臨界膨張条件が成立する圧力比 P_2/P_1 と現実の実測による場合の臨界膨張条件が成立する圧力比 P_2/P_1 との間に、上述のような若干の相違が生ずる原因は、理論的に未解析であって現在考察中であるが、オリフィス出口側の流体の流れ状態の相違が影響しているものと想定されている。

[0042] 図12には、本発明の多孔型オリフィスプレート7aを用いた場合の前記図5と同じ線図であり、セットポイント誤差(S.P.%)が±1%以内の圧力比 P_2/P_1 に於ける設定流量(%)と100%設定時における制御流量に対する誤差(流量直線性誤差)(F.S.%)の関係を示す線図である。

図12からも明らかのように、本発明の多孔型オリフィスプレート7aについても流量直線性誤差(F.S.%)は±1%F.S.以内になることが確認されている。

[0043] 尚、本発明に係る圧力制御式流量制御装置は、前記株式会社フジキン製のF180型圧力制御式流量制御装置や図13に示した圧力制御式流量制御装置等のオリフィスプレートを、本発明のオリフィスプレートに変換したものである。よってその詳細な説明は省略する。

[0044] 上述の通り、本発明に係る流量制御用多孔型オリフィスプレート及びこれを用いた圧力制御式流量制御装置は、制御流量に応じてオリフィス12の数を調整することにより、制御流量が大きくなっても、臨界膨張条件が成立する圧力比 P_2/P_1 の範囲を広く一定に保持することができ、これにより、高精度な流量制御を広範囲に亘って安定して行うことができる。

産業上の利用可能性

[0045] 本発明に係る多孔型オリフィスプレートは、圧力制御式流量制御装置のみならず、通常の配管路内へ挿入して流体流量を制御するオリフィス装置や流体分流装置等のあらゆるオリフィスに適用することができるものである。

符号の説明

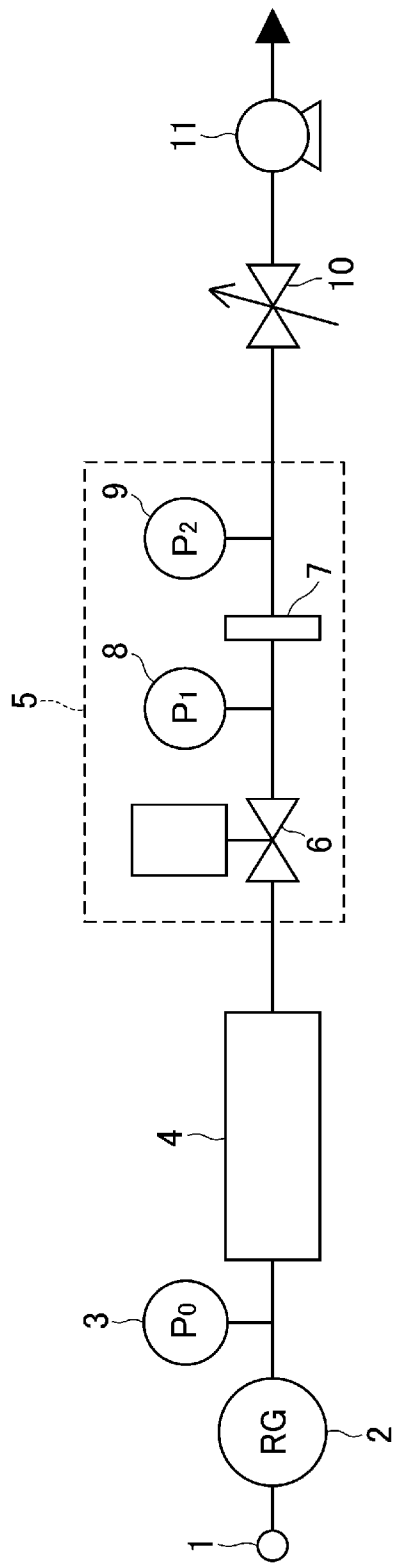
- [0046] 1 ガス入口
- 2 圧力調整器
- 3 圧力計
- 4 モルブロック流量測定器
- 5 圧力式流量制御装置
- 6 コントロール弁
- 7 オリフィスプレート（単孔型）
- 7 a 多孔型オリフィスプレート
- 8 オリフィス上流側圧力検出器
- 9 オリフィス下流側圧力検出器
- 10 オリフィス下流側圧力 P_2 の調整弁
- 11 真空排気ポンプ
- P_1 オリフィス上流側圧力
- P_2 オリフィス下流側圧力
- P_0 ガス供給源側圧力
- 12 オリフィス

請求の範囲

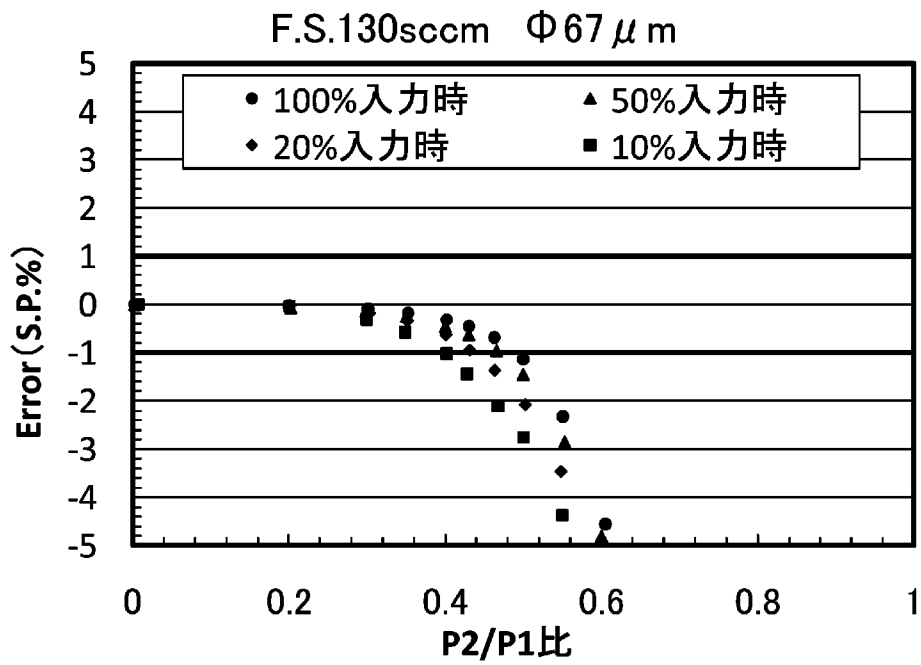
- [請求項1] 流体の流量制御用オリフィスプレートに於いて、所定流量の流体の流通に必要な一つのオリフィスの開口面積を分割し、前記開口面積に等しい総開口面積を有する複数のオリフィスを設けた構成としたことを特徴とする流量制御用多孔型オリフィスプレート。
- [請求項2] 前記複数のオリフィスをプレス加工により形成するようにした請求項1に記載の流量制御用多孔型オリフィスプレート。
- [請求項3] 前記オリフィスプレートの厚さを $20 \sim 200 \mu\text{m}$ とすると共に、圧力制御式流量制御装置用のオリフィスプレートとした請求項1に記載の流量制御用多孔型オリフィスプレート。
- [請求項4] 前記オリフィスプレートの厚さを $20 \sim 200 \mu\text{m}$ 、前記複数のオリフィスの各々の口径を $0.010 \sim 0.200 \text{mm}$ 、前記複数のオリフィスの数を $2 \sim 100$ 個とした請求項1に記載の流量制御用多孔型オリフィスプレート。
- [請求項5] 前記複数のオリフィスの各々の縦断平面形状を長方形部分と台形部分とからなる形状とした請求項1に記載の流量制御用多孔型オリフィスプレート。
- [請求項6] 前記オリフィスプレートの前記複数のオリフィスを穿設した部分の裏側面を研磨により仕上げた構成とした請求項5に記載の流量制御用多孔型オリフィスプレート。
- [請求項7] オリフィス上流側圧力 (P_1) とオリフィス下流側圧力 (P_2) の比 P_2/P_1 が、気体の臨界膨張条件が成立する圧力比以下の条件において、気体の流量がオリフィス上流側の気体圧力 (P_1) に正比例して変化することを特徴とする請求項1に記載の流量制御用多孔型オリフィスプレート。
- [請求項8] オリフィスプレートを用いた圧力制御式流量制御装置において、前記オリフィスプレートを請求項1乃至請求項7の何れかに記載の流量制御用多孔型オリフィスプレートとしたことを特徴とする圧力制御式

流量制御装置。

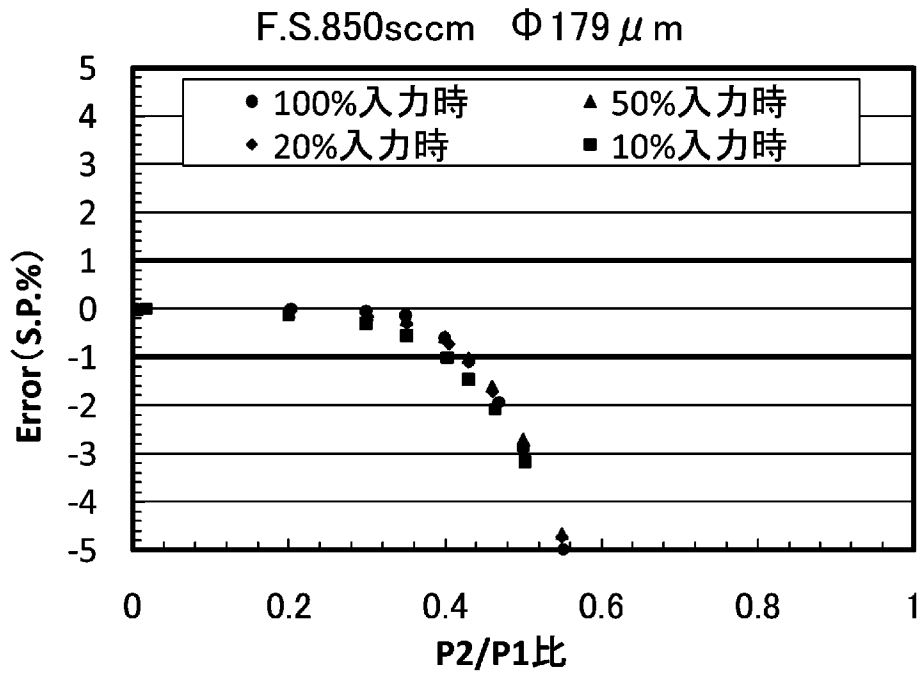
[図1]



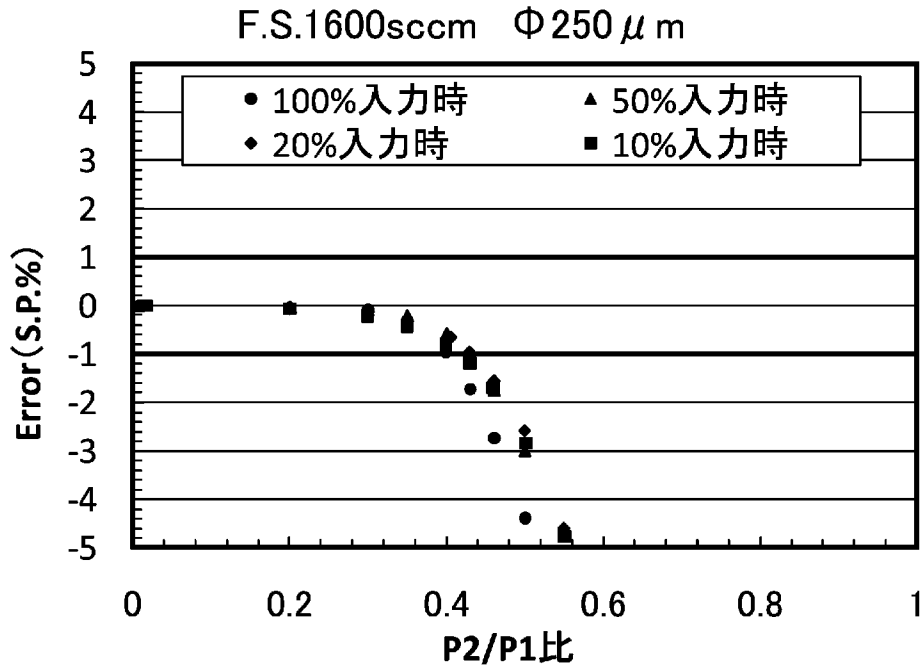
[図2]



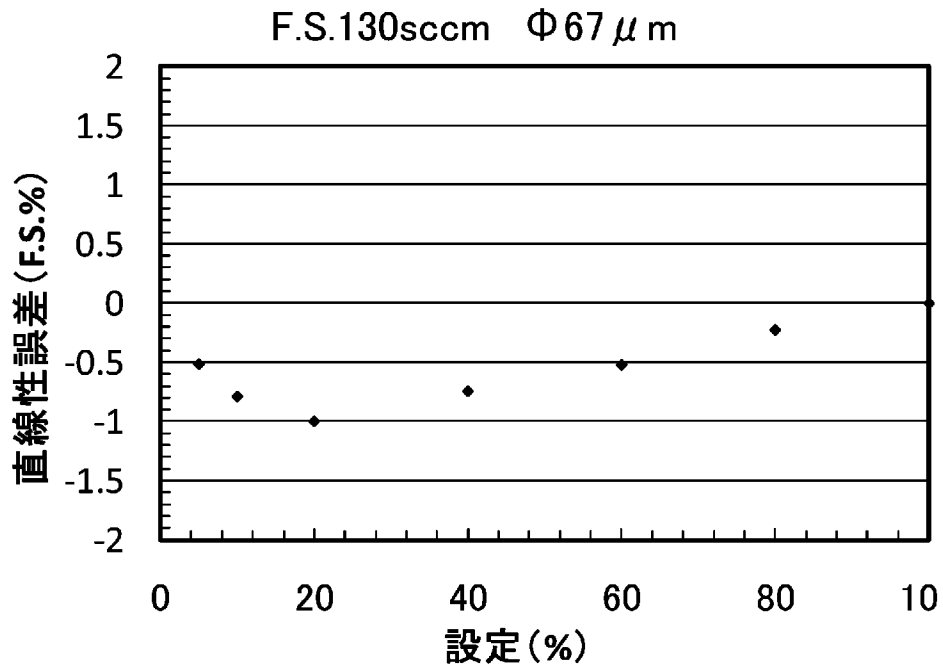
[図3]



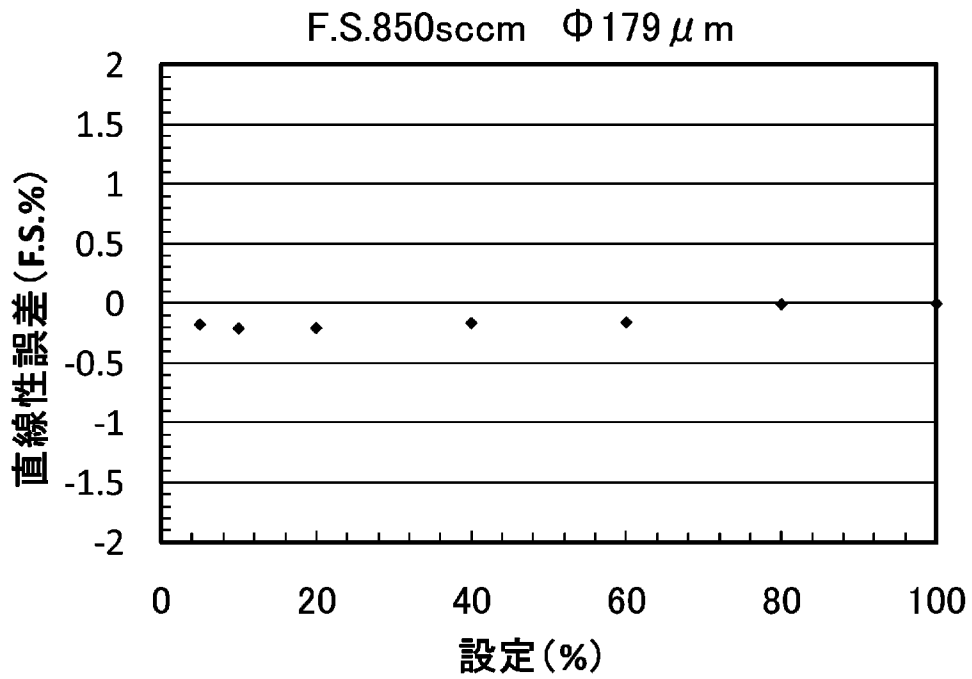
[図4]



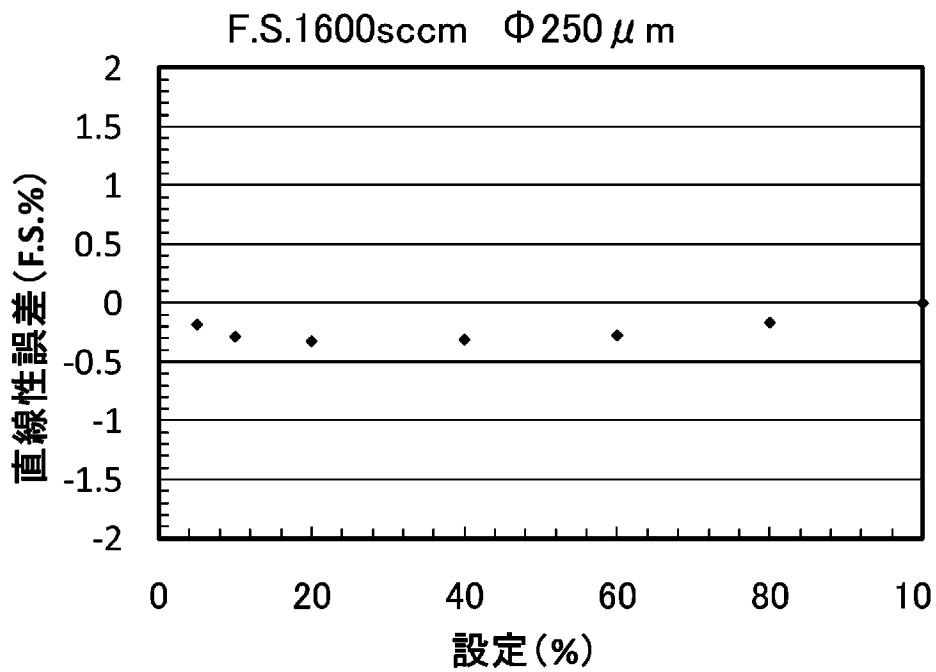
[図5]



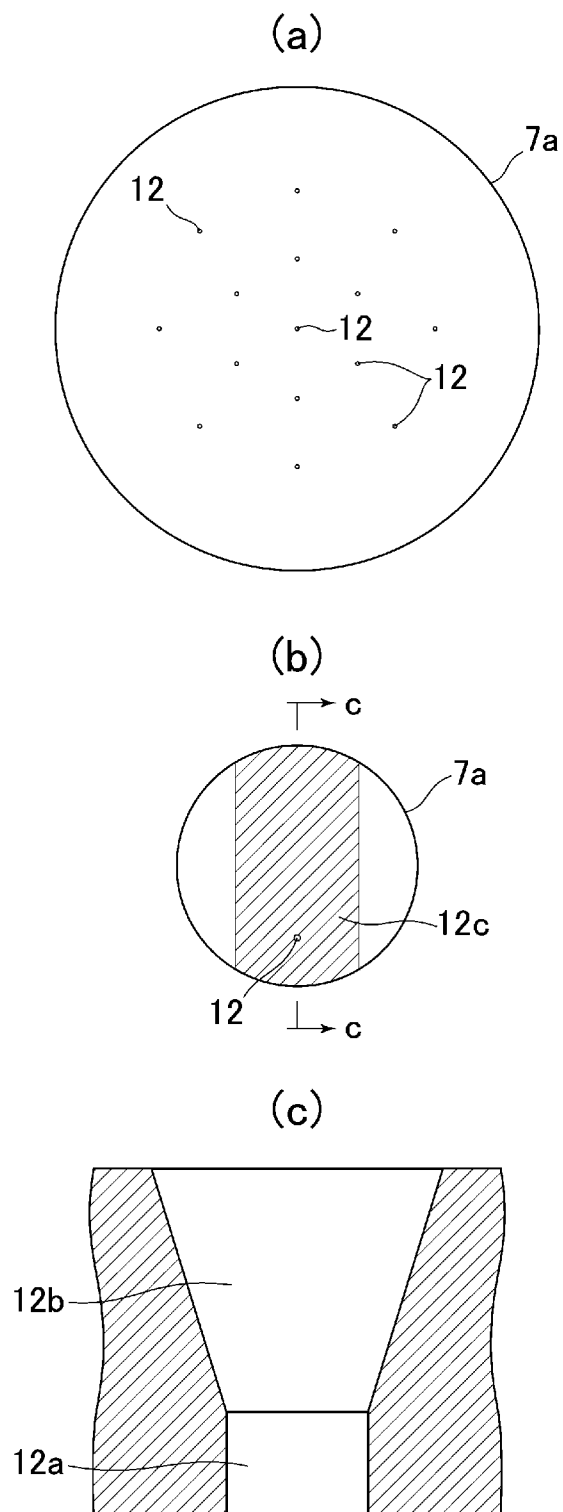
[図6]



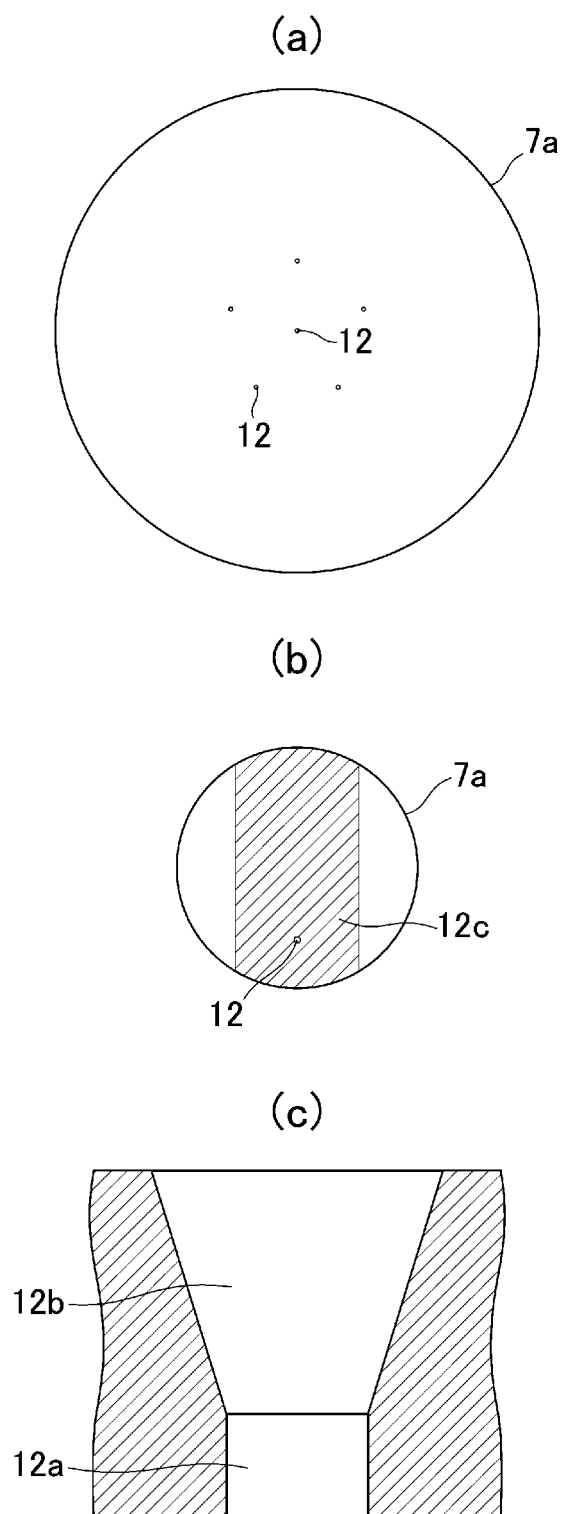
[図7]



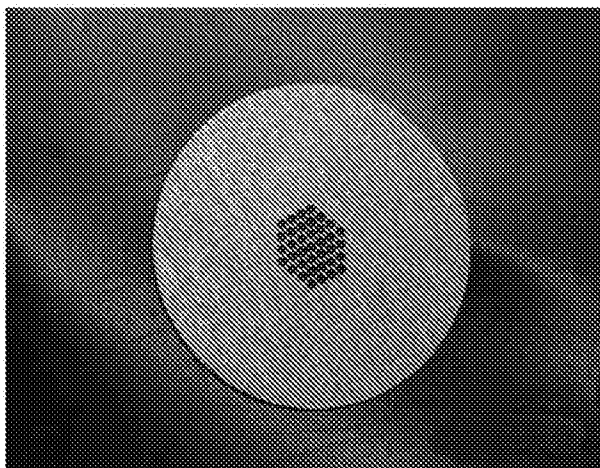
[図8]



[図9]

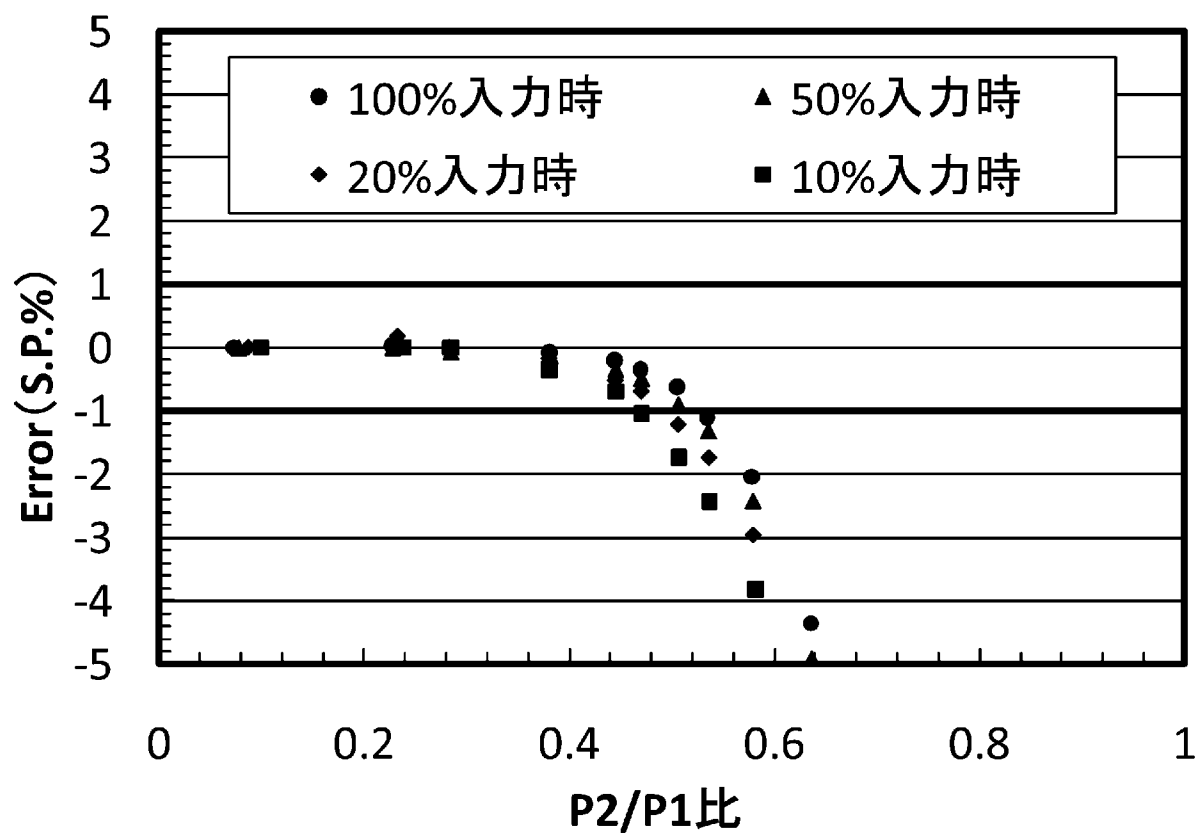


[図10]

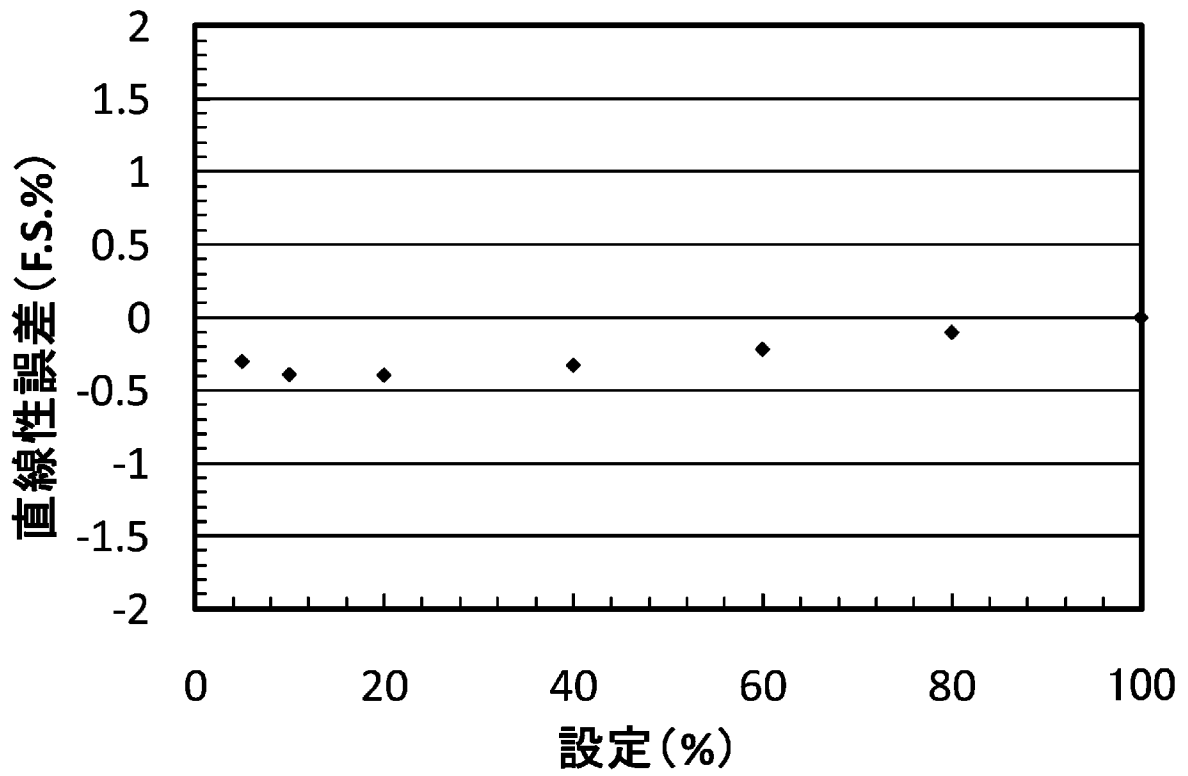


[図11]

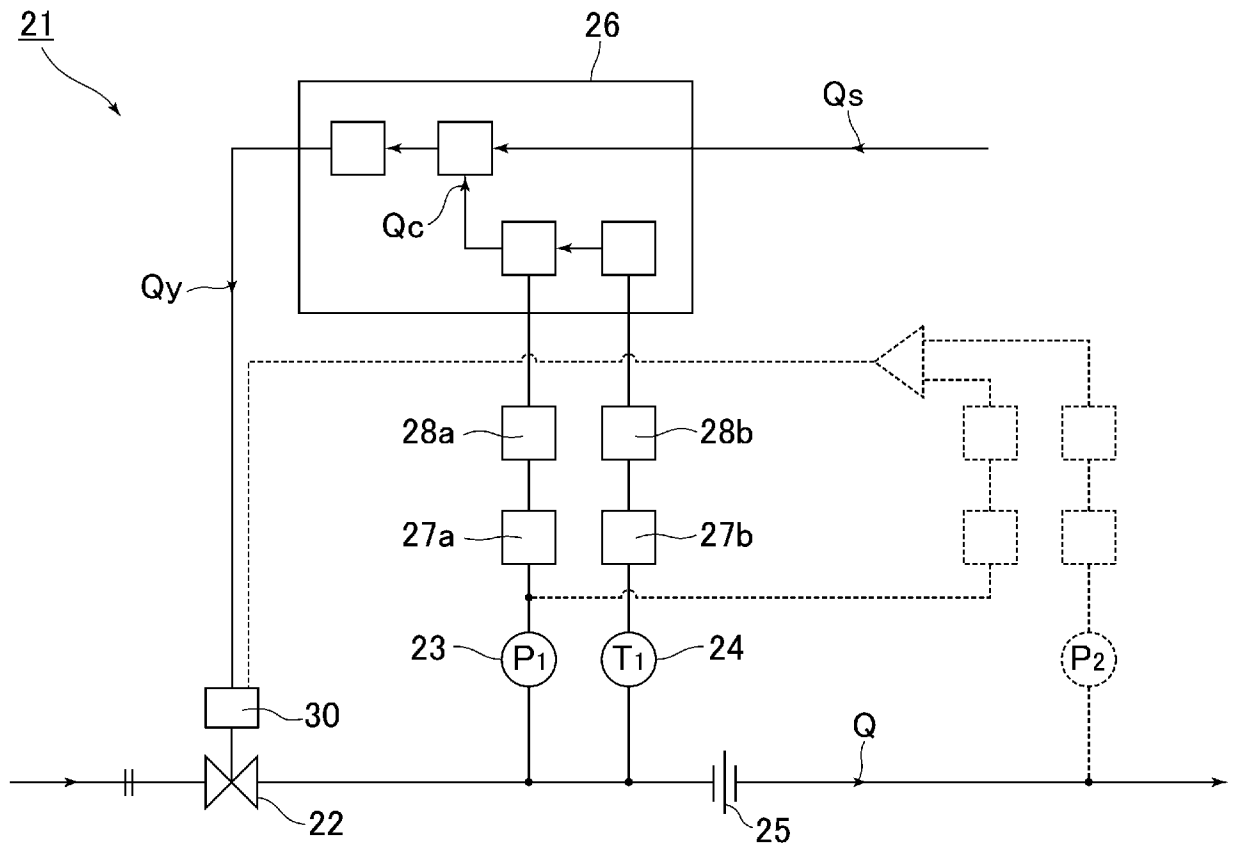
F.S.6660sccm $\Phi 79 \mu\text{m} \times 37$ 個



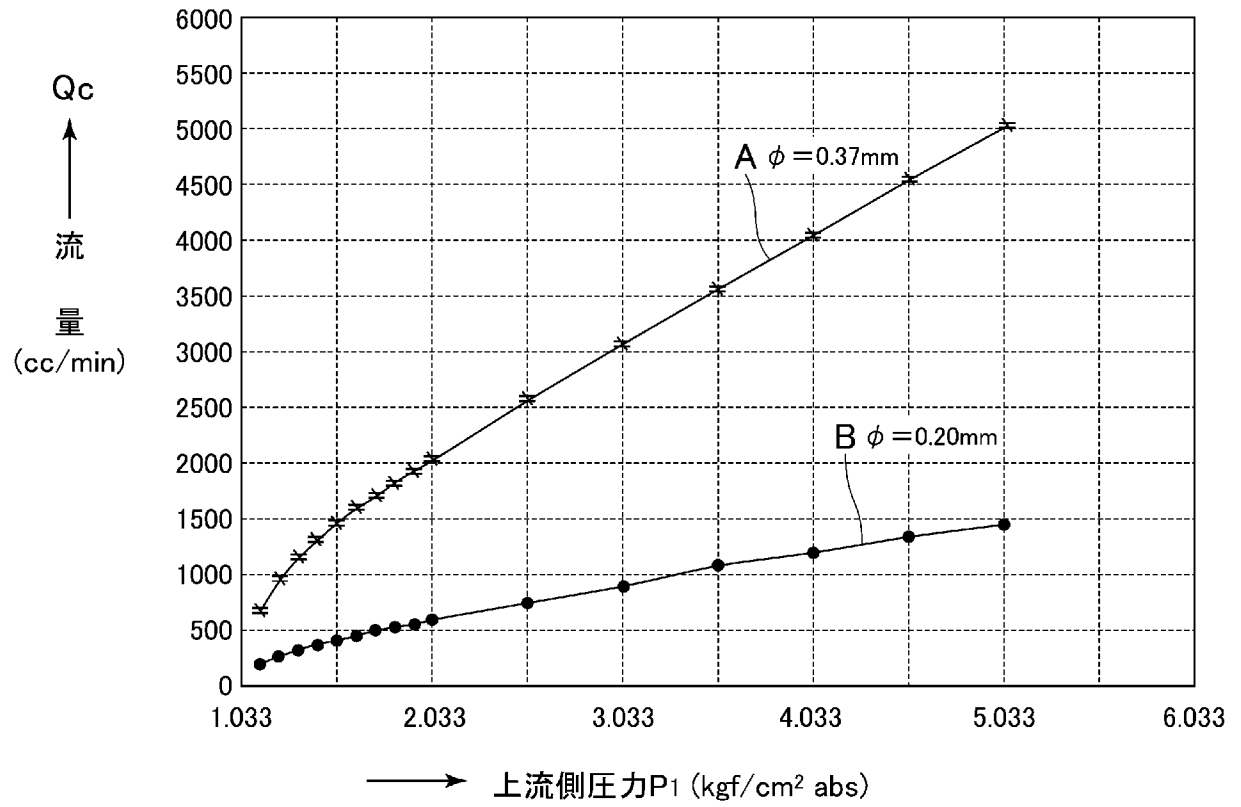
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/002041

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F16L55/00(2006.01)i, G05D7/06(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F16L55/00, 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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 47273/1991 (Laid-open No. 2215/1993) (Kubota Corp.), 14 January 1993 (14.01.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1 2-8
X Y	JP 2000-20136 A (Yamatake Corp.), 21 January 2000 (21.01.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1 2-8

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 25 June, 2014 (25.06.14)	Date of mailing of the international search report 08 July, 2014 (08.07.14)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/002041

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-185183 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 22 September 2011 (22.09.2011), claims (Family: none)	2
Y	WO 2013/046517 A1 (Fujikin Inc.), 04 April 2013 (04.04.2013), paragraphs [0024] to [0025] & JP 2013-77710 A & US 2013/0084059 A1 & TW 201321079 A	3-4, 7-8
Y	JP 2004-199109 A (Fujikin Inc.), 15 July 2004 (15.07.2004), paragraph [0039] (Family: none)	3-4
Y	JP 2005-149075 A (Fujikin Inc.), 09 June 2005 (09.06.2005), paragraph [0043]; fig. 11 (Family: none)	5-6
Y	JP 2002-213642 A (Neriki Valve Co., Ltd.), 31 July 2002 (31.07.2002), paragraph [0015]; fig. 2 (Family: none)	6
Y	JP 2001-179136 A (Optnics Precision Co., Ltd.), 03 July 2001 (03.07.2001), paragraph [0002]; fig. 5 (Family: none)	6
Y	JP 2-178927 A (Hitachi, Ltd.), 11 July 1990 (11.07.1990), page 4, lower left column, lines 8 to 11 (Family: none)	6
Y	JP 2005-21420 A (Dentsply Sankin Kabushiki Kaisha), 27 January 2005 (27.01.2005), paragraph [0022] (Family: none)	6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F16L55/00(2006.01)i, G05D7/06(2006.01)i										
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F16L55/00, 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 <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:30%;">日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2014年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2014年	日本国実用新案登録公報	1996-2014年	日本国登録実用新案公報	1994-2014年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2014年									
日本国実用新案登録公報	1996-2014年									
日本国登録実用新案公報	1994-2014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								
X Y	日本国実用新案登録出願 3-47273 号(日本国実用新案登録出願公開 5-2215 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (株式会社クボタ) 1993.01.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 2-8								
X Y	JP 2000-20136 A (株式会社山武) 2000.01.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 2-8								
<input checked="" type="checkbox"/> C 欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。										
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> * 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 </td> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> 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 </td> </tr> </table>			* 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						
* 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 25.06.2014	国際調査報告の発送日 08.07.2014									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 大山 広人 電話番号 03-3581-1101 内線 3337	3 L 3 0 2 6								

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
Y	JP 2011-185183 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2011.09.22, 【特許請求の範囲】 (ファミリーなし)	2
Y	WO 2013/046517 A1 (株式会社フジキン) 2013.04.04, 【0024】 - 【0025】 & JP 2013-77710 A & US 2013/0084059 A1 & TW 201321079 A	3-4, 7-8
Y	JP 2004-199109 A (株式会社フジキン) 2004.07.15, 【0039】 (フ ファミリーなし)	3-4
Y	JP 2005-149075 A (株式会社フジキン) 2005.06.09, 【0043】, 第11図 (ファミリーなし)	5-6
Y	JP 2002-213642 A (株式会社ネリキ) 2002.07.31, 【0015】 , 第 2図 (ファミリーなし)	6
Y	JP 2001-179136 A (株式会社オプトニクス精密) 2001.07.03, 【0 002】 , 第5図 (ファミリーなし)	6
Y	JP 2-178927 A (株式会社日立製作所) 1990.07.11, 第4頁左下欄第 8-11行 (ファミリーなし)	6
Y	JP 2005-21420 A (デンツプライ三金株式会社) 2005.01.27, 【00 22】 (ファミリーなし)	6