

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

second holding piece 323 are formed in circular shapes positioned coaxially with the operation rod 9, and the diameter D11 of the first holding piece 93 is larger than the diameter D of the second holding piece 323. A surface of the first holding piece 93 facing the diaphragm member 34 is a convex spherical surface 94 that is formed so as to bulge out to the side of the diaphragm member 34 and that has the center thereof on the axial center CL of the operation rod 9.

(57) 要約: ダイアフラム部材34は、中心が操作ロッド9の軸心CLの延長線上に位置し、かつ、操作ロッド9の側に膨出する球冠状に形成され、その頂点部で、操作ロッド9の側からダイアフラム部材34に接する第1挟持片93と、弁体32の側からダイアフラム部材34に接する第2挟持片323と、により軸心CLと平行な方向において両側から挟持されていること、第1挟持片93と第2挟持片323とは、操作ロッド9と同軸に位置する円形状に形成され、第1挟持片93の直径D11は、第2挟持片323の直径Dより大きいこと、第1挟持片93の、ダイアフラム部材34に対向する面は、ダイアフラム部材34の側に膨出して形成され、かつ、操作ロッド9の軸心CL上に中心を有する凸球面94であること。

明 細 書

発明の名称：流体制御弁

技術分野

[0001] 本発明は、操作ロッドと、操作ロッドに連結される弁体と、弁体が当接離間をする弁座と、操作ロッドと弁体の間に位置するダイヤフラムと、を備え、操作ロッドにより駆動される弁体が、操作ロッドの軸心の方向に沿って当接離間を行うことで、制御流体の制御を行う流体制御弁に関するものである。

背景技術

[0002] 半導体製造工程における成膜処理には複数種のプロセスガスが用いられる。このプロセスガスの流量を制御するために、流体制御弁が用いられる。流体制御弁としては、例えば、特許文献1や特許文献2に開示される流体制御弁が知られている。特許文献1に開示される流体制御弁は、エアオペレイト式開閉弁であり、ダイヤフラム部材を弁座に当接離間させて、プロセスガスの流量制御を行うものである。

[0003] より具体的には、球冠状に形成されたダイヤフラム部材の頂点部にステム（ダイヤフラム押え）が当接されており、アクチュエータの動作によってステムでダイヤフラム部材を押圧し、変形させて、弁座に当接させる。ダイヤフラム部材が弁座に当接した状態が、流体制御弁の弁閉状態である。そして、ステムによるダイヤフラム部材の押圧を解除すると、ダイヤフラム部材の自己復帰力で、元の球冠状の形状に戻り、ダイヤフラム部材が弁座から離間する。ダイヤフラム部材が弁座から離間した状態が、流体制御弁の弁開状態である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2016-180490号公報

特許文献2：特開2017-223318号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、近年普及している成膜技術である原子層堆積法（ALD）に用いられるプロセスガスは高温（200度程度）であるため、その高温下では、ダイアフラム部材の自己復帰力が低下してしまい、流体制御弁を弁閉状態から弁開状態にするときに、元の球冠状に戻りきれなくなるおそれがある。ダイアフラム部材が元の球冠状に戻りきれなくなると、弁開状態におけるダイアフラム部材と弁座との距離が小さくなるため、Cv値の低下が懸念される。半導体の成膜プロセスを可能な限り短くし、生産性を向上するために、流体制御弁の高Cv値化（つまり、一度に流せるガスの量を増やすこと）が望まれている中、上記のようなダイアフラム部材の自己復帰力の低下によるCv値の低下は好ましくない。

[0006] そこで、本願発明者は、高温下でダイアフラム部材の自己復帰力が低下する問題の対応策として、例えば、図5に示すような流体制御弁100を用いることを考えた。

[0007] 流体制御弁100は、アクチュエータ部4を備えており、当該アクチュエータ部4は、空圧駆動のエアシリンダ6を備えている。エアシリンダ6の内には、ピストン（不図示）が図5中の上下方向に摺動可能に装填されている。当該ピストンが上下動することにより、操作ロッド11が上下動されるようになっている。さらに、操作ロッド11の先端には、操作ロッド11が上下動されるに従って弁座33に対して当接離間をする弁体32が結合されている。そして、ダイアフラム部材34は、円盤状に形成されており、その外周部が流体制御弁100内で挟持固定されるとともに、中央部が操作ロッド11の挟持部111と弁体32とにより図5中の上下方向から挟持されている。

[0008] 以上のような流体制御弁100では、弁体32が弁座33に対して当接離間する際に、図6A－図6Cに示すようにダイアフラム部材34に変形が生じる。図6Aは、図5に示す流体制御弁100が弁開状態にあるときの、ダ

ダイヤフラム部材 34 の様子を示す図である。図 6 B は、図 5 に示す流体制御弁 100 の弁体 32 が当接方向に移動を開始した直後の、ダイヤフラム部材 34 の変形の様子を示す図である。図 6 C は、図 5 に示す流体制御弁 100 が弁閉状態にあるときの、ダイヤフラム部材 34 の変形の様子を示す図である。

[0009] 流体制御弁 100 が弁閉状態にあるとき、ダイヤフラム部材 34 は、変形をしていない自然の状態に近い状態である（図 6 A）。そして、操作ロッド 11 を当接方向に駆動し、弁体 32 を弁座 33 に対して当接しようとする、ダイヤフラム部材 34 は、操作ロッド 11（挟持部 111）と弁体 32 により挟持されている中央部から、弁座 33（図 5 参照）に向かって押し下げられるようにして変形していく（図 6 B）。そして、弁体 32 が弁座 33 に対して当接したとき、すなわち流体制御弁 100 が弁閉状態になったとき、ダイヤフラム部材 34 が最も変形した状態である（図 6 C）。

[0010] また、弁閉状態から弁開状態とするには、操作ロッド 11 を図中の上方向に駆動する。これにより、操作ロッド 11 および弁体 32 が同方向に移動するため、弁体 32 が弁座 33 から離間し、流体制御弁 100 は、弁開状態となる。このとき、ダイヤフラム部材 34 は、操作ロッド 11（挟持部 111）と弁体 32 とにより挟持されているため、中央部が弁座 33 から離間する方向に引張り上げられて、図 6 A に示すような元の形状に確実に戻ることができる。したがって、高温のプロセスガスを制御流体とする場合など、高温環境下であってもダイヤフラム部材 34 が元の形状に戻らなくなることを防止することができる。

[0011] しかしながら、上記のような流体制御弁 100 には、以下のような問題があった。本願発明者は、図 6 A－図 6 C に示すようにダイヤフラム部材 34 が変形される際、ダイヤフラム部材 34 の挟持されている部分 P21 に応力が集中することを発見した。このようにダイヤフラム部材 34 の応力が集中する箇所が常に一定であると、流体制御弁 100 の弁体 32 が弁座 33 に対して当接離間を繰り返したとき、その応力が集中する部分 P21 で、ダイヤ

フラム部材 34 が破損するおそれがある。

[0012] また、近年、流体制御弁の高Cv値化が望まれていることから、弁体の弁開状態の位置と弁閉状態の位置との距離（ストローク量）を従来よりも増大させることが望まれているが、ストローク量を増大させると、ダイアフラム弁体の変形量が大きくなる。変形量が大きくなると、上記した部分P21における応力の集中により、ダイアフラム部材34の破損がより生じやすくなってしまふ。つまり、ダイアフラム部材34に生じる応力集中が、ストローク量の増大を達成できない要因となっている。

[0013] 本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、ストローク量を拡大することが可能な流体制御弁を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0014] 上記課題を解決するために、本発明の一態様における流体制御弁は、次のような構成を有している。

[0015] （1）操作ロッドと、前記操作ロッドに連結される弁体と、前記弁体が当接離間をする弁座と、前記操作ロッドと前記弁体の間に位置するダイアフラム部材と、を備え、前記操作ロッドにより駆動される前記弁体が、前記操作ロッドの軸心の方向に沿って前記当接離間を行うことで、制御流体の制御を行う流体制御弁において、前記ダイアフラム部材は、中心が前記軸心の延長線上に位置し、かつ、前記操作ロッドの側に膨出する球冠状に形成され、その頂点部で、前記操作ロッドの側から前記ダイアフラム部材に接する第1挟持片と、前記弁体の側から前記ダイアフラム部材に接する第2挟持片と、により前記軸心と平行な方向において両側から挟持されていること、前記第1挟持片と前記第2挟持片とは、前記操作ロッドと同軸に位置する円形状に形成され、前記第1挟持片の直径は、前記第2挟持片の直径より大きいこと、前記第1挟持片の、前記ダイアフラム部材に対向する面は、前記ダイアフラム部材の側に膨出して形成され、かつ、前記軸心上に中心を有する凸球面であること、を特徴とする。

[0016] （2）（1）に記載の流体制御弁において、前記凸球面の半径である第1

半径は、前記ダイアフラム部材の前記凸球面に対向する球面の半径である第2半径よりも小さいこと、が好ましい。

[0017] (3) (2)に記載の流体制御弁において、前記第1半径は、前記第2半径の50%以上65%以下であること、が好ましい。

[0018] (4) (1)乃至(3)にいずれか1つに記載の流体制御弁において、前記第1挟持片の直径は、前記ダイアフラム部材の前記軸心に直交する平面に投影した場合の直径の35%を超える値であること、が好ましい。

[0019] 上記の流体制御弁によれば、弁体を弁座に対して当接しようとする、ダイアフラム部材は、第1挟持片と第2挟持片により挟持されている頂点部から、弁座に向かって押し下げられるようにして変形していく。この変形が行われる際、ダイアフラム部材は、第1挟持片の凸球面の形状に沿って変形するため、凸球面と、ダイアフラム部材との接触範囲が、弁体が弁座に近づくにつれて、ダイアフラム部材の中央部から外周の側へ広がっていく。このとき、ダイアフラム部材において、応力が集中する箇所は接触範囲の最外周部であることを、本願発明者は有限要素法解析により確認した。つまり、弁開状態から弁閉状態とする際に、ダイアフラム部材において応力の集中する箇所が、接触範囲の変動に合わせて移動し、一定ではないため、弁体の当接離間の動作を繰り返しても、ダイアフラム部材が破損しにくい。このようにダイアフラム部材を破損しにくくすることで、弁体の弁開状態の位置と弁閉状態の位置との距離（ストローク量）を従来よりも増大させることが可能になる。ストローク量を増大させることができれば、弁開状態において、弁体と弁座の距離が大きくなるため、流体制御弁のCv値が大きくなる。

発明の効果

[0020] 本発明の流体制御弁によれば、ストローク量を拡大することが可能である。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本実施形態に係る流体制御弁の断面図である。

[図2]図1の部分Aの部分拡大図である。

[図3]ダイアフラム部材の斜視図である。

[図4A]本実施形態に係る流体制御弁が弁開状態にあるときの、ダイアフラム部材の様子を示す図である。

[図4B]本実施形態に係る流体制御弁の弁体が当接方向に移動を開始した直後の、ダイアフラム部材の変形の様子を示す図である。

[図4C]本実施形態に係る流体制御弁が弁閉状態にあるときの、ダイアフラム部材の変形の様子を示す図である。

[図5]本願発明者が、高温下でダイアフラム部材の自己復帰力が低下する問題の対応策として発明した流体制御弁の断面図である。

[図6A]図5に示す流体制御弁が弁開状態にあるときの、ダイアフラム部材の様子を示す図である。

[図6B]図5に示す流体制御弁の弁体が当接方向に移動を開始した直後の、ダイアフラム部材の変形の様子を示す図である。

[図6C]図5に示す流体制御弁が弁閉状態にあるときの、ダイアフラム部材の変形の様子を示す図である。

[図7]弁体の、弁開状態における位置から当接方向への移動量と、ダイアフラム部材に生じる応力との関係を表すグラフである。

[図8]弁体の高温時のストローク量とCv値の関係を表すグラフである。

発明を実施するための形態

[0022] 本発明に係る流体制御弁の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、説明に用いる図面は、説明のために簡略化しており、形状や寸法等を正確に表すものではない。

[0023] (流体制御弁の構成について)

本実施形態に係る流体制御弁1の構成について図面を用いて説明する。図1は、本実施形態に係る流体制御弁1の断面図である。図2は、図1の部分Aの部分拡大図である。図3は、ダイアフラム部材34の斜視図である。

[0024] 流体制御弁1は、半導体製造装置のガス供給系に配設される空圧駆動のガスバルブであり、図1に示すように、駆動部2と、弁部3とからなっている

。さらに、駆動部 2 は、アクチュエータ部 4 と、スプリング部 5 とからなっている。

[0025] まず、アクチュエータ部 4 について説明する。アクチュエータ部 4 は、空圧駆動のエアシリンダ 6 と、エアシリンダ 6 とスプリング部 5 とを接続するための接続ブラケット 7 と、を備えている。

[0026] エアシリンダ 6 は、円筒状のケース 6 1 と、ケース 6 1 の内部に装填されるピストン（不図示）と、ピストンに結合された円柱状の駆動軸（不図示）と、を備えている。ピストンは、ケース 6 1 内において図 1 中の上下方向に摺動可能とされており、ピストンの上下動に従って、駆動軸が、駆動軸の軸方向に沿って進退される。駆動軸の軸方向は、図 1 中の上下方向と平行な方向であり、後述する弁体 3 2 が弁座 3 3 に対して当接離間をする方向と一致されている。なお、図中の上側が離間方向であり、下側が当接方向である。

[0027] エアシリンダ 6 の駆動軸の弁部 3 側の先端部は、ケース 6 1 から突出し、駆動軸と同軸上に位置する円柱状の操作ロッド 9 に連結している。よって、エアシリンダ 6 の駆動軸が進退するに伴い、操作ロッド 9 もその軸心 CL（図 2 参照）に沿って進退する。

[0028] 操作ロッド 9 は、スプリング部 5 に挿通されており、接続ブラケット 7 内から弁部 3 まで延在している。操作ロッド 9 は、図 2 に示すように、弁部 3 に挿入されている部分に、接続ブラケット 7 に挿通されている部分およびスプリング部 5 内に挿通されている部分よりも径の大きい拡径部 9 1 を備えており、これにより段差部 9 2 が形成されている。さらに、操作ロッド 9 は、拡径部 9 1 の段差部 9 2 とは反対側の端部に、第 1 挟持片 9 3 を備えている。第 1 挟持片 9 3 は、後述する第 2 挟持片 3 2 3 とともに、後述するダイアフラム部材 3 4 を挟持するために用いられる。第 1 挟持片 9 3 は、操作ロッド 9 の軸心 CL に直交する方向が半径方向とされた円形状で、軸心 CL と同軸上に位置している。第 1 挟持片 9 3 の直径 D 1 1 は、拡径部 9 1 の直径よりも大きくされている。また、第 1 挟持片 9 3 の、ダイアフラム部材 3 4 に対向する面は、ダイアフラム部材 3 4 の側に膨出して形成される凸球面 9 4

である。凸球面 9 4 は、中心が操作ロッド 9 の軸心 C L 上に位置しており、半径（第 1 半径）が、例えば約 7 0 m m に設定されている。また、凸球面 9 4 の外周縁は、R 面取り処理がなされている。

[0029] また、操作ロッド 9 の弁部 3 側の端面には、雌ねじ部 9 5 が穿設されており、後述する弁体 3 2 を螺合可能となっている。

[0030] 次にスプリング部 5 について説明する。スプリング部 5 は、内部空間 5 1 に、操作ロッド 9 と同軸上に位置した圧縮コイルばね 5 2 を備えている。圧縮コイルばね 5 2 は、内部空間 5 1 のアクチュエータ部 4 側の端面 5 3 と操作ロッド 9 の段差部 9 2 とに圧縮されている。このため、圧縮コイルばね 5 2 は、操作ロッド 9 を、常に当接方向（図中の下方向）に付勢している。

[0031] 次に弁部 3 について説明する。弁部 3 は、ボディ 3 1 と、弁体 3 2 と、弁座 3 3 と、ダイヤフラム部材 3 4 を備えている。ボディ 3 1 は、スプリング部 5 と接続する筒状部 3 1 5 を備えている。また、ボディ 3 1 には、該筒状部 3 1 5 の内側に、弁室 3 1 1 が穿設されている。

[0032] 弁室 3 1 1 は、底部の中央で、弁口 3 1 2 を介して、入力流路 3 1 3 と連通している。この入力流路 3 1 3 は、プロセスガスを弁室 3 1 1 に入力するために用いられる。また、弁室 3 1 1 の底面には、弁口 3 1 2 の外周側かつ弁口 3 1 2 と同軸上に、円環状の弁座 3 3 が固定されている。この弁座 3 3 は、例えば、耐熱性の優れた P I （ポリイミド）、または、P F A （テトラフルオロエチレン・パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体）を材質とする。さらに、弁室 3 1 1 は、弁座 3 3 の半径方向外側において、出力流路 3 1 4 と連通している。この出力流路 3 1 4 は、プロセスガスを弁室 3 1 1 から出力するために用いられる。

[0033] 弁体 3 2 は、例えばステンレス鋼を材質とする。弁体 3 2 は、円柱状の本体部 3 2 1 を備え、さらに、本体部 3 2 1 の操作ロッド 9 側に、雄ねじ部 3 2 2 を備えている。雄ねじ部 3 2 2 を、操作ロッド 9 の雌ねじ部 9 5 に螺合することで、弁体 3 2 が操作ロッド 9 に連結される。

[0034] また、弁体 3 2 は、本体部 3 2 1 の雄ねじ部 3 2 2 の側とは反対側に、第

第2挟持片323を備えている。第2挟持片323は、操作ロッド9の軸心CLに直交する方向が半径方向とされた円形状で、軸心CLと同軸上に位置している。第2挟持片323の直径D12は、第1挟持片93の直径D11よりも小さくされている。第2挟持片323は、弁体32が操作ロッド9に連結されることで、第1挟持片93とともに、ダイヤフラム部材34を図2中の上下方向から挟持する。第2挟持片323のダイヤフラム部材34に対向する面は平面であり、その平面の外周縁はR面取り処理されている。

[0035] また、弁体32は、第2挟持片323の本体部321の側とは反対側に、弁座33に対して当接離間をする当接部324を備えている。この当接部324も操作ロッド9の軸心CLと同軸に位置する円形状である。弁体32が操作ロッド9に連結されているため、操作ロッド9が進退するに伴って、当接部324が、軸心CLの方向に沿って、弁座33に対して当接離間の動作を行う。

[0036] ダイヤフラム部材34は、例えば、Ni合金を材質とする。また、ダイヤフラム部材34は、中心が軸心CLの延長線上に位置し、かつ、操作ロッド9の側に膨出する球冠状に形成されている。したがって、ダイヤフラム部材34の凸球面94に対向する対向面341は球面である。対向面341の球の半径（第2半径）は、例えば約140mmに設定されている。なお、対向面341の裏側の面を裏面342とする。ダイヤフラム部材34（対向面341）の頂点部には、切り口343が設けられている。この切り口343は、軸心CLに直交する方向が半径方向とされた円形状であり、軸心CLと同軸に位置している。また、対向面341の外周部には、軸心CLに直交する平面状の縁部344を備えている。この縁部344は、軸心CLに直交する方向が半径方向とされた円形状である。

[0037] 以上のようなダイヤフラム部材34は、以下のように、流体制御弁1の内部に固定される。ダイヤフラム部材34の切り口343に、対向面341とは反対側から、弁体32の雄ねじ部322を挿通させ、ダイヤフラム部材34の裏面342が弁体32の第2挟持片323に接触した状態で、ダイヤフ

ラム部材 3 4 と弁体 3 2 とが同軸に位置するよう位置決めをする。そして、雄ねじ部 3 2 2 を操作ロッド 9 の雌ねじ部 9 5 に対して、第 1 挟持片 9 3 の凸球面 9 4 がダイアフラム部材 3 4 の球面 3 4 1 に接触するまで螺合していく。これにより、ダイアフラム部材 3 4 は、図 1 または図 2 に示すように、切り口 3 4 3 の縁部で、第 1 挟持片 9 3 と第 2 挟持片 3 2 3 とによって、軸心 C L の方向（図中の上下方向）において両側から挟持される。すなわち、操作ロッド 9 とダイアフラム部材 3 4 が結合される。さらに、ダイアフラム部材 3 4 の縁部 3 4 4 は、図 1 または図 2 に示すように、弁部 3 内で上下方向から挟持固定されている。ダイアフラム部材 3 4 は、以上のように流体制御弁 1 の内部に固定されることで、ボディ 3 1 の筒状部 3 1 5 の内部を、弁室 3 1 1 とその上部とに区画するとともに、弁体 3 2 が当接離間の方向に動作されるに合わせて弾性変形を繰り返すようになっている。

[0038] （流体制御弁の動作について）

流体制御弁 1 を弁開状態から弁閉状態とする動作について説明する。エアシリンダ 6 に対して操作エアの送給をすると、図 1 に示すように、流体制御弁 1 は弁開状態となる。上述の通り、操作ロッド 9 が常に圧縮コイルばね 5 2 に当接方向に付勢されているため、弁開状態とは、アクチュエータ部 4 が圧縮コイルばね 5 2 の付勢力に抗して、操作ロッド 9 を図中の上方に引き上げている状態である。この状態から弁閉状態とするには、エアシリンダ 6 に対する操作エアの送給を停止する。すると、圧縮コイルばね 5 2 の付勢力により、操作ロッド 9 および弁体 3 2 が弁座 3 3 の側に押し下げられ、弁体 3 2 の当接部 3 2 4 が弁座 3 3 に当接される。

[0039] 次に、以上のように弁開状態から弁閉状態とする際に、ダイアフラム部材 3 4 に生じる変形について図 4 A－図 4 C を用いて説明する。図 4 A は、本実施形態に係る流体制御弁 1 が弁開状態にあるときの、ダイアフラム部材 3 4 の様子を示す図である。図 4 B は、本実施形態に係る流体制御弁 1 の弁体 3 2 が当接方向に移動を開始した直後の、ダイアフラム部材 3 4 の変形の様子を示す図である。図 4 C は、本実施形態に係る流体制御弁 1 が弁閉状態に

あるときの、ダイアフラム部材 3 4 の変形の様子を示す図である。

[0040] 流体制御弁 1 が弁開状態にあるとき、ダイアフラム部材 3 4 は、変形をしていない自然の状態に近い状態である（図 4 A）。そして、操作ロッド 9 が当接方向に駆動され、弁体 3 2 が弁座 3 3 に対して当接しようすると、ダイアフラム部材 3 4 は、第 1 挟持片 9 3 と第 2 挟持片 3 2 3 により挟持されている中央部から、弁座 3 3（図 2 参照）に向かって押し下げられるようにして変形していく（図 4 B）。そして、弁体 3 2 が弁座 3 3 に対して当接したとき、すなわち流体制御弁 1 が弁閉状態になったときに、ダイアフラム部材 3 4 が最も変形した状態である（図 4 C）。この変形が行われる際、ダイアフラム部材 3 4 は、凸球面 9 4 の形状に沿って変形するため、第 1 挟持片 9 3 の凸球面 9 4 と、ダイアフラム部材 3 4 の対向面 3 4 1 との接触範囲 A 1 1 が、弁体 3 2 が弁座 3 3 に近づくにつれて、中央部から外周の側へ広がっていく（図 4 B, 図 4 C）。

[0041] 本願発明者は、以上のようにダイアフラム部材 3 4 が変形する際に、応力が集中する箇所が、接触範囲 A 1 1 の最外周部 P 1 1 であることを有限要素法解析により確認した。つまり、弁開状態から弁閉状態とする際に、ダイアフラム部材 3 4 において応力の集中する箇所が、接触範囲 A 1 1 の変動に合わせて移動し、一定ではないため、弁体 3 2 の当接離間の動作を繰り返しても、ダイアフラム部材 3 4 が破損しにくい。このようにダイアフラム部材 3 4 を破損しにくくすることで、弁体 3 2 の弁開状態の位置と弁閉状態の位置との距離（ストローク量）を従来よりも増大させることが可能になる。ストローク量を増大させることができれば、弁開状態において、弁体 3 2 と弁座 3 3 の距離が大きくなるため、流体制御弁 1 の C_v 値が大きくなる。

[0042] ここで、図 4 B, 図 4 C に示すように、ダイアフラム部材 3 4 を凸球面 9 4 の形状に沿って変形させるためには、凸球面 9 4 の半径が、球面 3 4 1 の半径の 50% 以上 65% 以下となるようにすることが望ましい。なお、本実施形態においては、凸球面 9 4 の半径（第 1 半径）が、約 70 mm であるのに対し、ダイアフラム部材 3 4 の対向面 3 4 1 の半径（第 2 半径）は、約 1

40 mmとされている。

[0043] さらに、第1挟持片93の直径D11を可能な限り大きくすることで、ストローク量をより大きく確保できる。具体的には、第1挟持片93の直径D11（図2参照）が、ダイアフラム部材34の直径D21（図3参照）の35%を超える値であることが望ましい。なお、ダイアフラム部材34の直径D21とは、ダイアフラム部材34を操作ロッド9の軸心CLに直交する平面に投影した場合の直径、すなわち、本実施形態においては縁部344の直径である。

[0044] 具体的には図7および図8を用いて説明する。図7は、弁体32の、弁開状態における位置（以下、弁開位置という）から当接方向への移動量（ストローク量）と、ダイアフラム部材に生じる応力との関係を表すグラフであり、第1挟持片93の直径D11について、ダイアフラム部材34の直径D21の35%とした場合と、直径D21の65%とした場合と、直径D21の85%とした場合と、を比較するものである。図7中の一点鎖線による波形が、直径D11を直径D21の35%とした場合の波形である。なお、直径D11を直径D21の35%とするのは、図5に示す流体制御弁100における挟持部111の直径とダイアフラム部材34の直径との関係と同一である。図7中の実線による波形が、直径D11を直径D21の65%とした場合の波形である。図7中の破線による波形が、直径D11を直径D21の85%とした場合の波形である。そして、各波形が立ち上がっている部分は、ダイアフラム部材34に破壊が生じるほどの応力集中が発生していることを表している。また、図8は、弁体32の高温時のストローク量とCv値の関係を表すグラフである。ストローク量が増大するにつれ、Cv値が増大することが示されている。

[0045] 第1挟持片93の直径D11を、ダイアフラム部材34の直径D21の直径の35%としたところ、弁体32の移動量がS1に達したところで、波形の立ち上がりが見られる（図7参照）。つまり、弁体32の移動量がS1に達したところで、ダイアフラム部材34に破壊が生じるほどの応力集中が発生

した。よって、ストローク量は最大でS 1 だけ確保することができる。ストローク量をS 1 だけ確保した場合の、流体制御弁 1（流体制御弁 1 0 0）のC v 値はC 1 である（図 8 参照）。

[0046] 例えば、第 1 挟持片 9 3 の直径D 1 1 を、ダイアフラム部材 3 4 の直径D 2 1 の直径の約 6 5 %とした場合、弁体 3 2 の移動量がS 2 に達したところで、波形の立ち上がりが見られる（図 7 参照）。つまり、弁体 3 2 の移動量がS 2 に達したところで、ダイアフラム部材 3 4 に破壊が生じるほどの応力集中が発生した。よって、ストローク量は最大でS 2 だけ確保することができる。このストローク量は、直径D 1 1 を直径D 2 1 の 3 5 %とした場合におけるストローク量の約 1. 8 倍である。ストローク量をS 2 とした場合の流体制御弁 1 のC v 値はC 2 である（図 8 参照）。これは、直径D 1 1 を直径D 2 1 の 3 5 %とした場合におけるC v 値の約 1. 5 倍である。

[0047] また例えば、第 1 挟持片 9 3 の直径D 1 1 を、ダイアフラム部材 3 4 の直径D 2 1 の直径の約 8 5 %とした場合、弁体 3 2 の移動量がS 3 に達したところで、波形の立ち上がりが見られる（図 7 参照）。つまり、弁体 3 2 の移動量がS 3 に達したところで、ダイアフラム部材 3 4 に破壊が生じるほどの応力が発生した。よって、ストローク量は最大でS 3 だけ確保することができる。このストローク量は、直径D 1 1 を直径D 2 1 の 3 5 %とした場合におけるストローク量の約 2. 5 倍である。ストローク量をS 3 とした場合の流体制御弁 1 のC v 値はC 3 である（図 8 参照）。これは、直径D 1 1 を直径D 2 1 の 3 5 %とした場合におけるC v 値の約 1. 6 5 倍である。

[0048] 以上のように、第 1 挟持片 9 3 の直径D 1 1 が、ダイアフラム部材 3 4 の直径D 2 1 の 3 5 %を超える値であれば、図 7 に示すように、直径D 1 1 を直径D 2 1 の 3 5 %とした場合よりも波形の立ち上がりを遅らせることが可能である。つまり、弁体 3 2 をより大きく移動させることが可能、すなわち、ストローク量を増大させることが可能である。なお、第 1 挟持片 9 3 の直径D 1 1 は、流体制御弁 1 の構造が許す限り、大きいことが望ましいが、現実的には、ダイアフラム部材 3 4 の直径D 2 1 よりも小さくなる。

- [0049] 以上説明したように、本実施形態に係る流体制御弁1は、(1) 操作ロッド9と、操作ロッド9に連結される弁体32と、弁体32が当接離間をする弁座33と、操作ロッド9と弁体32の間に位置するダイヤフラム部材34と、を備え、操作ロッド9により駆動される弁体32が、操作ロッド9の軸心CLの方向に沿って当接離間を行うことで、制御流体の制御を行う流体制御弁1において、ダイヤフラム部材34は、中心が軸心CLの延長線上に位置し、かつ、操作ロッド9の側に膨出する球冠状に形成され、その頂点部(切り口343)で、操作ロッド9の側からダイヤフラム部材34に接する第1挟持片93と、弁体32の側からダイヤフラム部材34に接する第2挟持片323と、により軸心CLと平行な方向において両側から挟持されていること、第1挟持片93と第2挟持片323とは、操作ロッド9と同軸に位置する円形状に形成され、第1挟持片93の直径D11は、第2挟持片323の直径Dより大きいこと、第1挟持片93の、ダイヤフラム部材34に対向する面は、ダイヤフラム部材34の側に膨出して形成され、かつ、操作ロッド9の軸心CL上に中心を有する凸球面94であること、を特徴とする。
- [0050] (2) (1)に記載の流体制御弁1において、凸球面94の半径である第1半径は、ダイヤフラム部材34の凸球面94に対向する球面(対向面341)の半径である第2半径よりも小さいこと、が好ましい。
- [0051] (3) (2)に記載の流体制御弁1において、前記第1半径は、前記第2半径の50%以上65%以下であること、が好ましい。
- [0052] (4) (1)乃至(3)にいずれか1つに記載の流体制御弁1において、第1挟持片93の直径D11は、ダイヤフラム部材34の軸心CLに直交する平面に投影した場合の直径D21の35%を超える値であること、が好ましい。
- [0053] 上記の流体制御弁1によれば、弁体32を弁座33に対して当接しようすると、ダイヤフラム部材34は、第1挟持片93と第2挟持片323により挟持されている頂点部から、弁座33に向かって押し下げられるようにして変形していく。この変形が行われる際、ダイヤフラム部材34は、第1挟持

片 9 3 の凸球面 9 4 の形状に沿って変形するため、凸球面 9 4 と、ダイアフラム部材 3 4 との接触範囲 A 1 1 が、弁体 3 2 が弁座 3 3 に近づくにつれて、ダイアフラム部材 3 4 の中央部から外周の側へ広がっていく。このとき、ダイアフラム部材 3 4 において、応力が集中する箇所は接触範囲 A 1 1 の最外周部 P 1 1 であることを、本願発明者は有限要素法解析により確認した。つまり、弁開状態から弁閉状態とする際に、ダイアフラム部材 3 4 において応力の集中する箇所が、接触範囲 A 1 1 の変動に合わせて移動し、一定ではないため、弁体 3 2 の当接離間の動作を繰り返しても、ダイアフラム部材 3 4 が破損しにくい。このようにダイアフラム部材 3 4 を破損しにくくすることで、弁体 3 2 の弁開状態の位置と弁閉状態の位置との距離（ストローク量）を従来よりも増大させることが可能になる。ストローク量を増大させることができれば、弁開状態において、弁体 3 2 と弁座 3 3 の距離が大きくなるため、流体制御弁 1 の C v 値が大きくなる。

[0054] なお、上記の実施形態は単なる例示にすぎず、本発明を何ら限定するものではない。したがって本発明は当然に、その要旨を逸脱しない範囲内で様々な改良、変形が可能である。例えば、本実施形態に係る流体制御弁 1 の駆動部 2 は、駆動源として空圧駆動のエアシリンダ 6 を用いているが、例えば電動の直動型モータを用いる等、その他の駆動源を用いても良い。また、本実施形態においては、第 1 挟持片 9 3 と操作ロッド 9 とが同一部材として一体に形成されているが、第 1 挟持片と操作ロッド 9 とを別部材としても良い。同様に、第 2 挟持片 3 2 3 と弁体 3 2 とが同一部材として一体に形成されているが、第 2 挟持片 3 2 3 と弁体 3 2 とを別部材としても良い。

符号の説明

[0055]

1	流体制御弁
9	操作ロッド
3 2	弁体
3 3	弁座
3 4	ダイアフラム部材

9 3 第 1 挟持片

9 4 凸球面

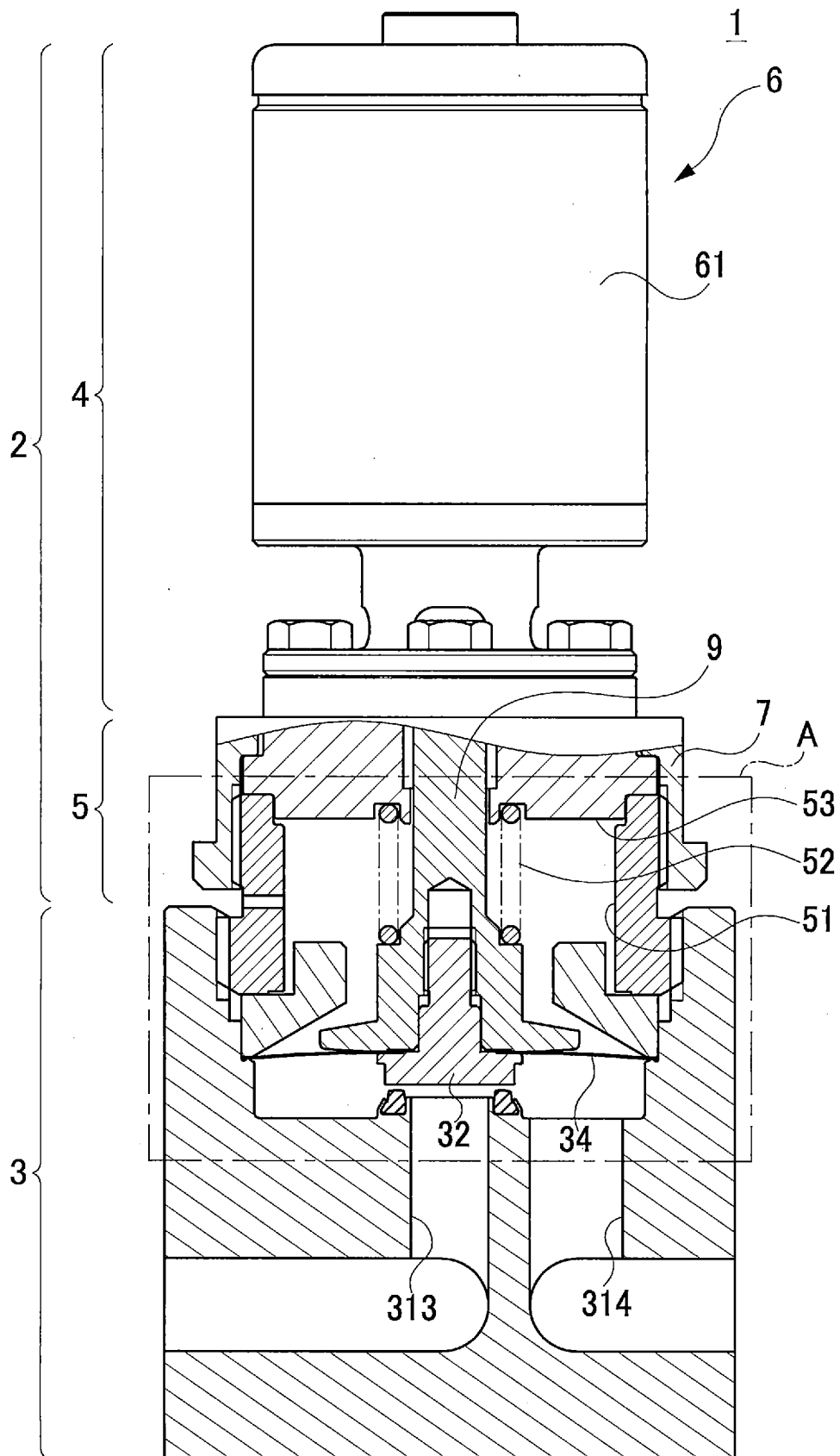
3 2 3 第 2 挟持片

請求の範囲

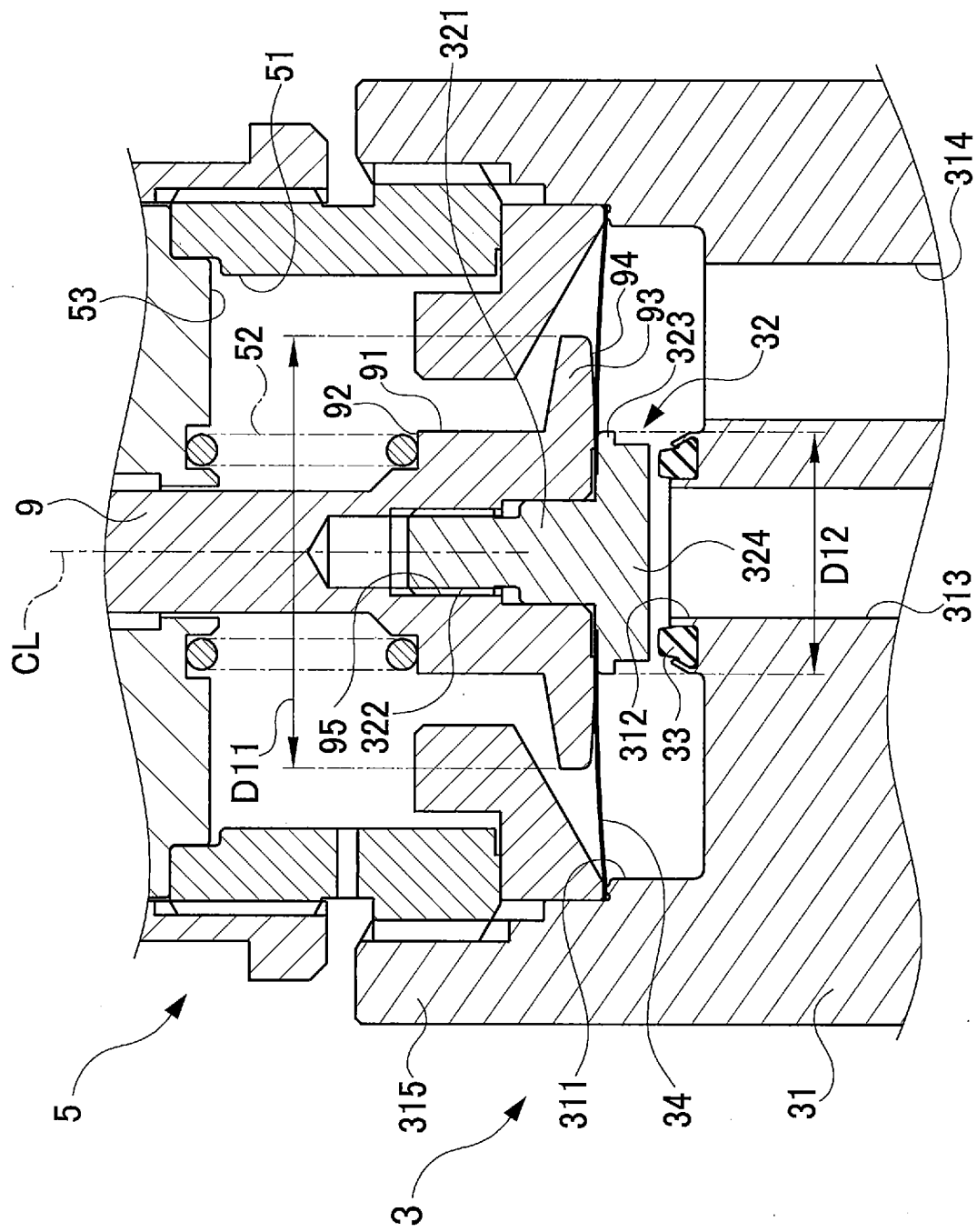
- [請求項1] 操作ロッドと、前記操作ロッドに連結される弁体と、前記弁体が当接離間をする弁座と、前記操作ロッドと前記弁体の間に位置するダイヤフラム部材と、を備え、前記操作ロッドにより駆動される前記弁体が、前記操作ロッドの軸心の方向に沿って前記当接離間を行うことで、制御流体の制御を行う流体制御弁において、
- 前記ダイヤフラム部材は、中心が前記軸心の延長線上に位置し、かつ、前記操作ロッドの側に膨出する球冠状に形成され、その頂点部で、前記操作ロッドの側から前記ダイヤフラム部材に接する第1挟持片と、前記弁体の側から前記ダイヤフラム部材に接する第2挟持片と、により前記軸心と平行な方向において両側から挟持されていること、
- 前記第1挟持片と前記第2挟持片とは、前記操作ロッドと同軸に位置する円形状に形成され、前記第1挟持片の直径は、前記第2挟持片の直径より大きいこと、
- 前記第1挟持片の、前記ダイヤフラム部材に対向する面は、前記ダイヤフラム部材の側に膨出して形成され、かつ、前記軸心上に中心を有する凸球面であること、
- を特徴とする流体制御弁。
- [請求項2] 請求項1に記載の流体制御弁において、
- 前記凸球面の半径である第1半径は、前記ダイヤフラム部材の前記凸球面に対向する球面の半径である第2半径よりも小さいこと、
- を特徴とする流体制御弁。
- [請求項3] 請求項2に記載の流体制御弁において、
- 前記第1半径は、前記第2半径の50%以上65%以下であること、
- を特徴とする流体制御弁。
- [請求項4] 請求項1乃至3のいずれか1つに記載の流体制御弁において、
- 前記第1挟持片の直径は、前記ダイヤフラム部材の前記軸心に直交

する平面に投影した場合の直径の35%を超える値であること、
を特徴とする流体制御弁。

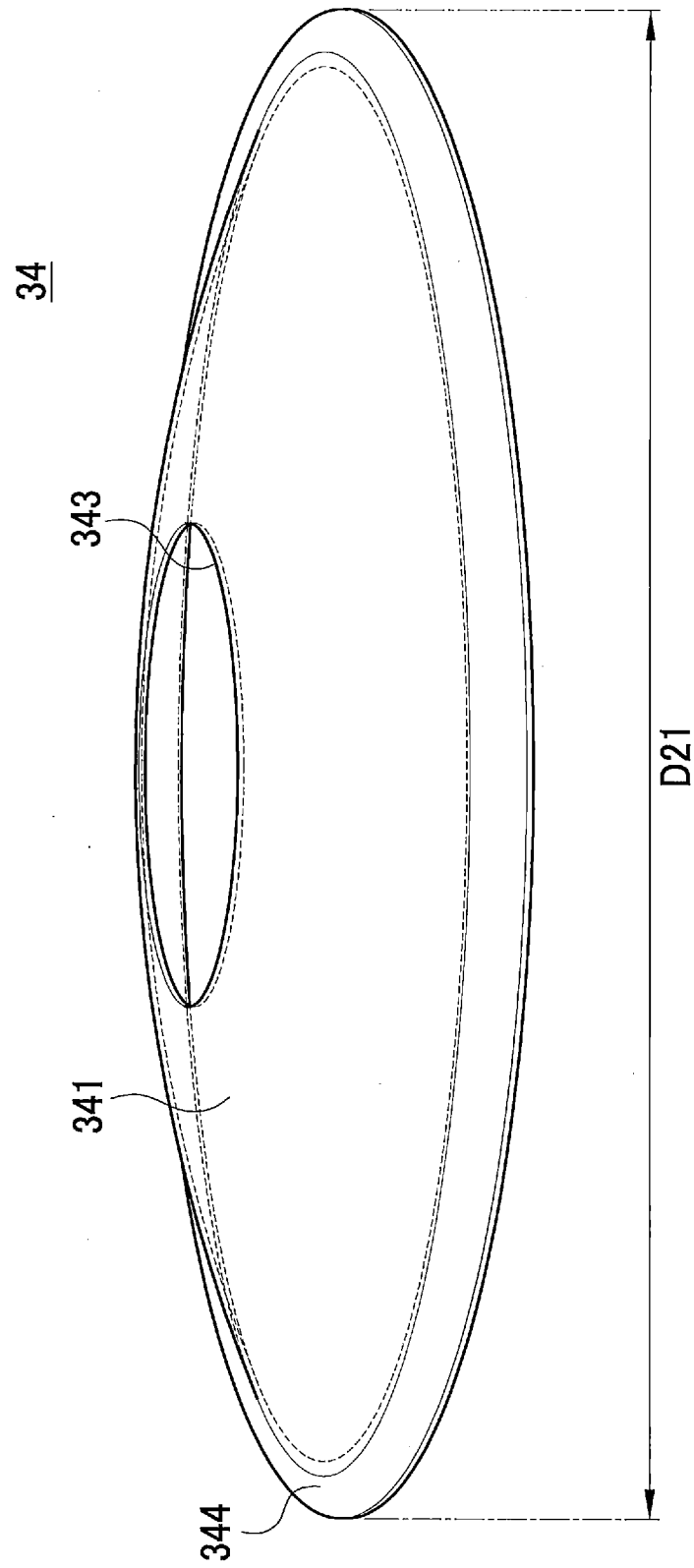
[図1]



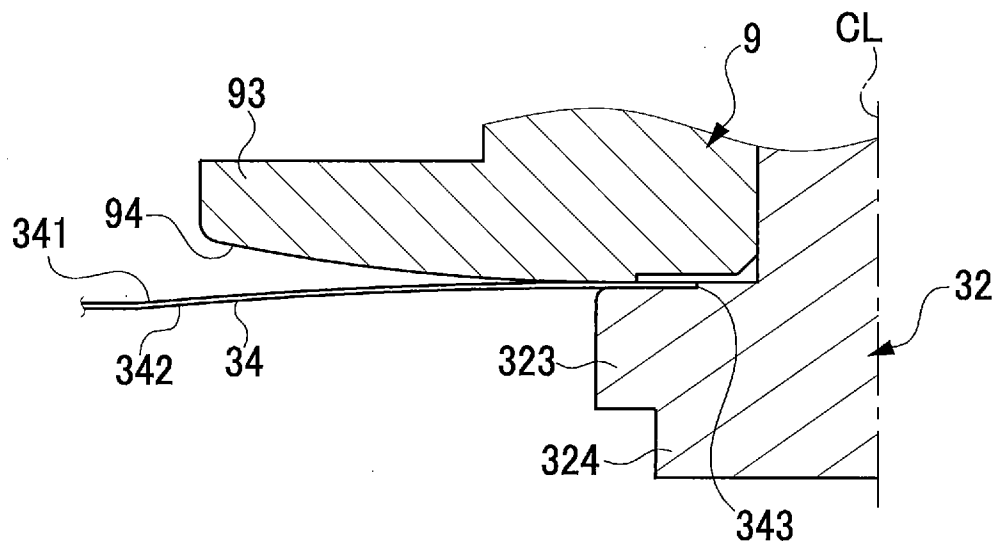
[図2]



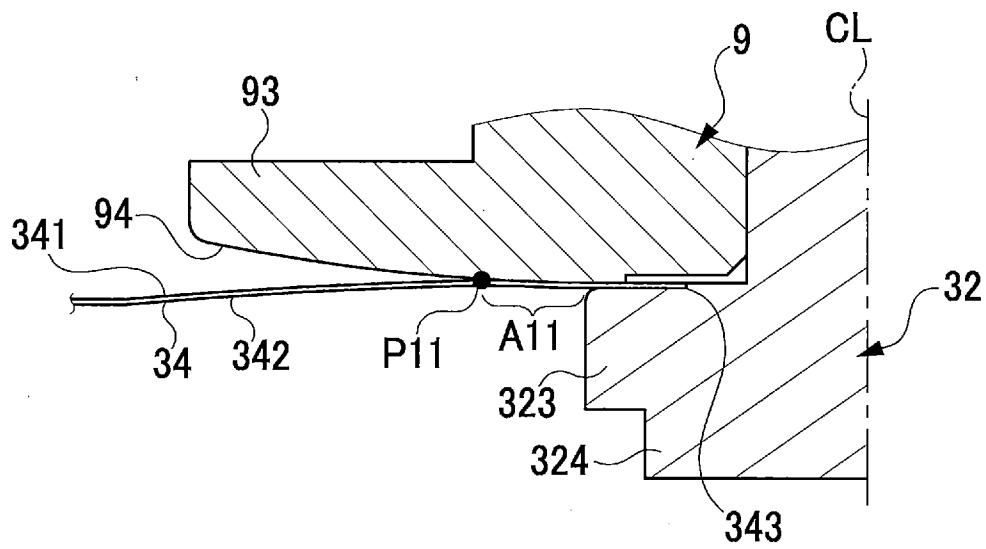
[図3]



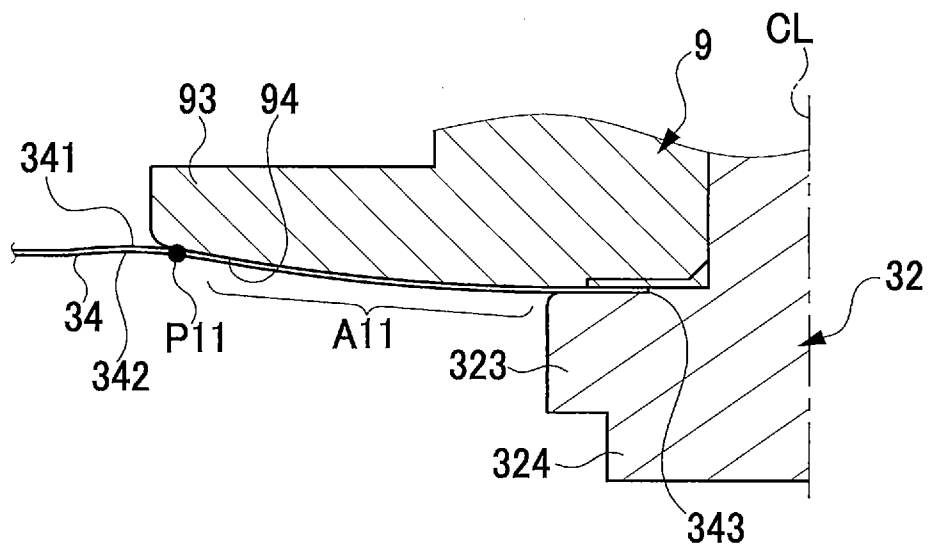
[図4A]



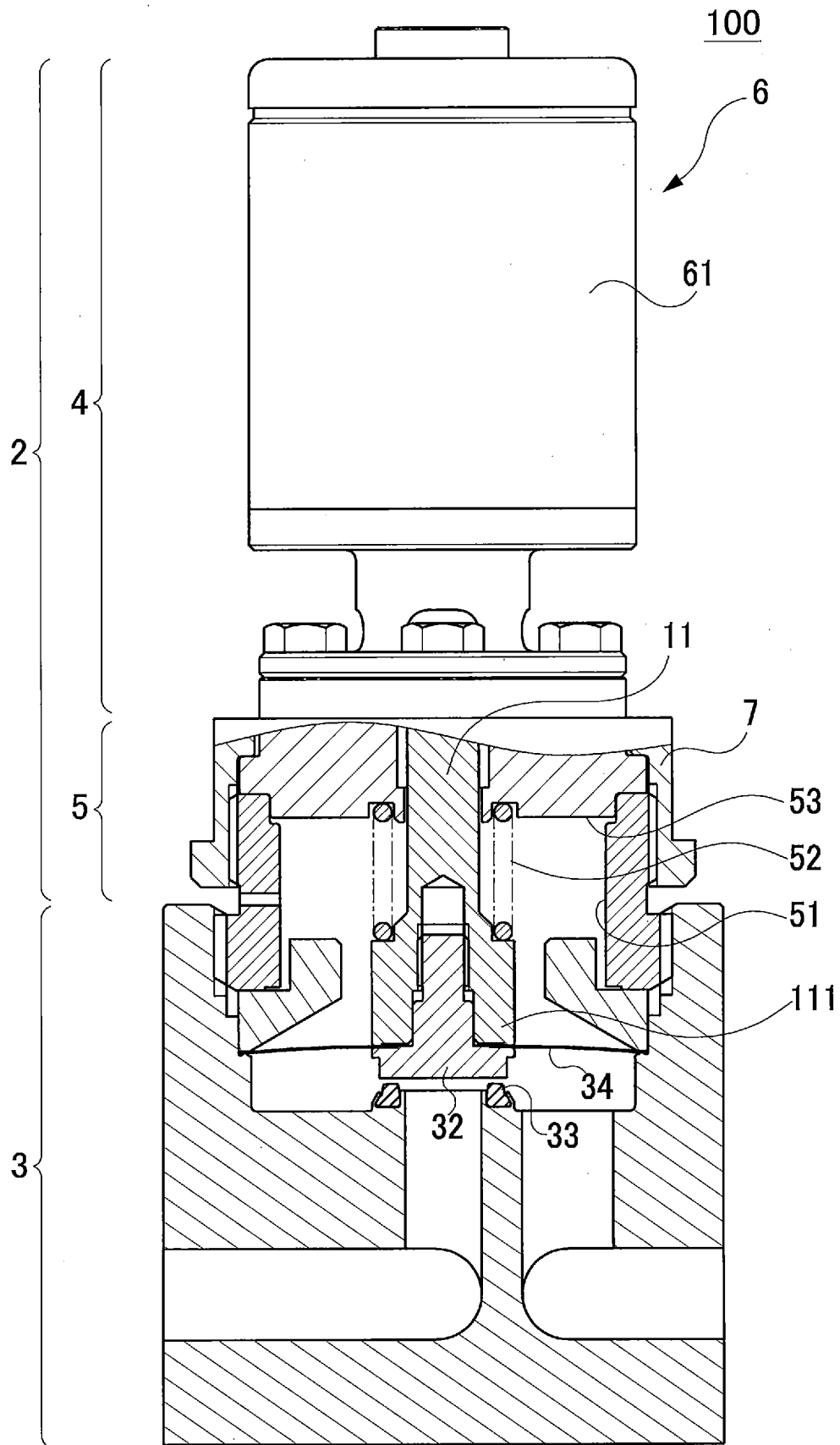
[図4B]



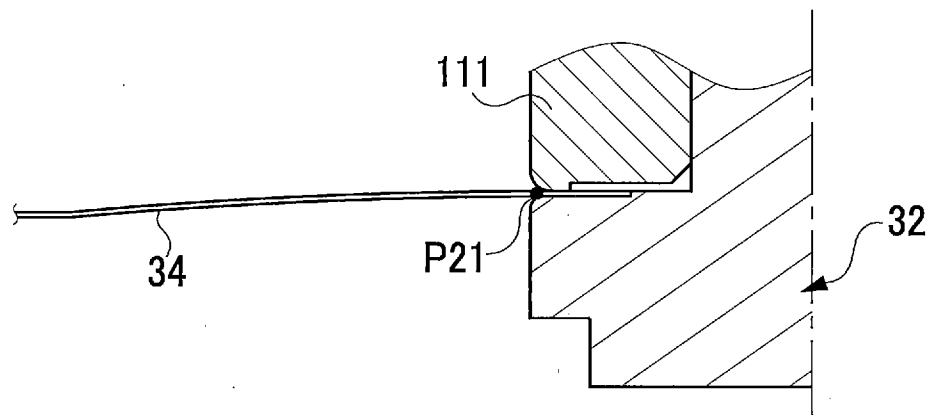
[図4C]



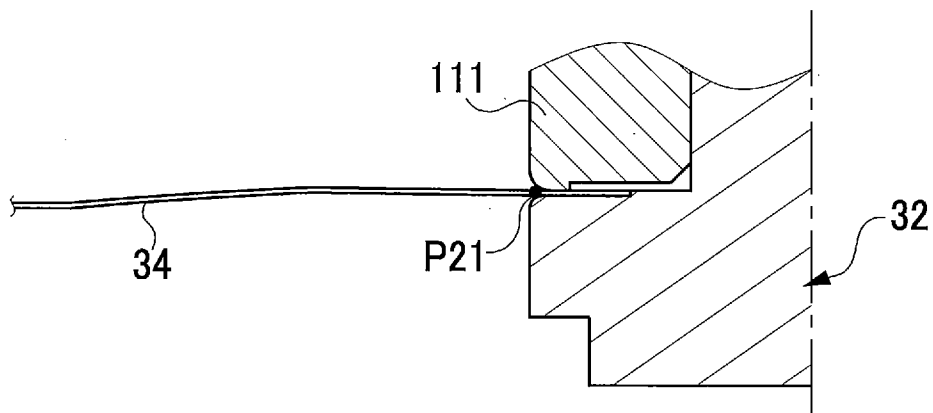
[図5]



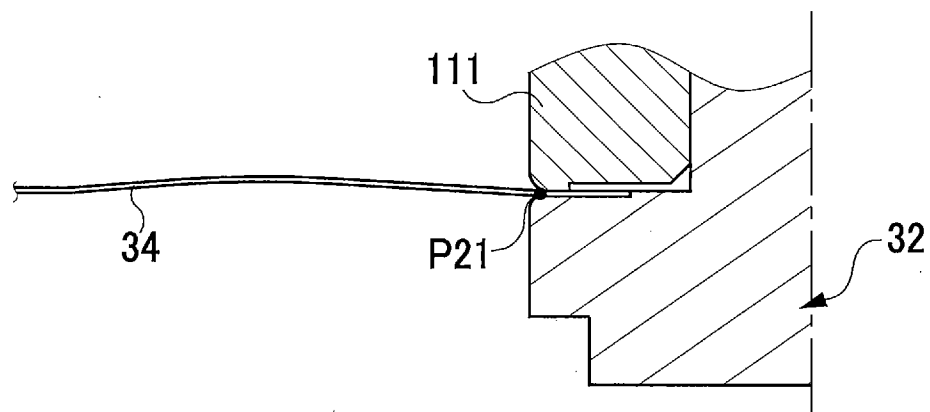
[図6A]



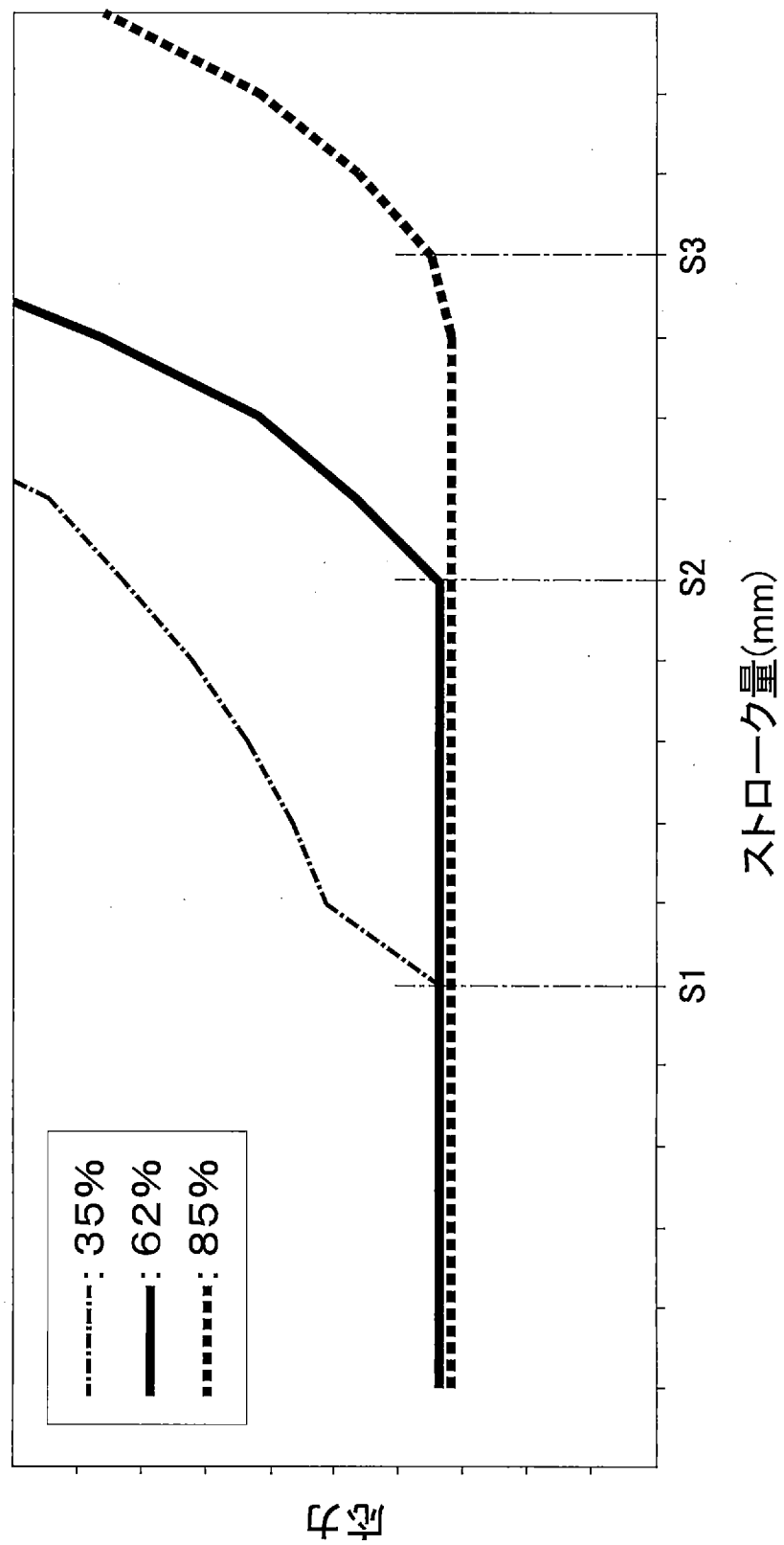
[図6B]



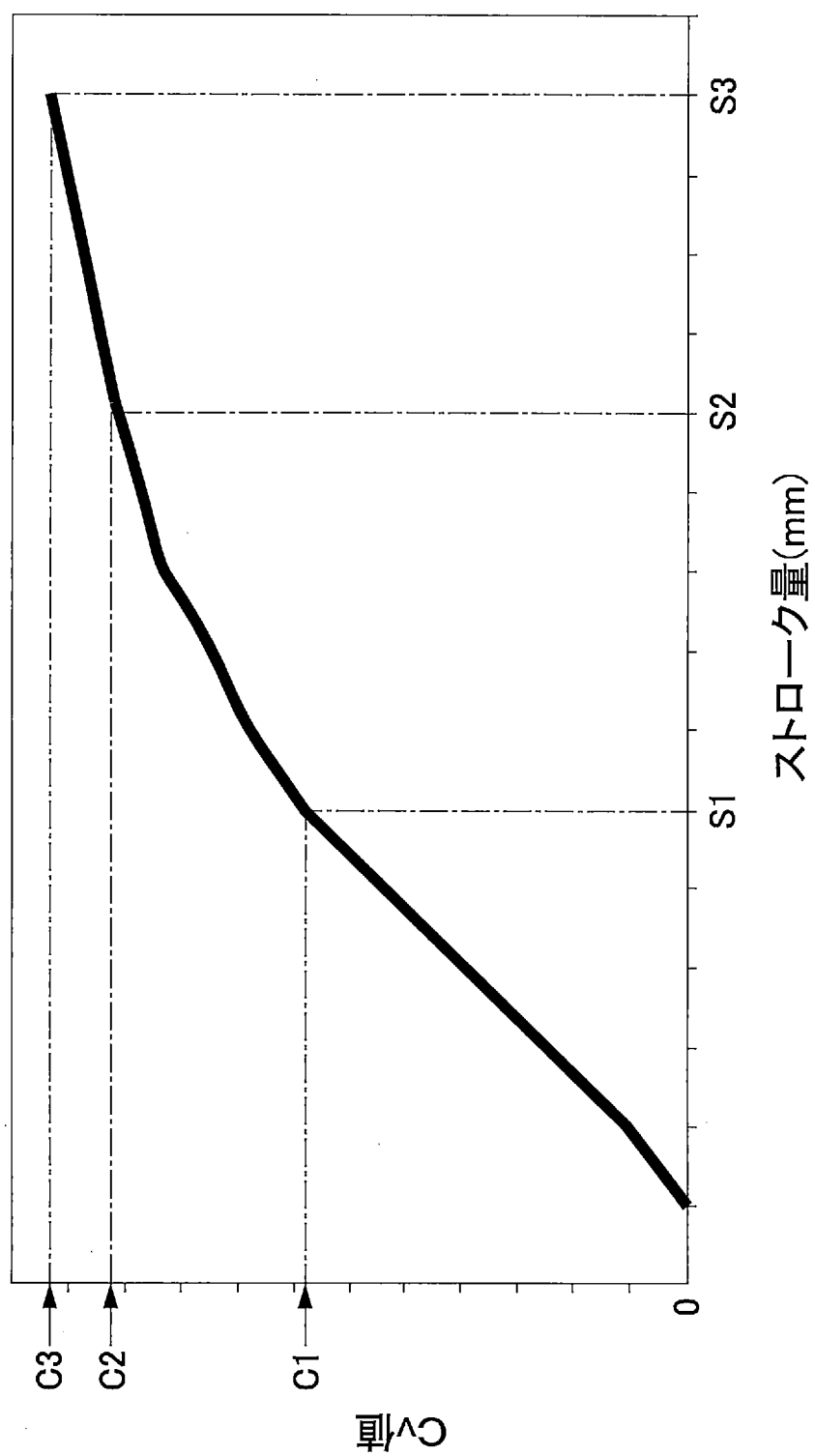
[図6C]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/010962

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>F16K 1/32</i> (2006.01)i FI: F16K1/32 C 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) F16K1/32 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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	JP 11-173429 A (FUJIKIN INC.) 29 June 1999 (1999-06-29) paragraphs [0029]-[0051], fig. 1-5	1-4
X	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 186025/1985 (Laid-open No. 093468/1987) (ONO BEROO KOGYO KK) 15 June 1987 (1987-06-15), particularly, p. 3, line 8 to p. 6, line 11, fig. 1-4	1-4
A	JP 2020-15946 A (KITZ SCT KK) 01 October 2020 (2020-10-01) entire text, all drawings	1-4
A	US 2005/0109973 A1 (GLIME, William H. et al.) 26 May 2005 (2005-05-26) entire text, all drawings	1-4
☐ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 03 June 2024		Date of mailing of the international search report 11 June 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 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/JP2024/010962

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	11-173429	A	29 June 1999	(Family: none)	
JP	62-093468	U1	15 June 1987	(Family: none)	
JP	2020-159406	A	01 October 2020	KR 10-2020-0115229	A
				CN 111750124	A
US	2005/0109973	A1	26 May 2005	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

F16K 1/32(2006.01)i
FI: F16K1/32 C

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））
F16K1/32

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 - 2024年

日本国実用新案登録公報

1996 - 2024年

日本国登録実用新案公報

1994 - 2024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	JP 11-173429 A（株式会社フジキン） 29.06.1999（1999 - 06 - 29） 段落 [0029] - [0051] , 図1-5	1-4
X	日本国実用新案登録出願60-186025号(日本国実用新案登録出願公開62-093468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（大野ペロー工業株式会社） 15.06.1987（1987-06-15） 明細書第3頁第8行-第6頁第11行, 図1-4	1-4
A	JP 2020-159406 A（株式会社キッツエスシーティ） 01.10.2020（2020 - 10 - 01） 全文, 全図	1-4
A	US 2005/0109973 A1（GLIME, William H. et al.） 26.05.2005（2005 - 05 - 26） 全文, 全図	1-4

☐ 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、一般的技术水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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

03.06.2024

国際調査報告の発送日

11.06.2024

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）

高吉 続久 30 3932

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

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/JP2024/010962

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	11-173429	A	29.06.1999	(ファミリーなし)	
JP	62-093468	U1	15.06.1987	(ファミリーなし)	
JP	2020-159406	A	01.10.2020	KR 10-2020-0115229	A
				CN 111750124	A
US	2005/0109973	A1	26.05.2005	(ファミリーなし)	