

(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
2023年6月29日(29.06.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/119828 A1

- (51) 国際特許分類:
F16K 1/36 (2006.01) *F16K 37/00* (2006.01)
F16K 7/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/039109
- (22) 国際出願日: 2022年10月20日(20.10.2022)
- (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 2021-210178 2021年12月24日(24.12.2021) JP
- (71) 出願人: 株式会社堀場エステック (HORIBA STEC, CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6018116 京都府京都市南区上鳥羽鉾立町 1 1 番地 5 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 赤土 和也 (SHAKUDO Kazuya); 〒6018116 京都府京都市南区上鳥羽鉾立町 1 1 番地 5 株式会社堀場エステック内 Kyoto (JP). 林 繁之 (HAYASHI Shigeyuki); 〒6018116 京都府京都市南区上鳥羽鉾立町 1 1 番地 5 株式会社堀場エステック内 Kyoto (JP). 長澤

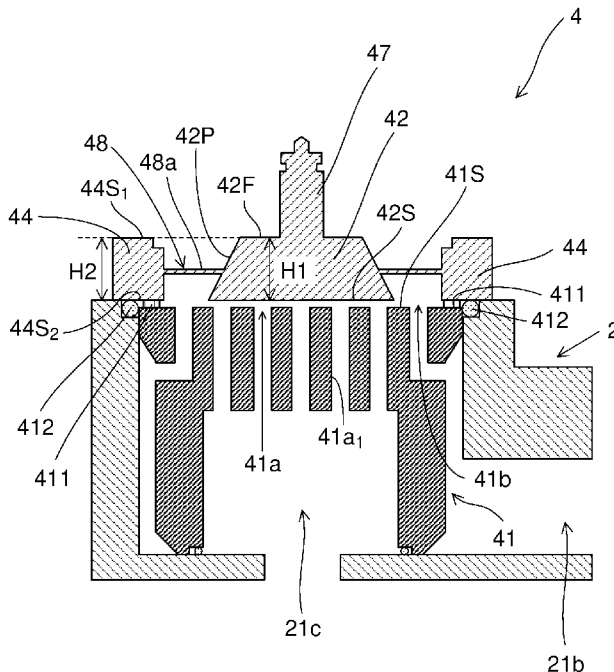
政幸 (NAGASAWA Masayuki); 〒6018116 京都府京都市南区上鳥羽鉾立町 1 1 番地 5 株式会社堀場エステック内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人 佐野特許事務所 (SANO PATENT OFFICE); 〒5400032 大阪府大阪市中央区天満橋京町 2 - 6 天満橋八千代ビル別館 5 F 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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.

(54) Title: FLOW RATE CONTROL VALVE, METHOD FOR PRODUCING FLOW RATE CONTROL VALVE, AND FLOW RATE CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 流量制御弁、流量制御弁の製造方法および流量制御装置



(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, 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))

(57) 要約: 流量制御弁(4)は、弁座部(41)と、弁体(42)と、駆動部(43)と、ダイヤフラム部(48)を介して弁体を支持する支持体(44)と、を備える。弁体は、着座面(42S)に対して弁座面(41S)とは反対側に位置する対向面(42F)と、着座面と対向面とを連結する周面(42P)と、をさらに有する。ダイヤフラム部は、弁体の周面と、対向面よりも着座面側の位置で連結される。支持体は、ダイヤフラム部の膜面の位置を基準として、対向面と同じ側に位置する第1面(44S₁)と、第1面よりも弁座部側に位置する第2面(44S₂)と、を有する。ダイヤフラム部が無変形の状態になったときに、対向面と第1面とは、同一面上に位置する。

明 細 書

発明の名称：

流量制御弁、流量制御弁の製造方法および流量制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、流量制御弁と、流量制御弁の製造方法と、上記流量制御弁を備えた流量制御装置と、に関する。

背景技術

[0002] 従来、マスフローコントローラ等の流量制御装置が種々提案されている（例えば特許文献 1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 1 0－2 3 0 1 5 9 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 例えば、流量制御装置においては、アクチュエータを備えた流量制御弁により、ガス等の流体の流量が制御される。つまり、アクチュエータを駆動して、弁体の着座面を弁座部の弁座面に対して離間させると、弁座面に設けられた開口を介して流体が流れる。一方、弁座面に対して着座面を着座させると、弁座面に設けられた開口が着座面によって塞がれるため、上記開口を介して流体が流れなくなる。

[0005] 着座面の着座時には、流体の流量をゼロにする（またはゼロに近づける）ため、弁座面と着座面との間のシール性が重要となる。従来の流量制御弁については、シール性向上の観点で改善の余地がある。

[0006] 本発明は、上記の問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、弁座面と着座面との間のシール性を向上させることができる流量制御弁と、上記流量制御弁の製造方法と、上記流量制御弁を備えた流量制御装置と、を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明の一側面に係る流量制御弁は、弁座面を有する弁座部と、前記弁座面に対して接離する着座面を有する弁体と、前記弁座面に対して前記着座面が接離する接離方向に前記弁体を駆動する駆動部と、ダイヤフラム部を介して、前記弁体を支持する支持体と、を備え、前記弁体は、前記着座面に対して前記弁座面とは反対側に位置する対向面と、前記着座面と前記対向面とを連結する周面と、をさらに有し、前記ダイヤフラム部は、前記弁体の前記周面と、前記対向面よりも前記着座面側の位置で連結され、前記支持体は、前記ダイヤフラム部の膜面の位置を基準として、前記対向面と同じ側に位置する第1面と、前記第1面よりも前記弁座部側に位置する第2面と、を有し、前記ダイヤフラム部が無変形の状態になったときに、前記対向面と前記第1面とは、同一面上に位置する。
- [0008] 本発明の他の側面に係る流量制御弁は、弁座面を有する弁座部と、前記弁座面に対して接離する着座面を有する弁体と、前記弁座面に対して前記着座面が接離する接離方向に前記弁体を駆動する駆動部と、ダイヤフラム部を介して、前記弁体を支持する支持体と、を備え、前記弁体は、前記着座面に対して前記弁座面とは反対側に位置する対向面と、前記着座面と前記対向面とを連結する周面と、をさらに有し、前記ダイヤフラム部は、前記弁体の前記周面と、前記対向面よりも前記着座面側の位置で連結され、前記支持体は、前記ダイヤフラム部の膜面の位置を基準として、前記対向面と同じ側に位置する第1面と、前記第1面よりも前記弁座部側に位置する第2面と、を有し、前記対向面と前記着座面との間の距離で規定される前記弁体の高さ、前記第1面と前記第2面との間の距離で規定される前記支持体の高さとは、同じである。
- [0009] 本発明のさらに他の側面に係る、上記した流量制御弁の製造方法は、ラップ定盤に対し、研磨材を介して、前記弁体の前記着座面を押し当てることにより、前記着座面を研磨する研磨工程を含み、前記研磨工程では、前記ラップ定盤に対し、前記弁体の前記対向面と前記支持体の前記第1面とを同一平

面で同時に押さえ付けた状態で前記着座面を研磨する。

[0010] 本発明のさらに他の側面に係る流量制御弁は、弁座面を有する弁座部と、前記弁座面に対して接離する着座面を有する弁体と、前記弁座面に対して前記着座面が接離する接離方向に前記弁体を駆動する駆動部と、ダイヤフラム部を介して、前記弁体を支持する支持体と、を備え、前記弁体は、前記着座面に対して前記弁座面とは反対側に位置する対向面と、前記着座面と前記対向面とを連結する周面と、をさらに有し、前記ダイヤフラム部は、前記弁体の前記周面と、前記対向面と前記着座面側との間の位置で連結され、前記支持体は、前記ダイヤフラム部の膜面の位置を基準として、前記対向面と同じ側に位置する第1面と、前記ダイヤフラム部の膜面の位置を基準として、前記第1面とは反対側に位置する第2面と、を有し、前記ダイヤフラム部の前記接離方向の厚みを T としたとき、前記ダイヤフラム部は、前記着座面から前記接離方向に $4T$ 以上離れて位置する。

[0011] 本発明のさらに他の側面に係る流量制御弁は、弁座面を有する弁座部と、前記弁座面に対して接離する着座面を有する弁体と、前記弁座面に対して前記着座面が接離する接離方向に前記弁体を駆動する駆動部と、ダイヤフラム部を介して、前記弁体を支持する支持体と、を備え、前記弁体は、前記着座面に対して前記弁座面とは反対側に位置する対向面と、前記着座面と前記対向面とを連結する周面と、をさらに有し、前記ダイヤフラム部は、前記弁体の前記周面と、前記対向面と前記着座面側との間の位置で連結され、前記支持体は、前記ダイヤフラム部の膜面の位置を基準として、前記対向面と同じ側に位置する第1面と、前記ダイヤフラム部の膜面の位置を基準として、前記第1面とは反対側に位置する第2面と、を有し、前記着座面の外径は、前記ダイヤフラム部の内径よりも大きい。

[0012] 本発明のさらに他の側面に係る流量制御装置は、上述のいずれかの流量制御弁と、流体の流量を検知する流量検知機構と、前記流量検知機構の検知結果に基づいて、前記流量制御弁の前記駆動部を駆動する駆動制御部と、を備える。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、弁座面と着座面との間のシール性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の実施の一形態に係る流量制御装置の構成を示す説明図である。

[図2]上記流量制御装置が備える流量制御弁の主要部を拡大して示す断面図である。

[図3]比較例の流量制御弁の概略の構成を示す断面図である。

[図4]図1および図2の流量制御弁の製造工程を模式的に示す断面図である。

[図5]上記流体制御弁において、ダイヤフラム部の厚み T と、ダイヤフラム部の着座面からの距離 A との関係を模式的に示す説明図である。

[図6]上記流量制御弁の他の構成を模式的に示す説明図である。

[図7] $A < 4 T$ の条件で設計された流量制御弁における、アクチュエータへの電圧印加時の応力の分布を模式的に示す説明図である。

[図8] $A \geq 4 T$ の条件で設計された流量制御弁における、アクチュエータへの電圧印加時の応力の分布を模式的に示す説明図である。

[図9]ダイヤフラム部の内径 L と、着座面の外径 M と、弁座部の弁座径 N と、の関係を模式的に示す説明図である。

[図10]上記弁座部の平面図である。

[図11]通常の、アクチュエータへの印加電圧と、流体の流量との関係を模式的に示すグラフである。

[図12] $L < N$ を満足するときの、上記アクチュエータへの印加電圧と、流体の流量との関係を模式的に示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の例示的な実施形態について、図面を参照しながら説明する。

[0016] [1. 流量制御装置の概要]

図1は、本実施形態の流量制御装置1の概略の構成を示す説明図である。

流量制御装置 1 は、例えばマスフローコントローラで構成されている。マスフローコントローラは、例えば半導体製造装置に用いられ、半導体の製造プロセスにおいて、用いるガス等の流体の流量を制御する機器である。流量制御装置 1 は、本体部 2 と、流量検知機構 3 と、流量制御弁 4 と、駆動制御部 5 と、を備える。

[0017] 本体部 2 は、内部に流路部 2 1 を有するブロックである。上記流体は、流路部 2 1 を流れる。流路部 2 1 は、上流側に位置する流入路 2 1 a と、下流側に位置する流出路 2 1 b と、流入路 2 1 a と流出路 2 1 b との間に位置する中間流路 2 1 c と、を有する。中間流路 2 1 c には、後述する弁座部 4 1 が位置する。

[0018] 流路部 2 1（特に流入路 2 1 a）の上流端には、上流側ポート 2 A が位置する。上流側ポート 2 A は、外部流入配管（図示せず）と接続される。流路部 2 1（特に流出路 2 1 b）の下流端には、下流側ポート 2 B が位置する。下流側ポート 2 B は、外部流出配管（図示せず）と接続される。

[0019] 流入路 2 1 a は、バイパス部 2 1 d を介して中間流路 2 1 c と繋がる。バイパス部 2 1 d には、入口側流路 2 2 a および出口側流路 2 2 b が接続される。入口側流路 2 2 a および出口側流路 2 2 b はそれぞれ、流量検知機構 3 の細管 3 1 の一方の端部および他方の端部と繋がる。

[0020] したがって、外部流入配管から上流側ポート 2 A を介して流入路 2 1 a に流入した流体は、入口側流路 2 2 a と、バイパス部 2 1 d とに所定の流量比で分岐して流れる。入口側流路 2 2 a を介して流量検知機構 3 の細管 3 1 を流れた流体は、出口側流路 2 2 b を介してバイパス部 2 1 d に導かれ、バイパス部 2 1 d を流れる流体と合流する。合流後の流体は、バイパス部 2 1 d から中間流路 2 1 c に向かって流れる。

[0021] 流量検知機構 3 は、流路部 2 1（特に流入路 2 1 a）を流れる流体の流量を検知する。本実施形態では、流量検知機構 3 は、サーマル方式で流体の流量を検知する構成を採用している。すなわち、流量検知機構 3 は、上記の細管 3 1 と、一对の発熱抵抗線 3 2 および 3 3 と、を備える。発熱抵抗線 3 2

および３３は細管３１に巻回され、それぞれブリッジ回路（図示せず）と接続される。発熱抵抗線３２および３３に電流を流し、発熱抵抗線３２および３３を加熱した状態で細管３１内に流体を流すと、細管３１の上流側および下流側に、流体の質量流量に対応する温度差が生じる。この温度差を、上記ブリッジ回路を用いて電気信号に変換することにより、流体の質量流量を計測（検知）することができる。流体の質量流量を計測する、上記ブリッジ回路を含む演算部ＣＡは、例えば後述する駆動制御部５に含まれてもよい。

[0022] なお、流量検知機構３は、サーマル方式以外の方式（例えば圧力式（差圧式））で流体の流量を検知する構成であってもよい。

[0023] 流量制御弁４は、流路部２１を流れる流体の流量を制御する機構であり、例えばノーマルオープンタイプで構成される。このような流量制御弁４は、弁座部４１と、弁体４２と、アクチュエータ４３と、支持体４４と、押さえ部材４５と、移動規制部材４６と、を有して構成される。

[0024] 図２は、流量制御弁４の主要部を拡大して示す断面図である。流量制御弁４の弁座部４１は、弁座面４１Ｓを有するブロックである。弁座面４１Ｓには、第１開口４１ａと、第２開口４１ｂと、が形成されている。第１開口４１ａは、流体の流入路である中間流路２１ｃと、連通路４１ａ_１を介して連通する。第２開口４１ｂは、流出路２１ｂと連通する。なお、本実施形態では、第１開口４１ａは、弁座面４１Ｓに複数形成されているが、第１開口４１ａの個数は１個であってもよい。同様に、第２開口４１ｂは弁座面４１Ｓに複数形成されているが、第２開口４１ｂの個数は１個であってもよい。

[0025] 弁体４２は、プランジャ４７を介してアクチュエータ４３（特に、ピエゾスタック４３１、図１参照）と接触する円錐台形状の移動体である。弁体４２は、着座面４２Ｓを有する。着座面４２Ｓは、弁座部４１の弁座面４１Ｓに対して接離（接触または離間）する面である。

[0026] 弁体４２は、対向面４２Ｆをさらに有する。対向面４２Ｆは、着座面４２Ｓに対して弁座面４１Ｓとは反対側に位置する。特に、本実施形態では、対向面４２Ｆは、ダイヤフラム部４８の膜面４８ａの位置を基準として、着座

面 4 2 S とは反対側に位置する。言い換えれば、上記した着座面 4 2 S は、膜面 4 8 a の位置を基準として対向面 4 2 F とは反対側に位置する。したがって、弁座面 4 1 S に対して着座面 4 2 S が接離する方向（以下、接離方向とも称する）において、ダイヤフラム部 4 8 の膜面 4 8 a は、着座面 4 2 S と対向面 4 2 F との間に位置する。

[0027] ここで、ダイヤフラム部 4 8 は、上記接離方向と交差する方向に延びる円環状の薄膜である。上記したダイヤフラム部 4 8 の膜面 4 8 a とは、ダイヤフラム部 4 8 の膜の表面を指す。弁体 4 2 は、上記のように円錐台形状であることから、着座面 4 2 S は対向面 4 2 F よりも大径である。上記のプランジャ 4 7 は、対向面 4 2 F の中央で弁体 4 2 と連結される。

[0028] 弁体 4 2 は、周面 4 2 P をさらに有する。周面 4 2 P は、弁体 4 2 の着座面 4 2 S と対向面 4 2 F とを連結する面である。すなわち、周面 4 2 P は、着座面 4 2 S および対向面 4 2 F と交わる。上記したダイヤフラム部 4 8 は、弁体 4 2 の周面 4 2 P と、対向面 4 2 F よりも着座面 4 2 S 側の位置で連結される。特に、ダイヤフラム部 4 8 は、対向面 4 2 F と着座面 4 2 S との間の位置で周面 P と連結される。

[0029] アクチュエータ 4 3 は、上記接離方向にプランジャ 4 7 を介して弁体 4 2 を駆動する駆動部である。図 1 に示すように、アクチュエータ 4 3 は、例えばピエゾスタック 4 3 1 を備える。ピエゾスタック 4 3 1 は、電圧印加によって膨張変形するピエゾ素子を複数枚積層して形成される。ピエゾスタック 4 3 1 は収容体 4 3 2 内に収容され、弁体 4 2 のプランジャ 4 7 に押圧力を与える。

[0030] 支持体 4 4 は、弁体 4 2 の周囲に位置し、ダイヤフラム部 4 8 を介して弁体 4 2 を支持する枠体である。支持体 4 4 は、第 1 面 4 4 S₁ と、第 2 面 4 4 S₂ と、を有する。第 1 面 4 4 S₁ は、ダイヤフラム部 4 8 の膜面 4 8 a の位置を基準として、対向面 4 2 F と同じ側に位置する。第 2 面 4 4 S₂ は、第 1 面 4 4 S₁ よりも弁座部 4 1 側に位置する。特に、本実施形態では、第 2 面 4 4 S₂ は、ダイヤフラム部 4 8 の膜面 4 8 a の位置を基準として、第 1 面 4 4 S₁

とは反対側に位置する。したがって、ダイヤフラム部 4 8 の膜面 4 8 a は、上記接離方向において、支持体 4 4 の第 1 面 4 4 S₁ と第 2 面 4 4 S₂ との間に位置する。なお、支持体 4 4 の第 1 面 4 4 S₁ は、上記接離方向において、第 2 面 4 4 S₂ から最も離れた面とする。

[0031] 第 2 面 4 4 S₂ と弁座面 4 1 S との間には、シム 4 1 1 が設けられている。これにより、着座面 4 2 S と弁座面 4 1 S との間に、シム 4 1 1 の厚みに応じた隙間が形成される。上記した支持体 4 4 は、リング 4 1 2 を介して本体部 2 の上部に設けられる。

[0032] 図 1 に示すように、押さえ部材 4 5 は、支持体 4 4 を本体部 2 に押さえるとともに、支持体 4 4 との間で移動規制部材 4 6 挟み込むカバーである。支持体 4 4 は、押さえ部材 4 5 とともに、ボルト等の締結具 4 9 を用いて本体部 2 に固定される。

[0033] 移動規制部材 4 6 は、着座面 4 2 S が弁座面 4 1 S から離間する方向（以下、第 1 方向とも称する）の弁体 4 2 の移動を規制する部材であり、中央に貫通孔を有する。上記貫通孔には、プランジャ 4 7 が挿通される。弁体 4 2 の第 1 方向への移動時に、弁体 4 2 の対向面 4 2 F が移動規制部材 4 6 に接触することにより、弁体 4 2 の第 1 方向への移動が規制される。

[0034] 図 1 において、アクチュエータ 4 3 のピエゾスタック 4 3 1 におけるプランジャ 4 7 との接触側の面には、ばね等の第 1 付勢部材 4 0 a の一端が固定されている。第 1 付勢部材 4 0 a は、プランジャ 4 7 の周囲に位置する。第 1 付勢部材 4 0 a の他端は、移動規制部材 4 6 に固定されている。

[0035] 第 1 付勢部材 4 0 a の内側、つまり、第 1 付勢部材 4 0 a とプランジャ 4 7 との間には、ばね等の第 2 付勢部材 4 0 b が位置する。第 2 付勢部材 4 0 b の一端は、プランジャ 4 7 に留め具を介して固定されている。第 2 付勢部材 4 0 b の他端は、移動規制部材 4 6 に固定されている。

[0036] 上記の構成において、ピエゾスタック 4 3 1 への電圧の無印加状態では、弁開度、すなわち、着座面 4 2 S と弁座面 4 1 S との間の隙間が所定値になるように設定されている。なお、弁開度が所定値である状態が、流量制御弁

4の全開状態である。この状態では、図1で示した第2付勢部材40bの付勢力により、プランジャ47とともに弁体42が第1方向に持ち上げられている。このように、支持体44に対して相対的に弁体42が第1方向に移動している結果、ダイヤフラム部48は、支持体44との連結側よりも弁体42との連結側が第1方向にずれるように変形している。

[0037] ピエゾスタック431に電圧を印加すると、ピエゾスタック431が伸長する。すると、ピエゾスタック431が第1付勢部材40aおよび第2付勢部材40bの付勢力に抗して、プランジャ47を介して、弁体42を第1方向とは反対方向（以下、第2方向とも称する）に押圧する。そして、最終的に、弁体42の着座面42Sが、弁座部41の弁座面41Sに着座（接触）する。着座面42Sが弁座面41Sに着座した状態では、ダイヤフラム部48は、弁体42の第2方向への移動によって引っ張られて変形する。このとき、ダイヤフラム部48は、弁体42の第2方向への移動に伴い、例えば（理想的には）、図2で示した無変形状態を経て、支持体44との連結側よりも弁体42との連結側が第2方向にずれるように変形する。

[0038] なお、ダイヤフラム部48の無変形状態では、ダイヤフラム部48の膜面48aが、上記接離方向（弁体42の移動方向）に垂直な面（例えば弁座面41S）に沿って位置する状態となっている。この状態は、プランジャ47付きの弁体42、支持体44、ダイヤフラム部48を一体化して流量制御弁4（流量制御装置1）に組み込む前のダイヤフラム部48の状態と同じである。

[0039] なお、アクチュエータ43（ピエゾスタック431）とプランジャ47とは1点で接触している。また、第2付勢部材40bによってプランジャ47を介して弁体42に付与される付勢力は、接離方向を中心軸としたときの周方向において均等ではない。これらのことから、弁体42の接離方向の移動に伴い、ダイヤフラム部48が無変形状態とならない場合はあり得る。つまり、ダイヤフラム部48が無変形状態となるべき電圧をアクチュエータ43に印加したときでも、ダイヤフラム部48が無変形状態（水平状態）となら

ず、水平から傾く場合はあり得る。

[0040] このように、アクチュエータ43（特にピエゾスタック431）の駆動により、弁体42の着座面42Sが、弁座部41の弁座面41Sに対して接離する。これにより、所望の弁開度に応じた電圧（開度制御信号）をアクチュエータ43に与えてアクチュエータ43（ピエゾスタック431）を伸長させることにより、開度制御信号の値に応じた弁開度を実現して、中間流路21cから第1開口41a、上記隙間、第2開口41bを介して流出路21bに流れる流体の流量を調整（制御）することができる。

[0041] 駆動制御部5は、流量検知機構3の検知結果（検知した流量）に基づいて、流量制御弁4のアクチュエータ43に上記の開度制御信号を与えて、アクチュエータ43を駆動する。このような駆動制御部5は、（1）上記ブリッジ回路の出力信号を増幅する増幅回路、（2）増幅回路の出力信号を補正して、流量制御装置1の外部に出力する補正回路、（3）補正した信号と、外部から入力される流量設定信号とを比較する比較制御回路、（4）比較制御回路の出力に基づいてアクチュエータ43の駆動信号（開度制御信号）を生成する駆動回路、制御部（例えばCPU）等を含んで構成される。駆動制御部5がアクチュエータ43を駆動することにより、上述のように弁開度を調整して、流路部21（特に流出路21b）を流れる流体の流量を、予め定めた設定流量に近づけることができる。

[0042] [2. 弁体の対向面と支持体の第1面との位置関係について]

本実施形態では、ダイヤフラム部48が無変形の状態（図2の状態）になったときに、弁体42の対向面42Fと支持体44の第1面44S₁とは、同一面上に位置する。

[0043] 着座面42Sが弁座面41Sに着座したとき、着座面42Sと弁座面41Sとの間のシール性が良好に確保されていないと、着座面42Sと弁座面41Sとの間で流体の漏れが発生する。そこで、例えば着座面42Sに樹脂コーティングを施すことが、シール性確保の点で有効である。ただし、樹脂コーティングにより形成された薄膜の表面に凹凸があるとシール性を良好に確

保することができないため、薄膜の表面には高い平面度が要求される。高い平面度を実現するためには、薄膜の表面を研磨（ラップ）することが必要となる。なお、コーティング用の樹脂材料としては、例えばPFA（パーフルオロアルコキシアルカン）などのフッ素樹脂を用いることができる。以下では、着座面42S上にコーティングされた薄膜の表面を、弁座面41Sに接触する着座面42Sと呼ぶ。

[0044] 着座面42Sのラップ時に弁体42が傾くと、弁体42を用いて流量制御装置1を構成したときに、着座面42Sと弁座面41Sとの平行度を確保することが困難となる。その結果、着座面42Sが弁座面41Sに密着することができず、流体の漏れが発生する。このようなラップ時の弁体42の傾きは、例えばラップ時に支持体44の第1面44S₁のみを支持することによって発生する。

[0045] 図3は、比較例の流量制御弁4'の概略の構成を示す断面図である。比較例の流量制御弁4'は、ダイヤフラム部48が無変形の状態となったときに、弁体42の対向面42Fと支持体44の第1面44S₁とが接離方向にずれて位置する点で、本実施形態の流量制御弁4（図1、図2参照）とは異なる。より詳しくは、比較例の流量制御弁4'では、ダイヤフラム部48が無変形の状態となったときに、弁体42の対向面42Fが、上記接離方向において、支持体44の第1面44S₁よりも着座面42S側に位置する。

[0046] このような流量制御弁4'において、着座面42Sをラップする場合、単一の平面を有する押圧部材で、対向面42Fと第1面44S₁とを同時に押圧することができないため、例えば支持体44の第1面44S₁のみを押圧して着座面42Sをラップすることになる。この場合、弁体42が支持されていないため、ラップ時に弁体42が不安定となり、弁体42が接離方向に対して角度θで傾く（いわゆる芯ブレが発生する）。

[0047] これに対して、本実施形態の流量制御弁4は、ダイヤフラム部48が無変形の状態となったときに、対向面42Fと第1面44S₁とが同一面上に位置する構成である。この構成では、流量制御弁4を流量制御装置1に組み込む

前の着座面 4 2 S のラップ時に、以下の手法を採用することができる。図 4 は、本実施形態の流量制御弁 4 の製造工程を模式的に示す断面図である。研磨（ラップ）工程では、ラップ定盤 6 1 に対し、研磨材 6 2 を介して、弁体 4 2 の着座面 4 2 S を押し当て、ラップ定盤 6 1 を弁体 4 2 に対して相対的に回転または移動させることにより、着座面 4 2 S を研磨する。このとき、ラップ定盤 6 1 に対し、弁体 4 2 の対向面 4 2 F と支持体 4 4 の第 1 面 4 4 S₁とを、押圧部材 6 0 の同一の平面 6 0 a で同時に押さえ付けた状態で、着座面 4 2 S を研磨する。

[0048] 本実施形態の流量制御弁 4 の構成によれば、上記のように着座面 4 2 S をラップする場合でも、単一の押圧部材 6 0 で、つまり、単一（共通）の平面 6 0 a を有する押圧部材 6 0 で、対向面 4 2 F と第 1 面 4 4 S₁とを同時に押圧して着座面 4 2 S をラップすることができる。弁体 4 2 の対向面 4 2 F を押圧することにより、ラップ時に弁体 4 2 が傾く虞を低減することができる。したがって、着座面 4 2 S と弁座面 4 1 S との平行度を良好に確保することができる。よって、着座時には、着座面 4 2 S を弁座面 4 1 S に確実に密着させて、着座面 4 2 S と弁座面 4 1 S との間のシール性を向上させることができる。

[0049] 特に、ラップ定盤 6 1 に対し、対向面 4 2 F と第 1 面 4 4 S₁とを、押圧部材 6 0 の同一の平面 6 0 a で同時に押さえ付けた状態で着座面 4 2 S を研磨することにより、芯ブレの発生を確実に低減することができる。その結果、着座面 4 2 S と弁座面 4 1 S との良好な平行度を確実に実現して、着座面 4 2 S と弁座面 4 1 S との間のシール性を確実に向上させることができる。

[0050] また、本実施形態では、弁体 4 2 の着座面 4 2 S が、ダイヤフラム部 4 8 の膜面 4 8 a の位置を基準として、対向面 4 2 F とは反対側に位置し、支持体 4 4 の第 2 面 4 4 S₂が膜面 4 8 a の位置を基準として、第 1 面 4 4 S₁とは反対側に位置する。つまり、ダイヤフラム部 4 8 の膜面 4 8 a が、上記接離方向において、弁体 4 2 の着座面 4 2 S と対向面 4 2 F との間に位置し、支持体 4 4 の第 1 面 4 4 S₁と第 2 面 4 4 S₂との間に位置する。この構成では、

対向面 4 2 F と第 1 面 4 4 S₁ とが空間的に離れて非連続となり、かつ、着座面 4 2 S と第 2 面 4 4 S₂ とが空間的に離れて非連続となる。このため、第 1 面 4 4 S₁ のみを押圧して着座面 4 2 S をラップしたときに、弁体 4 2 が非常に不安定となりやすく、上記した芯ブレが発生しやすくなる。したがって、対向面 4 2 F と第 1 面 4 4 S₁ とを同一面上に位置させることによってシール性を向上させることができる本実施形態の構成は、対向面 4 2 F と第 1 面 4 4 S₁ とが非連続であり、かつ、着座面 4 2 S と第 2 面 4 4 S₂ とが非連続である場合において非常に有効となる。

[0051] なお、着座面 4 2 S と第 2 面 4 4 S₂ とは、ダイヤフラム部 4 8 を介して連続する構成であってもよい。つまり、着座面 4 2 S、第 2 面 4 4 S₂、ダイヤフラム部 4 8 が同一面上に位置する構成であってもよい。このような構成であっても、ダイヤフラム部 4 8 の変形が解除された状態において、対向面 4 2 F と第 1 面 4 4 S₁ とが同一面上に位置する構成を採用することができ、これによって、本実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0052] なお、図 4 で示した方法で着座面 4 2 S および第 2 面 4 4 S₂ を同時にラップすると、対向面 4 2 F と着座面 4 2 S との距離で規定される弁体 4 2 の（接離方向の）高さ H 1 と、第 1 面 4 4 S₁ と第 2 面 4 4 S₂ との間の距離で規定される支持体 4 4 の（接離方向の）高さ H 2 とは、同じになる（図 2 参照）。したがって、弁体 4 2 の高さ H 1 と支持体 4 4 の高さ H 2 とが同じであれば、着座時には、着座面 4 2 S を弁座面 4 1 S に確実に密着させて、着座面 4 2 S と弁座面 4 1 S との間のシール性を向上させることができるとも言える。なお、高さ H 1 および高さ H 2 は、接離方向と垂直な方向において一定とする。

[0053] なお、ダイヤフラム部 4 8 が無変形状態のときに、対向面 4 2 F と第 1 面 4 4 S₁ とが同一面上に位置する構成において、弁体 4 2 の高さ H 1 は支持体 4 4 の高さ H 2 よりも高くてもよい。この場合でも、単一（共通）の平面 6 0 a を有する押圧部材 6 0 で、対向面 4 2 F と第 1 面 4 4 S₁ とを同時に押圧して着座面 4 2 S をラップすることは可能である。なお、この場合、着座面

4 2 S を機械研磨し、第 2 面 4 4 S₂を手研磨するようにしてもよい。

[0054] [3. ダイヤフラム部の厚さと着座面からの距離との関係について]

図 5 は、上述した流量制御弁 4 において、ダイヤフラム部 4 8 の上記接離方向の厚みを T (mm) と、ダイヤフラム部 4 8 の着座面 4 2 S からの距離 A (mm) との関係を模式的に示している。同図に示すように、流量制御弁 4 では、 $A \geq 4 T$ を満足している。すなわち、ダイヤフラム部 4 8 は、上記接離方向において、着座面 4 2 S から $4 T$ 以上離れて位置する。例えば、 $T = 0.25 \text{ mm}$ とした場合、距離 A は、 1 mm 以上確保されればよい。

[0055] なお、 $A \geq 4 T$ の条件は、図 6 に示す流量制御弁 4 の構成、すなわち、ダイヤフラム部 4 8 が無変形の状態になったときに、弁体 4 2 の対向面 4 2 F と支持体 4 4 の第 1 面 4 4 S₁とが、上記接離方向にずれて位置する構成（同一面上に位置しない構成）にも適用可能である。このように $A \geq 4 T$ を満足することによっても、着座面 4 2 S と弁座面 4 1 S との間のシール性を向上させることができる。その理由は、以下の通りである。

[0056] 図 7 は、 $A < 4 T$ の条件で設計された流量制御弁 4' における、アクチュエータ 4 3（図 1 参照）への電圧印加時の応力の分布を模式的に示している（応力が発生している部分をハッチングで示す）。アクチュエータ 4 3（図 1 参照）への電圧印加により、弁体 4 2 が第 2 方向（着座面 4 2 S が弁座面 4 1 S に近づく方向）に移動し始めると、ダイヤフラム部 4 8 は弁体 4 2 によって引っ張られて変形する。このため、ダイヤフラム部 4 8 には応力が発生するとともに、連結部 4 2 N および 4 4 N にも応力が発生する。なお、連結部 4 2 N は、ダイヤフラム部 4 8 と弁体 4 2 との連結部であり、連結部 4 4 N は、ダイヤフラム部 4 8 と支持体 4 4 との連結部である。

[0057] $A < 4 T$ の条件では、連結部 4 2 N と着座面 4 2 S とが近いため、ダイヤフラム部 4 8 および連結部 4 2 N で発生した応力が着座面 4 2 S に伝わりやすくなる。その結果、着座面 4 2 S が上記応力によって歪む。すなわち、着座面 4 2 S の平面度が低下する。このため、着座面 4 2 S が弁座面 4 1 S に着座したときに、着座面 4 2 S と弁座面 4 1 S との間のシール性を確保する

ことが困難となり、着座面 4 2 S と弁座面 4 1 S との間で流体の漏れが発生しやすくなる。

[0058] 図 8 は、 $A \geq 4 T$ の条件で設計された流量制御弁 4 における、アクチュエータ 4 3 への電圧印加時の応力の分布を模式的に示している。 $A \geq 4 T$ の条件では、接離方向においてダイヤフラム部 4 8 が着座面 4 2 S から十分に離れているため、ダイヤフラム部 4 8 および連結部 4 2 N で発生した応力が着座面 4 2 S に伝わりにくくなる。この点は、図 8 において、連結部 4 2 N で発生した応力を示すハッチングが着座面 4 2 S まで届いていないことから明らかである。これにより、着座面 4 2 S が上記応力によって歪むことを低減することができ、着座面 4 2 S の平面度を確保することができる。したがって、着座面 4 2 S が弁座面 4 1 S に着座したときの、着座面 4 2 S と弁座面 4 1 S との間のシール性を向上させて、着座面 4 2 S と弁座面 4 1 S との間での流体の漏れを低減することが可能となる。

[0059] なお、弁体 4 2、支持体 4 4、ダイヤフラム部 4 8 の素材および機械的特性、ダイヤフラム部 4 8 の大きさ（膜面 4 8 a の面積）などにより、連結部 4 2 N から着座面 4 2 S に伝わる応力の大きさおよび応力の伝わり方は変化する。しかし、これらの点を考慮したとしても、構造解析の結果、 $A \geq 4 T$ の条件では、着座面 4 2 S が上記応力によって歪むことを低減して、着座面 4 2 S の平面度を確保できることがわかった。

[0060] なお、ダイヤフラム部 4 8 は、上記接離方向において、対向面 4 2 F から $4 T$ 以上（着座面 4 2 S 側に）離れて位置していてもよい。つまり、ダイヤフラム部 4 8 は、上記接離方向において、着座面 4 2 S から（対向面 4 2 F 側に） $4 T$ だけ離れた位置と、対向面 4 2 F から（着座面 4 2 S 側に） $4 T$ だけ離れた位置との間の範囲に位置していてもよい。

[0061] [4. ダイヤフラム部の内径と弁座径との関係について]

図 9 は、本実施形態の流量制御弁 4 における円環状のダイヤフラム部 4 8 の内径 L (mm) と、弁体 4 2 の着座面 4 2 S の外径 M (mm) と、弁座部 4 1 の弁座径 N (mm) と、の関係を模式的に示している。なお、弁座径 N

は、以下の定義の通りとする。

[0062] 図10は、弁座部41の平面図である。弁座部41の弁座面41Sにおいて、着座面42Sが弁座面41Sに着座したときに塞がれる、少なくとも1個の開口を包含する円Cの直径の最小値を、弁座径N（オリフィス径）とする。ここで、上記開口とは、弁座面41Sが有する第1開口41aおよび第2開口41bのうち、流体の流入側の流路となる中間流路21c（図9参照）と連通する第1開口41aを指す。したがって、本実施形態のように、弁座面41Sに複数の第1開口42aが形成されている場合、弁座径Nは、複数の第1開口42aを包含する円Cの直径の最小値となる。一方、弁座面41Sに第1開口42aが1個のみ形成されている場合、弁座径Nは、1個の第1開口42aを包含する円Cの直径の最小値、すなわち、1個の第1開口42aの円の直径となる。

[0063] 本実施形態では、図9に示すように、弁体42の着座面42Sの外径Mは、ダイヤフラム部48の内径Lよりも大きい（ $M > L$ ）。これにより、内径Lを一定として、弁座径Nを内径Lよりも大きく確保することができる（ $N > L$ ）。言い換えれば、弁座径Nを、ダイヤフラム部48の内径Lよりも大きく、かつ、着座面42Sの外径Mよりも小さい値に設定することができる（ $L < N < M$ の関係を実現することができる）。このように弁座径Nを大きく確保することにより、着座面42Sと弁座面41Sとの間のシール性を向上させることができる。その詳細な理由は、以下の通りである。

[0064] なお、 $M > L$ の条件は、流量制御弁4の図6の構成、すなわち、ダイヤフラム部48が無変形の状態となったときに、対向面42Fと第1面44S₁とが接離方向にずれて位置する構成にも適用可能である。

[0065] $M > L$ によって弁座径Nを大きくすることにより、接離方向における弁体42の少しの移動量で、第1開口41aを介して流れる流体の流量として、所定の流量を確保することができる。つまり、弁体42の接離方向の移動量を一定としたとき、弁座面41Sの第1開口41aを介して流れる流体の流量を増大させることができる。これにより、例えば、流体の温度が上昇した

場合でも、閉じ始め電圧を固定したままとすることができる。なお、閉じ始め電圧とは、着座面 4 2 S を弁座面 4 1 S に着座させて、弁座面 4 1 S の第 1 開口 4 1 a を介して流れる流体の流量をゼロにする（またはゼロに近づける）ために必要な、アクチュエータ 4 3 への印加電圧を指す。

[0066] 図 1 1 は、アクチュエータ 4 3 への印加電圧と、第 1 開口 4 1 a を介して流れる流体の流量との関係を模式的に示すグラフである。ここで、アクチュエータ 4 3 への印加電圧が 0 V（弁開度は最大）であるときに、流量 V_0 （cc）の流体が第 1 開口 4 1 a を介して流れるとする。閉じ始め電圧 E_c は、アクチュエータ 4 3（特にピエゾ素子）の破壊を防止する観点から、アクチュエータ 4 3 に印加できる最大電圧よりも小さい電圧（例えば 90 V）に固定値として設定される。

[0067] 常温（例えば 25℃）のときに、電圧－流量の関係が図 1 1 の破線で示す特性であるとする。流体の温度が上昇すると（例えば 60℃に上昇すると）、破線で示す特性は全体的にシフトし、実線で示す特性となる。実線の特性では、閉じ始め電圧 E_c を印加しても、流体が流れていることを示している。これは、流体の温度上昇により、熱膨張の影響でピエゾ素子が収縮するとともに、金属製の収容体 4 3 2 が膨張し、固定値である閉じ始め電圧 E_c を印加しても、着座面 4 2 S と弁座面 4 1 S との間に隙間ができるためである。この場合、流体の流量をゼロにするためには、閉じ始め電圧 E_c をより高電圧の値に変更する必要がある。

[0068] 本実施形態のように、 $M > L$ によって弁座径 N を増大させ、弁座面 4 1 S の第 1 開口 4 1 a を介して流れる流体の流量を増大させることにより、図 1 1 の特性を図 1 2 のように変更することができる。図 1 2 は、 $M > L$ によって弁座径 N を増大させたときの、アクチュエータ 4 3 への印加電圧と、第 1 開口 4 1 a を介して流れる流体の流量との関係を模式的に示すグラフである。

[0069] 弁座径 N の増大によって流体の流量が増大することにより、常温（例えば 25℃）のときの、電圧－流量の関係を示す特性を、図 1 2 の破線で示す特

性にすることができる。つまり、図11の特性において、流量V1を実現するために必要なアクチュエータ43への印加電圧がE1（V）であったとすると、図12の特性では、同じ流量V1を実現するために必要なアクチュエータ43への印加電圧を、E1よりも小さいE2（V）にすることができる。これにより、流体の温度が（例えば60℃に）上昇し、破線で示す特性が全体的にシフトして実線で示す特性になったとしても、閉じ始め電圧Ecを印加して、流体の流量をゼロに近づけることができる。つまり、閉じ始め電圧Ecを高電圧に変更しなくても、流量をゼロに近づけることができる。

[0070] このように、弁座径Nを増大させると、流体の温度が上昇した場合でも、閉じ始め電圧Ecを増大させることなく、弁体42の着座面42Sを弁座面41Sに着座させて第1開口41aを塞ぐ（流量をゼロに近づける）ことができる。したがって、流体の温度が上昇した場合でも、閉じ始め電圧Ecの印加により、着座面42Sと弁座面41Sとの間での流体の漏れを低減することができる。着座面42Sと弁座面41Sとの間でのシール性を向上させることができる。

[0071] なお、従来は、図7で示すように、ダイヤフラム部48と弁体42との連結部42Nに強度を持たせるとともに、ダイヤフラム部48と支持体44との連結部44Nに強度を持たせるため、連結部42Nおよび44Nを肉厚にする必要があった。図9に示すように、ダイヤフラム部48を着座面42Sから第1方向にずらして位置させたことにより、 $M > L$ の構成を容易に実現することが可能となり、上記の効果を得ることができる。

[0072] また、 $N < M$ の関係により、アクチュエータ43への電圧印加によって弁体42の着座面42Sを弁座面41Sに着座させたときに、弁座面41Sに形成された全ての第1開口41aを着座面42Sで塞ぐことができる。これにより、流体の流量をゼロに近づける（究極的にはゼロにする）ことができる。

[0073] 以上、上述した本実施形態の流量制御弁4を流量制御装置1（図1参照）が備えていることにより、弁座面41Sと着座面42Sとの間のシール性を

向上させた流量制御装置 1 を実現することができる。

[0074] 〔 5. その他〕

本実施形態では、ノーマルオープンタイプの流量制御弁 4 について説明したが、本実施形態の構成および条件は、ノーマルクロスタイプの流量制御弁にも適用可能である。

[0075] 本実施形態で説明した構成および条件を適宜組み合わせて、流量制御弁 4 を構成することも勿論可能である。例えば、（１）図 2 で示したように、ダイヤフラム部 4 8 が無変形の状態になったときに、対向面 4 2 F と第 1 面 4 4 S₁ とが同一面上に位置する構成、または、弁体 4 2 の高さ H 1 と支持体 4 4 の高さ H 2 とが同じである構成、（２）図 5 で示したように、ダイヤフラム部 4 8 は、着座面 4 2 S から接離方向に 4 T 以上離れて位置する構成、（３）図 9 に示すように、着座面 4 2 S の外径 M は、ダイヤフラム部 4 8 の内径 L よりも大きい構成、の少なくとも 2 つを組み合わせ、流量制御弁 4 を構成することも勿論可能である。

[0076] 本実施形態で説明した流量制御弁 4 の構成は、流体の流量を制御する流量制御装置 1 のみならず、流体の圧力を制御する圧力制御装置に適用することも可能である。

[0077] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明の範囲はこれに限定されるものではなく、発明の主旨を逸脱しない範囲で拡張または変更して実施することができる。

産業上の利用可能性

[0078] 本発明は、例えばマスフローコントローラなどの流量制御装置に利用可能である。

符号の説明

[0079]	1	流量制御装置
	3	流量検知機構
	4	流量制御弁
	5	駆動制御部

2 1 c	中間流路（流入側の流路）
4 1	弁座部
4 1 a	第 1 開口
4 1 S	弁座面
4 2	弁体
4 2 F	対向面
4 2 P	周面
4 2 S	着座面
4 3	アクチュエータ（駆動部）
4 4	支持体
4 4 S ₁	第 1 面
4 4 S ₂	第 2 面
4 8	ダイヤフラム部
4 8 a	膜面
6 0 a	平面
6 1	ラップ定盤
6 2	研磨材

請求の範囲

[請求項1]

弁座面を有する弁座部と、
前記弁座面に対して接離する着座面を有する弁体と、
前記弁座面に対して前記着座面が接離する接離方向に前記弁体を駆動する駆動部と、
ダイヤフラム部を介して、前記弁体を支持する支持体と、を備え、
前記弁体は、
前記着座面に対して前記弁座面とは反対側に位置する対向面と、
前記着座面と前記対向面とを連結する周面と、をさらに有し、
前記ダイヤフラム部は、前記弁体の前記周面と、前記対向面よりも前記着座面側の位置で連結され、
前記支持体は、
前記ダイヤフラム部の膜面の位置を基準として、前記対向面と同じ側に位置する第1面と、
前記第1面よりも前記弁座部側に位置する第2面と、を有し、
前記ダイヤフラム部が無変形の状態になったときに、前記対向面と前記第1面とは、同一面上に位置する、流量制御弁。

[請求項2]

弁座面を有する弁座部と、
前記弁座面に対して接離する着座面を有する弁体と、
前記弁座面に対して前記着座面が接離する接離方向に前記弁体を駆動する駆動部と、
ダイヤフラム部を介して、前記弁体を支持する支持体と、を備え、
前記弁体は、
前記着座面に対して前記弁座面とは反対側に位置する対向面と、
前記着座面と前記対向面とを連結する周面と、をさらに有し、
前記ダイヤフラム部は、前記弁体の前記周面と、前記対向面よりも前記着座面側の位置で連結され、
前記支持体は、

前記ダイヤフラム部の膜面の位置を基準として、前記対向面と同じ側に位置する第1面と、

前記第1面よりも前記弁座部側に位置する第2面と、を有し、
前記対向面と前記着座面との距離で規定される前記弁体の高さ、
前記第1面と前記第2面との間の距離で規定される前記支持体の高さとは、同じである、流量制御弁。

[請求項3] 前記弁体の前記着座面は、前記ダイヤフラム部の前記膜面の位置を基準として、前記対向面とは反対側に位置し、

前記支持体の前記第2面は、前記ダイヤフラム部の前記膜面の位置を基準として、前記第1面とは反対側に位置する、請求項1または2に記載の流量制御弁。

[請求項4] 請求項1から3のいずれかに記載の流量制御弁の製造方法であって、

ラップ定盤に対し、研磨材を介して、前記弁体の前記着座面を押し当てることにより、前記着座面を研磨する研磨工程を含み、

前記研磨工程では、前記ラップ定盤に対し、前記弁体の前記対向面と前記支持体の前記第1面とを同一平面で同時に押さえ付けた状態で前記着座面を研磨する、流量制御弁の製造方法。

[請求項5] 弁座面を有する弁座部と、
前記弁座面に対して接離する着座面を有する弁体と、
前記弁座面に対して前記着座面が接離する接離方向に前記弁体を駆動する駆動部と、

ダイヤフラム部を介して、前記弁体を支持する支持体と、を備え、
前記弁体は、

前記着座面に対して前記弁座面とは反対側に位置する対向面と、
前記着座面と前記対向面とを連結する周面と、をさらに有し、
前記ダイヤフラム部は、前記弁体の前記周面と、前記対向面と前記着座面側との間の位置で連結され、

前記支持体は、

前記ダイヤフラム部の膜面の位置を基準として、前記対向面と同じ側に位置する第1面と、

前記ダイヤフラム部の膜面の位置を基準として、前記第1面とは反対側に位置する第2面と、を有し、

前記ダイヤフラム部の前記接離方向の厚みを T としたとき、

前記ダイヤフラム部は、前記着座面から前記接離方向に $4T$ 以上離れて位置する、流量制御弁。

[請求項6]

弁座面を有する弁座部と、

前記弁座面に対して接離する着座面を有する弁体と、

前記弁座面に対して前記着座面が接離する接離方向に前記弁体を駆動する駆動部と、

ダイヤフラム部を介して、前記弁体を支持する支持体と、を備え、

前記弁体は、

前記着座面に対して前記弁座面とは反対側に位置する対向面と、

前記着座面と前記対向面とを連結する周面と、をさらに有し、

前記ダイヤフラム部は、前記弁体の前記周面と、前記対向面と前記着座面側との間の位置で連結され、

前記支持体は、

前記ダイヤフラム部の膜面の位置を基準として、前記対向面と同じ側に位置する第1面と、

前記ダイヤフラム部の膜面の位置を基準として、前記第1面とは反対側に位置する第2面と、を有し、

前記着座面の外径は、前記ダイヤフラム部の内径よりも大きい、流量制御弁。

[請求項7]

前記弁座面は、前記着座面が前記弁座面に着座したときに塞がれる少なくとも1個の開口を有し、

前記少なくとも1個の開口は、流体の流入側の流路と連通し、

前記弁座面において、前記少なくとも 1 個の開口を包含する円の直径の最小値を、弁座径としたとき、

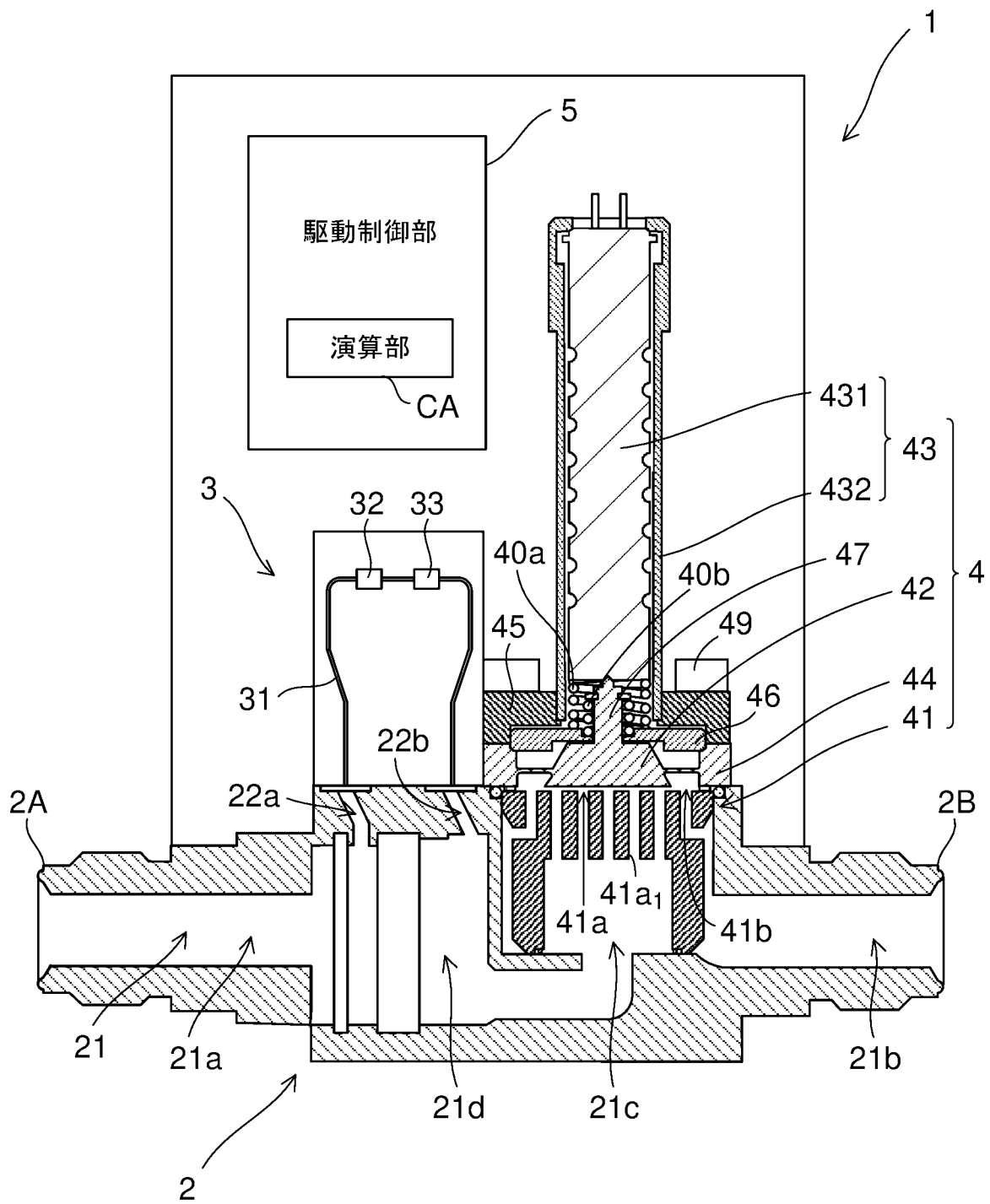
前記弁座径は、前記着座面の外径よりも小さく、かつ、前記ダイヤフラム部の内径よりも大きい、請求項 6 に記載の流量制御弁。

[請求項 8]

請求項 1 から 3、5 から 7 のいずれかに記載の流量制御弁と、
流体の流量を検知する流量検知機構と、

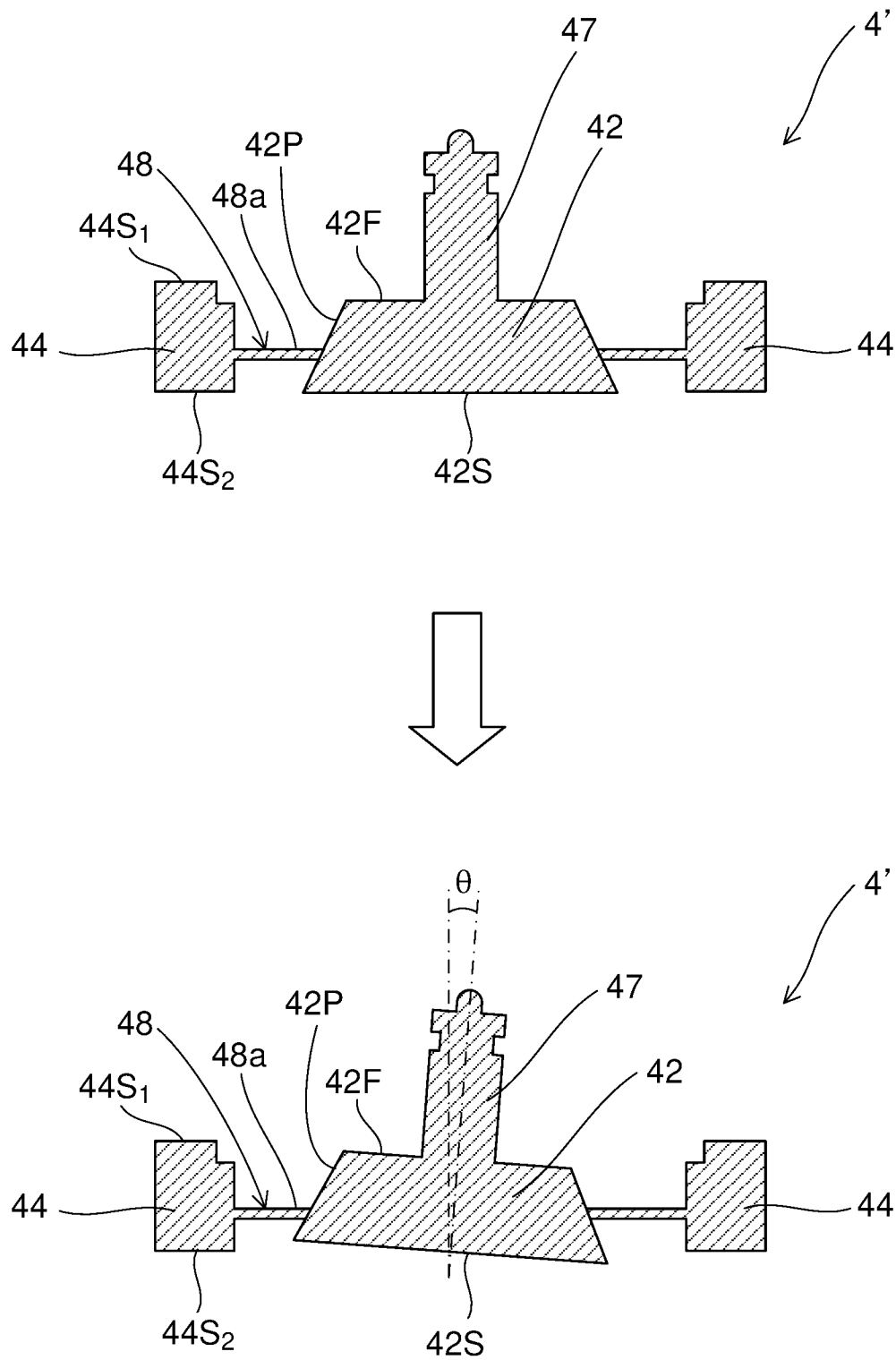
前記流量検知機構の検知結果に基づいて、前記流量制御弁の前記駆動部を駆動する駆動制御部と、を備える、流量制御装置。

[図1]

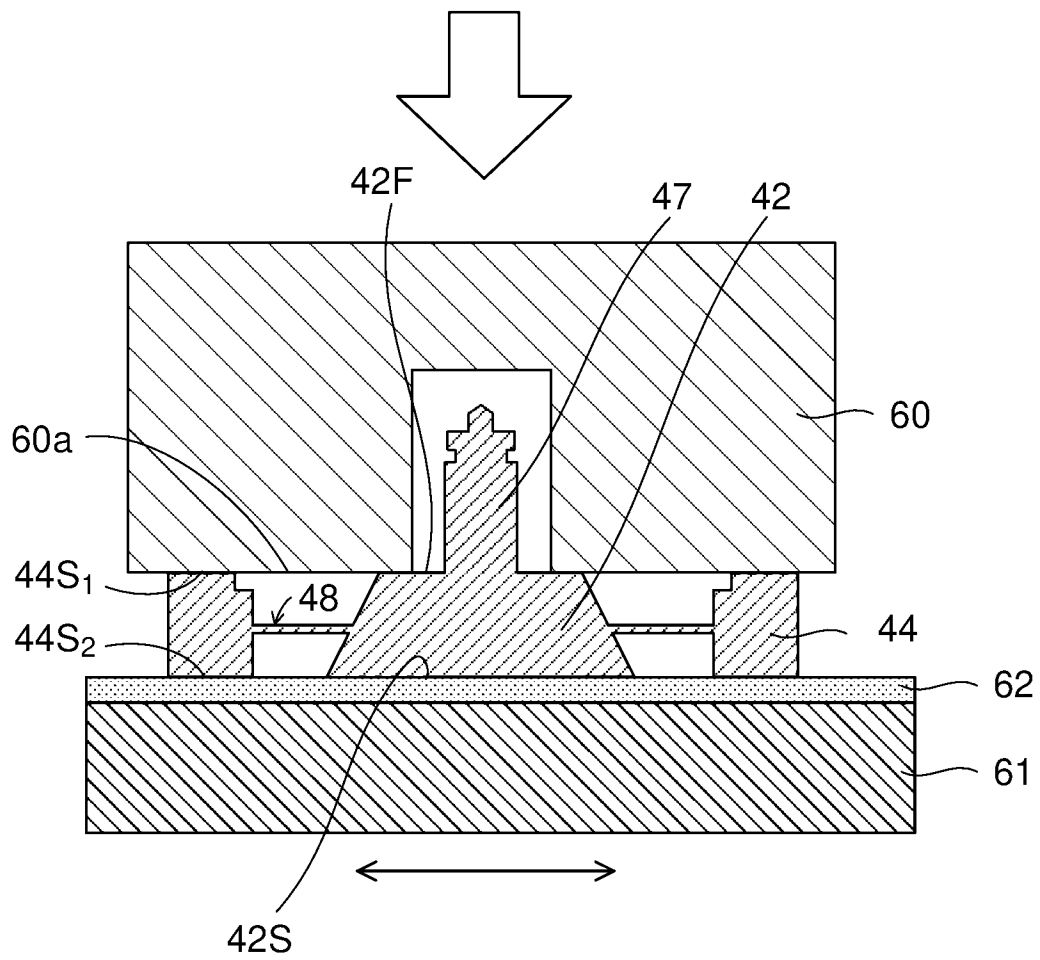


This cross-sectional view shows a semiconductor device 4. It features a substrate 2 with a base layer 21b and a central layer 21c. A central region 41a contains several vertical pillars 41a₁. On either side of this central region are larger structures 41b. The top of the device is covered by a layer 42, which has a central protrusion 47. The layer 42 is divided into regions 42P, 42F, and 42S. The central protrusion 47 is flanked by regions 42P and 42F. The side regions 41b are flanked by regions 42S. The top surface of the device is labeled 44, and the side surface is labeled 48. The bottom surface of the central region 41a is labeled 411, and the bottom surface of the side regions 41b is labeled 412. The top surface of the central region 41a is labeled 44S₂, and the top surface of the side regions 41b is labeled 44S₁. The height of the central region 41a is labeled H1, and the height of the side regions 41b is labeled H2. The device is shown in a cross-sectional view, with the central region 41a and side regions 41b being the main components.

[図3]

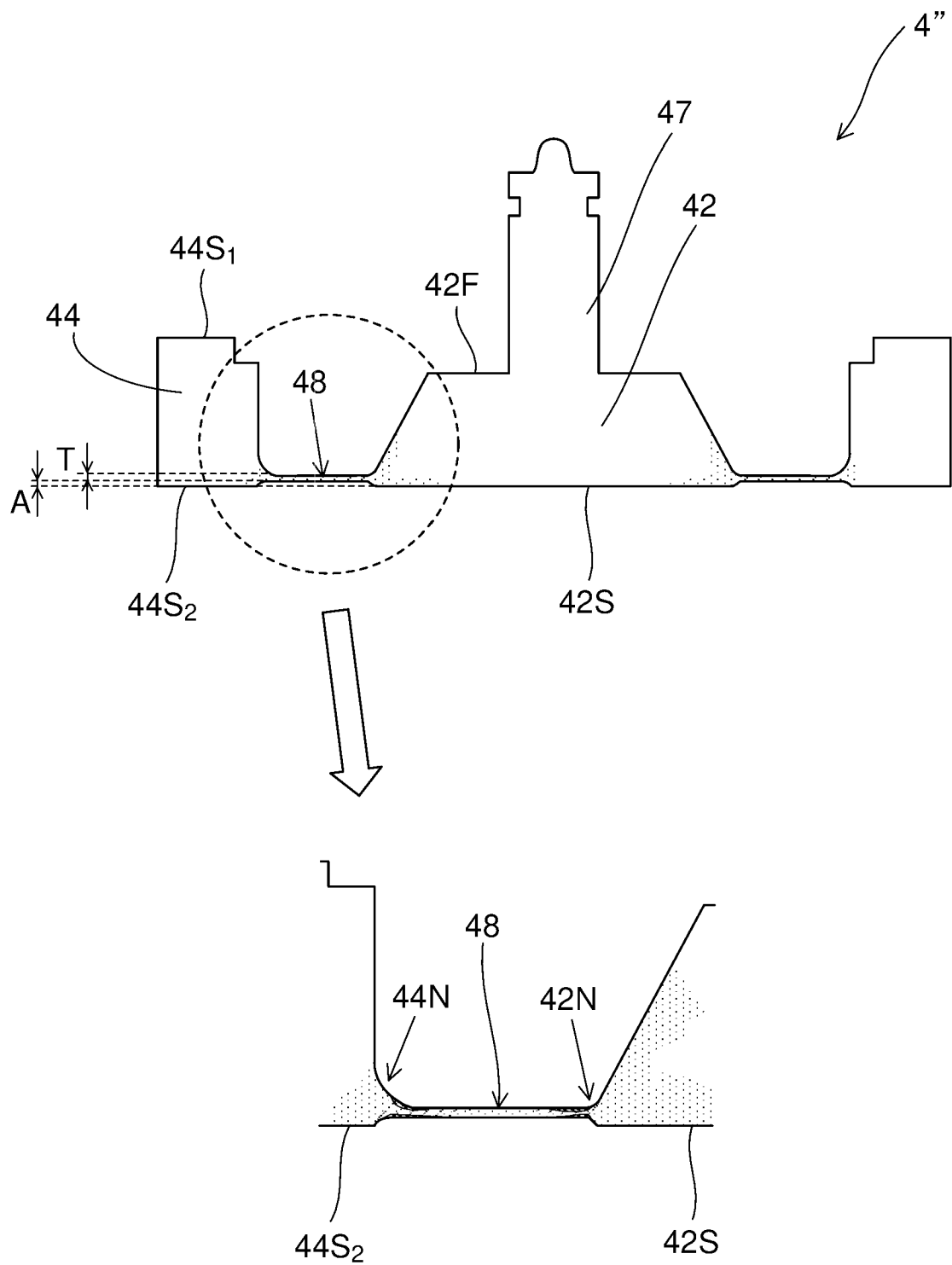


[図4]

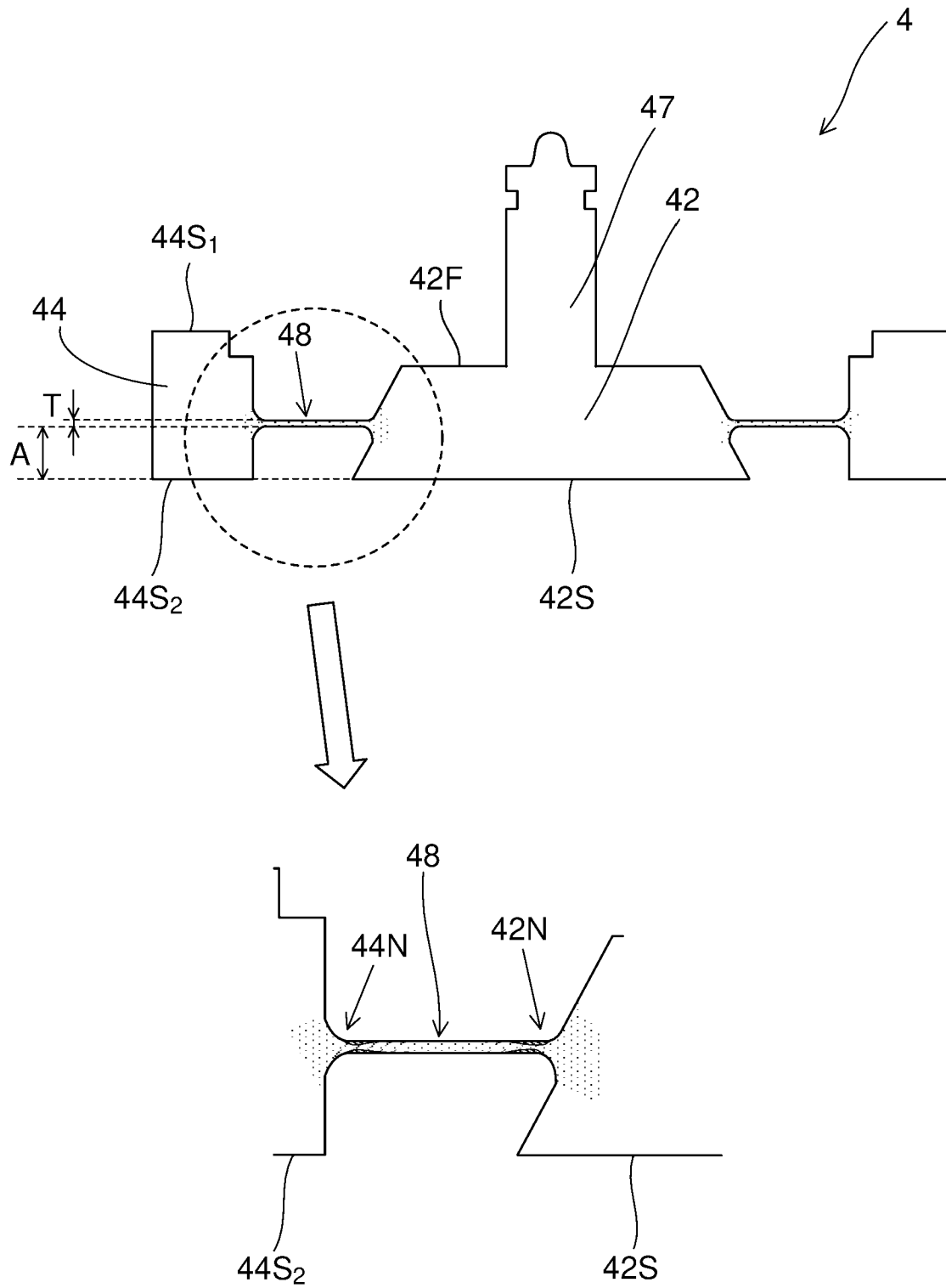


[図7]

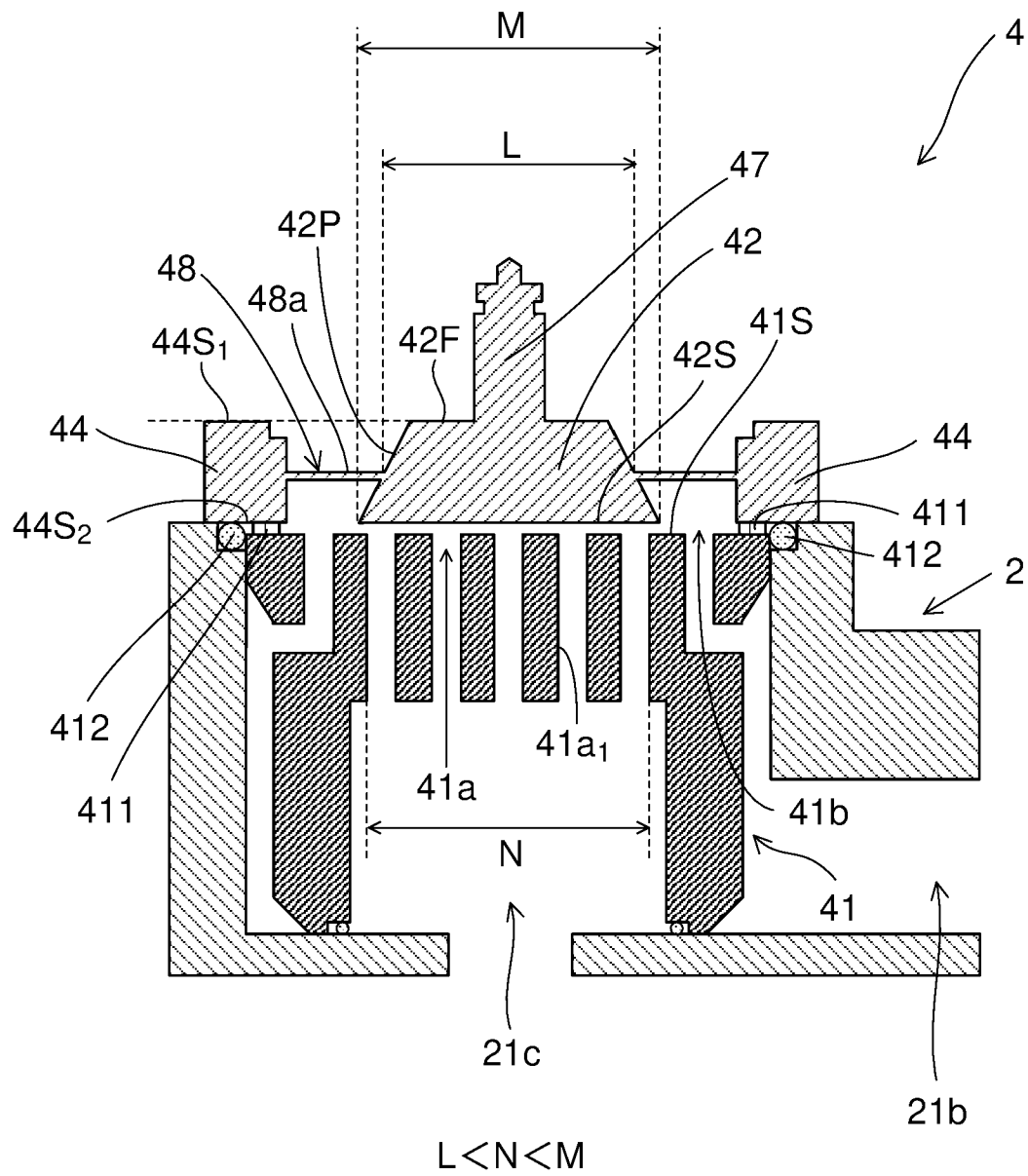
(A < 4Tの場合)



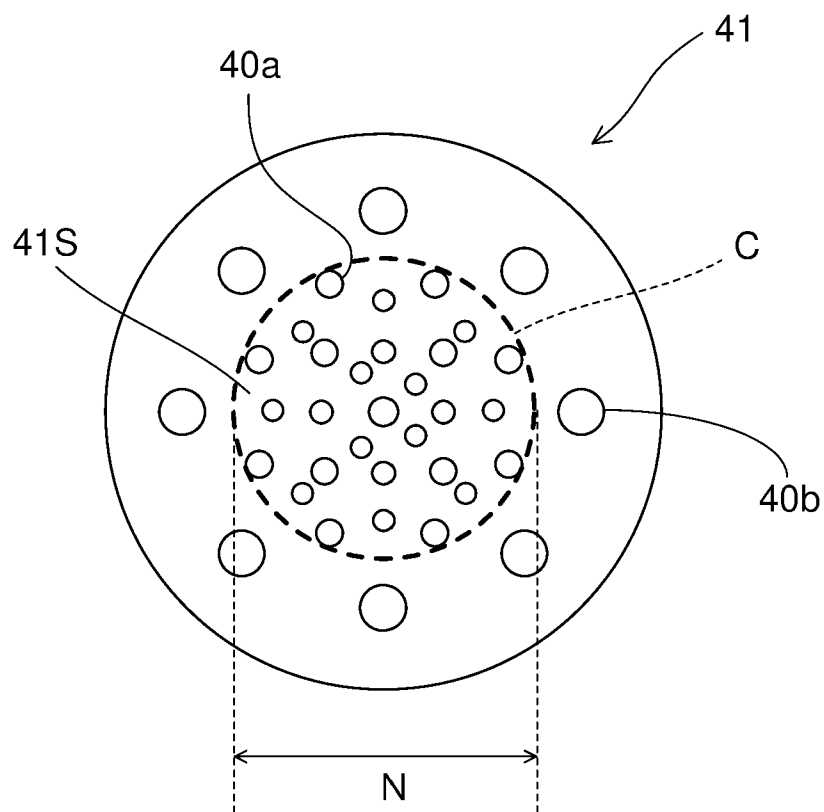
[図8]

(A $\geq$ 4Tの場合)

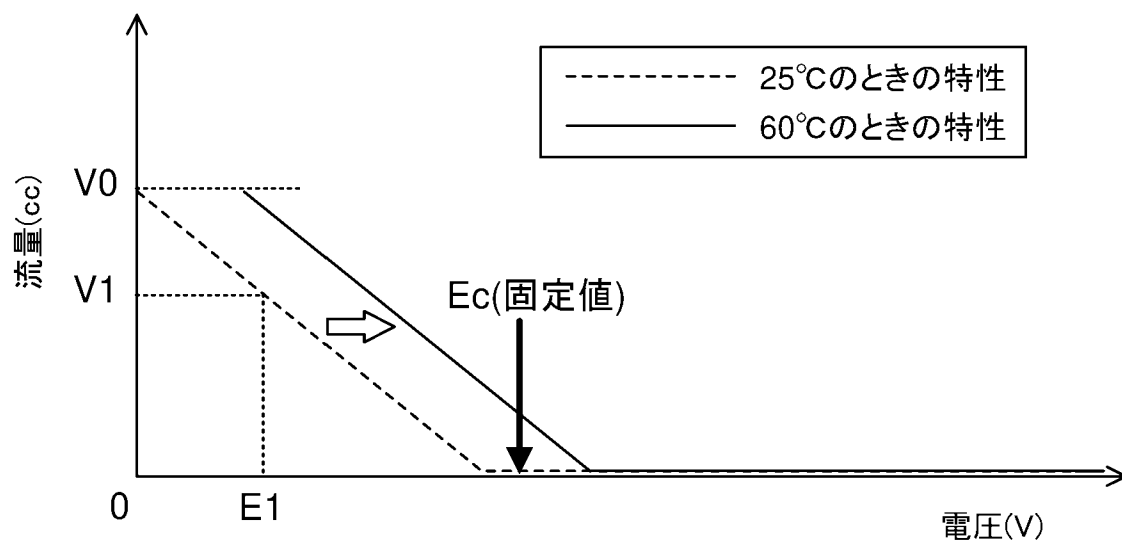
[図9]



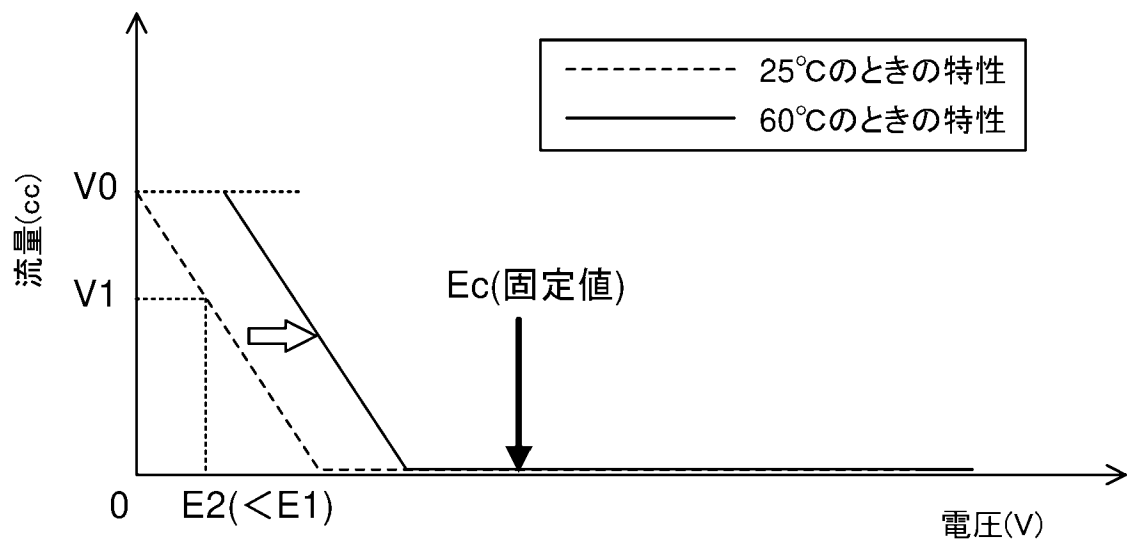
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/039109

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F16K 1/36**(2006.01)i; **F16K 7/12**(2006.01)i; **F16K 37/00**(2006.01)i

FI: F16K1/36 Z; F16K37/00 M; F16K7/12 B

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)

F16K1/36; F16K7/12; F16K37/00

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	JP 2010-230159 A (HORIBA STEC CO., LTD.) 14 October 2010 (2010-10-14) paragraphs [0020]-[0031], fig. 1, 2	1-8
Y	JP 6-7240 Y2 (SMC CORP.) 23 February 1994 (1994-02-23) column 2, lines 1, 2, column 3, line 39 to column 4, line 49, fig. 1, 2	1-4, 8
Y	CN 203282329 U (WUHAN IRON & STEEL (GROUP) CORP.) 13 November 2013 (2013-11-13) paragraph [0014], fig. 1	4
Y	JP 2011-214713 A (CKD CORP.) 27 October 2011 (2011-10-27) paragraphs [0017]-[0024], fig. 1-5	5-8
Y	JP 2000-35821 A (HORIBA, LTD.) 02 February 2000 (2000-02-02) paragraphs [0016]-[0021], fig. 1, 2	8
A	CN 102797870 A (NANJING KINKOO MACHINERY MANUFACTURING CO., LTD.) 28 November 2012 (2012-11-28) paragraph [0022], fig. 1-3	1-8



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

10 January 2023

Date of mailing of the international search report

17 January 2023

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/JP2022/039109

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2010-230159	A	14 October 2010	US 2010/0243076 A1 paragraphs [0026]-[0038], fig. 1, 2	
JP	6-7240	Y2	23 February 1994	(Family: none)	
CN	203282329	U	13 November 2013	(Family: none)	
JP	2011-214713	A	27 October 2011	(Family: none)	
JP	2000-35821	A	02 February 2000	EP 0973080 A2 paragraphs [0021]-[0032], [0041], fig. 1, 2	
CN	102797870	A	28 November 2012	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F16K 1/36(2006.01)i; F16K 7/12(2006.01)i; F16K 37/00(2006.01)i FI: F16K1/36 Z; F16K37/00 M; F16K7/12 B										
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）） F16K1/36; F16K7/12; F16K37/00										
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 border="0"> <tr> <td>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 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023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 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
Y	JP 2010-230159 A (株式会社堀場エステック) 14.10.2010 (2010 - 10 - 14) 段落[0020]-[0031], 図1-2	1-8								
Y	JP 6-7240 Y2 (エスエムシー株式会社) 23.02.1994 (1994 - 02 - 23) 第2欄第1-2行, 第3欄第39行-第4欄第49行, 第1-2図	1-4, 8								
Y	CN 203282329 U (WUHAN IRON & STEEL (GROUP) CORP.) 13.11.2013 (2013 - 11 - 13) 段落[0014], 図1	4								
Y	JP 2011-214713 A (シーケーディ株式会社) 27.10.2011 (2011 - 10 - 27) 段落[0017]-[0024], 図1-5	5-8								
Y	JP 2000-35821 A (株式会社堀場製作所) 02.02.2000 (2000 - 02 - 02) 段落[0016]-[0021], 図1-2	8								
A	CN 102797870 A (NANJING KINKOO MACHINERY MANUFACTURING CO., LTD.) 28.11.2012 (2012 - 11 - 28) 段落[0022], 図1-3	1-8								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 </td> <td> “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 </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、一般的な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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 10.01.2023	国際調査報告の発送日 17.01.2023									
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） 大内 俊彦 3H 9824 電話番号 03-3581-1101 内線 3316									

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/JP2022/039109

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2010-230159	A	14.10.2010	US 2010/0243076 A1 段落[0026]-[0038], 図1-2	
JP	6-7240	Y2	23.02.1994	(ファミリーなし)	
CN	203282329	U	13.11.2013	(ファミリーなし)	
JP	2011-214713	A	27.10.2011	(ファミリーなし)	
JP	2000-35821	A	02.02.2000	EP 0973080 A2 段落[0021]-[0032], [0041], 図1-2	
CN	102797870	A	28.11.2012	(ファミリーなし)	