

(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
2018年5月17日(17.05.2018)



(10) 国際公開番号

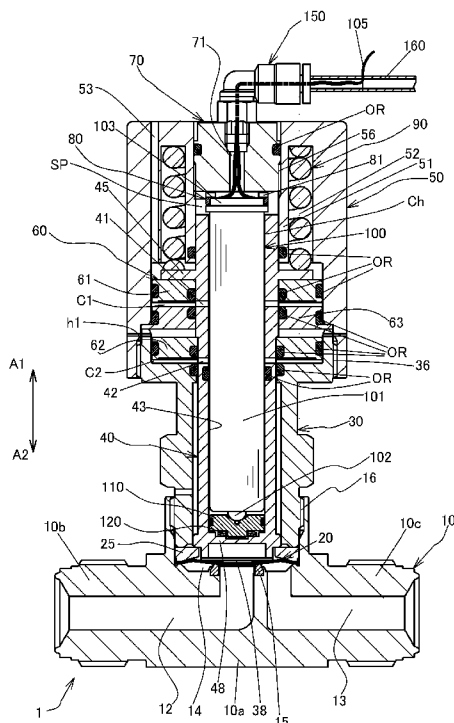
WO 2018/088326 A1

(51) 国際特許分類:
F16K 31/02 (2006.01) F16K 31/122 (2006.01)
(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/039729
(22) 国際出願日: 2017年11月2日(02.11.2017)
(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 2016-218093 2016年11月8日(08.11.2016) 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: 吉田 俊英 (YOSHIDA Toshihide);
〒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). 中田 知宏
(NAKATA Tomohiro); 〒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). 篠原 努 (SHINOHARA Tsutomu);
〒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). 稲田 敏之
(INADA Toshiyuki); 〒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). 船越 高志 (FUNAKOSHI Takashi);
〒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).

(54) Title: VALVE DEVICE, FLOW RATE CONTROL METHOD USING SAID VALVE DEVICE, AND METHOD OF MANUFACTURING SEMICONDUCTOR

(54) 発明の名称: バルブ装置、このバルブ装置を用いた流量制御方法および半導体製造方法



(57) Abstract: [Problem] To provide a valve device for which the person-hours required for flow rate adjustment have been greatly reduced. [Solution] The present invention includes: a valve body 10 that demarcates a flow path 12; a valve element 20 provided so as to be capable of opening and closing the flow path 12 of the valve body; an operating member 40 that operating the valve element in opening and closing directions A1, A2 in which the valve element 20 is caused to open or close the flow path 12, the operating member being provided so as to be capable of moving between a closed position CP at which the valve element 20 closes the flow path and an opening position OP at which the valve element 20 opens the flow path 12, such positions being set in advance; a main actuator 60 for causing the operating member 40 to move in the opening direction A1; and a piezoelectric actuator 100 for adjusting a position of the operating member 40 positioned at the opening position OP.

(57) 要約: 【課題】 流量調整のための工数が大幅に削減されたバルブ装置を提供する。【解決手段】 流路12を画定するバルブボディ10と、バルブボディの流路12を開閉可能に設けられた弁体20と、弁体20に流路12を開閉させる開閉方向A1, A2において、予め設定された弁体20に流路を開鎖させる閉位置CPと弁体20に流路12を開放させる開位置OPとの間で移動可能に設けられた弁体20を操作する操作部材40と、操作部材40を開方向A1に移動させる主アクチュエータ60と、開位置OPに位置付けられた操作部材40の位置を調整するための圧電アクチュエータ100とを有する。



(74) 代理人: 藤 本 健 司 (FUJIMOTO Kenji);
〒2790023 千葉県浦安市高洲 6 - 1 -
4 - 9 0 5 Chiba (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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.

(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))

明 細 書

発明の名称：

バルブ装置、このバルブ装置を用いた流量制御方法および半導体製造方法
技術分野

[0001] 本発明は、バルブ装置、このバルブ装置を用いた流量制御方法および半導体製造方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体製造プロセスにおいては、正確に計量した処理ガスを処理チャンバに供給するために、開閉バルブ、レギュレータ、マスフローコントローラ等の各種の流体制御機器を集積化した集積化ガスシステムと呼ばれる流体制御装置が用いられている。この集積化ガスシステムをボックスに収容したものがガスボックスと呼ばれている。

通常、上記のガスボックスから出力される処理ガスを処理チャンバに直接供給するが、原子層堆積法（ALD：Atomic Layer Deposition 法）により基板に膜を堆積させる処理プロセスにおいては、処理ガスを安定的に供給するためにガスボックスから供給される処理ガスをバッファとしてのタンクに一時的に貯留し、処理チャンバの直近に設けられたバルブを高頻度で開閉させてタンクからの処理ガスを真空雰囲気処理チャンバへ供給することが行われている。なお、処理チャンバの直近に設けられるバルブとしては、例えば、特許文献 1，2 を参照。

ALD 法は、化学気相成長法の 1 つであり、温度や時間等の成膜条件の下で、2 種類以上の処理ガスを 1 種類ずつ基板表面上に交互に流し、基板表面上原子と反応させて単層ずつ膜を堆積させる方法であり、単原子層ずつ制御が可能である為、均一な膜厚を形成させることができ、膜質としても非常に緻密に膜を成長させることができる。

ALD 法による半導体製造プロセスでは、処理ガスの流量を精密に調整する必要があるとともに、基板の大口径化等により、処理ガスの流量をある程

度確保する必要もある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 0 7 － 6 4 3 3 3 号公報

特許文献2：特開 2 0 1 6 － 1 2 1 7 7 6 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、エア駆動式のバルブにおいて、空圧調整や機械的調整により流量を精密に調整するのは容易ではない。また、A L D 法による半導体製造プロセスでは、処理チャンバ周辺が高温となるため、バルブが温度の影響を受けやすい。さらに、高頻度でバルブを開閉するので、バルブの経時、経年変化が発生しやすく、流量調整作業に膨大な工数を要する。

[0005] 本発明の一の目的は、流体の流量を確保しつつ流量を精密に調整可能なバルブ装置を提供することにある。

本発明の他の目的は、流量調整工数を大幅に削減できるバルブ装置を提供することにある。

本発明のさらに他の目的は、流量調整を即座に実行できるバルブ装置を提供することにある。

本発明のさらに他の目的は、上記のバルブ装置を用いた流量制御方法、流量制御装置、半導体製造装置および半導体製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係るバルブ装置は、流路を画定するバルブボディと、

前記バルブボディの流路を開閉可能に設けられた弁体と、

前記弁体に流路を開閉させる開閉方向において、予め設定された前記弁体に流路を閉鎖させる閉位置と予め設定された前記弁体に流路を開放させる開位置との間で移動可能に設けられた前記弁体を操作する操作部材と、

前記操作部材を前記開位置又は閉位置に移動させる主アクチュエータと、

前記開位置に位置付けられた前記操作部材の位置を調整するための調整用アクチュエータと、を有することを特徴とする。

[0007] 好適には、前記主アクチュエータは、前記操作部材を前記開位置に移動させ、

前記調整用アクチュエータは、前記主アクチュエータにより前記開位置に位置付けられた前記操作部材の前記開閉方向の位置を調整する、構成を採用できる。

[0008] さらに好適には、前記調整用アクチュエータは、前記バルブボディに対して所定の位置に配置されており、前記目標位置に到達した前記操作部材に作用する力を当該調整用アクチュエータの先端部で受け止めて当該操作部材の移動を規制しつつ、当該操作部材の前記開閉方向の位置を調整する構成を採用できる。

[0009] さらに好適には、前記調整用アクチュエータは、前記開閉方向において前記先端部から基端部までの全長が伸縮することで、前記操作部材の前記開閉方向の位置を調整する、構成を採用できる。前記調整用アクチュエータとしては、前記圧電素子の伸縮を利用したアクチュエータを採用でき、さらに好適には、前記開閉方向において基端部と先端部とを有するケースと、当該ケース内に収容され前記基端部と前記先端部との間で積層された圧電素子と、を有し、前記圧電素子の伸縮を利用して当該ケースの前記基端部と前記先端部との間の全長を伸縮させる、構成を採用できる。

[0010] 本発明の流量制御方法は、上記バルブ装置を用いて流体の流量を制御することを特徴とし、主アクチュエータのストロークにより流量を確保しつつ、調整用アクチュエータを作動させることで、精密な流量制御が可能となる。

[0011] 本発明の半導体製造方法は、密閉されたチャンバ内においてプロセスガスによる処理工程を要する半導体装置の製造プロセスにおいて、前記プロセスガスの流量制御に上記のバルブ装置を用いたことを特徴とする。

[0012] 本発明の流体制御装置は、
複数の流体機器を有する流体制御装置であって、

前記流体機器に上記構成のバルブ装置が含まれる。

- [0013] 本発明の半導体製造装置は、密閉されたチャンバ内においてプロセスガスによる処理工程を要する半導体装置の製造プロセスにおいて、前記プロセスガスの制御のために上記構成のバルブ装置を含む。

発明の効果

- [0014] 本発明によれば、主アクチュエータに加えて調整アクチュエータを備えたことにより、流量の精密な調整作業が可能となるとともに、流量調整工数が大幅に削減される。

本発明によれば、主アクチュエータおよび調整アクチュエータを適宜選択することにより、必要なバルブ開度を得られるとともに精密な流量制御が可能となる。

本発明によれば、調整アクチュエータに指令を与えれば流量調整および流量制御が可能であるので、流量調整を即座に実行でき、調整用アクチュエータによりリアルタイムに流量制御することも可能となる。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]本発明の一実施形態に係るバルブ装置の縦断面図。
[図2]閉状態にある図1のバルブ装置の要部の拡大断面図。
[図3]圧電アクチュエータの動作を示す説明図。
[図4]開状態にある図1のバルブ装置の縦断面図。
[図5]図4のバルブ装置の要部の拡大断面図。
[図6A]図4のバルブ装置の流量調整時（流量減少時）の状態を説明するための要部の拡大断面図。
[図6B]図4のバルブ装置の流量調整時（流量増加時）の状態を説明するための要部の拡大断面図。
[図7]本発明の一実施形態に係るバルブ装置の変形例を示す縦断面図。
[図8]本発明の一実施形態に係るバルブ装置の半導体製造プロセスへの適用例を示す概略図。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。なお、本明細書および図面においては、機能が実質的に同様の構成要素には、同じ符号を使用することにより重複した説明を省略する。

図1は、本発明の一実施形態に係るバルブ装置の構成を示す図であって、バルブが全閉時の状態を示しており、図2は図1の要部の拡大断面図、図3は調整用アクチュエータとしての圧電アクチュエータの動作を説明するための図である。なお、以下の説明において上方向を開方向A1、下方向を閉方向A2とする。

図1において、1はバルブ装置、10はバルブボディ、20は弁体としてのダイヤフラム、38はダイヤフラム押え、30はボンネット、40は操作部材、50はケーシング、60は主アクチュエータ、70は調整ボディ、80はアクチュエータ押え、90はコイルばね、100は調整用アクチュエータとしての圧電アクチュエータ、110はアクチュエータ受け、120は弾性部材としての皿ばね、ORはシール部材としてのOリングを示している。

[0017] バルブボディ10は、ステンレス鋼により形成されており、ブロック状のバルブボディ本体10aと、バルブボディ本体10aの側方からそれぞれ突出する接続部10b、10cを有し、流路12、13を画定している。流路12、13の一端は、接続部10b、10cの端面でそれぞれ開口し、他端は上方が開放された凹状の弁室14に連通している。弁室14の底面には、流路12の他端側の開口周縁に設けられた装着溝に合成樹脂（PFA、PA、PI、PTFE等）製の弁座15が嵌合固定されている。尚、本実施形態では、図2から明らかなように、加締め加工により弁座15が装着溝内に固定されている。

[0018] ダイヤフラム20は、バルブボディ10の流路12、13を開閉可能に設けられた弁体であり、弁座15の上方に配設されており、弁室14の気密を保持すると共に、その中央部が上下動して弁座15に当離座することにより、流路12、13を開閉する。本実施形態では、ダイヤフラム20は、特殊ステンレス鋼等の金属製薄板及びニッケル・コバルト合金薄板の中央部を上方

へ膨出させることにより、上に凸の円弧状が自然状態の球殻状とされている。この特殊ステンレス鋼薄板 3 枚とニッケル・コバルト合金薄板 1 枚とが積層されてダイヤフラム 20 が構成されている。

ダイヤフラム 20 は、その周縁部が弁室 14 の内周面の突出部上に載置され、弁室 14 内へ挿入したボンネット 30 の下端部をバルブボディ 10 のねじ部 16 へねじ込むことにより、ステンレス合金製の押えアダプタ 25 を介してバルブボディ 10 の前記突出部側へ押圧され、気密状態で挾持固定されている。尚、ニッケル・コバルト合金薄膜は、接ガス側に配置されている

なお、ダイヤフラムとしては、他の構成のものも使用可能である。

[0019] 操作部材 40 は、ダイヤフラム 20 に流路 12, 13 を開閉させるようにダイヤフラム 20 を操作するための部材であり、略円筒状に形成され、下端側が閉塞部 48 により閉塞し、上端側が開口しており、ボンネット 30 の内周面とケーシング 50 内に形成された筒状部 51 の内周面に嵌合し、上下方向に移動自在に支持されている。なお、図 1 および図 2 に示す A1, A2 は操作部材 40 の開閉方向であり、A1 は開方向、A2 は閉方向を示している。本実施形態では、バルブボディ 10 に対して上方向が開方向 A1 であり、下方向が閉方向 A2 であるが、本発明はこれに限定されるわけではない。

操作部材 40 の下端面にはダイヤフラム 20 の中央部上面に当接するポリイミド等の合成樹脂製のダイヤフラム押え 38 が装着されている。

操作部材 40 の外周面に形成された鰐部 45 の上面と、ケーシングの天井面との間には、コイルばね 90 が設けられ、操作部材 40 はコイルばね 90 により閉方向 A2 に向けて常時付勢されている。このため、図 2 に示すように、主アクチュエータ 60 が作動していない状態では、ダイヤフラム 20 は弁座 15 に押し付けられ、流路 12, 13 の間は閉じられた状態となっている。

なお、鰐部 45 は、操作部材 40 と一体であっても、別体であっても良い。

[0020] コイルばね 90 は、ケーシング 50 の内周面と筒状部 51 との間に形成さ

れた保持部５２に收容されている。本実施形態では、コイルばね９０を使用しているが、これに限定されるわけではなく、皿ばねや板バネ等の他の種類のばねを使用できる。

[0021] ケーシング５０は、その下端部内周がボンネット３０の上端部外周に形成されたネジ部３６にねじ込まれることで、ボンネット３０に固定されている。なお、ボンネット３０上端面とケーシング５０との間には、環状のバルクヘッド６３が固定されている。

操作部材４０の外周面と、ケーシング５０およびボンネット３０の間には、バルクヘッド６３によって上下に区画されたシリンダ室Ｃ１，Ｃ２が形成されている。

[0022] 上側のシリンダ室Ｃ１には、環状に形成されたピストン６１が嵌合挿入され、下側のシリンダ室Ｃ２には、環状に形成されたピストン６２が嵌合挿入されている。これらシリンダ室Ｃ１，Ｃ２およびピストン６１，６２は、操作部材４０を開方向Ａ１に移動させる主アクチュエータ６０を構成している。主アクチュエータ６０は、２つのピストン６１，６２を用いて圧力の作用面積を増加させることにより、操作ガスによる力を増力できるようになっている。

シリンダ室Ｃ１のピストン６１の上側の空間は、通気路５３により大気につながっている。シリンダ室Ｃ２のピストン６２の上側の空間は、通気路ｈ１により大気につながっている。

[0023] シリンダ室Ｃ１，Ｃ２のピストン６１，６２の下側の空間は高圧の操作ガスが供給されるため、ＯリングＯＲにより気密が保たれている。これらの空間は、操作部材４０に形成された流通路４１，４２とそれぞれ連通している。流通路４１，４２は、操作部材４０の内周面と圧電アクチュエータ１００のケース本体１０１の外周面との間に形成された流通路Ｃｈに連通し、この流通路Ｃｈは、操作部材４０の上端面と、ケーシング５０の筒状部５１と調整ボディ７０の下端面とで形成される空間ＳＰと連通している。そして、環状のアクチュエータ押え８０に形成された流通路８１は、空間ＳＰと調整ボ

ディ７０の中心部を貫通する流通路７１とを接続している。調整ボディ７０の流通路７１は、管継手１５０を介して管１６０と連通している。

[0024] 圧電アクチュエータ１００は、図３に示す円筒状のケース本体１０１に図示しない積層された圧電素子を内蔵している。ケース本体１０１は、ステンレス合金等の金属製で、半球状の先端部１０２側の端面および基端部１０３側の端面が閉塞している。積層された圧電素子に電圧を印可して伸長させることで、ケース本体１０１の先端部１０２側の端面が弾性変形し、半球状の先端部１０２が長手方向において変位する。積層された圧電素子の最大ストロークを $2d$ とすると、圧電アクチュエータ１００の伸びが d となる所定電圧 V_0 を予めかけておくことで、圧電アクチュエータ１００の全長は L_0 となる。そして、所定電圧 V_0 よりも高い電圧をかけると、圧電アクチュエータ１００の全長は最大で $L_0 + d$ となり、所定電圧 V_0 よりも低い電圧（無電圧を含む）をかけると、圧電アクチュエータ１００の全長は最小で $L_0 - d$ となる。したがって、開閉方向 A_1 、 A_2 において先端部１０２から基端部１０３までの全長を伸縮させることができる。なお、本実施形態では、圧電アクチュエータ１００の先端部１０２を半球状としたが、これに限定されるわけではなく、先端部が平坦面であってもよい。

図１に示すように、圧電アクチュエータ１００への給電は、配線１０５により行われる。配線１０５は、調整ボディ７０の流通路７１および管継手１５０を通じて管１６０に導かれており、管１６０の途中から外部に引き出されている。

[0025] 圧電アクチュエータ１００の基端部１０３の開閉方向の位置は、アクチュエータ押え８０を介して調整ボディ７０の下端面により規定されている。調整ボディ７０は、ケーシング５０の上部に形成されたネジ孔５６に調整ボディ７０の外周面に設けられたネジ部がねじ込まれており、調整ボディ７０の開閉方向 A_1 、 A_2 の位置を調整することで、圧電アクチュエータ１００の開閉方向 A_1 、 A_2 の位置を調整できる。

圧電アクチュエータ１００の先端部１０２は、図２に示すように円盤状の

アクチュエータ受け 110 の上面に形成された円錐面状の受け面 110a に当接している。アクチュエータ受け 110 は、開閉方向 A1, A2 に移動可能となっている。

[0026] アクチュエータ受け 110 の下面と操作部材 40 の閉塞部 48 の上面との間には、弾性部材としての皿ばね 120 が設けられている。図 2 に示す状態において、皿ばね 120 は既にある程度圧縮されて弾性変形しており、この皿ばね 120 の復元力により、アクチュエータ受け 110 は開方向 A1 に向けて常時付勢されている。これにより、圧電アクチュエータ 100 も開方向 A1 に向けて常時付勢され、基端部 103 の上面がアクチュエータ押え 80 に押し付けられた状態となっている。これにより、圧電アクチュエータ 100 は、バルブボディ 10 に対して所定の位置に配置される。圧電アクチュエータ 100 は、いずれの部材にも連結されていないので、操作部材 40 に対して開閉方向 A1, A2 において相対的に移動可能である。

皿ばね 120 の個数や向きは条件に応じて適宜変更できる。また、皿ばね 120 以外にもコイルばね、板ばね等の他の弾性部材を使用できるが、皿ばねを使用すると、ばね剛性やストローク等を調整しやすいという利点がある。

[0027] 図 2 に示すように、ダイヤフラム 20 が弁座 15 に当接してバルブが閉じた状態では、アクチュエータ受け 110 の下面側の規制面 110t と、操作部材 40 の閉塞部 48 の上面側の当接面 40t との間には隙間が形成されている。この隙間の距離がダイヤフラム 20 のリフト量 L_f に相当する。リフト量 L_f は、バルブの開度、すなわち、流量を規定する。リフト量 L_f が、上記した調整ボディ 70 の開閉方向 A1, A2 の位置を調整することで変更できる。図 2 に示す状態の操作部材 40 は、当接面 40t を基準にすると、閉位置 CP に位置する。この当接面 40t が、アクチュエータ受け 110 の規制面 110t に当接する位置、すなわち、開位置 OP に移動すると、ダイヤフラム 20 が弁座 15 からリフト量 L_f 分だけ離れる。

[0028] 次に、上記構成のバルブ装置 1 の動作について図 4 ～図 6 B を参照して説

明する。

図4に示すように、管160を通じて所定圧力の操作ガスGをバルブ装置1内に供給すると、ピストン61, 62から操作部材40へ開方向A1に押し上げる推力が作用する。操作ガスGの圧力は、操作部材40にコイルばね90および皿ばね120から作用する閉方向A2の付勢力に抗して操作部材40を開方向A1に移動させるのに十分な値に設定されている。このような操作ガスGが供給されると、図5に示すように、操作部材40は皿ばね120をさらに圧縮しつつ開方向A1に移動し、アクチュエータ受け110の規制面110tに操作部材40の当接面40tが当接し、アクチュエータ受け110は操作部材40から開方向A1へ向かう力を受ける。この力は、圧電アクチュエータ100の先端部102を通じて、圧電アクチュエータ100を開閉方向A1, A2に圧縮する力として作用するが、圧電アクチュエータ100はこの力に抗する十分な剛性を有する。したがって、操作部材40に作用する開方向A1の力は、圧電アクチュエータ100の先端部102で受け止められ、操作部材40のA1方向の移動は、開位置OPにおいて規制される。この状態において、ダイヤフラム20は、弁座15から上記したリフト量Lfだけ離隔する。

[0029] 図5に示す状態におけるバルブ装置1の流路13から出力し供給される流体の流量を調整したい場合には、圧電アクチュエータ100を作動させる。

図6Aおよび図6Bの中心線Ctの左側は、図5に示す状態を示しており、中心線Ctの右側は操作部材40の開閉方向A1, A2の位置を調整した後の状態を示している。

流体の流量を減少させる方向に調整する場合には、図6Aに示すように、圧電アクチュエータ100を伸長させて、操作部材40を閉方向A2に移動させる。これにより、ダイヤフラム20と弁座15との距離である調整後のリフト量Lf-は、調整前のリフト量Lfよりも小さくなる。

流体の流量を増加させる方向に調整する場合には、図6Bに示すように、圧電アクチュエータ100を短縮させて、操作部材40を開方向A1に移動

させる。これにより、ダイヤフラム 20 と弁座 15 との距離である調整後のリフト量 L_{f+} は、調整前のリフト量 L_f よりも大きくなる。

[0030] 本実施形態では、ダイヤフラム 20 のリフト量の最大値は 100~200 μm 程度で、圧電アクチュエータ 100 による調整量は $\pm 20 \mu\text{m}$ 程度である。

すなわち、圧電アクチュエータ 100 のストロークでは、ダイヤフラム 20 のリフト量をカバーすることができないが、操作ガス G で動作する主アクチュエータ 60 と圧電アクチュエータ 100 を併用することで、相対的にストロークの長い主アクチュエータ 60 でバルブ装置 1 の供給する流量を確保しつつ、相対的にストロークの短い圧電アクチュエータ 100 で精密に流量調整することができ、調整ボディ 70 等により手動で流量調整をする必要がなくなるので、流量調整工数が大幅に削減される。

本実施形態によれば、圧電アクチュエータ 100 に印可する電圧を変化させるだけで精密な流量調整が可能であるので、流量調整を即座に実行できるとともに、リアルタイムに流量制御をすることも可能となる。

[0031] 次に、図 7 に上記実施形態の変形例を示す。

上記実施形態では、調整ボディ 70 をケーシング 50 のネジ孔 56 にねじ込むだけであったが、図 7 では、調整ボディ 70 A の上にロックナット 180 を設け、ネジ孔 56 にロックナット 180 をねじ込んで調整ボディ 70 A の上面をロックナット 180 の下面で押圧して調整ボディ 70 A の回動を阻止する。調整ボディ 70 A の回転により、操作部材 40 の開位置 OP がずれる、配線 105 が振れる等の不具合を防ぐことができる。

[0032] 次に、図 8 を参照して、上記したバルブ装置 1 の適用例について説明する。

図 8 に示す半導体製造装置 1000 は、ALD 法による半導体製造プロセスを実行するための装置であり、300 はプロセスガス供給源、400 はガスボックス、500 はタンク、600 は制御部、700 は処理チャンバ、800 は排気ポンプを示している。

A L D法による半導体製造プロセスでは、処理ガスの流量を精密に調整する必要があるとともに、基板の大口径化により、処理ガスの流量をある程度確保する必要もある。

ガスボックス400は、正確に計量したプロセスガスを処理チャンバ700に供給するために、開閉バルブ、レギュレータ、マスフローコントローラ等の各種の流体制御機器を集積化してボックスに収容した集積化ガスシステム（流体制御装置）である。

タンク500は、ガスボックス400から供給される処理ガスを一時的に貯留するバッファとして機能する。

制御部600は、バルブ装置1への操作ガスGの供給制御や圧電アクチュエータ100による流量調整制御を実行する。

処理チャンバ700は、A L D法による基板への膜形成のための密閉処理空間を提供する。

排気ポンプ800は、処理チャンバ700内を真空引きする。

[0033] 上記のようなシステム構成によれば、制御部600からバルブ装置1に流量調整のための指令を送れば、処理ガスの初期調整が可能になる。

また、処理チャンバ700内で成膜プロセスを実行途中でであっても、処理ガスの流量調整が可能であり、リアルタイムに処理ガス流量の最適化ができる。

[0034] 上記適用例では、バルブ装置1をA L D法による半導体製造プロセスに用いる場合について例示したが、これに限定されるわけではなく、本発明は、例えば原子層エッチング法（A L E : A t o m i c L a y e r E t c h i n g 法）等、精密な流量調整が必要なあらゆる対象に適用可能である。

[0035] 上記実施形態では、主アクチュエータとして、ガス圧で作動するシリンダ室に内蔵されたピストンを用いたが、本発明はこれに限定されるわけではなく、制御対象に応じて最適なアクチュエータを種々選択可能である。

[0036] 上記実施形態では、調整用アクチュエータとして、圧電アクチュエータを用いたが、これに限定されるわけではなく、ステッピングモータなどのモータ

タと回転運動を直線運動に変換させるボールねじとナット等の機構を、ソレノイドコイル、温度変化により伸縮するサーモアクチュエータ等、種々のアクチュエータを採用できる。なお、圧電アクチュエータ１００は、熱の放出が少ない、耐熱性が百数十度℃ある、初期調整時だけでなく流体制御時に常時作動させることができる、伸縮の際にバックラッシュ等の非線形特性が少ないため位置決め精度が非常に高い、比較的大きな圧縮荷重を支持できる等の点で、本願発明の調整用アクチュエータとして好ましい。また、調整ボディ７０により、操作部材４０の開位置ＯＰを予め精度良く機械的に調整すれば、その後の操作部材４０の位置の高精度な制御を圧電アクチュエータ１００に担わせることで、圧電アクチュエータ１００の最大ストロークを可能な限り小さくできるとともに（圧電アクチュエータの小型化が可能になるとともに）、操作部材４０の位置の高精度な微調整および高精度な位置制御が可能となる。

[0037] 上記実施形態では、いわゆるノーマリクローズタイプのバルブを例に挙げたが、本発明はこれに限定されるわけではなく、ノーマリオープンタイプのバルブにも適用可能である。この場合には、例えば、弁体の開度調整を調整用アクチュエータで行うようにすればよい。

[0038] 上記実施形態では、圧電アクチュエータ１００で操作部材４０に作用する力を支える（受け止める）構成としたが、本発明はこれに限定されるわけではなく、操作部材４０の開位置ＯＰでの位置決めを機械的に行い、操作部材４０に作用する力を支持することなく操作部材４０の開閉方向の位置調整のみを調整用アクチュエータで実行する構成も可能である。

[0039] 上記実施形態では、弁体としてダイヤフラムを例示したが、本発明はこれに限定されるわけではなく、他の種類の弁体を採用することも可能である。

[0040] 上記実施形態では、バルブ装置１を流体制御装置としてのガスボックス４００の外部に配置する構成としたが、開閉バルブ、レギュレータ、マスフローコントローラ等の各種の流体機器を集積化してボックスに収容した流体制御装置に上記実施形態のバルブ装置１を含ませることも可能である。

符号の説明

- [0041] 1 バルブ装置
- 1 0 バルブボディ
 - 1 5 弁座
 - 2 0 ダイヤフラム
 - 2 5 押えアダプタ
 - 3 0 ボンネット
 - 3 8 ダイヤフラム押え
 - 4 0 操作部材
 - 4 0 t 当接面
 - 4 5 鏑部
 - 4 8 閉塞部
 - 5 0 ケーシング
 - 6 0 主アクチュエータ
 - 6 1, 6 2 ピストン
 - 6 3 バルクヘッド
 - 7 0, 7 0 A 調整ボディ
 - 7 1 流通路
 - 8 0 アクチュエータ押え
 - 8 1 流通路
 - 9 0 コイルばね
 - 1 0 0 圧電アクチュエータ（調整用アクチュエータ）
 - 1 0 1 ケース本体
 - 1 0 2 先端部
 - 1 0 3 基端部
 - 1 0 5 配線
 - 1 1 0 アクチュエータ受け
 - 1 1 0 t 規制面

- 1 2 0 皿ばね（弾性部材）
- 1 5 0 管継手
- 1 6 0 管
- 1 8 0 ロックナット
- 3 0 0 プロセスガス供給源
- 4 0 0 ガスボックス
- 5 0 0 タンク
- 6 0 0 制御部
- 7 0 0 処理チャンバ
- 8 0 0 排気ポンプ
- 1 0 0 0 半導体製造装置
- A 1 開方向
- A 2 閉方向
- C 1, C 2 シリンダ室
- C h 流通路
- S P 空間
- O P 開位置
- C P 閉位置
- O R Oリング
- G 操作ガス
- L f 調整前のリフト量
- L f +, L f - 調整後のリフト量

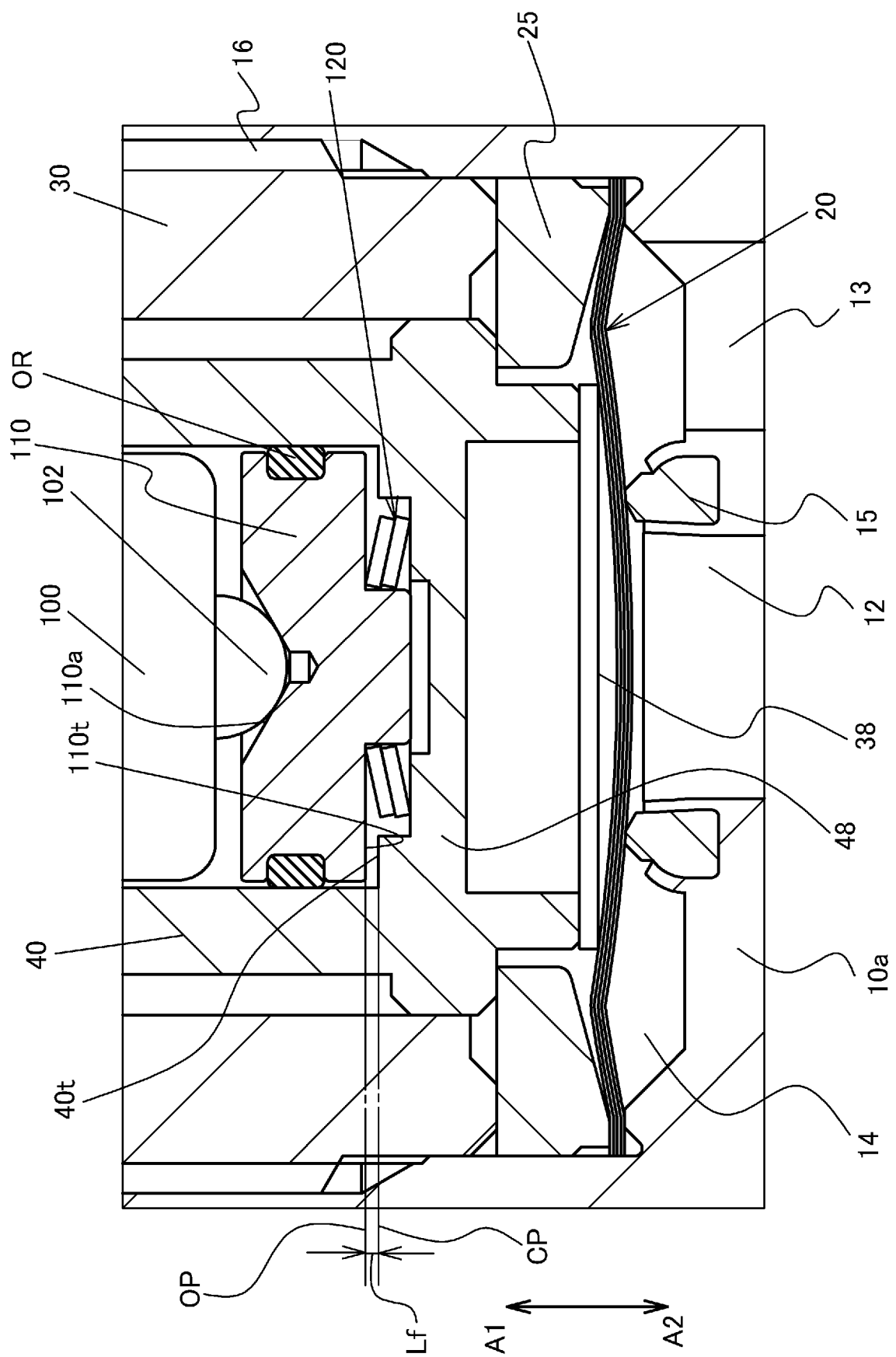
請求の範囲

- [請求項1] 流路を画定するバルブボディと、
前記バルブボディの流路を開閉可能に設けられた弁体と、
前記弁体に流路を開閉させる開閉方向において、予め設定された前記弁体に流路を閉鎖させる閉位置と予め設定された前記弁体に流路を開放させる開位置との間で移動可能に設けられた前記弁体を操作する操作部材と、
前記操作部材を前記開位置又は閉位置に移動させる主アクチュエータと、
前記開位置に位置付けられた前記操作部材の位置を調整するための調整用アクチュエータと、を有することを特徴とするバルブ装置。
- [請求項2] 前記主アクチュエータは、前記操作部材を前記開位置に移動させ、
前記調整用アクチュエータは、前記主アクチュエータにより前記開位置に位置付けられた前記操作部材の前記開閉方向の位置を調整することを特徴とする、請求項1に記載のバルブ装置。
- [請求項3] 前記調整用アクチュエータは、前記バルブボディに対して所定位置に配置されており、前記開位置に到達した前記操作部材に作用する力を当該調整用アクチュエータの先端部で受け止めて当該操作部材の移動を規制しつつ、当該操作部材の前記開閉方向の位置を調整する、ことを特徴とする請求項2に記載のバルブ装置。
- [請求項4] 前記調整用アクチュエータは、前記開閉方向において前記先端部から基端部までの全長が伸縮することで、前記操作部材の前記開閉方向の位置を調整する、ことを特徴とする請求項3に記載のバルブ装置。
- [請求項5] 前記操作部材と前記調整用アクチュエータの間には、当該調整用アクチュエータを前記所定位置に向けて常時付勢する弾性部材が介在している、ことを特徴とする請求項3又は4に記載のバルブ装置。
- [請求項6] 前記調整用アクチュエータは、前記圧電素子の伸縮を利用したアクチュエータである、ことを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに

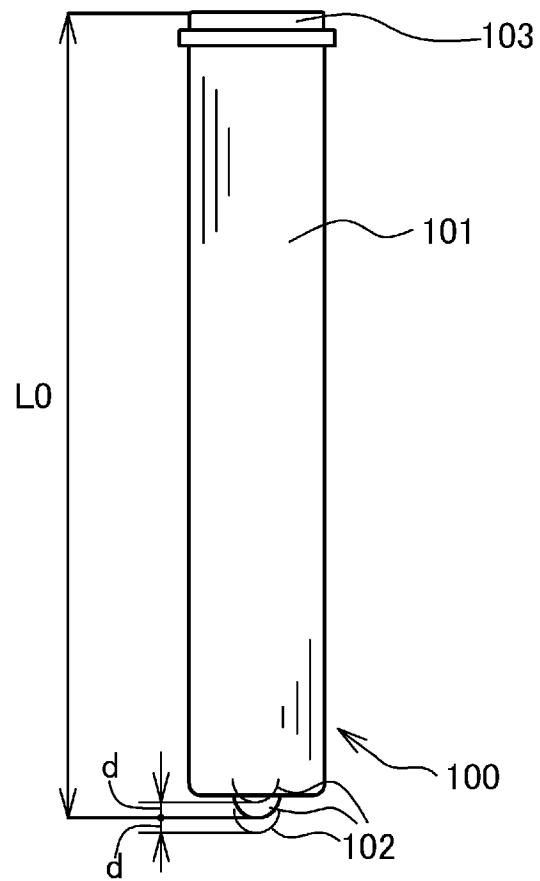
記載のバルブ装置。

- [請求項7] 前記調整用アクチュエータは、前記開閉方向において基端部と先端部とを有するケースと、当該ケース内に收容され前記基端部と前記先端部との間で積層された圧電素子と、を有し、前記圧電素子の伸縮を利用して当該ケースの前記基端部と前記先端部との間の全長を伸縮させる、ことを特徴とする請求項6に記載のバルブ装置。
- [請求項8] 前記主アクチュエータはガス圧を駆動源とするアクチュエータである、ことを特徴とする請求項1ないし7のいずれかに記載のバルブ装置。
- [請求項9] 請求項1ないし8に記載のバルブ装置を用いて、流体の流量を調整する流量制御方法。
- [請求項10] 複数の流体機器を有する流体制御装置であって、
前記流体機器に請求項1ないし8のいずれかに記載のバルブ装置が含まれる、ことを特徴とする流体制御装置。
- [請求項11] 密閉されたチャンバ内においてプロセスガスによる処理工程を要する半導体装置の製造プロセスにおいて、前記プロセスガスの流量制御に請求項1ないし8のいずれかに記載のバルブ装置を用いたことを特徴とする半導体製造方法。
- [請求項12] 密閉されたチャンバ内においてプロセスガスによる処理工程を要する半導体装置の製造プロセスにおいて、前記プロセスガスの制御に請求項1～8のいずれかに記載のバルブ装置を用いたことを特徴とする半導体製造装置。

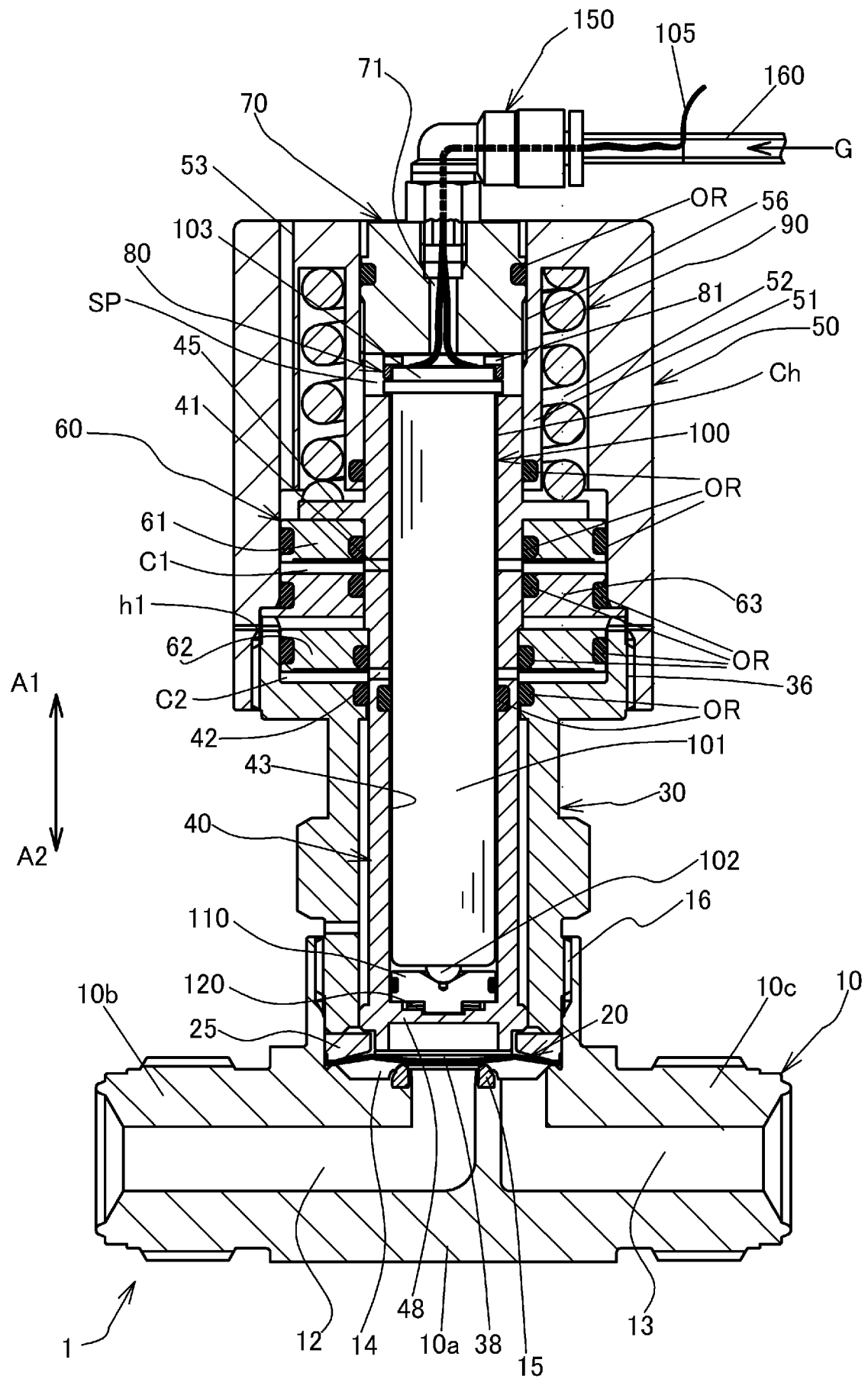
[図2]



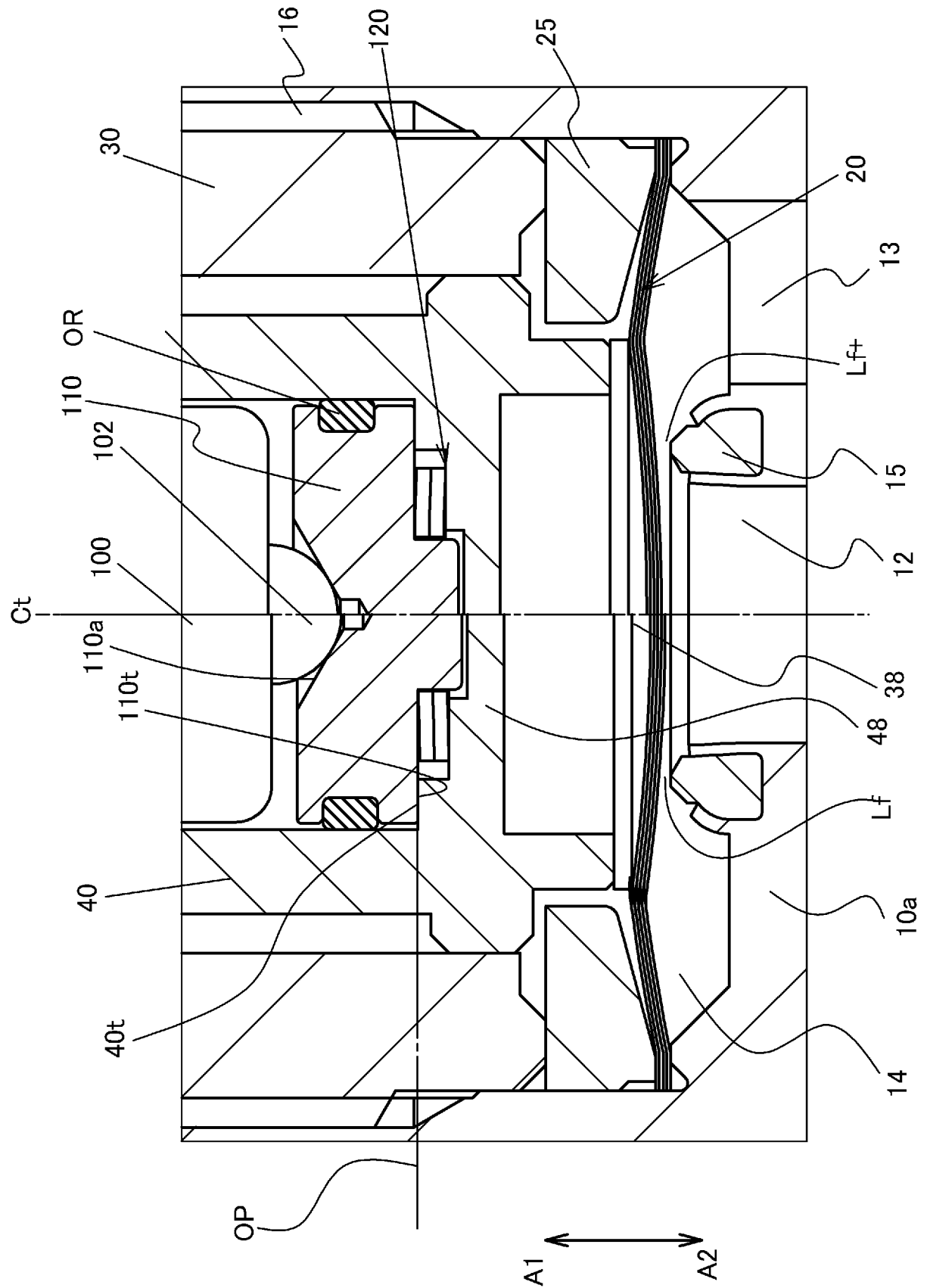
[図3]



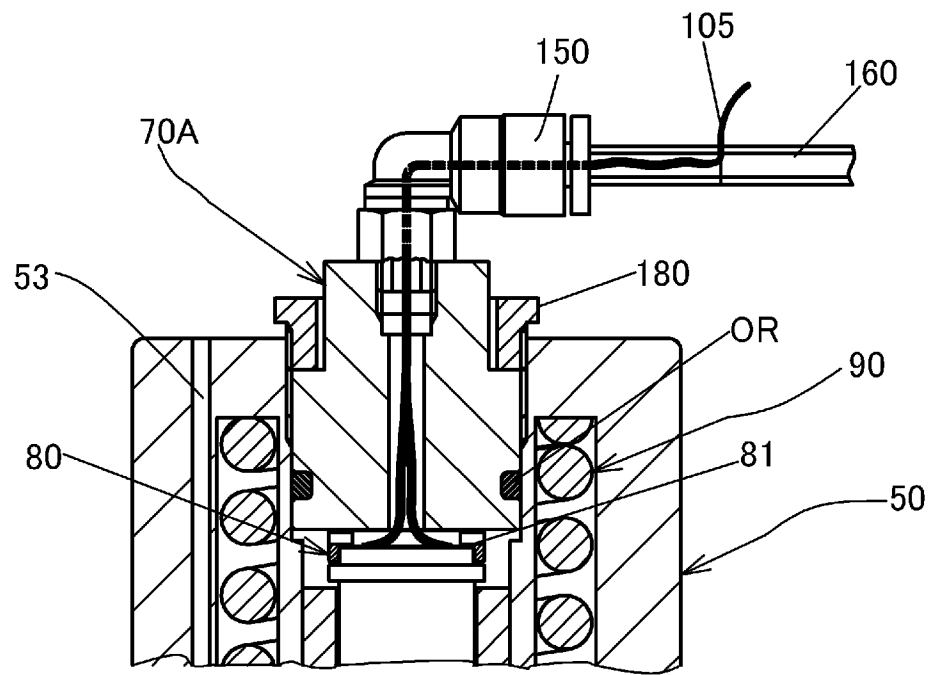
[図4]



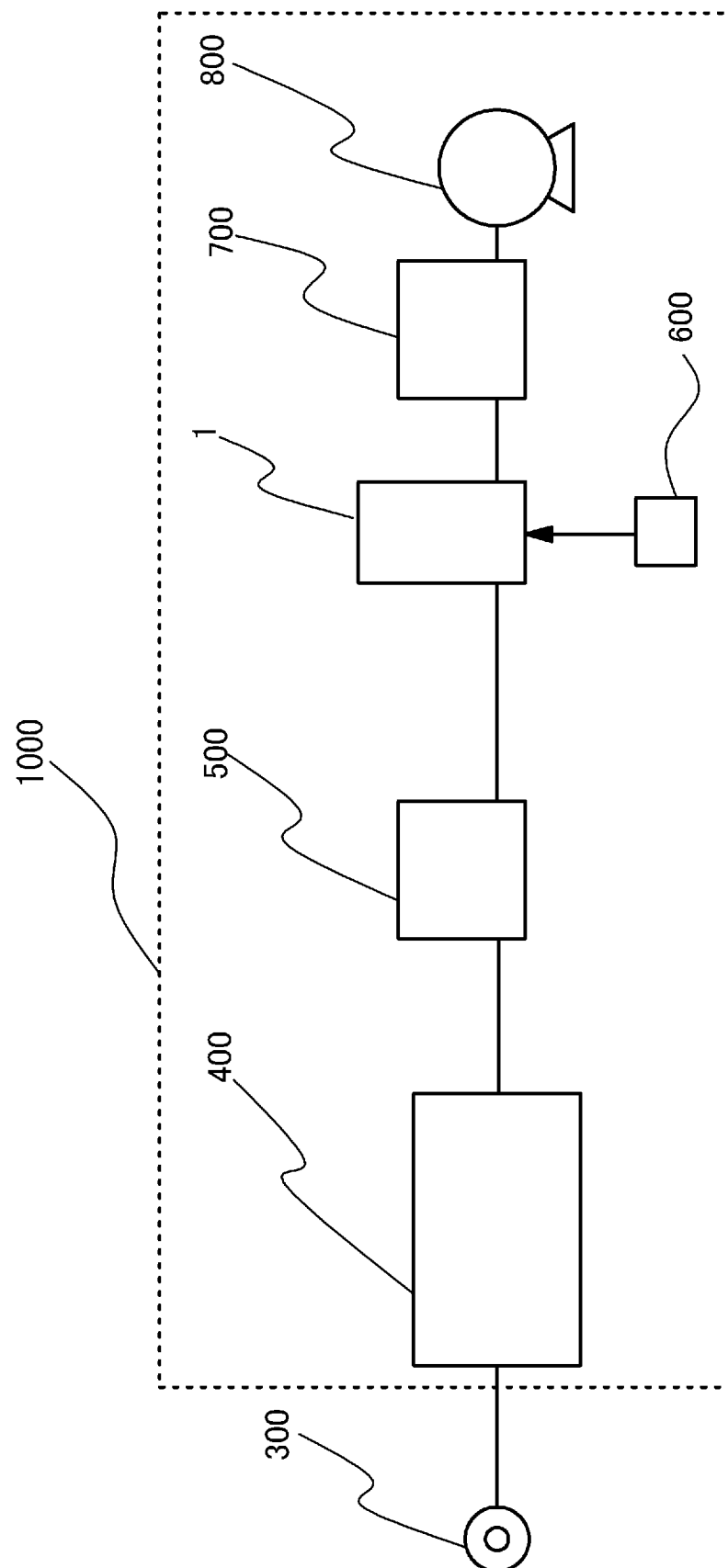
[図6B]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/039729

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F16K31/02 (2006.01) i, F16K31/122 (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)

Int.Cl. F16K31/02, F16K31/122

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 A	WO 2004/079243 A1 (CKD CORPORATION) 16 September 2004, page 12, line 5 to page 20, line 8, fig. 1-2 & US 2005/0253100 A1, paragraphs [0049]-[0075], fig. 1-2 & CN 1751200 A	1-5, 8-12 6-7
A	JP 8-170755 A (KOGANEI CORPORATION) 02 July 1996, paragraphs [0031]-[0045], fig. 1 (Family: none)	1-12

☐ 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

"I" 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
18 January 2018 (18.01.2018)

Date of mailing of the international search report
30 January 2018 (30.01.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16K31/02(2006.01)i, F16K31/122(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. F16K31/02, F16K31/122

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 A	WO 2004/079243 A1 (シーケーディー株式会社) 2004.09.16, 第12ページ第5行-第20ページ第8行、第1-2図 & US 2005/0253100 A1, 段落 0049-0075, 第1-2図 & CN 1751200 A	1-5, 8-12 6-7
A	JP 8-170755 A (株式会社コガネイ) 1996.07.02, 段落 0031-0045, 図1 (ファミリーなし)	1-12

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

18.01.2018

国際調査報告の発送日

30.01.2018

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)

正木 裕也

30

4859

電話番号 03-3581-1101 内線 3358