

(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
2020年8月6日(06.08.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/158459 A1

(51) 国際特許分類:

F16K 37/00 (2006.01) *F16K 31/02* (2006.01)
F16K 7/16 (2006.01) *F16K 31/122* (2006.01)
F16K 7/17 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/001534

(22) 国際出願日: 2020年1月17日(17.01.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

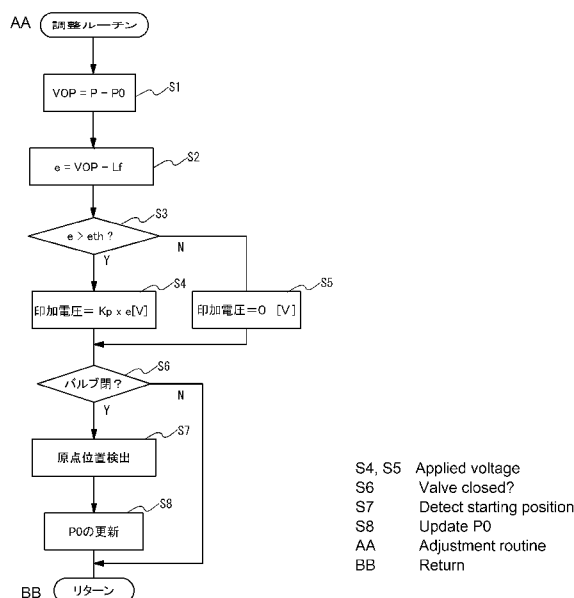
(30) 優先権データ:
特願 2019-015592 2019年1月31日(31.01.2019) JP

(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: 土口 大飛 (TSUCHIGUCHI Daihi); 〒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). 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). 丹野 竜太郎 (TANNO Ryutaro); 〒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). 鈴木 裕也 (SUZUKI Yuya); 〒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). 近藤 研太 (KONDO Kenta); 〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀2

(54) Title: VALVE DEVICE, FLOW RATE CONTROL METHOD USING VALVE DEVICE, FLUID CONTROL DEVICE, SEMICONDUCTOR PRODUCTION METHOD, AND SEMICONDUCTOR PRODUCTION DEVICE

(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、流体制御装置、半導体製造方法、および半導体製造装置



(57) Abstract: [Problem] To provide a valve device capable of precisely adjusting a flow rate. [Solution] The present invention has: an operation member 40 that operates a diaphragm provided so as to be movable between a closed position CP at which a flow path is closed by a diaphragm 20 and an open position OP at which the flow path is opened by the

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).
滝本 昌彦(TAKIMOTO Masahiko); 〒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).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(74) 代理人：特許業務法人 K E N 知財総合事務所 (KEN IP LAW FIRM); 〒2790023 千葉県浦安市高洲6-1-4-905 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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).

diaphragm 20; a main actuator 60 that receives pressure from a supplied drive fluid and moves the operation member 40 to the open position OP or the closed position CP; an adjustment actuator 100 that is for adjusting the position of the operation member 40 positioned in the open position OP and uses a passive element which expands and contracts in accordance with a given input signal; a position detection mechanism 85 that is for detecting the position of the operation member 40 relative to a valve body 10; and a starting position determination unit that uses a closed-valve state in which the diaphragm 20 is in contact with a valve seat 15 to determine the starting position of the position detection mechanism 85.

(57) 要約：【課題】流量を精密に調整可能なバルブ装置を提供する。【解決手段】ダイヤフラム20に流路を閉鎖させる閉位置CPとダイヤフラム20に流路を開放させる開位置OPとの間で移動可能に設けられたダイヤフラムを操作する操作部材40と、供給される駆動流体の圧力を受けて、操作部材40を開位置OP又は閉位置CPに移動させる主アクチュエータ60と、与えられた入力信号に応じて伸縮する受動要素を利用し、かつ、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調整用アクチュエータ100と、バルブボディ10に対する操作部材40の位置を検出するための位置検出機構85と、ダイヤフラム20がバルブシート15に当接する弁閉状態を利用して位置検出機構85の原点位置を決定する原点位置決定部と、を有する。

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、流体制御装置、半導体製造方法、および半導体製造装置

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流体制御装置、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流体制御装置が用いられている。

通常、上記の流体制御装置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流体制御装置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。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2007-64333号公報

特許文献2：国際公開WO2018/088326号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] エア駆動式のダイヤフラムバルブにおいては、樹脂製のバルブシートが経時的に潰れていく、熱変化で樹脂製のバルブシートが膨張又は収縮する等の原因で、流量が経時的に変化してしまう。

このため、処理ガスの流量をより精密にコントロールするには、流量の経時変化に応じて流量調整の必要がある。

本出願人は、供給される駆動流体の圧力を受けて作動する主アクチュエータに加えて、ダイヤフラムを操作する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を設け、自動で流量を精密に調整可能なバルブ装置の特許文献2において提案している。

従来においては、特許文献2に開示されたバルブ装置に対しては、弁体としてのダイヤフラムの開度を検出して、さらに精密な流量制御に対する要請があった。

[0005] 本発明の一の目的は、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、上記のバルブ装置を用いた流量制御方法、流体制御装置、半導体製造方法および半導体製造装置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、流体が流通する流路と、当該流路の途中で外部に開口する開口部とを画定するバルブボディと、

前記バルブボディの前記開口部の周囲に設けられたバルブシート

前記開口部を覆いつつ流路と外部とを隔て、かつ、前記バルブシートに当接および離隔することで流路を開閉する弁体としてのダイヤフラムと、

前記ダイヤフラムに流路を閉鎖させる閉位置と前記ダイヤフラム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ダイヤフラムを操作する操作部材と、

供給される駆動流体の圧力を受けて、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、

与えられた入力信号に応じて伸縮する受動要素を利用し、かつ、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、

前記バルブボディに対する前記操作部材の位置を検出するための位置検出機構と、

前記ダイヤフラムが前記バルブシートに当接する弁閉状態を利用して前記位置検出機構の原点位置を決定する原点位置決定部と、を有する。

[0007] 好ましくは、前記原点位置決定部は、弁閉毎に原点位置を決定し、更新する。

[0008] さらに好ましくは、弁開度が目標開度になるように、前記調整用アクチュエータを駆動して前記原点決定部の決定した原点位置から前記操作部材を目標位置に制御する制御部をさらに有する。

[0009] 本発明の流量制御方法は、上記構成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である。

[0010] 本発明の流体制御装置は、複数の流体機器が配列された流体制御装置であって、

前記複数の流体機器は、上記構成のバルブ装置を含む。

[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構成のバルブ装置を用いる。

[0012] 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流量制御に上記構成のバルブ装置を用いている。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、ダイヤフラムがバルブシートに接触することを利用して位置検出機構の原点位置を決定するので、バルブ開度をより精密に検出でき、精度の高い流量制御が実現される。

図面の簡単な説明

[0014] [図1A]本発明の一実施形態に係るバルブ装置の縦断面図であって、図1Bの1A-1A線に沿った断面図。

[図1B]図1Aのバルブ装置の上面図。

[図1C]図1Aのバルブ装置のアクチュエータ部の拡大断面図。

[図1D]図1Bの1D-1D線に沿ったアクチュエータ部の拡大断面図。

[図1E]図1Aの円A内の拡大断面図。

[図2]圧電アクチュエータの動作を示す説明図。

[図3]半導体製造装置のプロセスガス制御系への本発明の一実施形態に係るバルブ装置の適用例を示す概略図。

[図4]制御系の概略構成を示す機能ブロック図。

[図5]図1Aのバルブ装置の全開状態を説明するための要部の拡大断面図。

[図6]図1Aのバルブ装置の全閉状態を説明するための要部の拡大断面図。

[図7]流量の経時変化の発生の主要原因を説明するための図。

[図8A]図1A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8B]図1B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9]制御部の処理の一例を示すフローチャート。

[図10]圧電アクチュエータへの印加電圧と偏差との関係の一例を示すグラフ。

[図11]流体制御装置の一例を示す外観斜視図。

発明を実施するための形態

[0015] 図1Aは、本発明の一実施形態に係るバルブ装置1の構成を示す断面図で

あって、バルブが全閉時の状態を示している。図 1 B はバルブ装置 1 の上面図、図 1 C はバルブ装置 1 のアクチュエータ部の拡大縦断面図、図 1 D は図 1 C と 90 度異なる方向のアクチュエータ部の拡大縦断面図、図 1 E は図 1 A の円 A 内の拡大断面図である。なお、以下の説明において図 1 A の A 1 を上方向、A 2 を下方向とする。

バルブ装置 1 は、支持プレート 302 上に設けられた収容ボックス 301 と、収容ボックス 301 内に設置されたバルブ本体 2 と、収容ボックス 301 の天井部に設置された圧力レギュレータ 200 とを有する。

図 1 A ～図 1 E において、10 はバルブボディ、15 はバルブシート、20 はダイヤフラム、25 は押えアダプタ、27 はアクチュエータ受け、30 はボンネット、40 は操作部材、48 はダイヤフラム押え、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、85 は位置検出機構、86 は磁気センサ、87 は磁石、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、120 は皿ばね、130 は隔壁部材、150 は供給管、160 はリミットスイッチ、OR はシール部材としての O リング、G は駆動流体としての圧縮エアを示す。なお、駆動流体は、圧縮エアに限定されるわけではなく他の流体を用いることも可能である。

[0016] バルブボディ 10 は、ステンレス鋼等の金属により形成されており、流路 12、13 を画定している。流路 12 は、一端にバルブボディ 10 の一側面で開口する開口部 12a を有し、開口部 12a に管継手 501 が溶接により接続されている。流路 12 は、他端 12b がバルブボディ 10 の上下方向 A1、A2 に延びる流路 12c と接続されており。流路 12c の上端部は、バルブボディ 10 の上面側で開口し、上端部は、バルブボディ 10 の上面側に形成された凹部 11 の底面で開口し、下端部はバルブボディ 10 の下面側で開口している。流路 12c の下端側の開口には、圧力センサ 400 が設けられ、流路 12c の下端側の開口を閉塞している。

流路 12c の上端部の開口の周囲にバルブシート 15 が設けられている。

バルブシート 15 は、合成樹脂（PFA、PA、PI、PCTFE等）製であり、流路 12c の上端側の開口周縁に設けられた装着溝に嵌合固定されている。なお、本実施形態では、かしめ加工によりバルブシート 15 が装着溝内に固定されている。

流路 13 は、一端がバルブボディ 10 の凹部 11 の底面で開口し、かつ、他端にバルブボディ 10 の流路 12 とは反対側の他側面で開口する開口部 13a を有し、開口部 13a に管継手 502 が溶接により接続されている。

[0017] ダイヤフラム 20 は、バルブシート 15 の上方に配設されており、流路 12c と流路 13 とを連通する流路を画定すると共に、その中央部が上下動してバルブシート 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、その外周縁部がバルブボディ 10 の凹部 11 の底部に形成された突出部上に載置され、凹部 11 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、気密状態で挟持固定されている。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。

[0018] 操作部材 40 は、ダイヤフラム 20 に流路 12 と流路 13 との間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、上端側が開口している。操作部材 40 は、ボンネット 30 の内周面に Oリング OR を介して嵌合し（図 1C, 1D 参照）、上下方向 A1, A2 に移動自在に支持されている。

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押え部を有したダイヤフラム押え４８が装着されている。

ダイヤフラム押え４８の外周部に形成された鍔部４８aの上面と、ボンネット３０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により下方向Ａ２に向けて常時付勢されている。このため、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はバルブシート１５に押し付けられ、流路１２と流路１３の間は閉じられた状態となる。

[0019] アクチュエータ受け２７の下面とダイヤフラム押え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。

ケーシング５０は、上側ケーシング部材５１と下側ケーシング部材５２からなり、下側ケーシング部材５２の下端部内周のねじがボンネット３０の上端部外周のねじに螺合している。また、下側ケーシング部材５２の上端部外周のねじに上側ケーシング部材５１の下端部内周のねじが螺合している。

下側ケーシング部材５２の上端部とこれに対向する上側ケーシング部材５１の対向面５１fとの間には、環状のバルクヘッド６５が固定されている。バルクヘッド６５の内周面と操作部材４０の外周面との間およびバルクヘッド６５の外周面と上側ケーシング部材５１の内周面との間は、ＯリングＯＲによりそれぞれシールされている。

[0020] 主アクチュエータ６０は、環状の第１～第３のピストン６１，６２，６３を有する。第１～第３のピストン６１，６２，６３は、操作部材４０の外周面に嵌合しており、操作部材４０とともに上下方向Ａ１，Ａ２に移動可能となっている。第１～第３のピストン６１，６２，６３の内周面と操作部材４０の外周面との間、および、第１～第３のピストン６１，６２，６３の外周面と上側ケーシング部材５１，下側ケーシング部材５２，ボンネット３０の内周面との間は複数のＯリングＯＲでシールされている。

図１Ｃおよび１Ｄに示すように、操作部材４０の内周面には、円筒状の隔壁部材１３０が当該操作部材４０の内周面との間に間隙ＧＰ１を持つように

固定されている。間隙G P 1は、隔壁部材1 3 0の上端側および下端側の外周面と操作部材4 0の内周面との間に設けられた複数のリングO R 1～O R 3によりシールされ、駆動流体としての圧縮エアGの流通路となっている。この間隙G P 1で形成される流通路は、圧電アクチュエータ1 0 0と同心状に配置されている。後述する圧電アクチュエータ1 0 0のケーシング1 0 1と隔壁部材1 3 0との間には、間隙G P 2が形成されている。

[0021] 図1 Dに示すように、第1～第3のピストン6 1, 6 2, 6 3の下面側には、それぞれ圧力室C 1～C 3が形成されている。

操作部材4 0には、圧力室C 1, C 2, C 3に連通する位置において半径方向に貫通する流通路4 0 h 1, 4 0 h 2, 4 0 h 3が形成されている。流通路4 0 h 1, 4 0 h 2, 4 0 h 3は、操作部材4 0の周方向に等間隔に複数形成されている。流通路4 0 h 1, 4 0 h 2, 4 0 h 3は、上記した間隙G P 1で形成される流通路とそれぞれ接続されている。

ケーシング5 0の上側ケーシング部材5 1には、上面で開口し上下方向A 1, A 2に延びかつ圧力室C 1に連通する流通路5 1 hが形成されている。流通路5 1 hの開口部には、管継手1 5 2を介して供給管1 5 0が接続されている。これにより、供給管1 5 0から供給される圧縮エアGは、上記した各流通路を通じて圧力室C 1, C 2, C 3に供給される。

ケーシング5 0内の第1のピストン6 1の上方の空間S Pは、調整ボディ7 0の貫通孔7 0 aを通じて大気につながっている。

[0022] 図1 Cに示すように、リミットスイッチ1 6 0は、ケーシング5 0上に設置され可動ピン1 6 1がケーシング5 0を貫通して第1のピストン6 1の上面に接触している。リミットスイッチ1 6 0は、可動ピン1 6 1の移動に応じて、第1のピストン6 1（操作部材4 0）の上下方向A 1, A 2の移動量を検出する。

位置検出機構

図1 Eに示すように、位置検出機構8 5は、ボンネット3 0と操作部材4 0とに設けられており、ボンネット3 0の半径方向に沿って埋め込まれた磁

気センサ８６と、この磁気センサ８６に対向するように操作部材４０の周方向の一部に埋め込まれた磁石８７とを含む。

磁気センサ８６は、配線８６ａがボンネット３０の外部に導出されており、配線８６ａは給電線と信号線からなり、信号線は後述する制御部３００に電氣的に接続される。磁気センサ８６としては、例えば、ホール素子を利用したもの、コイルを利用したもの、磁界の強さや向きによって抵抗値が変化するAMR素子を利用したもの等が挙げられ、磁石との組み合わせにより、位置検知を非接触にできる。

磁石８７は、上下方向Ａ１，Ａ２に着磁されていてもよいし、半径方向に着磁されていてもよい。また、磁石８７はリング状に形成されていてもよい。

なお、本実施形態では、磁気センサ８６をボンネット３０に設け、磁石８７を操作部材４０に設けたが、これに限定されるわけではなく、適宜変更できる。例えば、押えアダプタ２５に磁気センサ８６を設け、ダイヤフラム押え４８の外周部に形成された鍔部４８ａの対向する位置に磁石８７を設けることも可能である。バルブボディ１０に対して移動する側に磁石８７を設置し、バルブボディ１０又はバルブボディ１０に対して移動しない側に磁気センサ８６を設置することが好ましい。

[0023] ここで、図２を参照して圧電アクチュエータ１００の動作について説明する。

圧電アクチュエータ１００は、図２に示す円筒状のケーシング１０１に図示しない積層された圧電素子を内蔵している。ケーシング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入力信号としての電圧を印加して伸長させることで、ケーシング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Ｖ０を予めかけておくことで、圧電アクチュエータ１０

0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、上下方向A1, A2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1Aや図1C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の貫通孔70aを通じて外部に導出されている。

[0024] 圧電アクチュエータ100の基端部103の上下方向の位置は、図1Cや図1Dに示すように、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ねじ孔に調整ボディ70の外周面に設けられたねじ部が螺合されており、調整ボディ70の上下方向A1, A2の位置を調整することで、圧電アクチュエータ100の上下方向A1, A2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1に示すように円盤状のアクチュエータ受け27の上面に形成された円錐面状の受け面に当接している。アクチュエータ受け27は、上下方向A1, A2に移動可能となっている。

[0025] 圧力レギュレータ200は、一次側に管継手201を介して供給管203が接続され、二次側には供給管150の先端部に設けられた管継手151が接続されている。

圧力レギュレータ200は、周知のポペットバルブ式の圧力レギュレータであり、詳細説明を省略するが、供給管203を通じて供給される高圧の圧縮エアGを所望の圧力へ下げて二次側の圧力が予め設定された調節された圧力になるように制御される。供給管203を通じて供給される圧縮エアGの圧力に脈動や外乱による変動が存在する場合に、この変動を抑制して二次側

へ出力する。

[0026] 図3に、半導体製造装置のプロセスガス制御系へ本実施形態に係るバルブ装置1を適用した例を示す。

図3の半導体製造装置1000は、例えば、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、800は圧縮エアGの供給源、810はプロセスガスPGの供給源、900A～900Cは流体制御装置、VA～VCは開閉バルブ、1A～1Cは本実施形態に係るバルブ装置、CHA～CHCは処理チャンバである。

ALD法による半導体製造プロセスでは、プロセス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、処理ガスの流量を確保する必要もある。

流体制御装置900A～900Cは、正確に計量したプロセスガスPGを処理チャンバCHA～CHCにそれぞれ供給するために、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機器を集積化した集積化ガスシステムである。

バルブ装置1A～1Cは、上記したダイヤフラム20の開閉により、流体制御装置900A～900CからのプロセスガスPGの流量を精密に制御して処理チャンバCHA～CHCにそれぞれ供給する。

開閉バルブVA～VCは、バルブ装置1A～1Cに開閉動作させるために、制御指令に応じて圧縮エアGの供給遮断を実行する。

[0027] 上記のような半導体製造装置1000では、共通の供給源800から圧縮エアが供給されるが、開閉バルブVA～VCはそれぞれ独立に駆動される。

共通の供給源800からは、ほぼ一定の圧力の圧縮エアGが常時出力されるが、開閉バルブVA～VCがそれぞれ独立に開閉されると、バルブ開閉時の圧力損失等の影響を受けてバルブ装置1A～1Cにそれぞれ供給される圧縮エアGの圧力が変動を起こし、一定ではなくなる。

バルブ装置1A～1Cに供給される圧縮エアGの圧力が変動すると、上記した圧電アクチュエータ100による流量調整量の変動してしまう可能性が

ある。この問題を解決するために、上記した圧力レギュレータ 200 が設けられている。

[0028] 次に、本実施形態に係るバルブ装置 1 の制御部について図 4 を参照して説明する。

図 4 に示すように、制御部 300 は、磁気センサ 86 の検出信号が入力され、圧電アクチュエータ 100 を駆動制御するようになっている。制御部 300 は、例えば、図示しない、プロセッサ、メモリ等のハードウェアおよび所要のソフトウェアと圧電アクチュエータ 100 を駆動するドライバとを含む。制御部 300 による圧電アクチュエータ 100 の制御の具体例については後述する。

[0029] 次に、図 5 および図 6 を参照して、本実施形態に係るバルブ装置 1 の基本動作について説明する。

図 5 はバルブ装置 1 のバルブ全開状態を示し、図 6 はバルブ装置 1 のバルブ全閉状態を示している。図 6 に示す状態では、圧縮エア G は供給されていない。この状態において、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 27 は上方向 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 も上方向 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、上下方向 A1, A2 の圧縮力を受け、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 に対して上下方向 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。

[0030] 図 6 に示すように、ダイヤフラム 20 がバルブシート 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27の下面側の規制面27bと、操作部材40に装着されたダイヤフラム押え48の上面側の当接面48tとの間には隙間が形成されている。規制面27bの上下方向A1, A2の位置が、開度調整していない状態での開位置OPとなる。全閉状態における規制面27bと当接面48tとの隙間の距離が図5に示すダイヤフラム20のリフト量Lfに相当する。リフト量Lfは、バルブの開度、すなわち、流量を規定する。リフト量Lfが、上記した調整ボディ70の上下方向A1, A2の位置を調整することで変更できる。図5に示す状態のダイヤフラム押え48（操作部材40）は、当接面48tを基準にすると、閉位置CPに位置する。この当接面48tが、アクチュエータ受け27の規制面27b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がバルブシート15からリフト量Lf分だけ離れる。

[0031] 供給管150を通じて圧縮エアGをバルブ装置1内に供給すると、操作部材40を上方向A1に押し上げる推力が主アクチュエータ60に発生する。圧縮エアGの圧力は、操作部材40にコイルばね90および皿ばね120から作用する下方向A2の付勢力に抗して操作部材40を上方向A1に移動させるのに十分な値に設定されている。このような圧縮エアGが供給されると、操作部材40は皿ばね120をさらに圧縮しつつ上方向A1に移動し、アクチュエータ受け27の規制面27bにダイヤフラム押え48の当接面48tが当接し、アクチュエータ受け27は操作部材40から上方向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を上下方向A1, A2に圧縮する力として作用する。したがって、操作部材40に作用する上方向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、バルブシート15から上記したリフト量Lfだけ離隔する。

[0032] 次に、バルブ装置1の流量調整の一例について図7, 図8A, 図8Bおよび図9のフローチャートを参照して説明する。

先ず、上記した位置検出機構 85 は、図 5 および図 6 に示す状態におけるバルブボディ 10 と磁気センサ 86 との相対変位を検出している。位置検出機構 85 の検出する信号を所定のサンプリング時間でサンプリングしたサンプリングデータを用いて、図 9 に示すように、バルブ開度 VOP を算出する（ステップ S1）。バルブ開度 VOP は、位置検出機構 85 の検出出力から換算された変位 P と原点位置 $P0$ の差で定義され、基本的には、バルブシート 15 にダイヤフラム 20 が接触した位置での磁気センサ 86 の出力と、ダイヤフラム 20 がバルブシート 15 から離れた状態の磁気センサ 86 との差を変位量に換算することで求めることができる。

原点位置 $P0$ は、ダイヤフラム 20 がバルブシート 15 に接触した状態の磁気センサ 86 の検出出力から決定され、初期の原点位置 $P0$ は、図 7 の（a）に示した状態のバルブシート 15 にダイヤフラム 20 が当接した状態である。しかし、バルブシート 15 にダイヤフラム 20 が当接した状態であっても、バルブシート 15 が樹脂であるため図 7 の（b）や図 7 の（c）のように変形することや外乱の影響で、磁気センサ 86 の出力が一定にはならない。このため、後述するように、原点位置 $P0$ をサンプリングした磁気センサ 86 の出力から決定する必要がある。なお、初期の原点位置 $P0$ は製品出荷時に決定することができる。また、別途温度センサを設けて、変位 P の値、および原点位置 $P0$ の値に温度補正を行っても良い。

[0033] バルブ開度 VOP が算出されると、バルブ開度 VOP とリフト量 Lf との偏差 e を算出する（ステップ S2）。図 7 で説明したように、ダイヤフラム 20 に変形が生じると、開状態において、バルブ開度 VOP とリフト量 Lf との間に偏差が生じる。図 7 の（b）の場合、偏差 e は $-\alpha$ であり、図 7 の（c）の場合、偏差 e は β である。

次いで、偏差 e が所定の閾値 $-e_{th}$ （ e_{th} は正の値）よりも小さいかを判断する（ステップ S3）。これは、バルブ装置 1 がバルブ閉状態にある場合には開度調整が不要であるため、開度調整が不要かどうかを判断する。すなわち、バルブ開度 VOP が所定開度を下回ったかを判断する。

バルブ開度 VOP が所定開度よりも大きいと判断される場合（ステップ $S3 : Y$ ）には、圧電アクチュエータ 100 に偏差 e の大きさに応じた電圧が印加される。すなわち、フィードバック制御が行われる。なお、本実施形態では、偏差 e をゲイン要素 Kp のみで補償したが、 PI 補償してもよい。

バルブ開度 VOP が所定開度を下回ったと判断される場合（ステップ $S3 : N$ ）には、圧電アクチュエータ 100 に $0[V]$ が印加される。

図 10 に示すように、偏差 e が $-e_{th}$ 以上の場合にのみ圧電アクチュエータ 100 に電圧が印加され（ステップ $S4$ ）、それ以外は $0[V]$ が印加される（ステップ $S5$ ）。これにより、バルブの開度調整が不要の場合には、圧電アクチュエータ 100 は作動しない（伸長しない）ので、その分、圧電アクチュエータ 100 の寿命を延ばすことができる。

なお、バルブ閉状態では、変位 P は原点位置 $P0$ の値の近傍となり、ステップ $S1$ の算出結果であるバルブ開度 VOP の値は極端に小さくなる。次いで、ステップ $S2$ で当該バルブ閉状態でのバルブ開度 VOP からリフト量 L_f を減算すると、偏差 e は必ず負の値になる。偏差 e が負の場合はリフト量 L_f よりバルブ開度 VOP が少ないことを意味し、この状態でステップ $S4$ が行われると、圧電アクチュエータ 100 への印加電圧は必ず負の値になる。この結果、圧電アクチュエータ 100 への印加電圧は負の値となり、実質的に $0[V]$ となる。従って、バルブ開度 VOP が所定開度を下回ったと判断する必要がないため、上述のステップ $S3$ 、ステップ $S5$ は省略が可能であり、省略した場合、ステップ数の減少によって、処理速度の高速化が期待できる。

[0034] 原点位置決定

制御部 300 では、磁気センサ 86 の出力からバルブ閉状態かを判断する（ステップ $S6$ ）。バルブ閉状態にあると判断される場合には、原点位置を検出する（ステップ $S7$ ）。制御部 300 は原点位置決定部を兼ねている（ステップ $S6 : Y$ ）。

原点位置の検出は、例えば、以下のような方法により行われる。

(1) 磁気センサの出力値をサンプルし、弁閉状態から弁開状態になった時点(センサ出力値が閾値を超えた時点)から所定時間 T_0 だけさかのぼった時点のセンサ出力値を原点位置として採用し更新する(ステップS8)。

(2) 磁気センサの出力値をサンプルし、弁閉状態から弁開状態になる時点まで(センサ出力値が閾値を超える時点まで)、センサ出力値の移動平均を t 時間毎に算出し、原点位置として更新する。

(3) 磁気センサの出力値をサンプルし、弁閉状態から弁開状態になる時点(センサ出力値が閾値を超えた時点)までのセンサ出力値の中で最も低い出力値を原点位置として採用し更新する。

[0035] ここで、図8Aおよび図8B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の上下方向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8A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を下方向A2に移動させる。これにより、ダイヤフラム20とバルブシート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 よりも小さくなる。圧電アクチュエータ100の伸長量は位置検出機構85で検出したバルブシート15の変形量としてもよい。

流体の流量を増加させる方向に調整する場合には、図8B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を上方向A1に移動させる。これにより、ダイヤフラム20とバルブシート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。圧電アクチュエータ100の縮小量は位置検出機構85で検出したバルブシート15の変形量としてもよい。

[0036] 本実施形態では、ダイヤフラム20のリフト量 L_f 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±20 μm 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2

0のリフト量をカバーすることができないが、圧縮エア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に印加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。

[0037] 上記実施形態では、与えられた入力信号に応じて伸縮する受動要素を利用した調整用アクチュエータとして、圧電アクチュエータ100を用いたが、これに限定されるわけではない。たとえば、電界の変化に応じて変形する化合物からなる電気駆動材料をアクチュエータとして用いることができる。電流又は電圧により電気駆動材料の形状や大きさを変化させ、規定される操作部材40の開位置を変化させることができる。このような電気駆動材料は、圧電材料であってもよいし、圧電材料以外の電気駆動材料であってもよい。圧電材料以外の電気駆動材料とする場合には電気駆動型高分子材料とすることができる。

電気駆動型高分子材料は、電気活性高分子材料（Electro Active Polymer：EAP）ともよばれ、例えば外部電場やクーロン力により駆動する電気性EAP、およびポリマーを膨潤させている溶媒を電場により流動させて変形させる非イオン性EAP、電場によるイオンや分子の移動により駆動するイオン性EAP等があり、これらのいずれか又は組合せを用いることができる。

[0038] 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。

[0039] 上記適用例では、バルブ装置1をALD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（ALE：Atomic Layer Etching 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。

[0040] 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。

[0041] 上記実施形態では、位置検出機構として磁気センサおよび磁石を含むものを例示したが、これに限定されるわけではなく、光学式の位置検出センサ等の非接触式位置センサを採用可能である。

[0042] 図 11 を参照して、本発明のバルブ装置が適用される流体制御装置の一例を説明する。

図 11 に示す流体制御装置には、幅方向 W1, W2 に沿って配列され長手方向 G1, G2 に延びる金属製のベースプレート BS が設けられている。なお、W1 は正面側、W2 は背面側、G1 は上流側、G2 は下流側の方向を示している。ベースプレート BS には、複数の流路ブロック 992 を介して各種流体機器 991A～991E が設置され、複数の流路ブロック 992 によって、上流側 G1 から下流側 G2 に向かって流体が流通する図示しない流路がそれぞれ形成されている。

[0043] ここで、「流体機器」とは、流体の流れを制御する流体制御装置に使用される機器であって、流体流路を画定するボディを備え、このボディの表面で開口する少なくとも 2 つの流路口を有する機器である。具体的には、開閉弁（2 方弁）991A、レギュレータ 991B、プレッシャーゲージ 991C、開閉弁（3 方弁）991D、マスフローコントローラ 991E 等が含まれるが、これらに限定されるわけではない。なお、導入管 993 は、上記した図示しない流路の上流側の流路口に接続されている。

[0044] 本発明は、上記した開閉弁 991A、991D、レギュレータ 991B 等の種々のバルブ装置に適用可能である。

符号の説明

[0045] 1, 1A, 1B, 1C : バルブ装置

2	: バルブ本体
1 0	: バルブボディ
1 1	: 凹部
1 2	: 流路
1 2 a	: 開口部
1 2 b	: 他端
1 2 c, 1 3	: 流路
1 5	: バルブシート
2 0	: ダイアフラム
2 5	: 押えアダプタ
2 7	: アクチュエータ受け
2 7 b	: 規制面
3 0	: ボンネット
4 0	: 操作部材
4 0 h 1 - 4 0 h 3	: 流通路
4 8	: ダイアフラム押え
4 8 a	: 鍔部
4 8 t	: 当接面
5 0	: ケーシング
5 1	: 上側ケーシング部材
5 1 f	: 対向面
5 1 h	: 流通路
5 2	: 下側ケーシング部材
6 0	: 主アクチュエータ
6 1	: 第1のピストン
6 2	: 第2のピストン
6 3	: 第3のピストン
6 5	: バルクヘッド

7 0	: 調整ボディ
7 0 a	: 貫通孔
8 0	: アクチュエータ押え
8 5	: 位置検出機構
8 6	: 磁気センサ
8 6 a	: 配線
8 7	: 磁石
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	: ケーシング
1 0 2	: 先端部
1 0 3	: 基端部
1 0 5	: 配線
1 2 0	: 皿ばね
1 3 0	: 隔壁部材
1 5 0	: 供給管
1 5 1, 1 5 2	: 管継手
1 6 0	: リミットスイッチ
1 6 1	: 可動ピン
2 0 0	: 圧力レギュレータ
2 0 1	: 管継手
2 0 3	: 供給管
3 0 0	: 制御部
3 0 1	: 収容ボックス
3 0 2	: 支持プレート
4 0 0	: 圧力センサ
5 0 1, 5 0 2	: 管継手
8 0 0, 8 1 0	: 供給源

900A-900C : 流体制御装置
1000 : 半導体製造装置
A : 円
A1 : 上方向
A2 : 下方向
C1-C3 : 圧力室
CHA, CHB, CHC : 処理チャンバ
CP : 閉位置
Ct : 中心線
G : 圧縮エア（駆動流体）
GP1, GP2 : 間隙
Lf : リフト量
OP : 開位置
OR-OR3 : オリング
PG : プロセスガス
P : 変位
P0 : 原点位置
SP : 空間
V0 : 所定電圧
VA-VC : 開閉バルブ
VOP : 開位置
991A-991E : 流体機器
992 : 流路ブロック
993 : 導入管

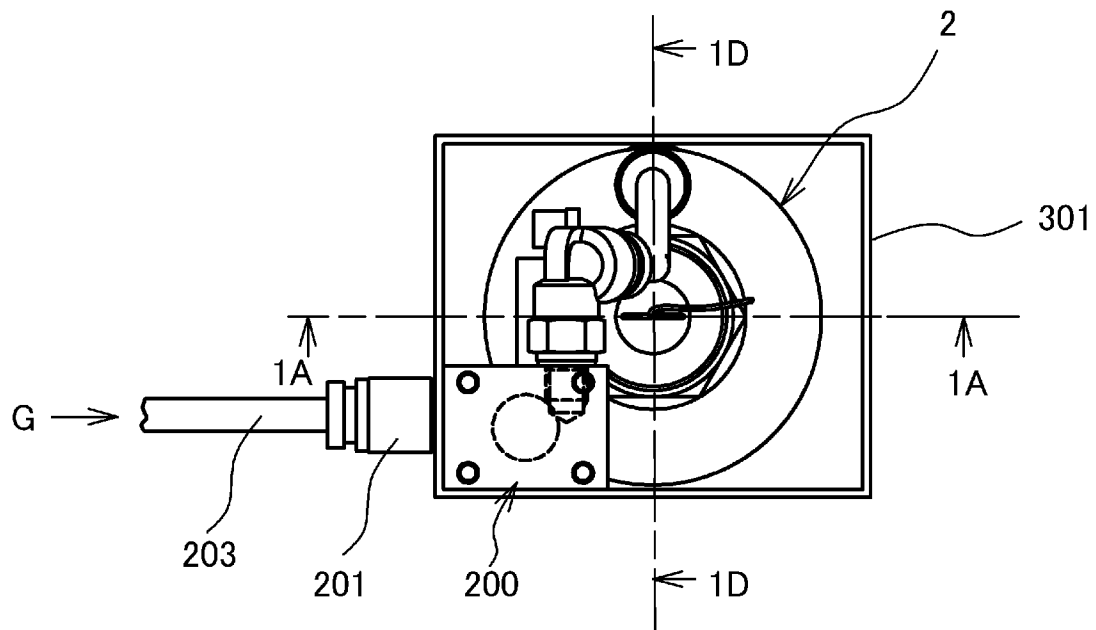
請求の範囲

- [請求項1] 流体が流通する流路と、当該流路の途中で外部に開口する開口部とを画定するバルブボディと、
前記バルブボディの前記開口部の周囲に設けられたバルブシート
前記開口部を覆いつつ流路と外部とを隔て、かつ、前記バルブシートに当接および離隔することで流路を開閉する弁体としてのダイヤフラムと、
前記ダイヤフラムに流路を閉鎖させる閉位置と前記ダイヤフラム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ダイヤフラムを操作する操作部材と、
供給される駆動流体の圧力を受けて、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、
与えられた入力信号に応じて伸縮する受動要素を利用し、かつ、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、
前記バルブボディに対する前記操作部材の位置を検出するための位置検出機構と、
前記ダイヤフラムが前記バルブシートに当接する弁閉状態を利用して前記位置検出機構の原点位置を決定する原点位置決定部と、を有するバルブ装置。
- [請求項2] 前記原点位置決定部は、弁閉毎に原点位置を決定し、更新する、請求項1に記載のバルブ装置。
- [請求項3] 前記原点位置決定部は、前記位置検出機構の検出信号をサンプリングし、弁閉状態から弁開状態に移行する際のサンプリングデータに基づいて、原点位置を決定する、請求項1又は2に記載のバルブ装置。
- [請求項4] 弁開度が目標開度になるように、前記調整用アクチュエータを駆動して前記原点決定部の決定した原点位置から前記操作部材を目標位置に制御する制御部をさらに有する、請求項1ないし3のいずれかに記

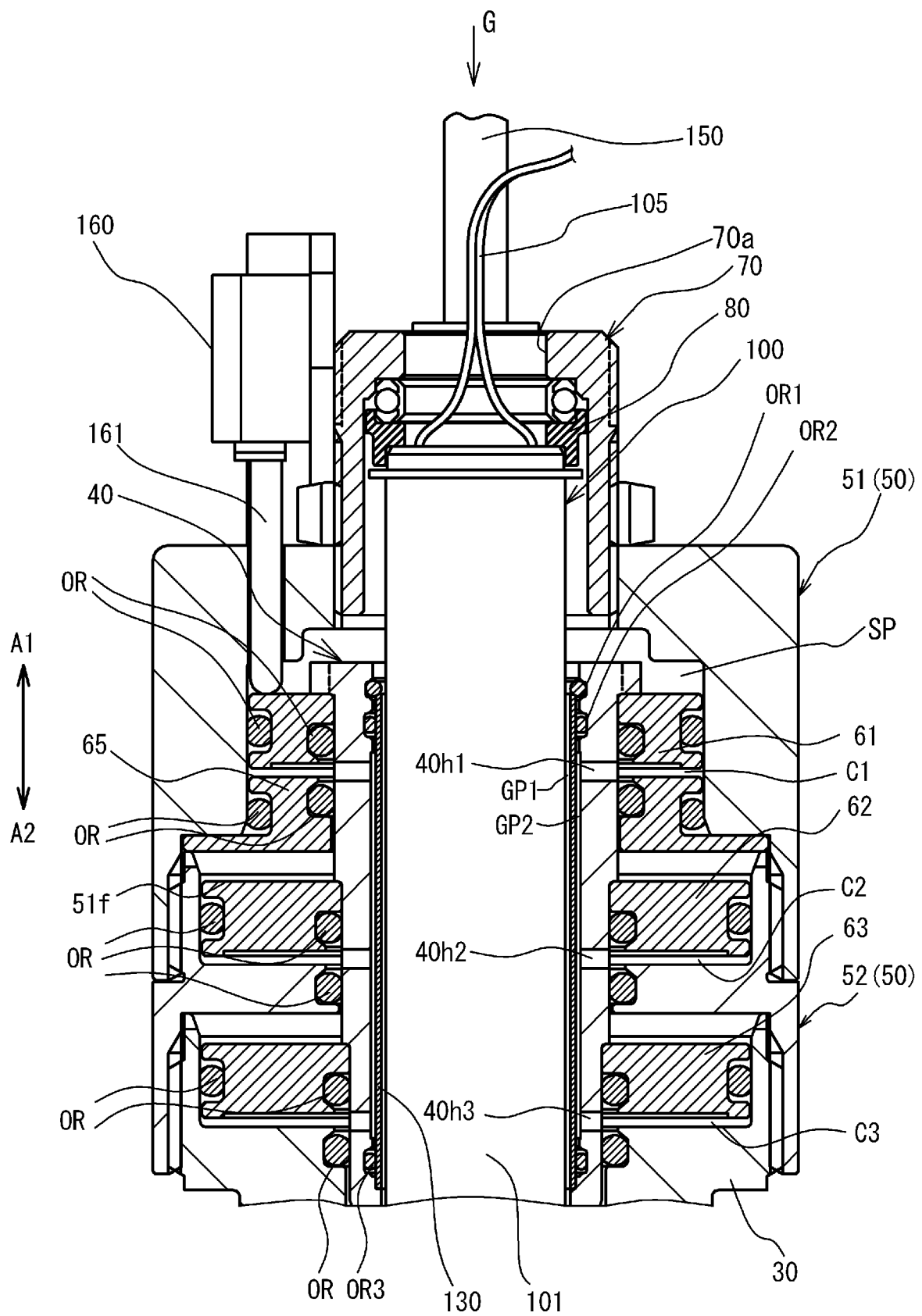
載のバルブ装置。

- [請求項5] 前記調整用アクチュエータは、基端部と先端部とを有するケーシングと、当該ケーシング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シングの前記基端部と前記先端部との間の全長を伸縮させる、請求項1ないし4のいずれかに記載のバルブ装置。
- [請求項6] 請求項1ないし5のいずれか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7] 複数の流体機器が配列された流体制御装置であって、
前記複数の流体機器は、請求項1ないし5のいずれかに記載のバルブ装置を含む、流体制御装置。
- [請求項8] 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5のいずれかに記載のバルブ装置を用いた半導体製造方法。
- [請求項9] 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5のいずれかに記載のバルブ装置を用いた半導体製造装置。

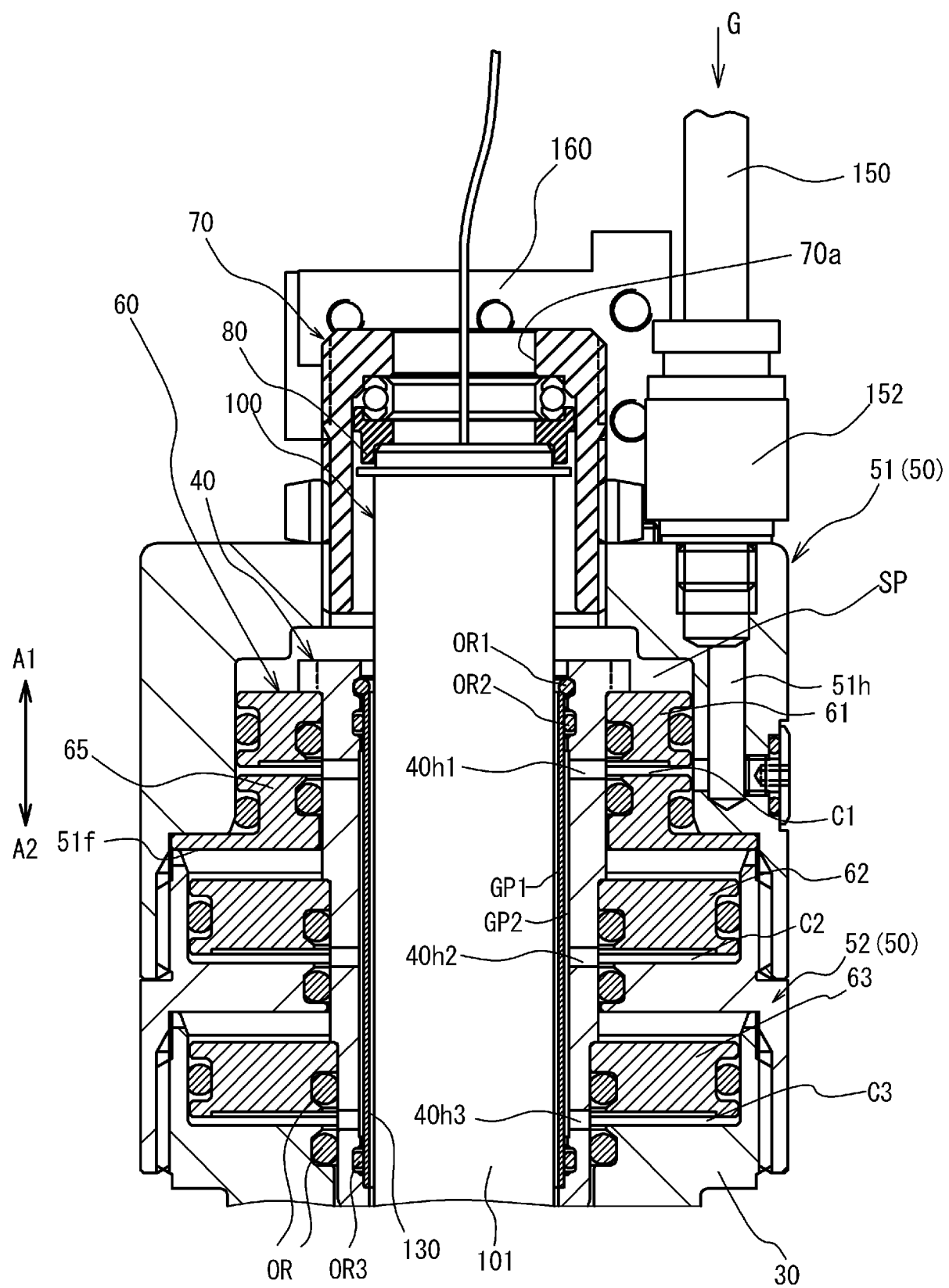
[図1B]



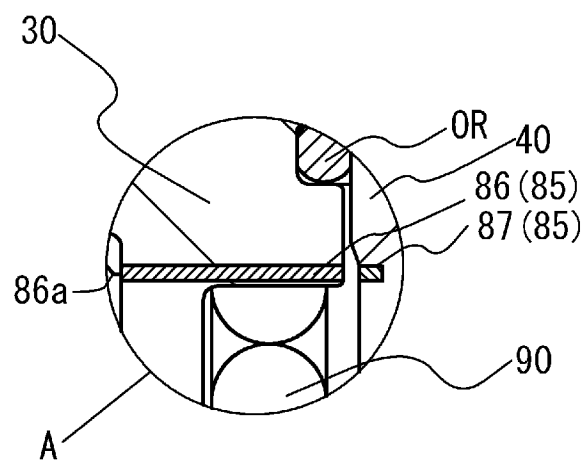
[図1C]



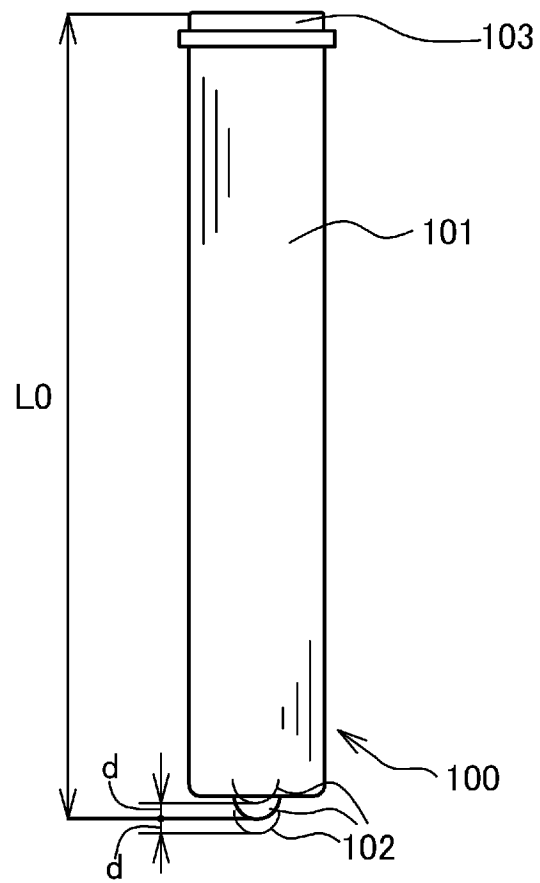
[図1D]



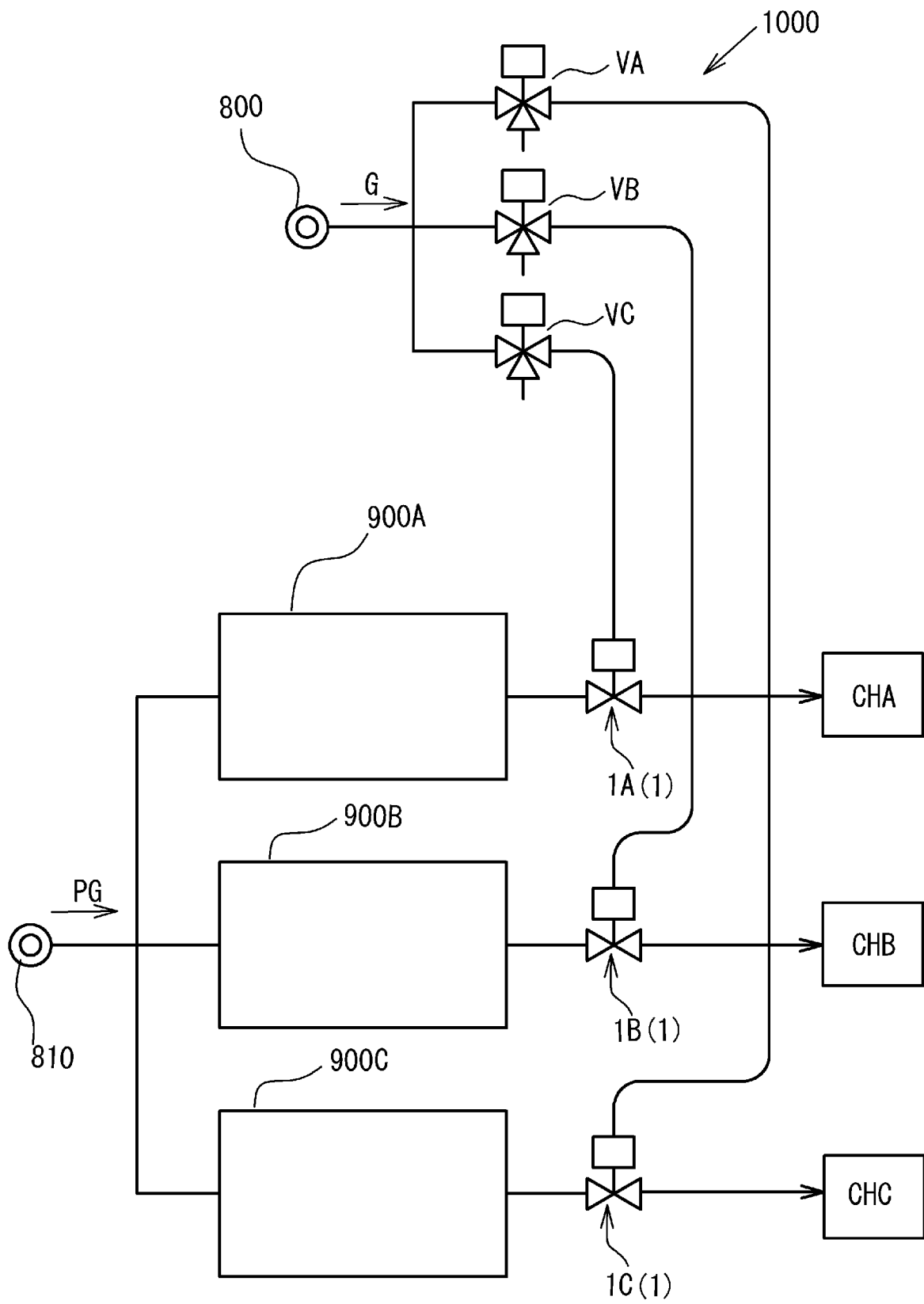
[図1E]



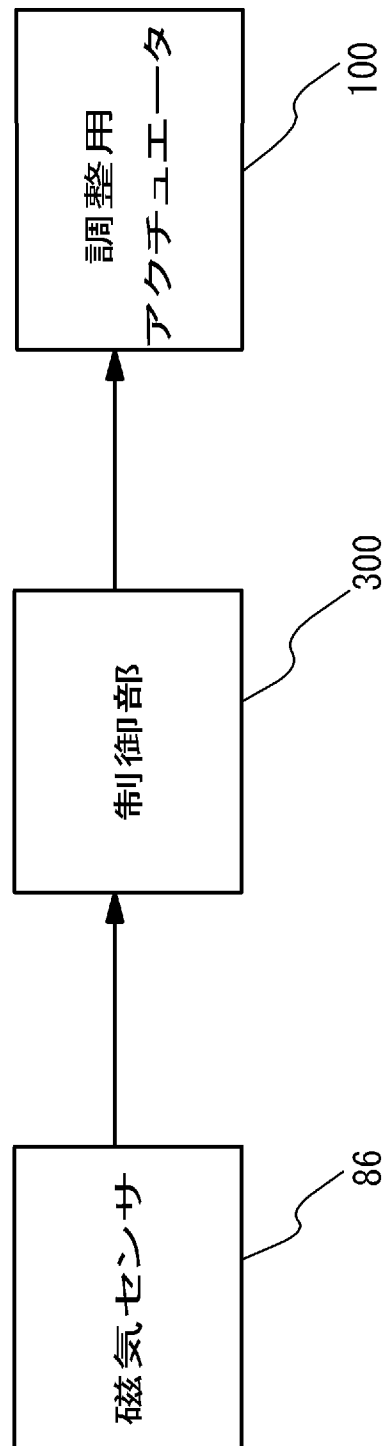
[図2]



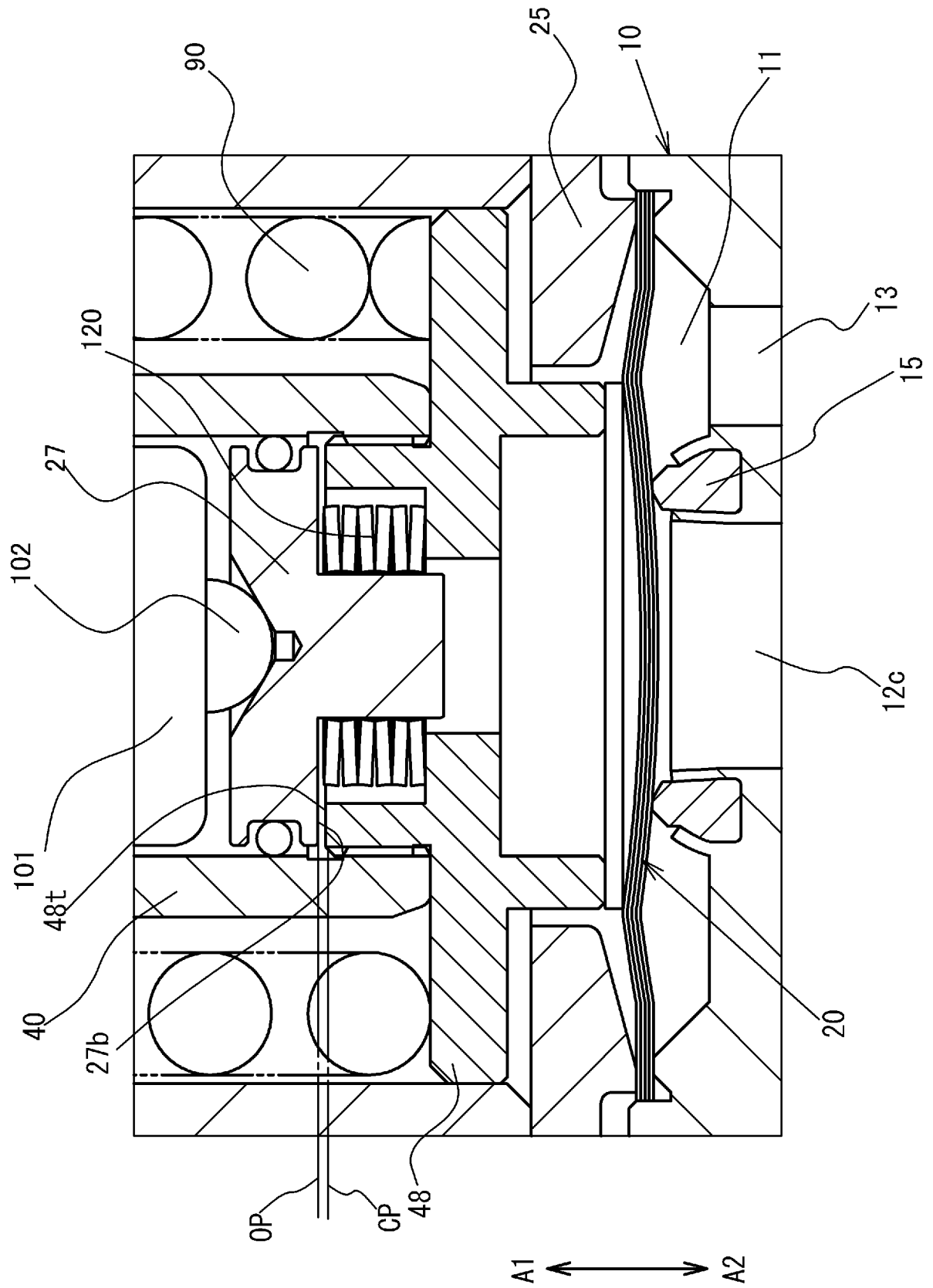
[図3]



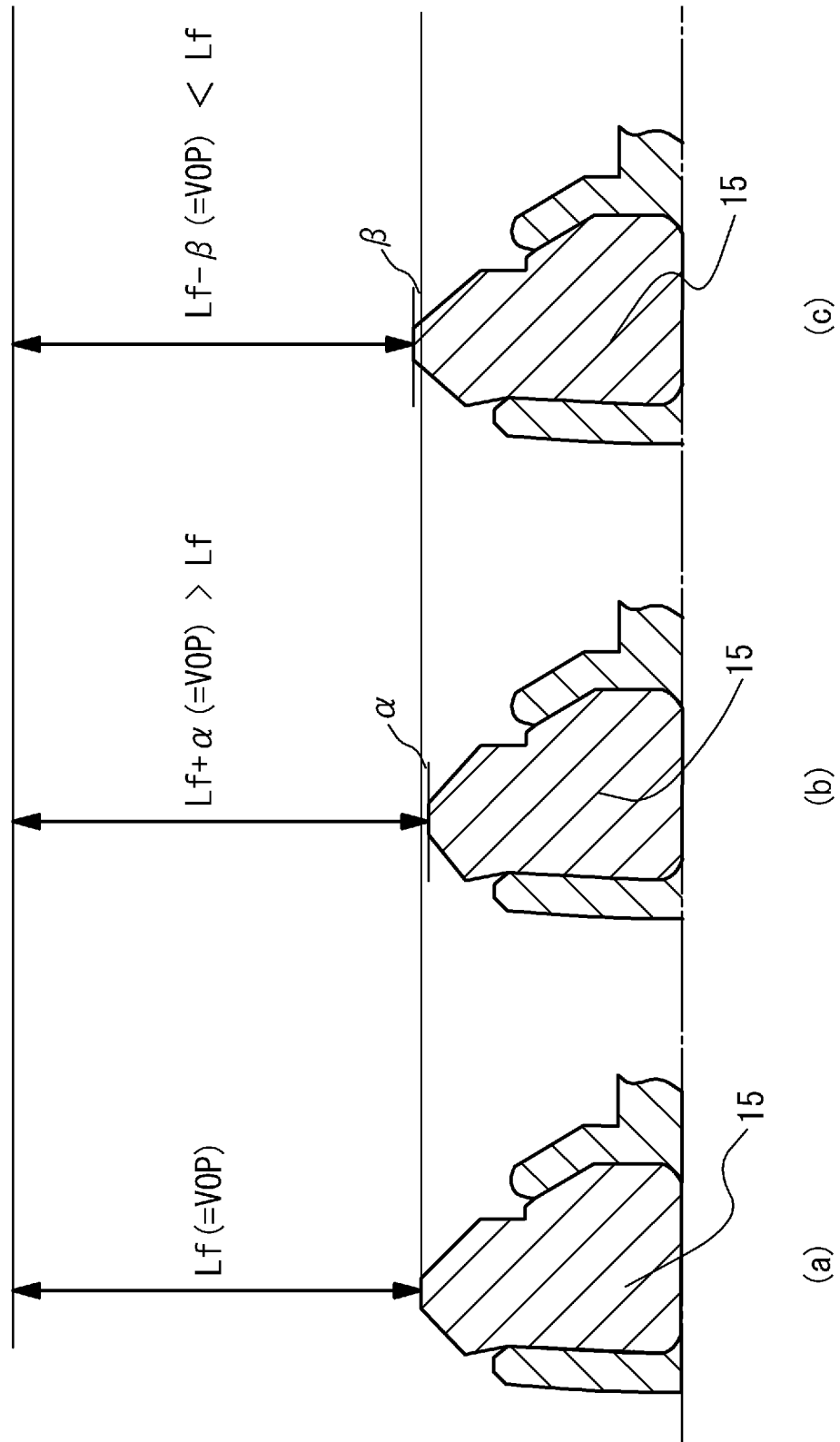
[図4]



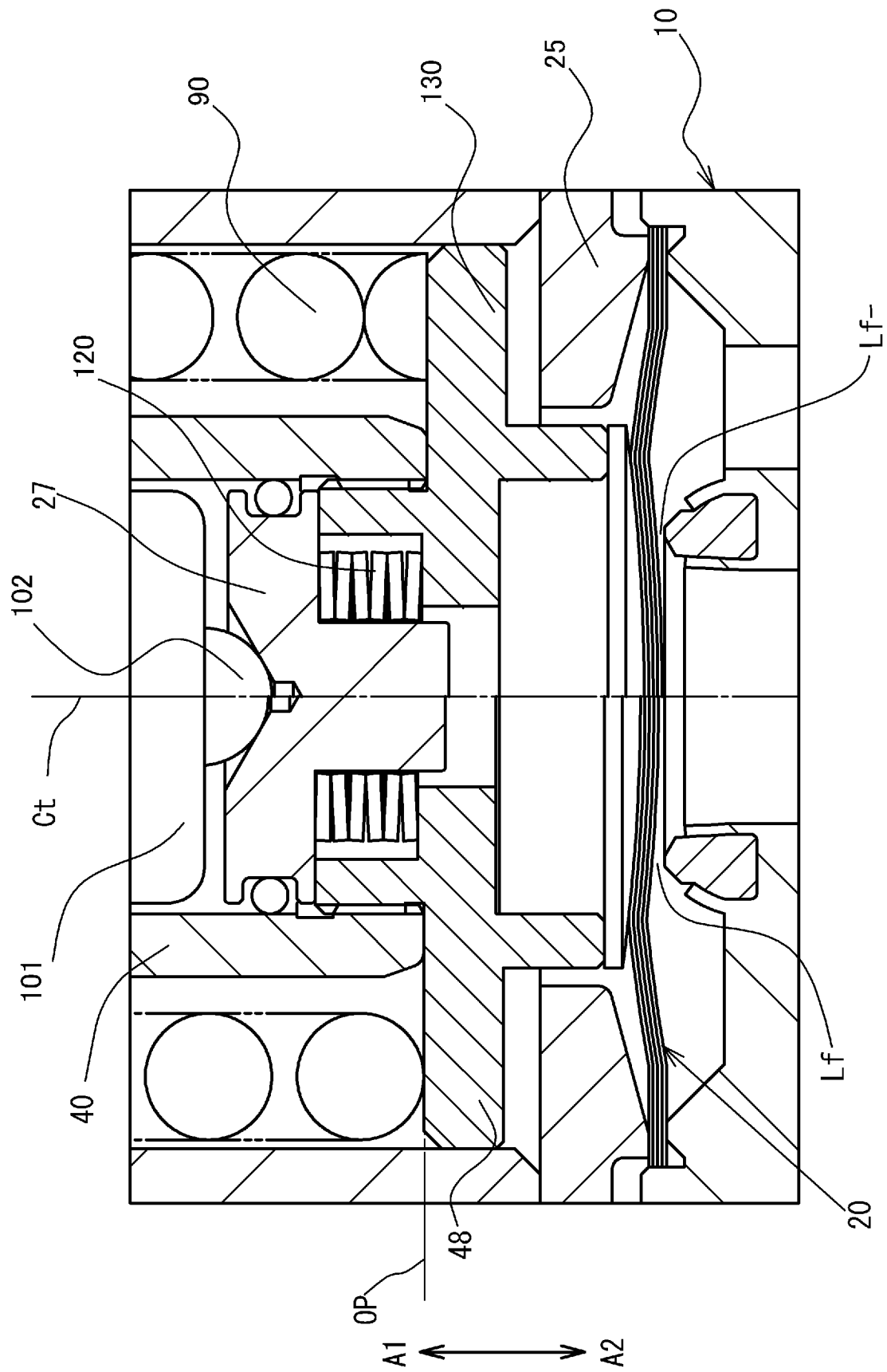
[図6]



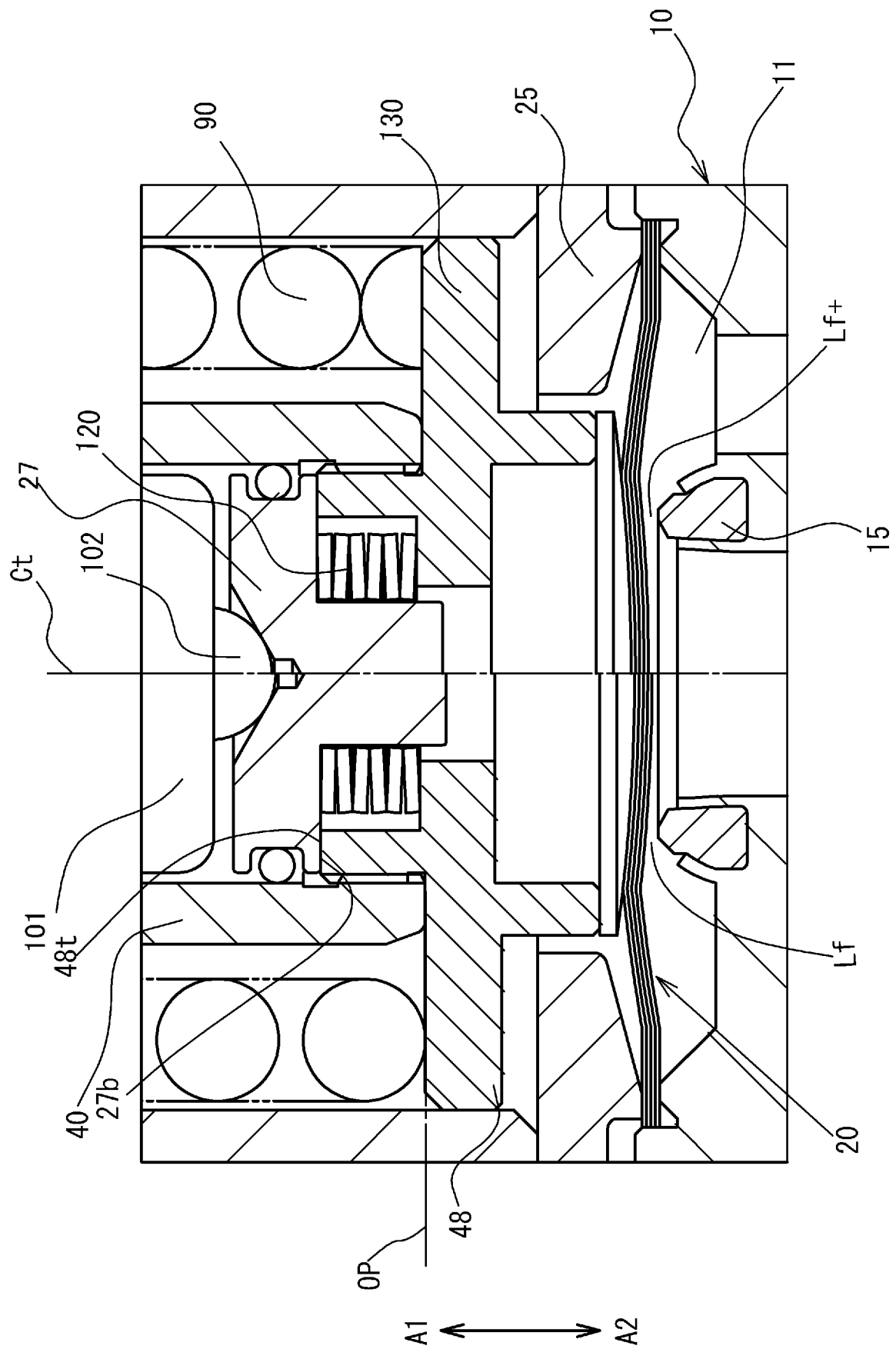
[図7]



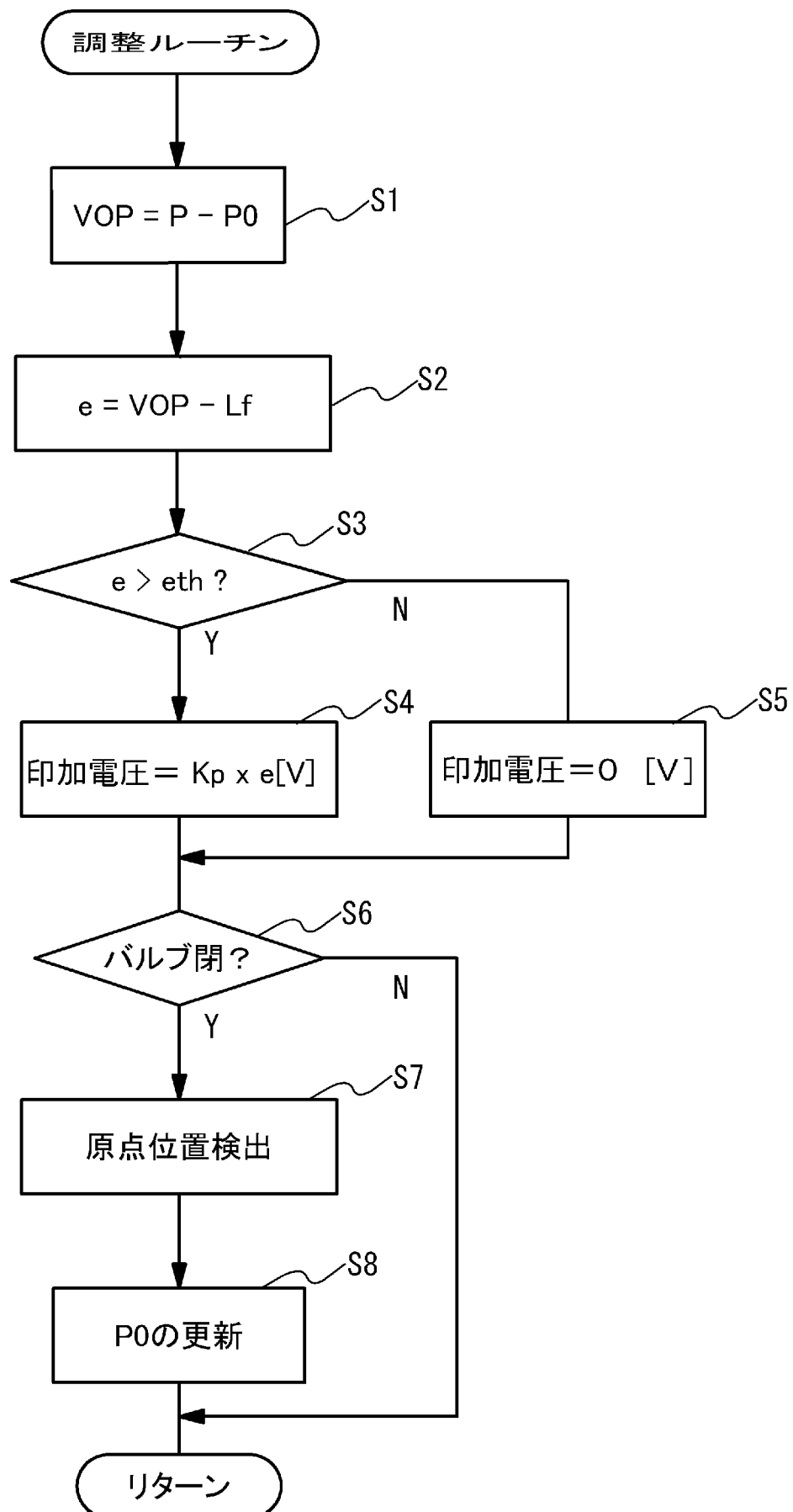
[図8A]



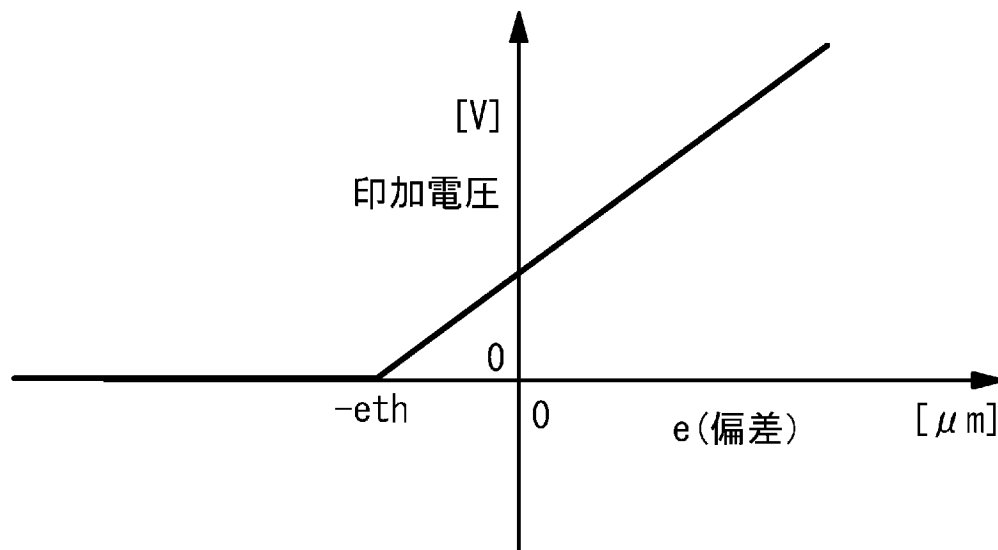
[図8B]



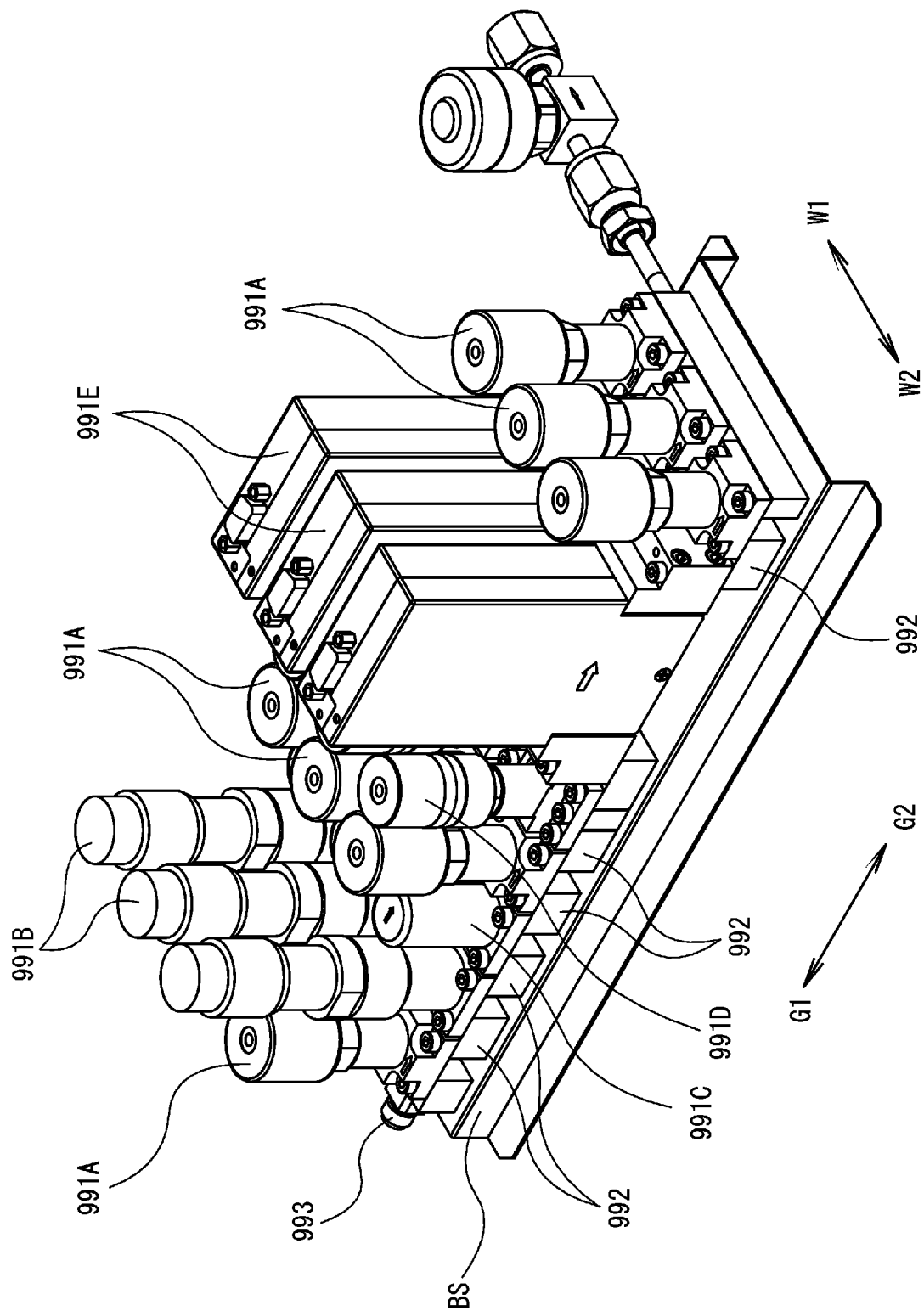
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/001534

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. F16K37/00 (2006.01) i, F16K7/16 (2006.01) i, F16K7/17 (2006.01) i,
F16K31/02 (2006.01) i, F16K31/122 (2006.01) i

FI: F16K37/00 D, F16K7/16 E, F16K7/17 A, F16K31/02 A, F16K31/122

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. F16K37/00, F16K7/16, F16K7/17, 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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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	WO 2018/088326 A1 (FUJIKIN INCORPORATED) 17 May 2018, paragraphs [0009], [0016], [0032], fig. 1	1-9
Y	JP 2018-85365 A (SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) 31 May 2018, claims	1-9
A	JP 2007-64333 A (FUJIKIN INCORPORATED) 15 March 2007, fig. 1	1-9

☐ 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
13.03.2020

Date of mailing of the international search report
31.03.2020

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/001534

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2018/088326 A1	17.05.2018	US 2019/0285176 A1 paragraphs [0021], [0042], [0076], fig. 1 EP 3540280 A1 CN 109952459 A KR 10-2019-0077477 A (Family: none)	
JP 2018-85365 A	31.05.2018		
JP 2007-64333 A	15.03.2007	US 2010/0090151 A1 fig. 1 EP 1921358 A1 CN 10123350 A KR 10-2008-0017038 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F16K 37/00(2006.01)i; F16K 7/16(2006.01)i; F16K 7/17(2006.01)i; F16K 31/02(2006.01)i; F16K 31/122(2006.01)i FI: F16K37/00 D; F16K7/16 E; F16K7/17 A; F16K31/02 A; F16K31/122		
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）） F16K37/00; F16K7/16; F16K7/17; 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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	WO 2018/088326 A1 (株式会社フジキン) 17.05.2018 (2018-05-17) 段落 [0009] [0016] [0032], 図1	1-9
Y	JP 2018-85365 A (株式会社SCREENホールディングス) 31.05.2018 (2018-05-31) [特許請求の範囲]	1-9
A	JP 2007-64333 A (株式会社フジキン) 15.03.2007 (2007-03-15) 図1	1-9
☐ 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抵触するものではなく、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 13.03.2020		国際調査報告の発送日 31.03.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 所村 陽一 30 9718 電話番号 03-3581-1101 内線 3358

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/001534

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2018/088326	A1	17.05.2018	US 2019/0285176 A1 段落 [0 0 2 1] [0 0 4 2] [0 0 7 6] , 図 1 EP 3540280 A1 CN 109952459 A KR 10-2019-0077477 A	
JP	2018-85365	A	31.05.2018	(ファミリーなし)	
JP	2007-64333	A	15.03.2007	US 2010/0090151 A1 図 1 EP 1921358 A1 CN 10123350 A KR 10-2008-0017038 A	