

(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
2019年4月4日(04.04.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/065602 A1

(51) 国際特許分類:

F16K 31/44 (2006.01) *F16H 21/44* (2006.01)
F16K 31/163 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/035379

(22) 国際出願日: 2018年9月25日(25.09.2018)

(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:

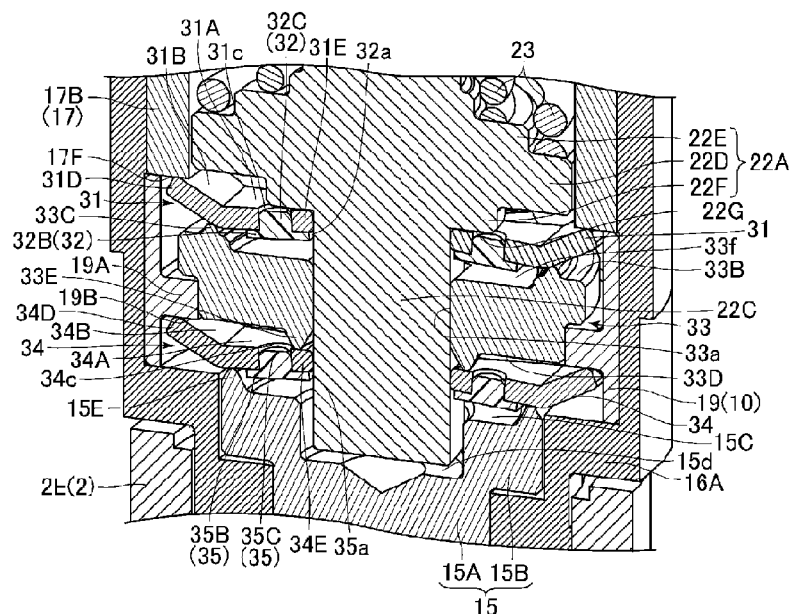
特願	2017-188104	2017年9月28日(28.09.2017)	JP
特願	2017-188116	2017年9月28日(28.09.2017)	JP
特願	2017-228568	2017年11月29日(29.11.2017)	JP

(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: 中澤 正彦 (NAKAZAWA, 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). 中村 伸夫 (NAKAMURA, Nobuo); 〒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).

(54) Title: ACTUATOR, VALVE, AND FLUID CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: アクチュエータ、バルブ、および流体制御装置



(57) Abstract: The present invention provides: an actuator having a booster mechanism with excellent durability; a valve; and a fluid control device. In a valve (1) provided with an actuator (3), a booster mechanism (30) has a plurality of first levers (31) which do not deform when a driving force is amplified, and each of the first levers (31) has: a force-point section (an inner end section (31E)) which receives a force from a spring accommodation part (22A) of a spring accommodation member (22); a support-point section (an outer end section (31D)) which contacts the bottom surface (17F) of a

(74) 代理人:特許業務法人ウィルフォート国際特許事務所(WILLFORT INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒1030016 東京都中央区日本橋小網町 1-9-7 日本橋TCビル 1階 Tokyo (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, 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))

middle casing (17) and around which the first lever (31) rotates; and an action-point section (a section contacting a second protrusion part (33C) of an outer part (31B)) which transmits the force to a moving member (15).

(57) 要約: 耐久性に優れた倍力機構を有するアクチュエータ、バルブ、および流体制御装置を提供する。アクチュエータ(3)を備えるバルブ(1)は、倍力機構(30)は、駆動力を増幅するときに変形しない複数の第1レバー(31)を有し、各第1レバー(31)は、ばね受け部材(22)のばね受け部(22A)から力を受ける力点部(内端部(31E))と、中間ケーシング(17)の下面(17F)に当接して第1レバー(31)の回動の中心となる支点部(外端部(31D))と、移動部材(15)へ力を伝える作用点部(外側部(31B)の第2突起部(33C)に対して当接する部分)とを有する。

明 細 書

発明の名称：アクチュエータ、バルブ、および流体制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体製造装置等の流体管路に使用されるアクチュエータ、バルブ、および流体制御装置に関する。

背景技術

[0002] てこの原理を利用した柔軟性のある付勢部材により力を増幅する倍力機構を備えたバルブが提案されている。（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：米国特許第 6 0 5 9 2 5 9 号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、特許文献 1 に開示された倍力機構では、付勢部材に歪が発生してしまうため、耐久性が悪く、開閉回数が多いたるバルブでは使用することができなかった。

[0005] そこで本発明は、耐久性に優れた倍力機構を有するアクチュエータ、バルブ、および流体制御装置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

[0006] 上記目的を解決するために、本発明の一態様であるアクチュエータは、ケーシングと、前記ケーシング内に往復動可能に設けられた往復動部材と、前記ケーシング内に設けられ、前記往復動部材を駆動させる駆動手段と、前記駆動手段により前記往復動部材にかかった駆動力を増幅させる倍力機構と、前記倍力機構により増幅された力を受けて移動する移動部材と、を備え、前記倍力機構は、前記移動部材の周方向に配置され、前記駆動力を増幅するときに変形しない複数のレバーを有し、各レバーは、前記往復動部材からの力を受ける力点部と、前記ケーシングに当接して各レバーの回動の中心となる

支点部と、前記移動部材へ力を伝える作用点部とを有する。

[0007] また、前記力点部は、前記各レバーの内端部であり、前記支点部は、前記各レバーの外端部であり、前記作用点部は、前記内端部と前記外端部との間に位置してもよい。

[0008] また、前記倍力機構は、前記複数のレバーを保持するリテーナを備えてもよい。

[0009] 前記複数のレバーは、複数の第1レバーを有し、前記倍力機構は、前記駆動手段により前記往復動部材にかかった駆動力を倍力させる第1倍力部と、前記第1倍力部により倍力された力を伝達する第1伝達部と、を有し、前記第1倍力部は、前記往復動部材の周方向に配置された前記複数の第1レバーを有し、前記第1伝達部は、前記複数の第1レバーに対応して設けられた複数の第1伝達部材を有し、各第1レバーは、前記往復動部材からの力を受ける力点部と、前記ケーシングに当接して各第1レバーの回動の中心となる支点部と、前記第1伝達部材へ力を伝える作用点部とを有し、各第1伝達部材は、各第1レバーの作用点部に対し線接触する第1接触部を有してもよい。

[0010] 前記複数のレバーは、複数の第2レバーを有し、前記倍力機構は、前記第1伝達部により伝達される力を増幅する第2倍力部と、前記第2倍力部により増幅された力を前記移動部材に伝達する第2伝達部と、をさらに備え、前記第2倍力部は、前記第1伝達部材に対応して設けられた複数の第2レバーを有し、前記第2伝達部は、前記複数の第2レバーに対応して設けられた複数の第2伝達部材を有し、各第2レバーは、前記第1伝達部からの力を受ける力点部と、前記ケーシングに当接して各第2レバーの回動の中心となる支点部と、前記第2伝達部材へ力を伝える作用点部とを有し、各第1伝達部材は、各第2レバーの力点部に対し線接触する第2接触部を有し、各第2伝達部材は、各第2レバーの作用点部に対し線接触する第3接触部を有してもよい。

[0011] また、前記駆動手段は、外部から供給される駆動流体により駆動し、前記往復動部材が接続されたピストンと、前記移動部材に向かって前記往復動部

材を付勢する付勢手段と、を備えてもよい。

[0012] また、本発明の一態様であるバルブは、前記ボディに接続されるケーシングと、前記ケーシング内に往復動可能に設けられた往復動部材と、前記ケーシング内に設けられ、前記往復動部材を駆動させる駆動手段と、前記駆動手段により前記往復動部材にかかった駆動力を増幅させる倍力機構と、前記弁体により前記流体通路を開閉させるために、前記ボディに対し近接および離間移動可能に設けられ、前記倍力機構により増幅された力を受けて移動する移動部材と、を備え、前記倍力機構は、前記移動部材の周方向に配置され、前記駆動力を増幅するときに変形しない複数のレバーを有し、各レバーは、前記往復動部材からの力を受ける力点部と、前記ケーシングに当接して各レバーの回動の中心となる支点部と、前記移動部材へ力を伝える作用点部とを有する。

[0013] 前記複数のレバーは、複数の第1レバーを有し、前記倍力機構は、前記駆動手段により前記往復動部材にかかった駆動力を倍力させる第1倍力部と、前記第1倍力部により倍力された力を伝達する第1伝達部と、を有し、前記第1倍力部は、前記往復動部材の周方向に配置された前記複数の第1レバーを有し、前記第1伝達部は、前記複数の第1レバーに対応して設けられた複数の第1伝達部材を有し、各第1レバーは、前記往復動部材からの力を受ける力点部と、前記ケーシングに当接して各第1レバーの回動の中心となる支点部と、前記第1伝達部材へ力を伝える作用点部とを有し、各第1伝達部材は、各第1レバーの作用点部に対し線接触する第1接触部を有してもよい。

[0014] 前記複数のレバーは、複数の第2レバーを有し、前記倍力機構は、前記第1伝達部により伝達される力を増幅する第2倍力部と、前記第2倍力部により増幅された力を前記移動部材に伝達する第2伝達部と、をさらに備え、前記第2倍力部は、前記第1伝達部材に対応して設けられた複数の第2レバーを有し、前記第2伝達部は、前記複数の第2レバーに対応して設けられた複数の第2伝達部材を有し、各第2レバーは、前記第1伝達部からの力を受ける力点部と、前記ケーシングに当接して各第2レバーの回動の中心となる支

点部と、前記第2伝達部材へ力を伝える作用点部とを有し、各第1伝達部材は、各第2レバーの力点部に対し線接触する第2接触部を有し、各第2伝達部材は、各第2レバーの作用点部に対し線接触する第3接触部を有してもよい。

[0015] また、本発明の一態様である流体制御装置は、前複数の流体制御機器により構成される流体制御装置であって、前記複数の流体制御機器の少なくとも一つは、上記のバルブである。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、耐久性に優れた倍力機構を有するアクチュエータ、バルブ、および流体制御装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]第1の実施形態に係る閉状態にあるバルブの縦断面図を示す。

[図2]第1の実施形態に係るバルブの倍力機構付近の断面斜視図を示す。

[図3] (a) は、第1レバー（第2レバー）と第1リテーナ（第2リテーナ）とを組み合わせた状態の斜視図を示し、(b) は、第1リテーナ（第2リテーナ）の斜視図を示す。

[図4]第1の実施形態に係るバルブが閉状態にあるときの倍力機構の断面図を示す。

[図5]第1の実施形態に係るバルブが開状態にあるときの倍力機構の断面図を示す。

[図6]第2の実施形態に係る閉状態にあるバルブの縦断面図である。

[図7]第2の実施形態に係るバルブの倍力機構付近の断面斜視図である。

[図8]倍力機構と移動部とを組み合わせた状態の斜視図である。

[図9]倍力機構および移動部の分解斜視図である。

[図10] (a) は、第1レバー（第2レバー）の側面図であり、(b) は、第1伝達部材の側面図であり、(c) は、第2伝達部材の側面図である。

[図11] (a) は、第2の実施形態にバルブが閉状態における倍力機構および移動部の平面図であり、(b) は、(a) のXⅠ-XⅠ線に沿った断面図で

ある

[図12] (a) は、第2の実施形態にバルブが開状態における倍力機構および移動部の平面図であり、(b) は、(a) のX11-X11線に沿った断面図である。

[図13] 半導体製造装置の概略図を示す。

発明を実施するための形態

[0018] 本発明の一実施形態によるアクチュエータ、バルブ、および流体制御装置について、図面を参照して説明する。

[0019] 第1の実施形態に係るアクチュエータおよびバルブについて説明する。

図1は、第1の実施形態における閉状態にあるバルブ1の縦断面図を示している。図1に示すように、バルブ1は、ダイヤフラムバルブであり、流体制御装置55(図13)の複数の流体制御機器により構成されるガスライン(例えば、ガスラインの最も上流側)で使用されるバルブである。

[0020] バルブ1は、ボディ部2と、アクチュエータ3とを備える。なお、以下の説明において、バルブ1の、アクチュエータ3を上側、ボディ部2側を下側として説明する。

[0021] ボディ部2は、ボディ5と、ダイヤフラム11とを有する。

[0022] ボディ5には、円柱状の弁室5aと、弁室5aに連通する流入路5bおよび流出路5cとが形成されている。ボディ5の流入路5bと弁室5aとが連通する箇所の周縁(流入路5bの開口部)には、ケーシング10に向かって突出する円環状の弁座5Dが設けられている。弁座5Dは、ボディ5と同じ金属材料により構成される。また、ボディ5は、上方に延びるように設けられ、円筒状をなし、内周部に雌ねじ部が形成された円筒部5Eを有する。

[0023] ダイヤフラム11は、複数枚のダイヤフラムにより構成され、環状の押さえアダプタ12により、その外周縁部が狭圧され、ボディ5に対し保持されている。弁体であるダイヤフラム11は、略球殻状をなし、上に凸の略円弧状が自然状態となっている。ダイヤフラム11が弁座5Dに対し当接および離間することによって、流入路5bと流出路5cとの間の連通または遮断が

行われる。バルブ 1 が閉状態にあるときには、ダイヤフラム 11 が弁座 5 D に当接し、流入路 5 b と流出路 5 c とが遮断される。バルブ 1 が開状態にあるときには、ダイヤフラム 11 が弁座 5 D から離間し、流入路 5 b と流出路 5 c とが連通する。

[0024] アクチュエータ 3 は、ケーシング 10 と、押さえアダプタ 12 と、ダイヤフラム押さえ 13 と、ロッド 14 と、移動部材 15 と、駆動部 20 と、第 1 ～第 4 Oリング 4 A ～4 D とを有する。

[0025] ケーシング 10 は、ボンネット 16 と、中間ケーシング 17 と、アクチュエータキャップ 18 と、支持リング 19 とを備える。

[0026] ボンネット 16 は、略円筒状をなし、その下端部の外周の雄ねじ部がボディ 5 の円筒部 5 E に対し螺合されることにより、ボディ 5 に対し固定されている。ボンネット 16 の上端部の内周には、雌ねじ部が形成されている。

[0027] 中間ケーシング 17 は、略円筒状をなし、上側部 17 A と、下側部 17 B とを有する。上側部 17 A には、貫通孔 17 c が形成され、下側部 17 B には、貫通孔 17 c よりも内径が大きい収容孔 17 d が形成されている。下側部 17 B の外周には、外方へ突出する突出部 17 E が設けられている。下側部 17 B の外周面であって突出部 17 E の上下には、それぞれ雄ねじ部が形成されている。突出部 17 E の下側の雄ねじ部が、ボンネット 16 の上端部の雌ねじ部に螺合することにより、中間ケーシング 17 がボンネット 16 に対し固定されている。下側部 17 B の下端は、環状の下面 17 F を有し、下面 17 F の内径側は、後述の支持リング 19 の内周面よりも内側に位置するように構成されている。上側部 17 A の外周には、駆動流体が後述の流体導入室 21 d から漏れるのを防止する第 1 Oリング 4 A が設けられている。

[0028] アクチュエータキャップ 18 は、略円筒状をなし、その下端部の内周に設けられた雌ねじ部を中間ケーシング 17 の突出部 17 E の上側の雄ねじ部に螺合させることにより、中間ケーシング 17 に対し固定されている。アクチュエータキャップ 18 には、駆動流体が流入する流体流入路 18 a が形成され、流体流入路 18 a の上端部には、図示せぬ管継手を螺合するための被螺

合部 1 8 b が形成されている。

[0029] 支持リング 1 9 は、円筒状をなし、ボンネット 1 6 の内周に設けられた段差部 1 6 A 上に配置されている。支持リング 1 9 の上端は、中間ケーシング 1 7 の下面 1 7 F に当接し、支持リング 1 9 の下端は、ボンネット 1 6 の内周に設けられた段差部 1 6 A に当接している。これにより、支持リング 1 9 は、ボンネット 1 6 に対し上下動不能である。また、支持リング 1 9 の内周には、内方に突出する突出部 1 9 A が設けられている。

[0030] ダイヤフラム押さえ 1 3 は、ダイヤフラム 1 1 の上側に設けられ、押さえアダプタ 1 2 により上下方向に移動可能に支持され、ダイヤフラム 1 1 の中央部を押圧可能である。

[0031] ロッド 1 4 は、ダイヤフラム押さえ 1 3 の上側に設けられ、押さえアダプタ 1 2 により上下方向に移動可能に支持され、ダイヤフラム押さえ 1 3 を押圧可能である。

[0032] 移動部材 1 5 は、ボンネット 1 6 の下端部において、上下方向に移動可能に支持されている。移動部材 1 5 は、円柱部 1 5 A とフランジ部 1 5 B とを有する。円柱部 1 5 A は、ロッド 1 4 を押圧可能である。フランジ部 1 5 B は、円柱部 1 5 A の上側部に外方に突出するように設けられている。フランジ部 1 5 B の上面 1 5 C の中央部には、凹部 1 5 d が形成されている。フランジ部 1 5 B の外周縁には、上方に突出する環状の第 1 突起部 1 5 E が設けられている。

[0033] 駆動部 2 0 は、ピストン 2 1 と、ばね受け部材 2 2 と、2 本のコイルばね 2 3 と、倍力機構 3 0 とにより構成される。駆動部 2 0 は、空圧駆動式の駆動部である。なお、ピストン 2 1 と 2 本のコイルばね 2 3 とは駆動手段に相当し、ばね受け部材 2 2 は往復動部材に相当する

[0034] ピストン 2 1 は、略円板状をなす基部 2 1 A と、基部 2 1 A の中央部から上側に延びる第 1 上延出部 2 1 B と、基部 2 1 A の中央部から下側に延びる第 1 下延出部 2 1 C とを備える。

[0035] 基部 2 1 A は、アクチュエータキャップ 1 8 内において、中間ケーシング

17の上側部17Aの上側に位置している。基部21Aの外周縁には、第2リング4Bが設けられている。第2リング4Bにより、基部21Aの上下方向への移動時における基部21Aの径方向の移動が抑制される。基部21Aの下面と中間ケーシング17の上側部17Aの上面とにより、流体導入室21dが形成される。第2リング4Bは、駆動流体が流体導入室21dから漏れるのを防止する。

[0036] 第1上延出部21Bの上側部は、流体流入路18a内に挿入されている。第3リング4Cにより、第1上延出部21Bの上下方向への移動時における第1上延出部21Bの径方向の移動が抑制される。また、第3リング4Cは、駆動流体が外部に漏れるのを防止する。ピストン21には、第1上延出部21Bの上端から基部21Aの下面に延び、流体導入室21dに連通する流体導入路21eが形成されている。

[0037] 第1下延出部21Cは、貫通孔17cを貫通しており、第4リング4Dにより、第1下延出部21Cの上下方向への移動時における第1下延出部21Cの径方向の移動が抑制される。第4リング4Dは、駆動流体が流体導入室21dから漏れるのを防止する。第1下延出部21Cの下端部の外周には雄ねじ部が形成されている。

[0038] ばね受け部材22は、ピストン21の下側に位置し、ばね受け部22Aと、第2上延出部22Bと、第2下延出部22Cとを備える。ばね受け部材22は、ピストン21と共にケーシング10内を上下方向に往復動可能に設けられている。

[0039] ばね受け部22Aは、円板状の本体部22Dと、本体部22Dの上面から上側に突出する円板状の上突出部22Eと、本体部22Dの下面から下側に突出する円板状の下突出部22Fとを有する。本体部22Dは、中間ケーシング17内に位置し、本体部22Dの直径は、中間ケーシング17の収容孔17dの内径よりも小さく構成されている。

[0040] 第2上延出部22Bは、有底円筒状をなし、上突出部22Eの中央部から上側に延びるように設けられている。第2上延出部22Bの内周面には雌ね

じ部が形成され、第1下延出部21Cの雄ねじ部に螺合されている。これにより、ピストン21と、ばね受け部材22とは一体的に構成される。

[0041] 第2下延出部22Cは、正六角柱状をなし、下突出部22Fの中央部から下側に延びるように設けられている。第2下延出部22Cの下端は、移動部材15の凹部15d内に位置するように構成されている。

[0042] 2本のコイルばね23は、中間ケーシング17の収容孔17d内において、上側部17Aの下面と、ばね受け部22Aの本体部22Dおよび上突出部22Eの上面との間に配置されている。2本のコイルばね23は、ばね受け部材22を常に下側に付勢し、これにより、ピストン21も常に下側に付勢されている。

[0043] 図2は、倍力機構30付近の断面斜視図を示す。図3(a)は、第1レバー31(第2レバー34)と第1リテーナ32(第2リテーナ35)とを組み合わせた状態の斜視図を示し、図3(b)は、第1リテーナ32(第2リテーナ35)の斜視図を示す。

[0044] 倍力機構30は、6つの第1レバー31と、第1リテーナ32と、伝達部材33と、6つの第2レバー34と、第2リテーナ35とを備える。6つの第1レバー31は、第1レバー部に相当し、6つの第2レバー34は、第2レバー部に相当する。

[0045] 6つの第1レバー31は、それぞれ独立して同形状をなし、第2下延出部22Cの周囲にアクチュエータ3の円周方向に沿って等間隔に配置されている。各第1レバー31は、金属(例えば、ステンレス鋼)、樹脂、セラミックス等により構成され、後述のバルブ1の開閉動作時に変形しない(歪まない)硬さを有している。すなわち、各第1レバー31は、バルブ1の開閉動作に対し剛体として機能する。各第1レバー31は、内側部31Aと、外側部31Bとを有し、外側部31Bから内側部31Aに向かって先細る形状をなしている。外側部31Bは、内側部31Aに対し、上側に屈曲するように接続されている。内側部31Aには、係合孔31cが形成されている。

[0046] 各第1レバー31は、その外端部31Dが、中間ケーシング17の下面1

7 Fに当接し、内端部3 1 Eが、第2下延出部2 2 Cの正六角柱の各面に対向して下突出部2 2 Fの下面2 2 Gに当接するように配置される。

[0047] 第1リテーナ3 2は、ゴム等の柔軟性を有する材料により構成され、平面視で略六角形状をなし、正六角形状の挿入孔3 2 aが形成されている。第1リテーナ3 2は、環状部3 2 Bと、6つの係合突起3 2 Cと、6つの支持突起3 2 Dとを有する。

[0048] 6つの係合突起3 2 Cは、それぞれ略円柱状をなし、環状部3 2 Bに対しアクチュエータ3の円周方向に等間隔に配置されている。

[0049] 6つの支持突起3 2 Dは、それぞれ隣り合う係合突起3 2 Cの間に設けられており、平面視で環状部3 2 Bの中心に向かって先細る形状をなしている。

[0050] 各第1レバー3 1は、その内側部3 1 Aの係合孔3 1 cに、第1リテーナ3 2の係合突起3 2 Cを挿入することにより、第1リテーナ3 2に保持される。各第1レバー3 1は、隣り合う支持突起3 2 Dの間に配置されることにより、各第1レバー3 1の回転が抑制される。

[0051] 環状部3 2 Bの正六角形状の挿入孔3 2 aに、正六角柱状の第2下延出部2 2 Cが挿入される。挿入孔3 2 aは、第2下延出部2 2 Cの外形よりもわずかに大きい寸法を有するので、第1リテーナ3 2の第2下延出部2 2 Cに対する回転が抑制される。

[0052] 伝達部材3 3は、第1レバー3 1および第1リテーナ3 2の下側に位置し、環状をなし、正六角形状の挿入孔3 3 aが形成されている。伝達部材3 3の上面3 3 Bの外周縁には、上方に突出する環状の第2突起部3 3 Cが設けられている。第2突起部3 3 Cは、各第1レバー3 1の外側部3 1 Bに対し、外端部3 1 Dよりも内側において下側から当接している。伝達部材3 3の下面3 3 Dの内周縁には、下方に突出する環状の第3突起部3 3 Eが設けられている。第3突起部3 3 Eは、第2突起部3 3 Cよりも内方に位置する。つまり、第3突起部3 3 Eは、第2突起部3 3 Cに対して、第1レバー3 1の外側部3 1 Bに対する内端部3 1 E側と同じ側に位置する。伝達部材3 3

の上面 3 3 B であって、第 2 突起部 3 3 C よりも内側には、凹部 3 3 f が形成されている。

[0053] 伝達部材 3 3 の正六角形状の挿入孔 3 3 a に、正六角柱状の第 2 下延出部 2 2 C が挿入される。挿入孔 3 3 a は、第 2 下延出部 2 2 C の外形よりもわずかに大きい寸法を有するので、伝達部材 3 3 の第 2 下延出部 2 2 C に対する回転が抑制される。

[0054] 6 つの第 2 レバー 3 4 および第 2 リテーナ 3 5 は、伝達部材 3 3 の下側に位置し、それぞれ 6 つの第 1 レバー 3 1 および第 1 リテーナ 3 2 と同様の構成・形状を有する。

[0055] すなわち、各第 2 レバー 3 4 は、金属（例えば、ステンレス鋼）、樹脂、セラミックス等により構成され、後述のバルブ 1 の開閉動作時に変形しない（歪まない）硬さを有し、係合孔 3 4 c が形成された内側部 3 4 A と、外側部 3 4 B とを有する。各第 2 レバー 3 4 は、その外端部 3 4 D が、支持リング 1 9 の突出部 1 9 A の下面 1 9 B に当接し、内端部 3 4 E が、第 2 下延出部 2 2 C の正六角柱の各面に対向して第 3 突起部 3 3 E に当接するように配置される。

[0056] 第 2 リテーナ 3 5 には、正六角形状の挿入孔 3 5 a が形成されている。第 2 リテーナ 3 5 は、環状部 3 5 B と、6 つの係合突起 3 5 C と、6 つの支持突起 3 5 D とを有する。

[0057] 各第 2 レバー 3 4 は、その内側部 3 4 A の係合孔 3 4 c に、第 2 リテーナ 3 5 の係合突起 3 5 C を挿入することにより、第 2 リテーナ 3 5 に保持される。各第 2 レバー 3 4 は、隣り合う支持突起 3 5 D の間に配置されることにより、各第 2 レバー 3 4 の回転が抑制される。

[0058] 環状部 3 5 B の正六角形状の挿入孔 3 5 a に、正六角柱状の第 2 下延出部 2 2 C が挿入される。挿入孔 3 5 a は、第 2 下延出部 2 2 C の外形よりもわずかに大きい寸法を有するので、第 2 リテーナ 3 5 の第 2 下延出部 2 2 C に対する回転が抑制される。

[0059] 図 1 に示すように、バルブ 1 が閉状態にある場合には、流体導入室 2 1 d

に駆動流体は流入しておらず、ばね受け部材 22 は、2 本のコイルばね 23 により下方に付勢されて、最下端に位置している。バルブ 1 が図 5 に示す開状態から図 4 に示す閉状態になるときは、各第 1 レバー 31 の内端部 31 E が下突出部 22 F の下面 22 G に押されて、中間ケーシング 17 の下面 17 F に当接する外端部 31 D を中心に回転する。これにより、第 1 レバー 31 に下方から当接する伝達部材 33 の第 2 突起部 33 C が下方に押されて、伝達部材 33 が下方に移動する。

[0060] 伝達部材 33 が下方に移動することにより、各第 2 レバー 34 の内端部 34 E が伝達部材 33 の第 3 突起部 33 E に押されて、支持リング 19 の突出部 19 A の下面 19 B に当接し外端部 34 D を中心に回転する。これにより、第 2 レバー 34 に下方から当接する移動部材 15 の第 1 突起部 15 E が下方に押されて、移動部材 15 が下方に移動する。

[0061] 移動部材 15 がロッド 14 を下方に押圧し、ロッド 14 がダイヤフラム押さえ 13 を下方に押圧することにより、ダイヤフラム 11 が押圧されて、弁座 5 D に当接し、流入路 5 b と流出路 5 c との連通が遮断される。

[0062] 本実施形態では、2 本のコイルばね 23 が、ばね受け部材 22 のばね受け部 22 A を押す力（駆動力）は、倍力機構 30 により増幅されて、移動部材 15 を押圧するように構成されている。すなわち、第 1 レバー 31 の外端部 31 D の中間ケーシング 17 の下面 17 F に対する当接部 A1 を支点、第 1 レバー 31 の内端部 31 E の下突出部 22 F の下面 22 G に対する当接部 B1 を力点、第 1 レバー 31 の外側部 31 B の伝達部材 33 の第 2 突起部 33 C に対する当接部 C1 を作用点として、この原理により力が増幅されて、伝達部材 33 に伝達される。このように、第 1 レバー 31 の内端部 31 E は力点部、外端部 31 D は支点部、第 1 レバー 31 の外側部 31 B の第 2 突起部 33 C に対して当接する部分は作用点部に相当する。第 2 突起部 33 C は、力受部に相当する。

[0063] さらに、第 2 レバー 34 の外端部 34 D の支持リング 19 の突出部 19 A の下面 19 B に対する当接部 A2 を支点、第 2 レバー 34 の内端部 34 E の

伝達部材 3 3 の第 3 突起部 3 3 E に対する当接部 B 2 を力点、第 2 レバー 3 4 の内側部 3 4 A の移動部材 1 5 の第 1 突起部 1 5 E に対する当接部 C 2 を作用点として、てこの原理により力が増幅されて、移動部材 1 5 に伝達される。なお、第 2 レバー 3 4 の内端部 3 4 E は力点部、外端部 3 4 D は支点部、第 2 レバー 3 4 の内側部 3 4 A の第 1 突起部 1 5 E に対して当接する部分は作用点部に相当する。第 3 突起部 3 3 E は、伝達部に相当する。

[0064] このようにして、2 本のコイルばね 2 3 の付勢力は、倍力機構 3 0 により増幅されて、移動部材 1 5 を押圧するように構成される。これにより、2 本のコイルばね 2 3 の付勢力が小さくても、流入路 5 b を流れる流体の圧力に抗して、ダイヤフラム 1 1 を押圧して、流入路 5 b と流出路 5 c との連通を遮断することができる。

[0065] また、駆動流体を、流体流入路 1 8 a および流体導入路 2 1 e を介して、流体導入室 2 1 d に導入することにより、ピストン 2 1 およびばね受け部材 2 2 に対し空気圧による上向きの力が働く。この力を、2 本のコイルばね 2 3 の付勢力よりも大きくすることにより、ピストン 2 1 およびばね受け部材 2 2 は上側に移動する。これにより、移動部材 1 5 を押す力がなくなるので、ダイヤフラム 1 1 が流入路 5 b を流れる流体の圧力およびダイヤフラム 1 1 の復元力により押し上げられ、弁座 5 D から離間し、弁が開かれる。

[0066] この時、ダイヤフラム 1 1 が押し上げられることによって、ダイヤフラム押さえ 1 3 およびロッド 1 4 が押し上げられ、移動部材 1 5 も押し上げられる。これにより、図 5 に示すように、第 2 レバー 3 4 が移動部材 1 5 の第 1 突起部 1 5 E により上方に押されて、第 2 レバー 3 4 は、その外端部 3 4 D を中心に回転して、内端部 3 4 E が押し上げられる。その結果、第 2 レバー 3 4 の内端部 3 4 E により、伝達部材 3 3 の第 3 突起部 3 3 E が上方に押され、伝達部材 3 3 の第 2 突起部 3 3 C により、第 1 レバー 3 1 が上方に押されて、第 1 レバー 3 1 は、その外端部 3 1 D を中心に回転して、内端部 3 1 E が押し上げられる。

[0067] なお、弁を開けるために必要な空気圧は、2 本のコイルばね 2 3 の付勢力

よりもわずかに大きければ十分であり、2本のコイルばね23の付勢力は倍力機構30により、小さくできるものであるから、弁を開けるために必要な空気圧は小さくてよい。

[0068] 以上のように、本実施形態のアクチュエータ3を備えるバルブ1によれば、倍力機構30は、2本のコイルばね23の付勢力（駆動力）を増幅するときに変形しない複数の第1レバー31を有し、各第1レバー31は、ばね受け部材22のばね受け部22Aから力を受ける力点部（内端部31E）と、中間ケーシング17の下面17Fに当接して第1レバー31の回動の中心となる支点部（外端部31D）と、移動部材15へ力を伝える作用点部（外側部31Bの第2突起部33Cに対して当接する部分）とを有する。

[0069] かかる構成により、バルブ1の開閉動作時に各第1レバー31が変形しない。すなわち、各第1レバー31が、繰返し応力を受けても変形せず、疲労破壊を起こすようなマイクロレベルでの塑性変形する弾塑性域も変形しない。このため、アクチュエータ3およびバルブ1の要求開閉回数が例えば1000万回以上であったとしても、当該要求を満たす耐久性に優れたアクチュエータ3およびバルブ1を提供することができる。

[0070] また、複数の第1レバー31は、第1リテーナ32により保持されるので、アクチュエータ3およびバルブ1の組立性を向上させることができる。

[0071] また、駆動手段は、ばね受け部材22が接続されたピストン21と、移動部材15に向かってばね受け部材22を付勢する2本のコイルばね23とにより構成される。かかる構成によれば、複数の第1レバー31によりコイルばね23の付勢力（駆動力）が増幅されるので、コイルばね23の付勢力が小さくても、流入路5bを流れる流体の圧力に抗して、ダイヤフラム11を押圧して、流入路5bと流出路5cとの連通が遮断することができる。

[0072] また、本実施形態のアクチュエータ3を備えるバルブ1によれば、倍力機構30は、第1レバー部（6つの第1レバー31）と、伝達部材33と、第2レバー部（6つの第2レバー34）とを備える。第1レバー31は、ばね受け部材22のばね受け部22Aと伝達部材33との間に位置し、力点部（

内端部 3 1 E) と、支点部 (外端部 3 1 D) と、作用点部 (外側部 3 1 B の第 2 突起部 3 3 C に対して当接する部分) とを有し、伝達部材 3 3 は、第 1 レバー 3 1 と第 2 レバー 3 4 との間に位置し、第 1 レバー 3 1 の作用点部から力を受ける力受部 (第 2 突起部 3 3 C) と、力受部に対して第 1 レバー 3 1 の作用点部に対する力点部側と同じ側に位置し、第 2 レバー 3 4 へ力を伝える伝達部 (第 3 突起部 3 3 E) とを有し、第 2 レバー 3 4 は、力点部 (内端部 3 4 E) と、支点部 (外端部 3 4 D) と、作用点部 (内側部 3 4 A の第 1 突起部 1 5 E に対して当接する部分) とを有する。

[0073] かかる構成によれば、伝達部材 3 3 の第 3 突起部 3 3 E は、第 2 突起部 3 3 C に対して、第 1 レバー 3 1 の外側部 3 1 B に対する内端部 3 1 E 側と同じ側に位置しているため、複数段からなるこの構造の配置空間を小さくすることができる。よって、小型かつ高倍率な倍力機構 3 0 を有するアクチュエータ 3 およびバルブ 1 を提供することができる。

[0074] また、駆動手段は、ばね受け部材 2 2 が接続されたピストン 2 1 と、移動部材 1 5 に向かってばね受け部材 2 2 を付勢する 2 本のコイルばね 2 3 とにより構成される。かかる構成によれば、倍力機構 3 0 によりコイルばね 2 3 の付勢力が増幅されるので、コイルばね 2 3 の付勢力が小さくても、流入路 5 b を流れる流体の圧力に抗して、ダイヤフラム 1 1 を押圧して、流入路 5 b と流出路 5 c との連通が遮断することができる。

[0075] 次に、第 2 の実施形態に係るアクチュエータおよびバルブについて説明する。なお、第 1 の実施形態のアクチュエータおよびバルブと同様の構成については同じ参照番号を付し説明を省略する。

[0076] 図 6 は、第 2 の実施形態における閉状態にあるバルブ 1 0 1 の縦断面図である。図 6 に示すように、バルブ 1 0 1 は、ダイヤフラムバルブであり、流体制御装置 5 5 (図 1 3) の複数の流体制御機器により構成されるガスライン (例えば、ガスラインの最も上流側) で使用されるバルブである。

[0077] バルブ 1 0 1 は、ボディ部 2 と、アクチュエータ 1 0 3 とを備える。なお、以下の説明において、バルブ 1 0 1 の、アクチュエータ 1 0 3 を上側、ボ

ディ部2側を下側として説明する。

[0078] アクチュエータ103は、ケーシング10と、押さえアダプタ12と、ダイヤフラム押さえ13と、ロッド14と、移動部115と、駆動部20と、第1～第4リング4A～4Dとを有する。

[0079] 移動部115は、ボンネット16の下端部に、上下方向に移動可能に支持されている。

[0080] 次に、倍力機構130および移動部115について説明する。

[0081] 図7は、倍力機構130付近の断面斜視図である。図8は、倍力機構130と移動部115とを組み合わせた状態の斜視図である。図9は、倍力機構130および移動部115の分解斜視図である。図10(a)は、第1レバー134(第2レバー138)の側面図であり、図10(b)は、第1伝達部材137の側面図であり、図10(c)は、第2伝達部材115Aの側面図である。

[0082] 倍力機構130は、第1倍力部131と、第1伝達部132と、第2倍力部133とを有する。図8に示すように、移動部115の上に、第2倍力部133、第1伝達部132、および第1倍力部131がこの順で積層されている。

[0083] 第1倍力部131は、6つの第1レバー134と、第1支持部材135とを有する。

[0084] 6つの第1レバー134は、それぞれ独立して同形状をなし、第2下延出部22Cの周囲にアクチュエータ103の円周方向に沿って等間隔に配置されている。各第1レバー134は、金属(例えば、ステンレス鋼)、樹脂、セラミックス等により構成され、後述のバルブ101の開閉動作時に変形しない(歪まない)硬さを有している。すなわち、各第1レバー134は、バルブ101の開閉動作に対し剛体として機能する。

[0085] 各第1レバー134は、内側部134Aと、外側部134Bとを有し、外側部134Bから内側部134Aに向かって先細る形状をなしている。外側部134Bは、内側部134Aに対し、上側に屈曲するように接続されてい

る。

[0086] 図10(a)に示すように、第1レバー134は、上面134Cおよび下面134Dを有している。上面134Cおよび下面134Dの内側部134Aおよび外側部134Bを構成する部分は、それぞれ平面状をなしている。

[0087] 各第1レバー134の外端部134Eおよび内端部134Fは、アクチュエータ103の軸を中心とする円の接線方向に平行をなすように延びている。そして、図7に示すように、各第1レバー134は、その外端部134Eが、中間ケーシング17の下面17Fに線接触し、内端部134Fが、第2下延出部22Cの正六角柱の各面に対向して下突出部22Fの下面22Gに線接触している。

[0088] 第1支持部材135は、ゴム等の柔軟性を有する弾性材料により構成され、平面視で略六角環状をなし、挿入孔135aが形成されている。第1支持部材135の略六角形の各辺の部分に、各第1レバー134の内側部134Aが接着剤等により接着されている。これにより、6つの第1レバー134と第1支持部材135とが一体化されている。

[0089] 第1支持部材135の略六角形状の挿入孔135aに正六角柱状の第2下延出部22Cが挿入される。挿入孔135aは、第2下延出部22Cの外形よりもわずかに大きい寸法を有するので、第1倍力部131の第2下延出部22Cに対する回転が抑制される。

[0090] 第1伝達部132は、第1倍力部131の下側に位置し、リング部材136と、6つの第1伝達部材137とを有する。6つの第1伝達部材137は、第1伝達部に相当する。

[0091] リング部材136は、例えば金属（例えば、ステンレス鋼）、樹脂、セラミックス等により構成され、環状をなし、正六角形状の挿入孔136aが形成されている。リング部材136の外周面136Bは、下側に向かってテーパ状をなしている。

[0092] リング部材136の正六角形状の挿入孔136aに、正六角柱状の第2下延出部22Cが挿入される。挿入孔136aは、第2下延出部22Cの外形

よりもわずかに大きい寸法を有するので、リング部材 1 3 6 の第 2 下延出部 2 2 C に対する回転が抑制される。

[0093] 各第 1 伝達部材 1 3 7 は、例えば金属（例えば、ステンレス鋼）、樹脂、セラミックス等の板材により構成され、バルブ 1 0 1 の開閉動作時に変形しない（歪まない）硬さを有し、それぞれ独立して同形状をなしている。図 1 0（b）に示すように、各第 1 伝達部材 1 3 7 は、上面 1 3 7 A と、下面 1 3 7 B とを有する。図 9 に示すように、各第 1 伝達部材 1 3 7 は、第 2 下延出部 2 2 C の周囲にアクチュエータ 1 0 3 の円周方向に沿って等間隔に配置され、各第 1 伝達部材 1 3 7 の上面 1 3 7 A が、リング部材 1 3 6 の外周面 1 3 6 B に接着剤、ろう付けまたは溶接により接合されている。これにより、各第 1 伝達部材 1 3 7 は、アクチュエータ 1 0 3 の軸方向に対して傾斜し、上端部 1 3 7 C が下端部 1 3 7 D よりも径方向の外側に位置している。

[0094] また、各第 1 伝達部材 1 3 7 の上端部 1 3 7 C および下端部 1 3 7 D は、アクチュエータ 1 0 3 の軸を中心とする円の接線方向に平行をなすように延びている。そして、図 7 に示すように、各第 1 伝達部材 1 3 7 は、その上端部 1 3 7 C は、各第 1 レバー 1 3 4 の外側部 1 3 4 B 側の下面 1 3 4 D に線接触し、下端部 1 3 7 D は、第 2 下延出部 2 2 C の正六角柱の各面に対向している。また、各第 1 伝達部材 1 3 7 は、上端部 1 3 7 C から下端部 1 3 7 D に向かうにつれて先細るように構成されている。各第 1 伝達部材 1 3 7 の上端部 1 3 7 C は、第 1 接触部に相当する。

[0095] 第 2 倍力部 1 3 3 は、第 1 伝達部 1 3 2 の下側に位置し、6 つの第 2 レバー 1 3 8 と、第 2 支持部材 1 3 9 とを有する。6 つの第 2 レバー 1 3 8 および第 2 支持部材 1 3 9 は、それぞれ 6 つの第 1 レバー 1 3 4 および第 1 支持部材 1 3 5 と同様の構成・形状を有する。

[0096] すなわち、各第 2 レバー 1 3 8 は、金属（例えば、ステンレス鋼）、樹脂、セラミックス等により構成され、後述のバルブ 1 0 1 の開閉動作時に変形しない（歪まない）硬さを有し、内側部 1 3 8 A と、外側部 1 3 8 B とを有する。各第 2 レバー 1 3 8 の外端部 1 3 8 E および内端部 1 3 8 F は、アク

チュエータ 103 の軸を中心とする円の接線方向に平行をなすように延びている。また、図 10 (a) に示すように、第 2 レバー 138 は、上面 138 C および下面 138 D を有し、上面 138 C および下面 138 D の内側部 138 A および外側部 138 B を構成する部分は、それぞれ平面状をなしている。

[0097] そして、図 7 に示すように、各第 2 レバー 138 は、その外端部 138 E が、支持リング 19 の突出部 19 A の下面 19 B と線接触し、内端部 138 F の上面 138 C には、各第 1 伝達部材 137 の下端部 137 D が線接触している。各第 1 伝達部材 137 の下端部 137 D は、第 2 接触部に相当する。

[0098] 第 2 支持部材 139 は、ゴム等の柔軟性を有する弾性材料により構成され、平面視で略六角環状をなし、挿入孔 139 a が形成されている。第 2 支持部材 139 の略六角形の各辺の部分に、各第 2 レバー 138 の内側部 138 A が接着剤等により接着されている。これにより、6 つの第 2 レバー 138 と第 2 支持部材 139 とが一体化されている。

[0099] 第 2 支持部材 139 の略六角形状の挿入孔 139 a に正六角柱状の第 2 下延出部 22 C が挿入される。挿入孔 139 a は、第 2 下延出部 22 C の外形よりもわずかに大きい寸法を有するので、第 2 倍力部 133 の第 2 下延出部 22 C に対する回転が抑制される。

[0100] 移動部 115 は、6 つの第 2 伝達部材 115 A と、移動部材 115 B とを有する。6 つの第 2 伝達部材 115 A は、第 2 伝達部に相当する。

[0101] 6 つの第 2 伝達部材 115 A は、6 つの第 1 レバー 134 と寸法が小さい以外は、同様の構成・形状を有する。

[0102] すなわち、各第 2 伝達部材 115 A は、金属（例えば、ステンレス鋼）、樹脂、セラミックス等により構成され、後述のバルブ 101 の開閉動作時に変形しない（歪まない）硬さを有し、内側部 115 C と、外側部 115 D とを有する。各第 2 伝達部材 115 A の外端部 115 G および内端部 115 H は、アクチュエータ 103 の軸を中心とする円の接線方向に平行をなすよう

に延びている。また、図10(c)に示すように、第2伝達部材115Aは、上面115Eおよび下面115Fを有し、上面115Eおよび下面115Fの内側部115Cおよび外側部115Dを構成する部分は、それぞれ平面状をなしている。

[0103] そして、図7に示すように、各第2伝達部材115Aは、その外端部115Gが、各第2レバー138の内側部138A側の下面138Dに線接触し、内端部115Hは、第2下延出部22Cの正六角柱の各面に対向している。各第2伝達部材115Aの外端部115Gは、第3接触部に相当する。

[0104] 移動部材115Bは、金属（例えば、ステンレス鋼）、樹脂、セラミックス等により構成され、円柱基部115Jと、突出部115Kとを有する。

[0105] 円柱基部115Jは、その下面がロッド14を押圧可能である。突出部115Kは、円柱基部115Jの上面の外周縁に、上方および径方向の外方に突出するように設けられている。突出部115Kは環状をなしており、突出部115Kにより、凹部115mが形成されている。突出部115Kの上面115Nには、6つの第2伝達部材115Aが、アクチュエータ103の円周方向に沿って等間隔となるように、接着剤、ロウ付け、溶接等により固定されている。

[0106] 次に、バルブ101の開閉動作について説明する。

[0107] 図11(a)は、バルブ101が閉状態における倍力機構130および移動部115の平面図であり、図11(b)は、図11(a)のXⅠ-XⅠ線に沿った断面図である。図12(a)は、バルブ101が開状態における倍力機構130および移動部115の平面図であり、図12(b)は、図12(a)のXⅡ-XⅡ線に沿った断面図である。なお、図11、12では、第1支持部材135および第2支持部材139の図示を省略している。

[0108] 図6に示すように、バルブ101が閉状態にある場合には、流体導入室21dに駆動流体は流入しておらず、ばね受け部材22は、2本のコイルばね23により下方に付勢されて、最下端に位置している。バルブ101が図12に示す開状態から図11に示す閉状態になるとときには、各第1レバー13

4の内端部134Fが下突出部22Fの下面22Gに押されて、各第1レバー134は、中間ケーシング17の下面17Fに当接する外端部134Eを中心に回転する。これにより、各第1レバー134に下方から当接する各第1伝達部材137の上端部137Cが下方に押されて、リング部材136および各第1伝達部材137が下方に移動する。

[0109] 各第1伝達部材137が下方に移動されていることにより、各第2レバー138の内端部138Fが、各第1伝達部材137の下端部137Dに押されて、各第2レバー138は、支持リング19の突出部19Aの下面19Bに当接する外端部138Eを中心に回転する。これにより、第2レバー138に下方から当接する各第2伝達部材115Aの外端部115Gが下方に押されて、移動部115の移動部材115Bが下方に移動する。

[0110] 移動部材115Bがロッド14を下方に押圧し、ロッド14がダイヤフラム押さえ13を下方に押圧することにより、ダイヤフラム11が押圧されて、弁座5Dに当接し、流入路5bと流出路5cとの連通が遮断されている。なお、第1支持部材135および第2支持部材139は、弾性材料により構成されているので、各第1レバー134および各第2レバー138の回転によって、第1支持部材135および第2支持部材139の外周部と内周部の直径が伸縮するように変形する。

[0111] 本実施形態では、2本のコイルばね23が、ばね受け部材22のばね受け部22Aを押す力（駆動力）は、倍力機構130により倍力されて、移動部115を押圧するように構成されている。すなわち、第1レバー134の外端部134Eの中間ケーシング17の下面17Fに対する当接部A3を支点、第1レバー134の内端部134Fの下突出部22Fの下面22Gに対する当接部B3を力点、第1レバー134の外側部134Bの第1伝達部材137の上端部137Cに対する当接部C3を作用点として、この原理により力が倍力されて、第1伝達部材137に伝達される。このように、第1レバー134の内端部134Fは力点部、外端部134Eは支点部、第1レバー134の外側部134Bの第1伝達部材137の上端部137Cに対して

当接する部分は作用点部に相当する。

- [0112] さらに、第2レバー138の外端部138Eの支持リング19の突出部19Aの下面19Bに対する当接部A4を支点、第2レバー138の内端部138Fの第1伝達部材137の下端部137Dに対する当接部B4を力点、第2レバー138の内側部138Aの第2伝達部材115Aの外端部115Gに対する当接部C4を作用点として、てこの原理により力が倍力されて、移動部115に伝達される。なお、第2レバー138の内端部138Fは力点部、外端部138Eは支点部、第2レバー138の内側部138Aの第2伝達部材115Aの外端部115Gに対して当接する部分は作用点部に相当する。
- [0113] このようにして、2本のコイルばね23の付勢力は、倍力機構130により倍力されて、移動部115を押圧するように構成される。これにより、2本のコイルばね23の付勢力が小さくても、流入路5bを流れる流体の圧力に抗して、ダイヤフラム11を押圧して、流入路5bと流出路5cとの連通を遮断することができる。
- [0114] また、駆動流体を、流体流入路18aおよび流体導入路21eを介して、流体導入室21dに導入することにより、ピストン21およびばね受け部材22に対し空気圧による上向きの力が働く。この力を、2本のコイルばね23の付勢力よりも大きくすることにより、ピストン21およびばね受け部材22は上側に移動する。これにより、移動部材115Bを押す力がなくなるので、ダイヤフラム11が流入路5bを流れる流体の圧力およびダイヤフラム11の復元力により押し上げられ、弁座5Dから離間し、弁が開かれる。
- [0115] この時、ダイヤフラム11が押し上げられることによって、ダイヤフラム押さえ13およびロッド14が押し上げられ、移動部115も押し上げられる。これにより、図12に示すように、第2レバー138が第2伝達部材115Aの外端部115Gにより上方に押されて、第2レバー138は、その外端部138Eを中心に回転して、内端部138Fが押し上げられる。その結果、第2レバー138の内端部138Fにより、第1伝達部材137の下

端部 137D が上方に押され、第 1 伝達部材 137 の上端部 137C により、第 1 レバー 134 が上方に押されて、第 1 レバー 137 は、その外端部 134E を中心に回転して、内端部 134F が押し上げられる。

[0116] なお、弁を開けるために必要な空気圧は、2 本のコイルばね 23 の付勢力よりもわずかに大きければ十分であり、2 本のコイルばね 23 の付勢力は倍力機構 130 により、小さくできるものであるから、弁を開けるために必要な空気圧は小さくてよい。

[0117] 以上のように、本実施形態のアクチュエータ 103 を備えるバルブ 101 によれば、第 1 倍力部 131 は、複数の第 1 レバー 134 を有し、第 1 伝達部に相当する複数の第 1 伝達部材 137 が、複数の第 1 レバー 134 に対応して設けられている。各第 1 レバー 134 は、ばね受け部材 22 からの力を受ける力点部（内端部 134F）と、中間ケーシング 17 の下面 17F に当接して各第 1 レバー 134 の回転の中心となる支点部（外端部 134E）と、第 1 伝達部材 137 へ力を伝える作用点部（外側部 134B の第 1 伝達部材 137 の上端部 137C に対して当接する部分）とを有し、各第 1 伝達部材 137 は、各第 1 レバー 134 の作用点部に対し線接触する第 1 接触部（上端部 137C）を有する。

[0118] かかる構成により、各第 1 伝達部材 137 は、各第 1 レバー 134 に対し、点ではなく線で接触するので、各第 1 レバー 134 および各第 1 伝達部材 137 の互いに接触する部分において力が集中するのを防止することができる。このため、アクチュエータ 103 およびバルブ 101 の要求開閉回数が例えば 1000 万回以上であったとしても、当該要求を満たす耐久性に優れたアクチュエータ 103 およびバルブ 101 を提供することができる。

[0119] また、本実施形態のアクチュエータ 103 を備えるバルブ 101 によれば、第 2 倍力部 133 は、第 1 伝達部材 137 に対応して設けられた複数の第 2 レバー 138 を有し、第 2 伝達部に相当する複数の第 2 伝達部材 115A は、複数の第 2 レバー 138 に対応して設けられている。各第 2 レバー 138 は、第 1 伝達部材 137 からの力を受ける力点部（内端部 138F）と、

支持リング１９の突出部１９Ａの下面１９Ｂに当接して各第２レバー１３８の回転の中心となる支点部（外端部１３８Ｅ）と、第２伝達部材１１５Ａへ力を伝える作用点部（内側部１３８Ａの第２伝達部材１１５Ａの外端部１１５Ｇに対して当接する部分）とを有し、各第１伝達部材１３７は、各第２レバー１３８の力点部に対し線接触する第２接触部（下端部１３７Ｄ）を有し、各第２伝達部材１１５Ａは、各第２レバー１３８の作用点部に対し線接触する第３接触部（外端部１１５Ｇ）を有する。

[0120] かかる構成により、各第１伝達部材１３７は、各第２レバー１３８に対し、点ではなく線で接触するので、各第２レバー１３８および各第１伝達部材１３７の互いに接触する部分において力が集中するのを防止することができる。同様に、各第２伝達部材１１５Ａは、各第２レバー１３８に対し、点ではなく線で接触するので、各第２レバー１３８および各第２伝達部材１１５Ａの互いに接触する部分において力が集中するのを防止することができる。このため、アクチュエータ１０３およびバルブ１０１の要求開閉回数が例えば１０００万回以上であったとしても、当該要求を満たす耐久性に優れたアクチュエータ１０３およびバルブ１０１を提供することができる。

[0121] 次に、上記で説明したバルブ１、１０１が使用される流体制御装置５５および流体制御装置５５を備える半導体製造装置６０について説明する。

[0122] 図１３は、半導体製造装置６０の概略図である。半導体製造装置６０は、例えば、ＣＶＤ装置であり、流体制御装置５５を有するガス供給手段５０と、真空チャンバ７０と、排気手段８０とを有し、ウェハ上に不動態膜（酸化膜）を形成する装置である。

[0123] ガス供給手段５０は、ガス供給源５１と、圧力計５２と、流体制御装置５５とを備える。流体制御装置５５は、複数の流体制御機器により構成される複数のガスラインを有し、流体制御機器として、開閉弁５３、５４と、ＭＦＣ１～４（マスフローコントローラ）とを備える。ガス供給手段５０と真空チャンバ７０との間には、開閉弁６１が設けられている。真空チャンバ７０は、ウェハ７２を載置するための載置台７１と、ウェハ７２上に薄膜を形成

するための電極 73 とを備える。真空チャンバ 70 には、商用電源 62 が接続されている。排気手段 80 は、排気配管 81 と、開閉弁 82 と、集塵機 83 とを備える。

[0124] ウェハ 72 上に薄膜を形成する時には、開閉弁 53、54 の開閉、MFC 1～4、および開閉弁 61 の開閉により、真空チャンバ 70 へのガスの供給が制御される。また、ウェハ 72 上に薄膜を形成した際に発生する副生成物たる粉粒体を除去する時には、開閉弁 82 が開状態とされ、排気配管 81 を介して集塵機 83 により粉粒体が除去される。

[0125] そして、開閉弁 53、54、61、82 に対して、上記実施形態におけるバルブ 1、101 を適用することができる。上記のように、バルブ 1、101 は耐久性に優れているので、耐久性に優れた流体制御装置 55 を提供することができる。また、バルブ 1、101 は、小型の倍力機構 30、130 を有するアクチュエータ 3、103 を備えるので、ひいては流体制御装置 55 の小型化を図ることができる。

[0126] なお、半導体製造装置 60 が CVD 装置の場合について説明したが、スパッタリング装置またはエッチング装置であっても良い。エッチング装置（ドライエッチング装置）は、処理室、ガス供給手段（流体制御装置）、排気手段から構成され、反応性の気体による腐食作用によって、材料表面等を加工する装置である。スパッタリング装置は、ターゲット、真空チャンバ、ガス供給手段（流体制御装置）、排気手段から構成され、材料表面を成膜する装置である。

[0127] なお、本実施形態は、上述した実施形態に限定されない。当業者であれば、本発明の範囲内で、種々の追加や変更等を行うことができる。

[0128] 例えば、上記の実施形態における倍力機構 30 は、6 つの第 1 レバー 31 と、第 1 リテーナ 32 と、伝達部材 33 と、6 つの第 2 レバー 34 と、第 2 リテーナ 35 とを備えていたが、6 つの第 1 レバー 31 および第 1 リテーナ 32 のみにより構成されていてもよいし、6 つの第 1 レバー 31 のみにより構成されていてもよい。また、倍力機構 30 は、6 つの第 1 レバー 31 を有

していたが、2つ以上であればよい。

[0129] また、倍力機構30は、6つの第1レバー31と、第1リテーナ32と、伝達部材33と、6つの第2レバー34と、第2リテーナ35とを備えていたが、第1リテーナ32および第2リテーナ35を備えていなくてもよい。また、第1レバー部および第2レバー部は、それぞれ独立した6つの部材により構成されていたが、6つの第1レバー31または6つの第2レバー34が、それらの内周縁または外周縁で接続された一体構造であってもよい。この場合、第1レバー31または第2レバー34は、ばね受け部材22および伝達部材33の移動に伴い変形する金属、樹脂等の材料に構成されていてもよい。

[0130] また、上記の実施形態における倍力機構130は、第1倍力部131と、第1伝達部132と、第2倍力部133とを備えていたが、第1倍力部131および第1伝達部132のみにより、または、第1倍力部131のみにより構成されていてもよい。倍力機構130が、第1倍力部131および第1伝達部132のみで構成されている場合は、各第1伝達部材137の下端部137Dが、各第2伝達部材115Aの内側部115Cを押圧してもよいし、移動部115に6つの第2伝達部材115Aを設けず、各第1伝達部材137の下端部137Dが、移動部材115Bの突出部115Kを押圧してもよい。

[0131] また、第1倍力部131は、6つの第1レバー134を有していたが、2つ以上であればよく、第1伝達部材137、第2レバー138、および第2伝達部材115Aは、第1レバー134と同数であればよい。

[0132] また、付勢手段は2本のコイルばね23であったが、皿ばねであってもよい。また、2本のコイルばね23は、ピストン21の下側に設けてばね受け部材22を付勢するように構成したが、ピストン21の上側に設けてピストン21の上側から付勢するように構成してもよい。

[0133] また、上記の実施形態では、駆動手段は、ピストン21および2本のコイルばね23により構成したが、他の構成であってもよい。また、上記の実施

形態では、アクチュエータ 3 は、押さえアダプタ 12、ダイヤフラム押さえ 13、およびロッド 14 を備える構成としたが、これらを備えなくてもよい。また、弁座 5D は、ボディ 5 と同じ金属材料により構成したが、樹脂からなる環状のシートを埋め込んで弁座を構成してもよい。

符号の説明

[0134] 1 : バルブ、 3 : アクチュエータ、 5 : ボディ、 5b : 流入路、 5c : 流出路、 10 : ケーシング、 11 : ダイヤフラム、 15 : 移動部材、 16 : ボンネット、 17 : 中間ケーシング、 18 : アクチュエータキャップ、 19 : 支持リング、 20 : 駆動部、 21 : ピストン、 22 : バネ受け部材、 23 : コイルばね、 30 : 倍力機構、 31 : 第 1 レバー、 31A : 内側部、 31B : 外側部、 31D : 外端部、 31E : 内端部、 32 : 第 1 リテーナ、 33 : 伝達部材、 33C : 第 2 突起部、 33E : 第 3 突起部、 34 : 第 2 レバー、 34A : 内側部、 34B : 外側部、 34D : 外端部、 34E : 内端部、 35 : 第 2 リテーナ、 55 : 流体制御装置、 115 : 移動部、 115A : 第 2 伝達部材、 115B : 移動部材、 131 : 第 1 倍力部、 132 : 第 1 伝達部、 133 : 第 2 倍力部、 134 : 第 1 レバー、 137 : 第 1 伝達部材、 138 : 第 2 レバー

請求の範囲

[請求項1]

ケーシングと、
前記ケーシング内に往復動可能に設けられた往復動部材と、
前記ケーシング内に設けられ、前記往復動部材を駆動させる駆動手段と、
前記駆動手段により前記往復動部材にかかった駆動力を増幅させる倍力機構と、
前記倍力機構により増幅された力を受けて移動する移動部材と、を
備え、
前記倍力機構は、前記移動部材の周方向に配置され、前記駆動力を増幅するときに変形しない複数のレバーを有し、
各レバーは、前記往復動部材からの力を受ける力点部と、前記ケーシングに当接して各レバーの回動の中心となる支点部と、前記移動部材へ力を伝える作用点部とを有する、アクチュエータ。

[請求項2]

前記力点部は、前記各レバーの内端部であり、前記支点部は、前記各レバーの外端部であり、前記作用点部は、前記内端部と前記外端部との間に位置する、請求項1に記載のアクチュエータ。

[請求項3]

前記倍力機構は、前記複数のレバーを保持するリテーナを備える、請求項1または請求項2に記載のアクチュエータ。

[請求項4]

前記複数のレバーは、複数の第1レバーを有し、
前記倍力機構は、
前記駆動手段により前記往復動部材にかかった駆動力を倍力させる第1倍力部と、
前記第1倍力部により倍力された力を伝達する第1伝達部と、を
有し、
前記第1倍力部は、前記往復動部材の周方向に配置された前記複数の第1レバーを有し、
前記第1伝達部は、前記複数の第1レバーに対応して設けられた複

数の第1伝達部材を有し、

各第1レバーは、前記往復動部材からの力を受ける力点部と、前記ケーシングに当接して各第1レバーの回動の中心となる支点部と、前記第1伝達部材へ力を伝える作用点部とを有し、

各第1伝達部材は、各第1レバーの作用点部に対し線接触する第1接触部を有する、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載のアクチュエータ。

[請求項5]

前記複数のレバーは、複数の第2レバーを有し、

前記倍力機構は、

前記第1伝達部により伝達される力を増幅する第2倍力部と、

前記第2倍力部により増幅された力を前記移動部材に伝達する第2伝達部と、をさらに備え、

前記第2倍力部は、前記第1伝達部材に対応して設けられた複数の第2レバーを有し、

前記第2伝達部は、前記複数の第2レバーに対応して設けられた複数の第2伝達部材を有し、

各第2レバーは、前記第1伝達部からの力を受ける力点部と、前記ケーシングに当接して各第2レバーの回動の中心となる支点部と、前記第2伝達部材へ力を伝える作用点部とを有し、

各第1伝達部材は、各第2レバーの力点部に対し線接触する第2接触部を有し、

各第2伝達部材は、各第2レバーの作用点部に対し線接触する第3接触部を有する、請求項4に記載のアクチュエータ。

[請求項6]

前記駆動手段は、

外部から供給される駆動流体により駆動し、前記往復動部材が接続されたピストンと、

前記移動部材に向かって前記往復動部材を付勢する付勢手段と、を備える、請求項1から請求項5のいずれか一項に記載のアクチュエ

ータ。

[請求項7]

流体通路が形成されたボディと、
前記流体通路を開閉する弁体と、
前記ボディに接続されるケーシングと、
前記ケーシング内に往復動可能に設けられた往復動部材と、
前記ケーシング内に設けられ、前記往復動部材を駆動させる駆動手段と、

前記駆動手段により前記往復動部材にかかった駆動力を増幅させる倍力機構と、

前記弁体により前記流体通路を開閉させるために、前記ボディに対し近接および離間移動可能に設けられ、前記倍力機構により増幅された力を受けて移動する移動部材と、を備え、

前記倍力機構は、前記移動部材の周方向に配置され、前記駆動力を増幅するときに変形しない複数のレバーを有し、

各レバーは、前記往復動部材からの力を受ける力点部と、前記ケーシングに当接して各レバーの回動の中心となる支点部と、前記移動部材へ力を伝える作用点部とを有する、バルブ。

[請求項8]

前記複数のレバーは、複数の第1レバーを有し、
前記倍力機構は、

前記駆動手段により前記往復動部材にかかった駆動力を倍力させる第1倍力部と、

前記第1倍力部により倍力された力を伝達する第1伝達部と、を有し、

前記第1倍力部は、前記往復動部材の周方向に配置された前記複数の第1レバーを有し、

前記第1伝達部は、前記複数の第1レバーに対応して設けられた複数の第1伝達部材を有し、

各第1レバーは、前記往復動部材からの力を受ける力点部と、前記

ケーシングに当接して各第1レバーの回動の中心となる支点部と、前記第1伝達部材へ力を伝える作用点部とを有し、

各第1伝達部材は、各第1レバーの作用点部に対し線接触する第1接触部を有する、請求項7に記載のアクチュエータ。

[請求項9]

前記複数のレバーは、複数の第2レバーを有し、

前記倍力機構は、

前記第1伝達部により伝達される力を増幅する第2倍力部と、

前記第2倍力部により増幅された力を前記移動部材に伝達する第2伝達部と、をさらに備え、

前記第2倍力部は、前記第1伝達部材に対応して設けられた複数の第2レバーを有し、

前記第2伝達部は、前記複数の第2レバーに対応して設けられた複数の第2伝達部材を有し、

各第2レバーは、前記第1伝達部からの力を受ける力点部と、前記ケーシングに当接して各第2レバーの回動の中心となる支点部と、前記第2伝達部材へ力を伝える作用点部とを有し、

各第1伝達部材は、各第2レバーの力点部に対し線接触する第2接触部を有し、

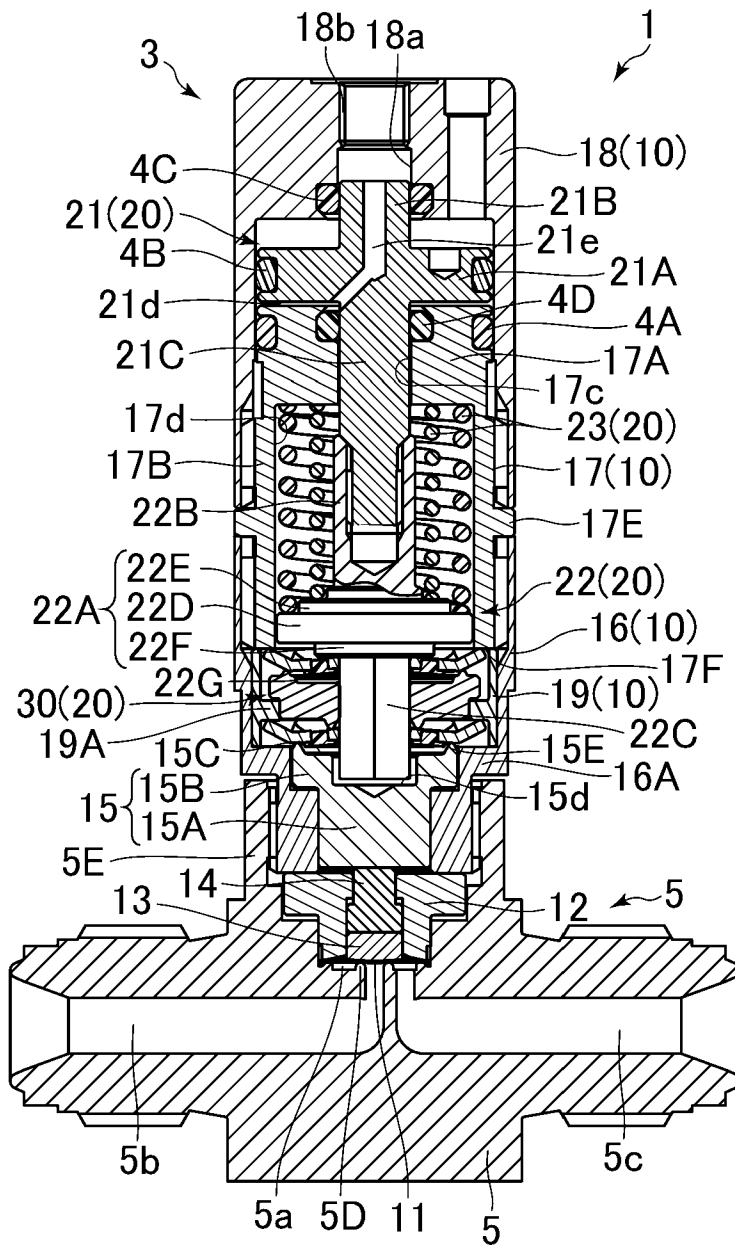
各第2伝達部材は、各第2レバーの作用点部に対し線接触する第3接触部を有する、請求項8に記載のアクチュエータ。

[請求項10]

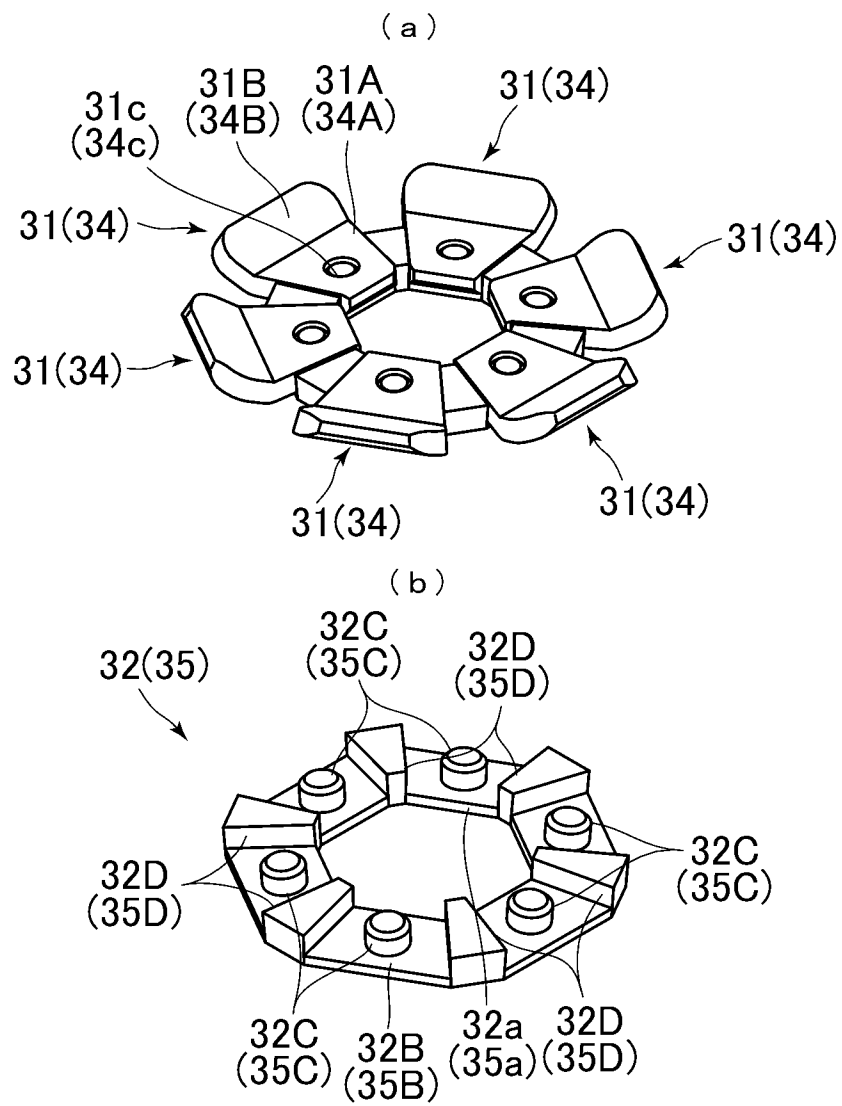
複数の流体制御機器により構成される流体制御装置であって、

前記複数の流体制御機器の少なくとも一つは、請求項7から請求項9のいずれか一項に記載のバルブである流体制御装置。

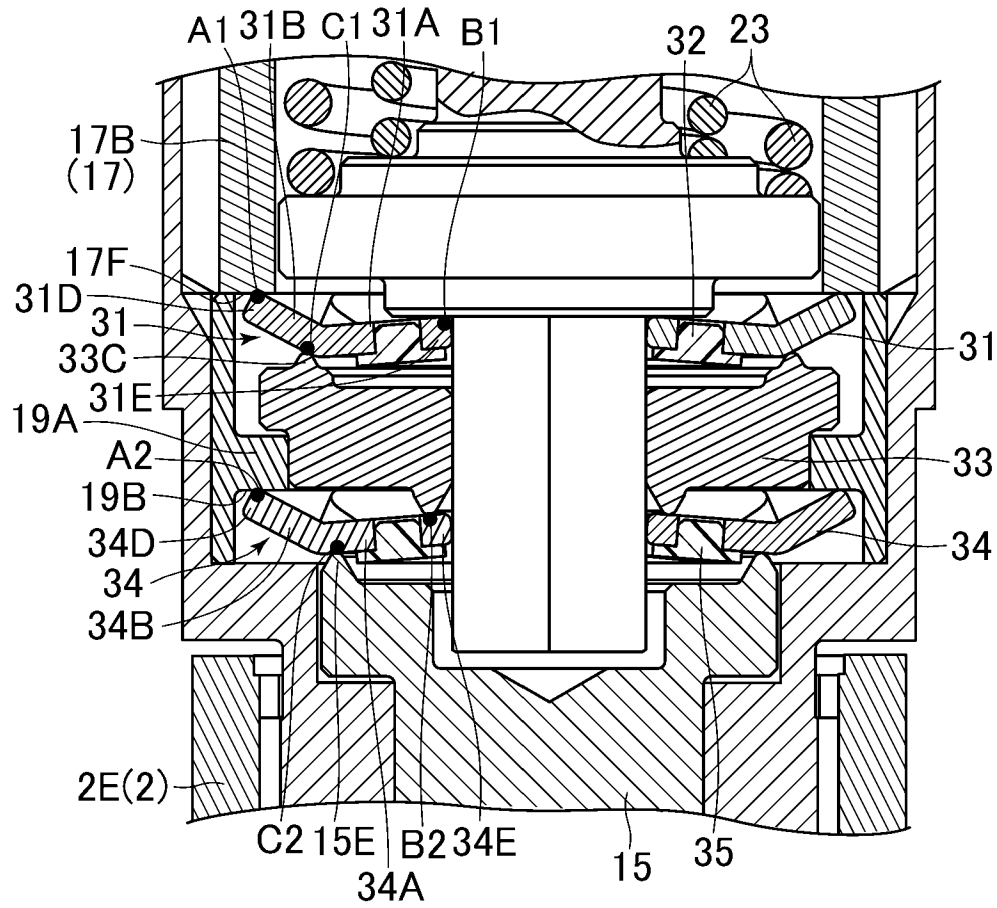
[図1]



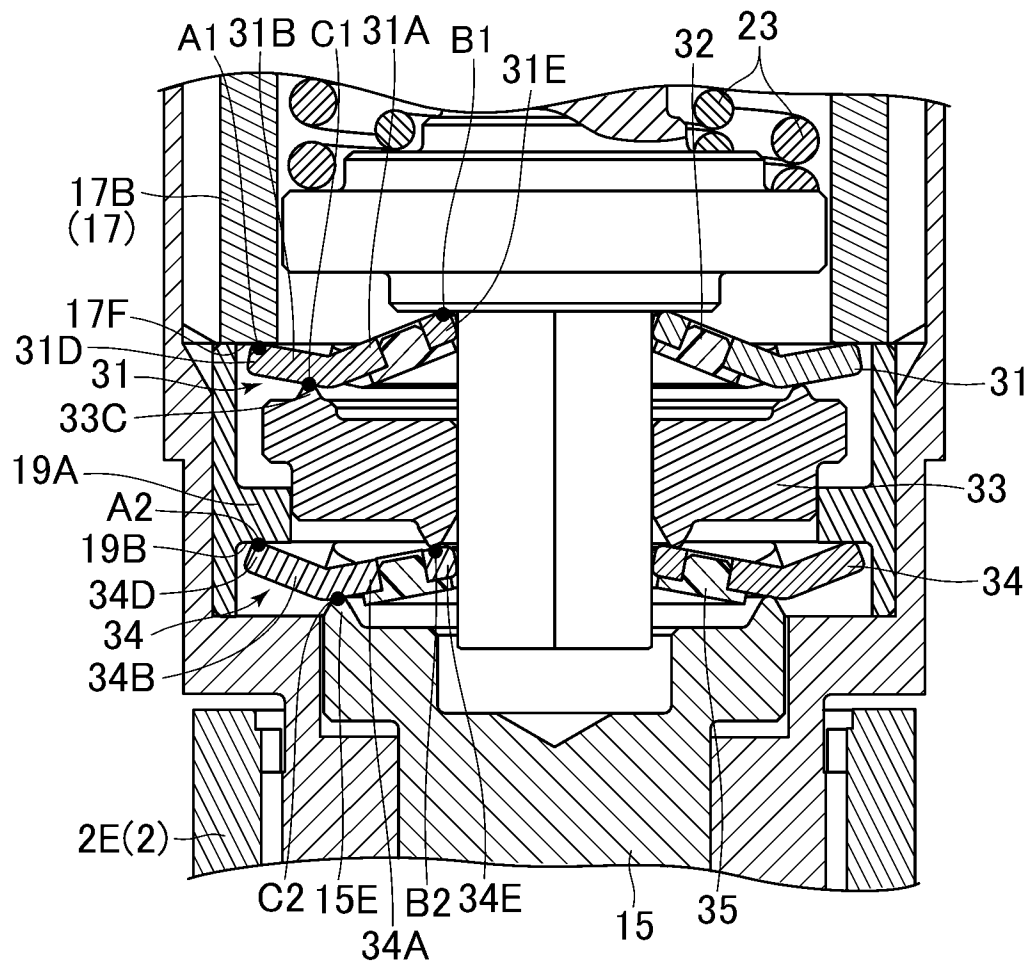
[図3]



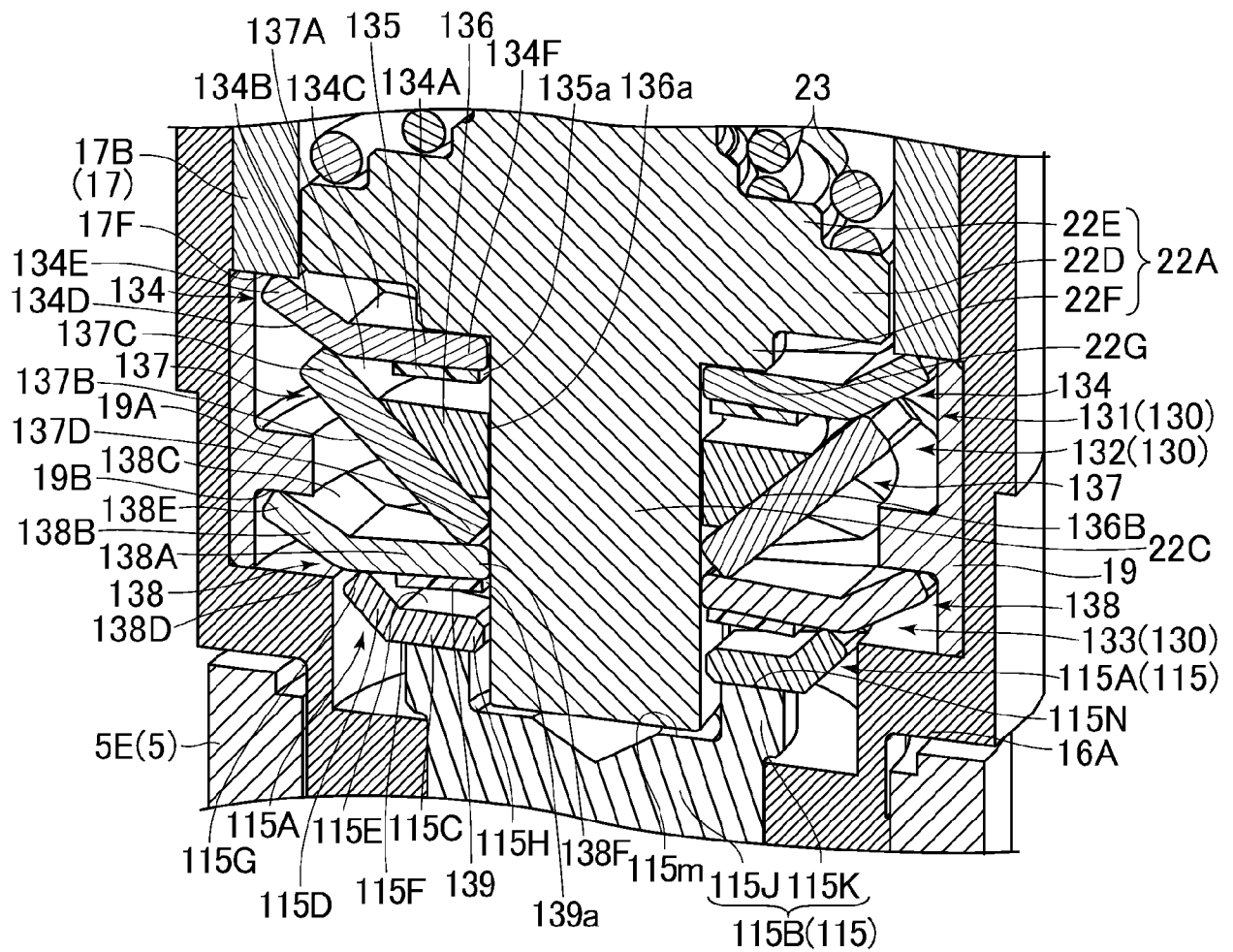
[図4]



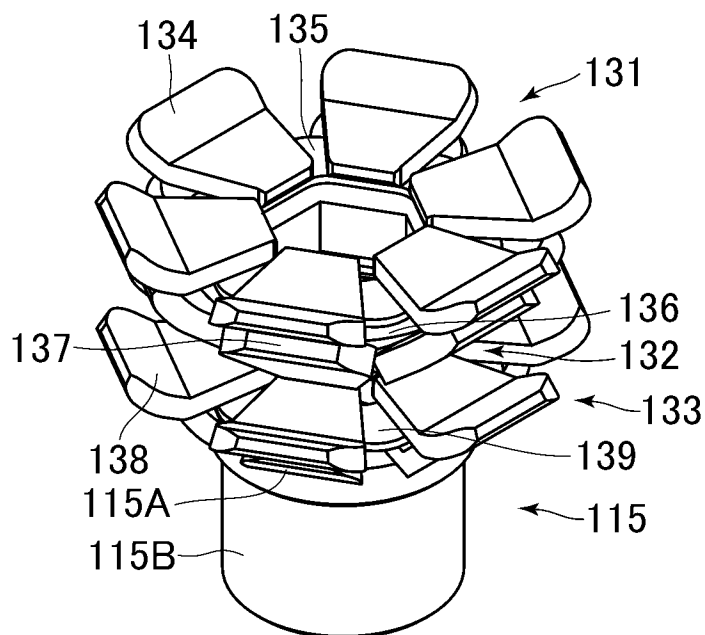
[図5]



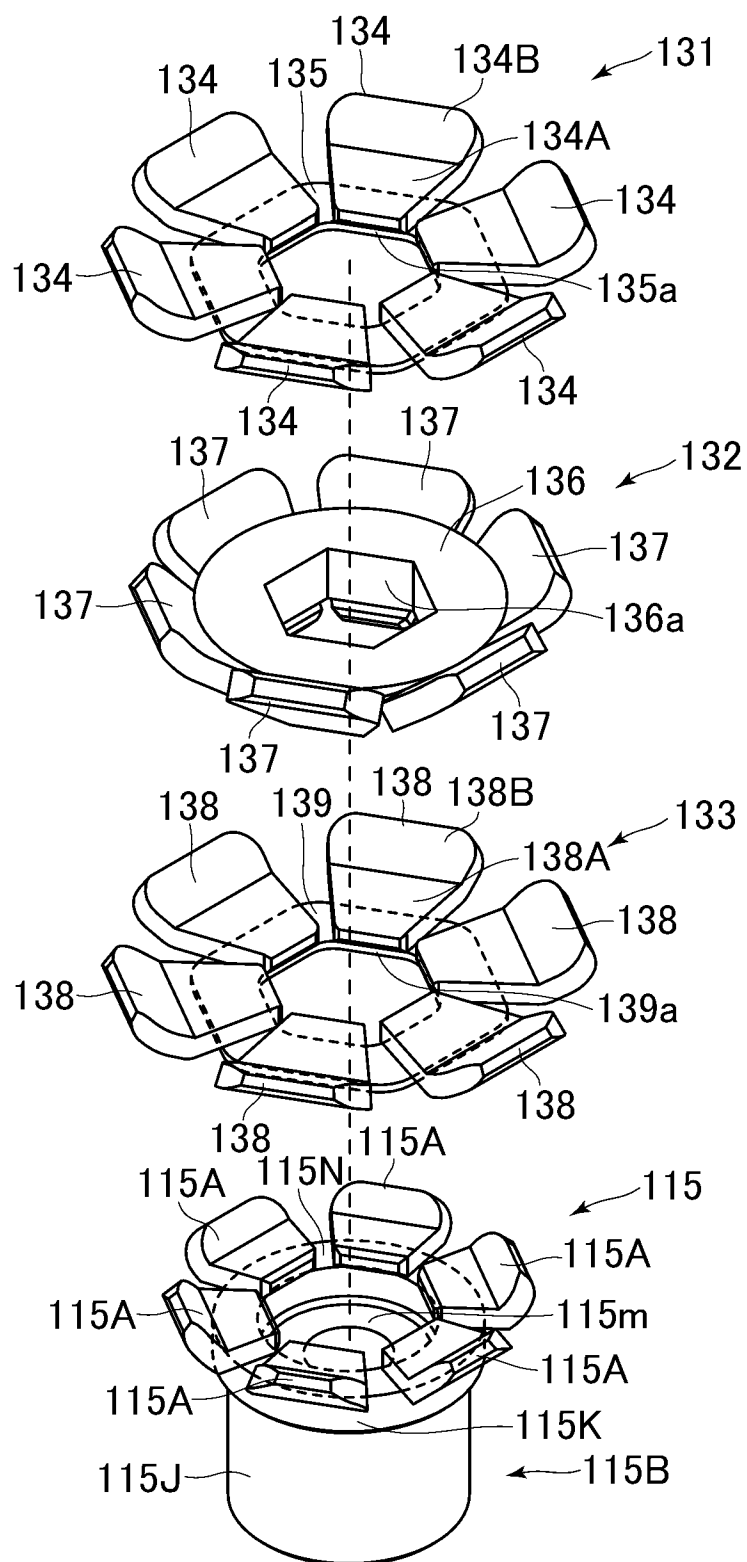
[図7]



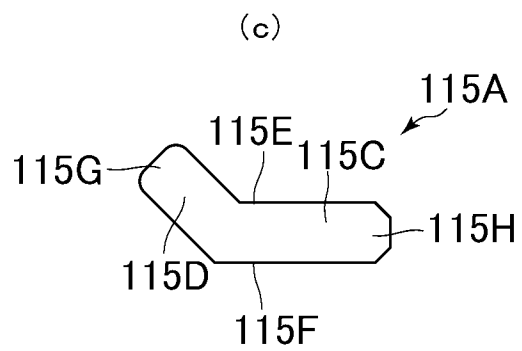
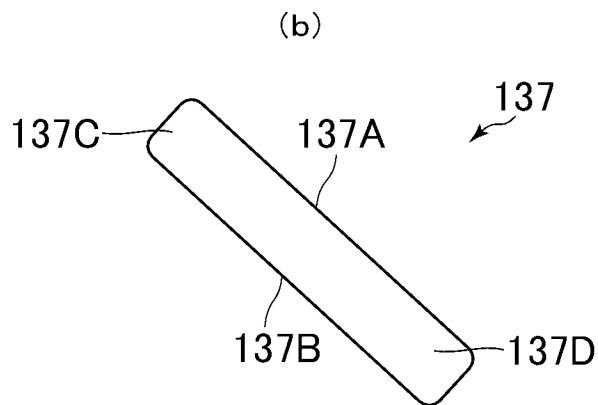
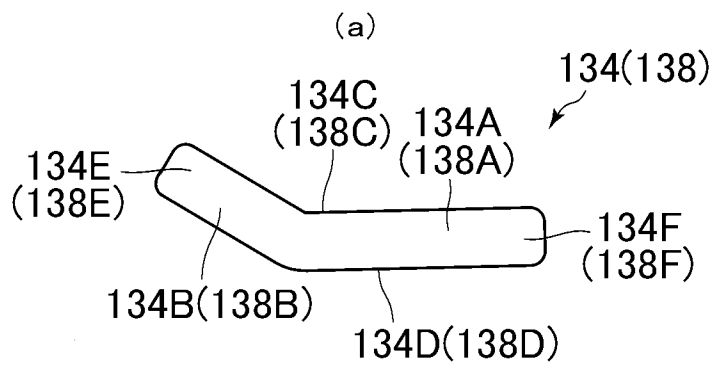
[図8]



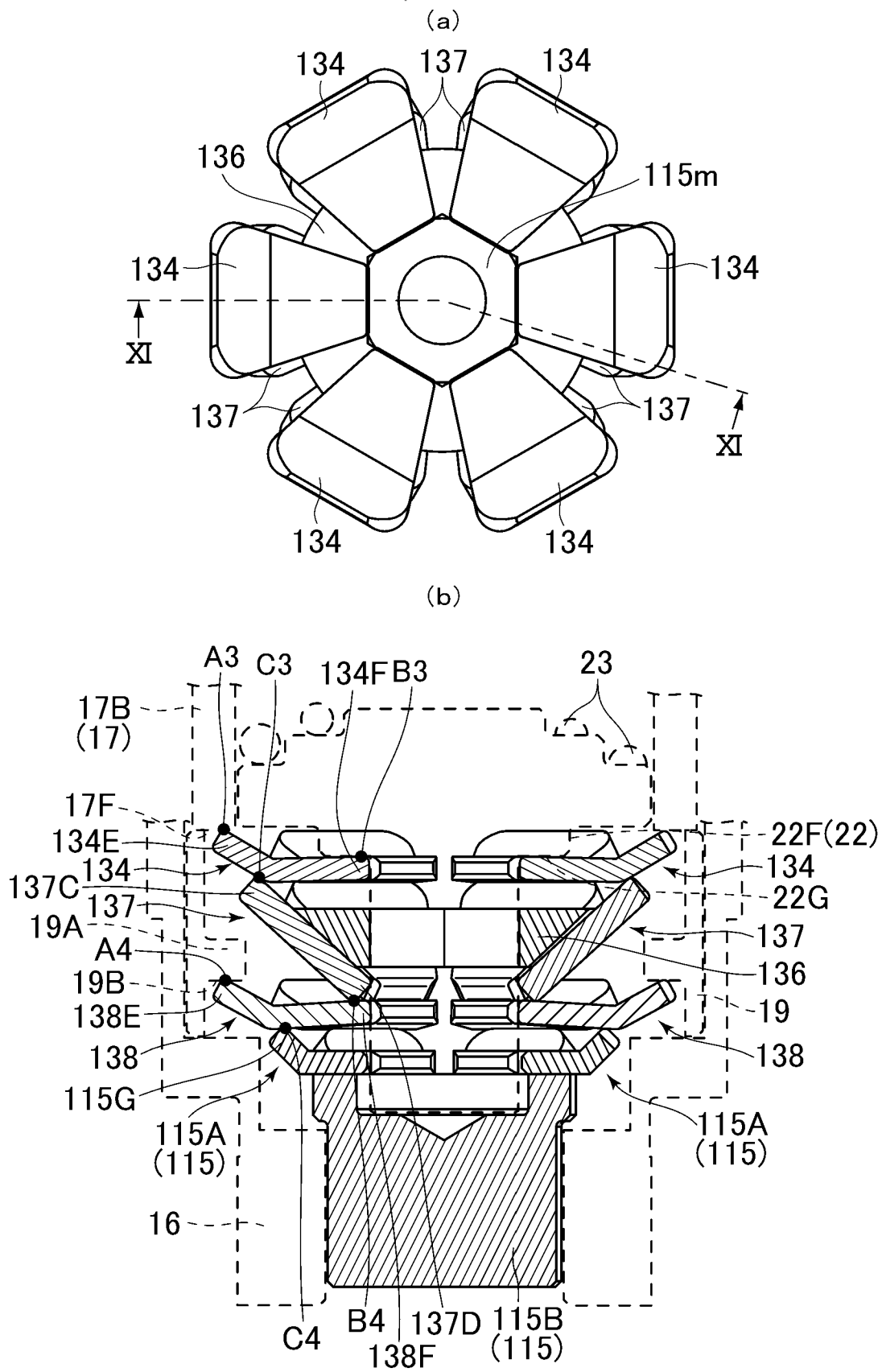
[図9]



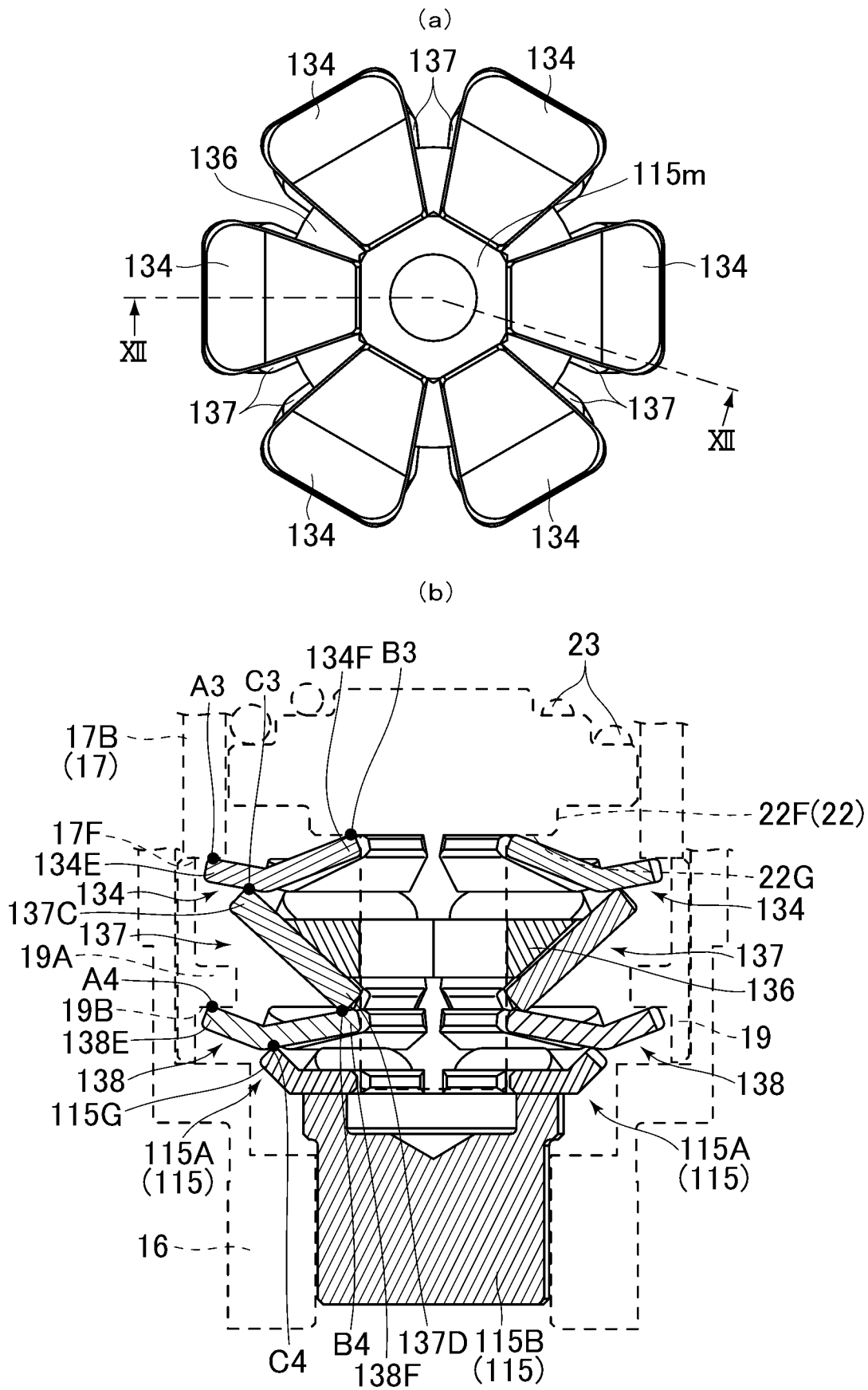
[図10]



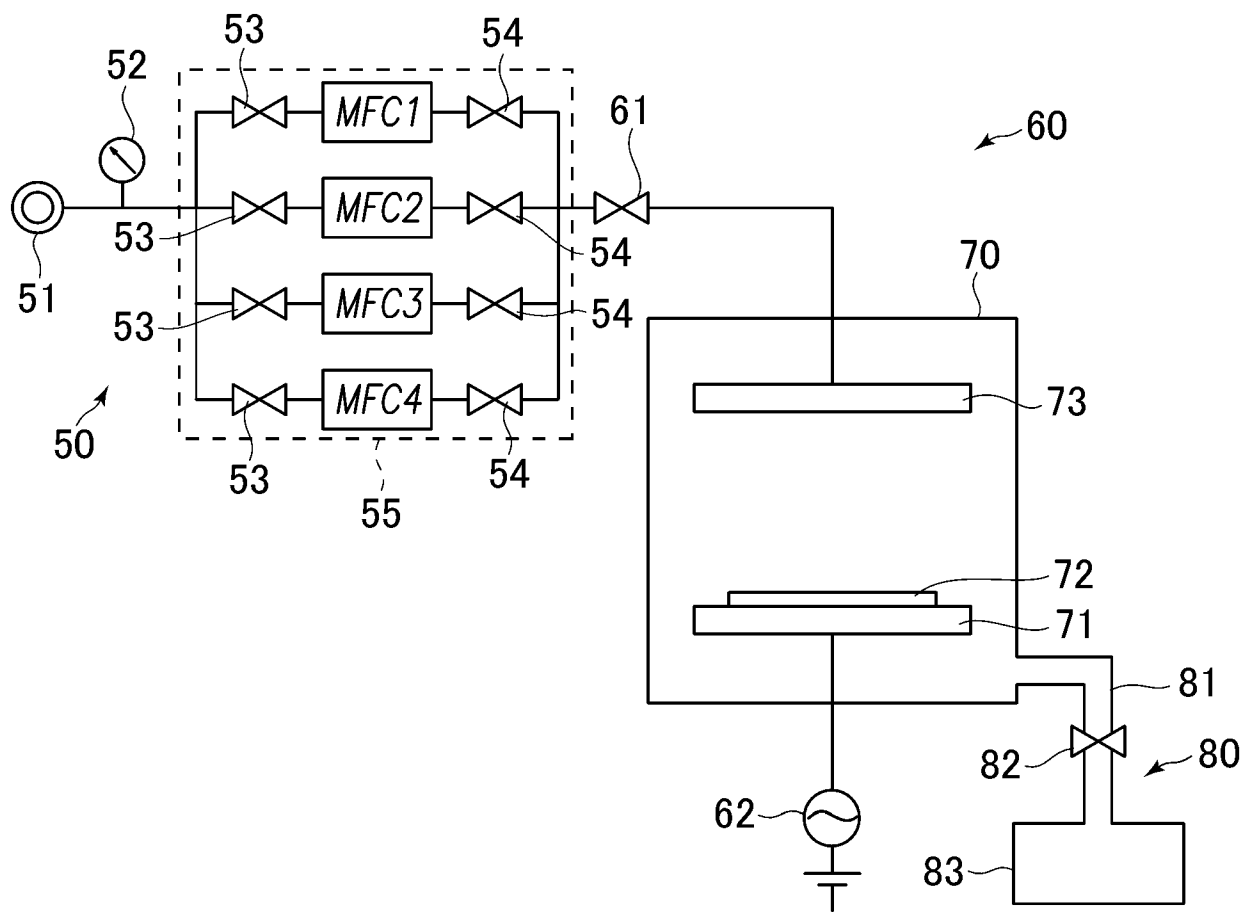
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/035379

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F16K31/44 (2006.01) i, F16K31/163 (2006.01) i, F16H21/44 (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. F16K31/44-31/62, F16K31/12-31/165; 31/36-36/42, F16H19/00-37/16; 49/00, F15B15/00-15/28

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	US 2004/0061084 A1 (BAUMANN, Hans D.) 01 April 2004, paragraphs [0012]-[0017], fig. 1-2 (Family: none)	1, 6-7, 10
A		2-5, 8-9
X	JP 2003-156167 A (HITACHI METALS, LTD.) 30 May 2003, paragraphs [0001], [0005]-[0009], fig. 1-2 (Family: none)	1, 7, 10
A		2-6, 8-9
A	JP 2012-211682 A (KOSMEK LTD.) 01 November 2012, paragraphs [0021]-[0036], fig. 3-7 (Family: none)	2

☐ 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
06 December 2018 (06.12.2018)

Date of mailing of the international search report
18 December 2018 (18.12.2018)

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. F16K31/44(2006.01)i, F16K31/163(2006.01)i, F16H21/44(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. F16K31/44-31/62, F16K31/12-31/165;31/36-36/42, F16H19/00-37/16;49/00, F15B15/00-15/28

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	US 2004/0061084 A1 (BAUMANN, Hans D.) 2004.04.01, 段落0012-0017, 図1-2	1, 6-7, 10
A	(ファミリーなし)	2-5, 8-9
X	JP 2003-156167 A (日立金属株式会社) 2003.05.30, 段落0001, 0005-0009, 図1-2	1, 7, 10
A	(ファミリーなし)	2-6, 8-9

☒ 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

06.12.2018

国際調査報告の発送日

18.12.2018

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）

北村 一

30

3734

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-211682 A (株式会社コスメック) 2012.11.01, 段落0021-0036, 図3-7 (ファミリーなし)	2