(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3月23日(23.03.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/042775 A1

(51) 国際特許分類:
F16K 3/32 (2006.01) *F16K 3/24* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/033990

(22) 国際出願日： 2022年9月12日(12.09.2022)

(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 2021-152171 2021年9月17日(17.09.2021) JP

(71) 出願人：株式会社ＩＨＩ (**IHI CORPORATION**) [JP/JP]；〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者：増田 精鋭 (**MASUDA Seiei**)；〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目１番１号 株式会社ＩＨＩ内 Tokyo (JP).

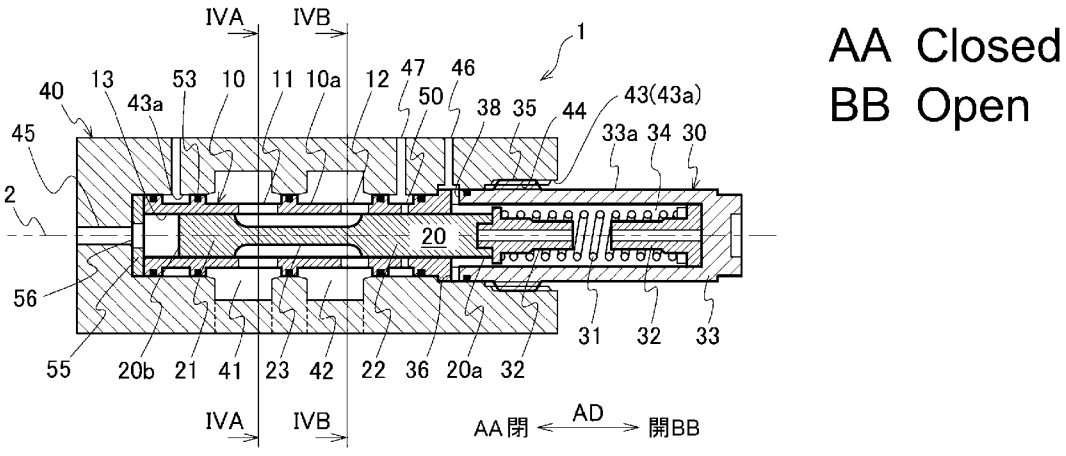
(74) 代理人：三好 秀和，外 (**MIYOSHI Hidekazu** et al.)；〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目２番８号 虎ノ門琴平タワー Tokyo (JP).

(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, 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, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) **Title:** SPOOL VALVE

(54) 発明の名称： スプール弁

[図2]



(57) **Abstract:** This spool valve (1) comprises an axially extending sleeve (10) including a working fluid inlet port (11) and an outlet port (12), a spool (20) housed within the sleeve (10) so as to be capable of axial movement, a biasing device (30) including a spring (31) as a biasing member that presses a proximal end (20a) of the spool (20) toward a distal end (20b) of the spool (20), and a working fluid pressure detection port (56) that opens toward the distal end (20b) of the spool (20). The outlet port (12) is constituted of a plurality of slits (16), and the plurality of slits (16) are disposed at intervals in the circumferential direction of the sleeve (10) and are made to extend in the axial direction.

WO 2023/042775 A1

[続葉有]

(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：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：スプール弁（１）は、作動流体の入口ポート（１１）及び出口ポート（１２）を含み、軸方向に延伸するスリーブ（１０）と、スリーブ（１０）内に、軸方向に移動可能に収容されるスプール（２０）と、スプール（２０）の基端部（２０ａ）をスプール（２０）の先端部（２０ｂ）に向けて押圧する付勢部材としてのばね（３１）を含む付勢装置（３０）と、スプール（２０）の先端部（２０ｂ）に向けて開口する作動流体の検圧ポート（５６）とを備える。出口ポート（１２）は複数のスリット（１６）によって構成され、複数のスリット（１６）は、スリーブ（１０）の周方向に間隔を置きながら配置され、軸方向に延伸している。

明　細　書

発明の名称 ： スプール弁

技術分野

[0001]　本開示はスプール弁に関する。

背景技術

[0002]　スプール弁は、スリーブと、スリーブ内に収容されたスプールとを有し、スプールの移動によって流路を開閉する弁である。スリーブにはスプールの収容穴が設けられると共に、作動流体の入口ポートと出口ポートが側面に設けられている。スプールは、スリーブの収容穴の直径に略等しい外径を有するランド部（大径部）と、ランド部の外周面よりも径方向内方に窪んだ溝部（小径部）とを有する。溝部は、入口ポートと出口ポートの間を連通させることが可能な幅を有する。スプールの移動による溝部の位置に応じて、スプール弁の開度が調整される。

[0003]　スプール弁が開状態の場合、作動流体は入口ポートに流入し、溝部を介して出口ポートから排出される。入口ポート近傍と出口ポート近傍のそれぞれの溝部の内面には作動流体の流れによる力が作用する。例えば、入口ポート及び出口ポートの何れかがスプールによって絞られている場合（換言すれば、僅かに開いている場合）、作動流体の噴流が発生する。この噴流による圧力変動によって、上述した入口ポート側と出口ポート側の力の平衡が破れると、スプールには軸方向と径方向のそれぞれに力が発生する。一般的に、これらの力は流体力と呼ばれている。軸方向の流体力は弁を閉じる方向に作用するため、小さい開度で弁が開いているときは作動流体が脈動しやすく、圧力制御が不安定になりやすい。特許文献１は、この脈動の抑制を目的としたスプール式の圧力制御弁を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１５－１６９２１２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 圧力制御弁及び流量制御弁は、理想的には、作動流体の流量の増減に対して作動流体の圧力を一定に制御できることが望ましい。しかしながら、これらの弁には、作動流体の流量の増加に伴って作動流体の圧力が上昇する所謂オーバーライド特性が存在する。上述の流体力はこのオーバーライド特性にも影響を及ぼす。例えば、流体力が増加すると、作動流体の流量変化に対する作動流体の圧力変化の割合が大きくなり、圧力又は流量の制御が困難になる。

[0006] 本開示は、オーバーライド特性に対する流体力の影響を抑え、圧力制御弁又は流量制御弁に適用が可能なスプール弁の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の一態様に係るスプール弁は、作動流体の入口ポート及び出口ポートを含み、軸方向に延伸するスリーブと、前記スリーブ内に、前記軸方向に移動可能に収容されるスプールと、前記スプールの基端部を当該スプールの先端部に向けて押圧する付勢部材を含む付勢装置と、前記スプールの前記先端部に向けて開口する前記作動流体の検圧ポートとを備え、前記出口ポートは複数のスリットを含み、前記複数のスリットは、前記スリーブの周方向に間隔を置きながら配置され、前記軸方向に延伸している。

[0008] 前記出口ポートは、当該出口ポートの外形を規定すると共に前記周方向に間隔を置いて並んだ複数の領域に形成されてもよい。前記出口ポートは、第１部分と、前記第１部分よりも前記入口ポートから離れた位置に位置する第２部分に分けられてもよい。この場合、前記スリーブの前記周方向に沿った前記第１部分の幅は、前記第２部分に近づくに従って増加してもよい。また、前記スリーブの前記周方向に沿った前記第２部分の幅は一定でもよい。前記複数のスリットは、前記周方向に所定の間隔を置きながら、前記周方向の全域に形成されてもよい。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、オーバーライド特性に対する流体力の影響を抑え、圧力制御弁又は流量制御弁に適用が可能なスプール弁を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本開示の一実施形態に係るスプール弁の斜視図である。

[図2]軸を含むスプール弁の断面図である。

[図3]図２に示すスプールの溝部周辺の拡大断面図である。

[図4]スプール弁の断面図であり、（ａ）は図２中のＩＶＡ－ＩＶＡ線に沿った断面図、（ｂ）は図２中のＩＶＢ－ＩＶＢ線に沿った断面図である。

[図5]径方向から見た出口ポートの幾つかの例を示す平面展開図であり、（ａ）は出口ポートの第１例を示す図、（ｂ）は出口ポートの第２例を示す図、（ｃ）は出口ポートの第３例を示す図である。

[図6]軸を含む断面上の噴流の速度分布について、ＣＦＤ(Computational Fluid Dynamics)を用いた数値解析結果を示す図であり、（ａ）は比較例における噴流の速度分布を示す図、（ｂ）は本実施形態における噴流の速度分布を示す図である。

[図7]軸に直交する断面上の、出口ポート近傍の溝部内の静圧分布について、ＣＦＤを用いた数値解析結果を示す図であり、（ａ）は比較例における静圧分布を示す図、（ｂ）は本実施形態における静圧分布を示す図である。

[図8]出口ポートの開口面積に対する流体力の変化を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本開示の幾つかの実施形態について説明する。なお、各図において共通する部分には同一の符号を付し、重複した説明を省略する。本実施形態に係るスプール弁は、例えば航空機の燃料供給系統等の、電気制御が困難な環境における圧力制御弁或いは流量制御弁として適用できる。

[0012] 本実施形態に係るスプール弁１について説明する。図１はスプール弁１の斜視図、図２は軸２を含むスプール弁１の断面図である。図３は図２に示すスプール２０の溝部２３周辺の拡大断面図である。図４はスプール弁１の断

面図であり、（ａ）は図２中のＩＶＡ－ＩＶＡ線に沿った断面図、（ｂ）は図２中のＩＶＢ－ＩＶＢ線に沿った断面図である。

[0013] 説明の便宜上、軸２の延伸方向を軸方向ＡＤと称し、軸２を中心とした周方向及び径方向を、それぞれ周方向ＣＤ及び径方向ＲＤと称する。なお、軸２はスリーブ１０（後述）及びスプール２０（後述）の中心軸である。スプール２０がスリーブ１０の出口ポート１２を開く方向（図２における右方向）を開方向、スプール２０がスリーブ１０の出口ポート１２を閉じる方向（図２における左方向）を閉方向と称する。開方向と閉方向は何れも軸方向ＡＤに平行である。

[0014] 図１に示すように、本実施形態に係るスプール弁１は、軸方向ＡＤに延伸する略円筒状の外形を有する。スプール弁１は、スリーブ１０と、スプール（ピストン）２０と、付勢装置３０とを備える。図２に示すように、スプール弁１は、例えば、ハウジング４０に形成された取付穴４３に挿入され、当該ハウジング４０に取り付けられる。

[0015] まず、スリーブ１０について説明する。

スリーブ１０は軸方向ＡＤに延伸する中空の円筒部材であり、収容穴１３にスプール２０を軸方向ＡＤに移動可能に収容する。収容穴１３はスリーブ１０に形成され、軸２を中心として軸方向ＡＤに延伸している。

[0016] スリーブ１０の外周面１０ａには、入口ポート１１と出口ポート１２が設けられている。入口ポート１１は作動流体の流入口であり、ハウジング４０に形成された流入路４１に連通している。図４（ａ）に示すように、入口ポート１１は軸方向ＡＤに所定の幅を有し、リブ１４が設けられる箇所以外の周方向ＣＤの全域に亘って形成される。また、入口ポート１１は、常にスプール２０の溝部２３に連通している。

[0017] 出口ポート１２は、入口ポート１１とスプール２０の基端部２０ａとの間に位置する。出口ポート１２は作動流体の流出口であり、ハウジング４０に形成された流出路４２に連通している。図４（ｂ）に示すように、出口ポート１２は、周方向ＣＤに間隔を置いて並んだ複数の領域１５（図５）に形成

されている。各領域１５は、出口ポート１２の外形を規定する。領域１５は、例えば周方向ＣＤに沿って等間隔に（例えば軸２の周りで９０°毎に）位置している。

[0018] 出口ポート１２について詳述する。

図５は径方向ＲＤから見た出口ポート１２の幾つかの例を示す平面展開図であり、（ａ）は出口ポート１２の第１例を示す図、（ｂ）は出口ポート１２の第２例を示す図、（ｃ）は出口ポート１２の第３例を示す図である。これらの図に示すように、出口ポート１２は、複数のスリット（スロット、開口部）１６を含む。複数のスリット１６は、周方向ＣＤに間隔を置きながら配置され、互いに平行に軸方向ＡＤに延伸する。また、複数のスリット１６は、軸２を含み径方向ＲＤに延びる一平面と平行である（図４（ｂ）参照）。隣接する２本のスリット１６、１６はその間のリブ１９によって仕切られている。周方向ＣＤにおけるスリット１６とリブ１９のそれぞれの幅は互いに等しくてもよく、異なっていてもよい。また、複数のスリット１６の幅は一定でも、互いに異なっていてもよい。これは複数のリブ１９の幅についても同様である。

[0019] 図５に示すように、出口ポート１２は第１部分（第１セグメント）１７と第２部分（第２セグメント）１８とに分けられる。第１部分１７は第２部分１８よりも入口ポート１１に近い位置に位置している。第２部分１８は第１部分１７よりも入口ポート１１から離れた位置に位置している。

[0020] 図５の展開面において、第１部分１７の外形は、頂点１７ａを入口ポート１１に向けた二等辺三角形又はそれに類似する形状を有する。即ち、周方向ＣＤに沿った第１部分１７の幅は、第２部分１８に近づくに従って増加する。周方向ＣＤの幅の増加率は、図５（ａ）に示すように一定でもよく、図５（ｂ）に示すように指数関数又は指数関数に類似した増加率をもつ関数に従って増加してもよい。後者の場合、第１部分１７の外形は、図５（ａ）に示す三角形状の外形と比べ、頂角を成す二辺１７ｂ、１７ｂは第１部分１７に向けて（第２部分の内側に向けて）湾曲する。

[0021] 一方、図５の展開面において、第２部分１８の外形は軸方向ＡＤ及び周方向ＣＤのそれぞれに延伸する辺をもつ矩形である。即ち、周方向ＣＤに沿った第１部分１７の幅は一定である。

[0022] なお、説明の都合上、図５に示す出口ポート１２の領域１５は、複数のスリット１６が形成された領域よりも外側に拡大している。しかしながら、実際には、スリット１６の軸方向ＡＤの端部は、出口ポート１２の領域１５の輪郭上に位置する。即ち、出口ポート１２の領域１５の外形（輪郭）は、隣接するスリット１６の軸方向ＡＤの端部を繋げることで定義できる。

[0023] また、領域１５の形状は上述した略五角形の形状に限られない。即ち、スプール弁１の仕様に応じて、領域１５は、第１部分１７のみから構成されてもよく、第２部分１８のみから構成されてもよい。

[0024] 図５（ｃ）に示すように、出口ポート１２は軸方向ＡＤに所定の幅を有しつつ、周方向ＣＤの全域に亘って形成されてもよい。この場合、複数のスリット１６は、周方向ＣＤに所定の間隔を置きながら、周方向ＣＤの全域に形成される。

[0025] スリーブ１０の外周面１０ａには通孔５０が形成されている。通孔５０は、径方向ＲＤに延伸し、ハウジング４０に形成された流路４７に連通している。また、通孔５０は、収容穴１３にも連通している。従って、作動流体は、通孔５０を介して第２ランド部２２とスリーブ１０の間に流入する。また、作動流体は、同様の通孔（図示せず）を介して第１ランド部２１とスリーブ１０の間にも流入する。作動流体をこれらの隙間に流入させることによって、流入路４１から隙間への流体の流入を防ぎ、潜在的なコンタミ(contaminant)の流入によるスプール２０の固着を防止する。

[0026] なお、流路４７は、流入路４１又は流入路４１が接続する流路（図示せず）に接続する。そして、流路４７は、圧損が小さいフィルタを意図的に冗長に接続することによって清浄度が保たれている流路である。従って、流路４７内の圧力は、流入路４１内の圧力に等しい。なお、流路４７は、流出路４２又は流出路４２が接続する流路（図示せず）に接続してもよい。この場合

、流路４７を流れる流体は、上述のフィルタによって、相対的に流入路４１を流れる流体に比べ少ない。そのため、流路４７内の圧力は流出路４２内の圧力に等しくなる。

[0027] 図３に示すように、スリーブ１０の外周面１０ａには突部５１が設けられている。各突部５１は径方向外方に突出し、軸２を中心とする環状に形成される。また、突部５１は、径方向ＲＤ内方に窪む溝５２を有する。溝５２にはＯリング等のシール部材５３（図２参照）が装着される。スプール弁１が取付穴４３に挿入されたとき、シール部材５３は弾性変形によってハウジング４０に形成された取付穴４３の内周面４３ａに圧接する。これにより、スリーブ１０とハウジング４０の間の空間（隙間）が区切られ、区切られた空間内に流入した作動流体の漏れが防止される。また、シール部材５３の圧接によって、取付穴４３内のスリーブ１０の位置が安定に維持される。

[0028] 図３に示すように、スリーブ１０の先端部１０ｂにはワッシャ（蓋部）５５が設けられている。ワッシャ５５は収容穴１３を覆っている円板であり、その中心には検圧ポート５６が形成されている。図１に示すように、検圧ポート５６は軸方向ＡＤにワッシャ５５を貫通し、検圧流路４５と収容穴１３との間を連通する。なお、ワッシャ５５はスリーブ１０と別体に設けられてもよく、スリーブ１０の先端面としてスリーブ１０と共に、単一の母材から形成されてもよい。なお、検圧流路４５は、流入路４１又は流入路４１が接続する流路（図示せず）に接続する。従って、検圧流路４５内の圧力は、流入路４１内の圧力に等しい。

[0029] 次にスプール２０について説明する。

スプール２０は、基端部２０ａから先端部２０ｂまで軸方向ＡＤに延伸する断面円形の棒状部材である。図１に示すように、スプール２０は、スリーブ１０に形成された収容穴１３内に、軸方向ＡＤに移動可能（往復可能）に収容される。

[0030] スプール２０は、第１ランド部（大径部）２１と、第２ランド部（大径部）２２と、溝部（小径部）２３とを含む。第１ランド部２１と第２ランド部

２２は、収容穴１３の内径に略等しい（即ち若干小さい）外径を有し、溝部２３を間に挟んで軸方向ＡＤに並んでいる。第１ランド部２１は、軸方向ＡＤにおいて検圧ポート５６（ワッシャ５５）と入口ポート１１の間に位置する。一方、第２ランド部２２は、スリーブ１０の移動によって出口ポート１２を閉塞することが可能な位置に位置する。なお、第１ランド部２１の外周面２１ａ及び第２ランド部２２の外周面２２ａのそれぞれには、作動流体固着(Hydraulic Lock)を防止するための複数の溝（所謂ラビリンス溝）（図示せず）が形成されている。

[0031] 溝部２３は、入口ポート１１と出口ポート１２を連通可能な軸方向ＡＤの幅を有し、溝部２３内に作動流体の流路を形成する。溝部２３は、スプール２０の外周面から径方向内方に窪み、周方向ＣＤの全域に亘って延伸する。従って、軸方向ＡＤから見て、溝部２３は軸２を中心とする環状に形成される。

[0032] 溝部（小径部）２３の内面は、円筒面（中間部）２４と、第１環状面（拡径部）２５と、第２環状面（拡径部）２６とを含む。円筒面２４は一定の直径を有し、軸２を中心として軸方向ＡＤに延伸する。

[0033] 第１環状面２５は、円筒面２４から第１ランド部２１の外周面２１ａに向けて湾曲しながら延伸し、外周面２１ａに接続する。第１環状面２５は、入口ポート１１から溝部２３に流入する作動流体の流れを径方向ＲＤから軸方向ＡＤに徐々に偏向させる。

[0034] 第２環状面２６は、円筒面２４から第２ランド部２２の外周面２２ａに向けて湾曲しながら延伸し、外周面２２ａに接続する。第２環状面２６は、溝部２３から出口ポート１２に流出する作動流体の流れを軸方向ＡＤから径方向ＲＤに徐々に偏向させる。各環状面による連続的な偏向により、溝部２３への作動流体の過剰な衝突を抑え、当該衝突によって生じるスプール２０への過剰な圧力を低減する。

[0035] 溝部２３はスプール２０の移動に伴って、軸方向ＡＤに移動する。溝部２３の位置に応じて、入口ポート１１と出口ポート１２の間が溝部２３を介し

て連通、或いは、その連通が遮断される。また、出口ポート１２に対する溝部２３の開口面積を変化させることにより、作動流体の流量が調整される。

[0036] 次に付勢装置３０について説明する。

付勢装置３０は、スプール２０の基端部２０ａを先端部２０ｂに向けて（即ち、弁の閉方向に向けて）付勢する。図２に示すように、付勢装置３０は、付勢部材としてのばね３１と、一対のリテーナ３２、３２と、操作部（ハンドル）３３とを有する。ばね３１はスプール２０の基端部２０ａをスプールの先端部２０ｂに向けて押圧する。ばね３１は所謂圧縮コイルばねであり、所定の範囲の付勢力を生じるばね係数を有する。ばね３１は、一対のリテーナ３２、３２によって軸方向ＡＤの両側から保持された状態で、操作部３３に収容される。

[0037] 操作部３３は中空且つ有底の円筒部材であり、スプール２０に向けて開口する収容部３４を有する。収容部３４には、ばね３１及び一対のリテーナ３２、３２が収容される。操作部３３の外周面３３ａにはねじ山３５が形成され、ねじ山３５は取付穴４３の内周面４３ａに形成されたねじ溝４４に螺合する。従って、操作部３３は、軸２周りの回転により軸方向ＡＤに移動する。また、操作部３３の外周面３３ａのうち、スプール２０に面した操作部３３の縁部３６とねじ山３５との間の部分には、環状の溝３７が形成され（図３参照）、この溝３７にシール部材５３が装着される。操作部３３が取付穴４３に挿入された際に、シール部材５３は取付穴４３の内周面４３ａに向けて押圧され、この弾性変形により操作部３３の外周面３３ａと取付穴４３の内周面４３ａの間からの作動流体の漏れが防止される。

[0038] 操作部３３の位置に関わりなく、操作部３３の収容部３４はドレン流路４６に連通している。ドレン流路４６は流出路４２又は流出路４２に接続する流路（図示せず）にオリフィス（図示せず）を介して接続している。従って、収容部３４内の圧力は、流出路４２内の圧力と平衡を保つように緩やかに変化する。なお、操作部３３の縁部３６に溝（ノッチ）３８が形成されてもよい。溝３８の形成により、操作部３３の縁部３６がスプール２０に接触し

ても、ドレン流路４６と収容部３４の間の連通が維持される。

[0039] 操作部３３を回転させることにより、操作部３３はスリーブ１０に接近又はスリーブ１０から離隔する。操作部３３をスリーブ１０に接近させると、ばね３１が収縮し、ばね３１の付勢力と操作部３３内の圧力が、リテーナ３２を介してスプール２０に伝達される。従って、操作部３３の回転数を調整することで、スプール弁１に対する圧力を調整できる。本実施形態では、操作部３３の回転だけの機械的な操作だけで圧力を設定できる。つまり、ソレノイド等を用いた電気制御は不要である。

[0040] 次に、スプール弁１の動作について説明する。

本実施形態に係るスプール弁１の、圧力制御弁又は流量制御弁としての動作は、スプールを備える従来の圧力制御弁又は流量制御弁の動作と基本的に同一である。即ち、付勢装置３０によるスプール２０への圧力と検圧ポート５６内の作動流体の圧力の差に応じてスプール２０の位置が定まり、この位置に応じて出口ポートの開口面積（開度）が定まる。

[0041] また、出口ポート１２から流出する作動流体の流量が増加すると、ばね３１の収縮が高まり、その流量における付勢力も増大する。また、流量の増加に伴って、出口ポート１２での噴流による流体力も増大する。従って、スプール弁１が開状態の場合、作動流体の圧力は、流量の増加に従って上昇する（オーバーライド特性）。しかしながら、スプール弁１が圧力制御弁又は流量制御弁として機能する場合、流量の増減に対して作動流体の圧力を一定に制御できることが望ましい。

[0042] そこで本実施形態では、出口ポート１２を複数のスリット１６で構成している。これらのスリット１６の存在によって、出口ポート１２で生じる作動流体の噴流が分散し、当該噴流が減速されると共に流れの軸方向成分が減少する。その結果、弁を閉じる方向に作用する軸方向ＡＤの流体力が減少し、オーバーライド特性が改善する。

[0043] 図６は、軸２を含む断面上の噴流の速度分布について、ＣＦＤ(Computational Fluid Dynamics)を用いた数値解析結果を示す図である。図６（ａ）は比

較例における噴流の速度分布を示し、図６（ｂ）は本実施形態における噴流の速度分布を示している。上述の通り、本実施形態の出口ポート１２は複数のスリット１６によって構成されている。一方、比較例の出口ポート１１２は単一の開口として形成される。ただし、その外形は出口ポート１２の外形と同様である。また、両解析における出口ポートの開口面積は同一の値に設定され、その値は出口ポートが全開の時の開口面積の半分である。

[0044] 図６（ａ）及び図６（ｂ）に示すように、何れの解析結果でも作動流体の噴流６０は、概ね径方向外方に流れているものの、スプール弁１の開方向（図中の右方）に向けて若干傾いている。ただし、図６（ｂ）に示す開方向への噴流６０の傾きは、図６（ａ）に示す開方向への噴流６０の傾きよりも小さい。また、両図は、点線で囲まれた同一位置の領域６５を示している。この領域６５内の速度分布を比較した場合、図６（ａ）では比較的速度の大きい流れが広範囲に生じているのに対し、図６（ｂ）では同程度の速度の流れが減少し、その分布も縮小している。

[0045] スプール弁１の開方向に向かう噴流６０の速度成分は、スプール弁１の閉方向に作用する軸方向ＡＤの流体力に寄与する。従って、図６（ｂ）は、噴流６０の速度成分のうち、軸方向ＡＤの流体力に寄与する速度成分が減少していることを示している。

[0046] 図７は、軸２に直交する断面上の、出口ポート近傍の溝部２３内の静圧分布について、ＣＦＤを用いた数値解析結果を示す図である。図７（ａ）は比較例における静圧分布を示し、図７（ｂ）は本実施形態における静圧分布を示している。図７（ａ）に示す比較例の構成は図６（ａ）で想定した構成と同一である。また、両図とも静圧の変化を色の濃淡で示し、暗い（黒が濃い）領域ほど静圧が低い領域であることを示す。

[0047] 二点鎖線で囲まれた領域６３に着目すると、図７（ｂ）に示す低圧域６２Ｂは、図７（ａ）が示す低圧域６２Ａよりも縮小していることが判る。また、図７（ａ）は、溝部２３と出口ポート１２の境界付近に分布した、最も圧力低下が著しい領域（即ち最も暗い領域）を示している。一方、図７（ｂ）

は、このような領域の分布を示していない。

[0048] ある領域での静圧の低下は、その領域での動圧の増加を意味する。即ち、静圧の低下は、その領域での作動流体の加速を示唆する。一方、図６に示したように、溝部２３と出口ポート１２の境界面近傍は作動流体の噴流の起点である。このことから、図７（ｂ）に示す低圧域６２Ｂの縮小は、作動流体の噴流６０の速度低下、即ち、流体力の減少を示している。

[0049] 図８は、出口ポートの開口面積に対する流体力の変化を示すグラフである。図中の白丸は上述の比較例の構成によって得られた値、図中の黒丸は本実施形態の構成によって得られた値を示す。なお、これらの値はＣＦＤによる数値解析によって得られたものである。図８に示すように、本実施形態の構成で生じる流体力は、出口ポートの開口面積に関わりなく、比較例の構成によって生じる流体力よりも低下する。この低下の割合は、出口ポートの開口面積が広がるに従って増加する。例えば、出口ポートが全開の場合、流体力は５０％程度低減されることが判った。

[0050] このように、本実施形態によれば、出口ポートが、同一の開口面積をもつ単一の開口で構成されている場合に比べ、軸方向の流体力を低下させることができる。即ち、本実施形態によれば、圧力制御弁又は流量制御弁のオーバーライド特性に対する流体力の影響を抑えることができる。

[0051] また、軸方向の流体力の低減は、出口ポートを複数のスリットで構成することによって得られている。即ち従来のように、作動流体の噴流を偏向させるために、スプールの溝部の内面に対して凹部等の局所的な形状変化を施す必要が無い。作動流体に面する表面に微小な凹部等を設けた場合、その部分に作動流体中の異物が付着しやすくなる。異物の付着は噴流の偏向を妨げる。しかしながら、本実施形態ではそのような局所的な形状変化を必要としない。従って、作動流体内に異物が混入しやすい環境においても、スプール弁の本来の性能を長期間維持できる。

[0052] なお、本開示は上述の実施形態に限定されず、特許請求の範囲の記載によって示され、さらに特許請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのす

べての変更を含む。

請求の範囲

[請求項1] 作動流体の入口ポート及び出口ポートを含み、軸方向に延伸するスリーブと、

前記スリーブ内に、前記軸方向に移動可能に収容されるスプールと、

前記スプールの基端部を当該スプールの先端部に向けて押圧する付勢部材を含む付勢装置と、

前記スプールの前記先端部に向けて開口する前記作動流体の検圧ポートと

を備え、

前記出口ポートは複数のスリットを含み、

前記複数のスリットは、前記スリーブの周方向に間隔を置きながら配置され、前記軸方向に延伸している

スプール弁。

[請求項2] 前記出口ポートは、当該出口ポートの外形を規定すると共に前記周方向に間隔を置いて並んだ複数の領域に形成されている、

請求項１に記載のスプール弁。

[請求項3] 前記出口ポートは、第１部分と、前記第１部分よりも前記入口ポートから離れた位置に位置する第２部分に分けられ、

前記スリーブの前記周方向に沿った前記第１部分の幅は、前記第２部分に近づくに従って増加し、

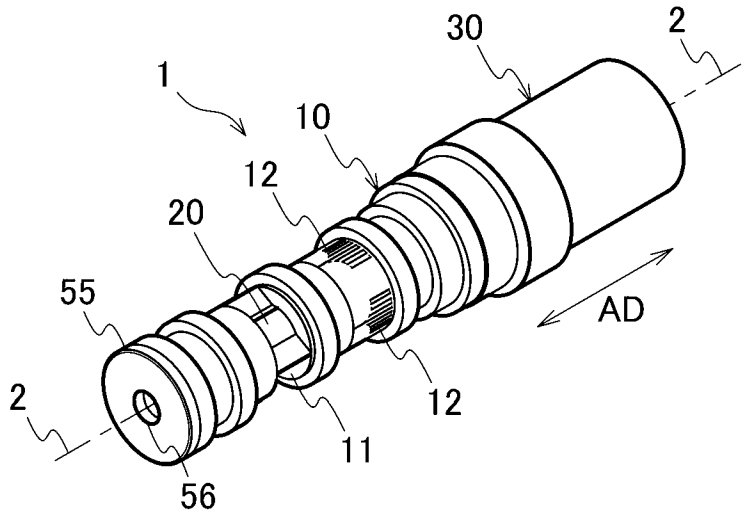
前記スリーブの前記周方向に沿った前記第２部分の幅は一定である、

請求項２に記載のスプール弁。

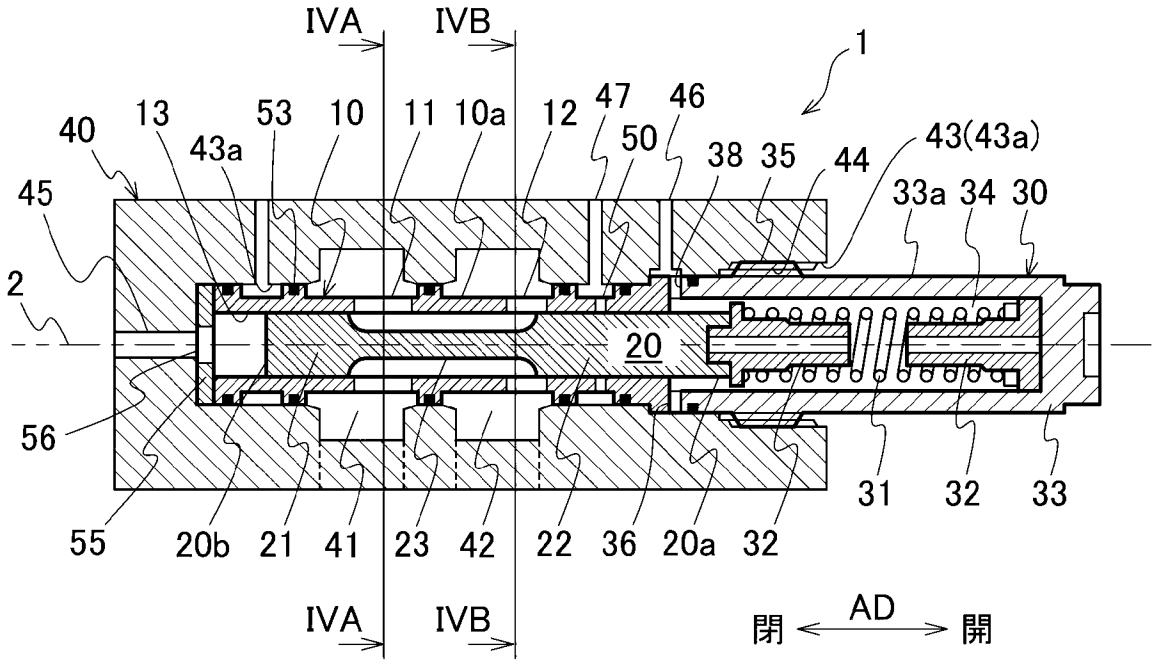
[請求項4] 前記複数のスリットは、前記周方向に所定の間隔を置きながら、前記周方向の全域に形成されている、

請求項１に記載のスプール弁。

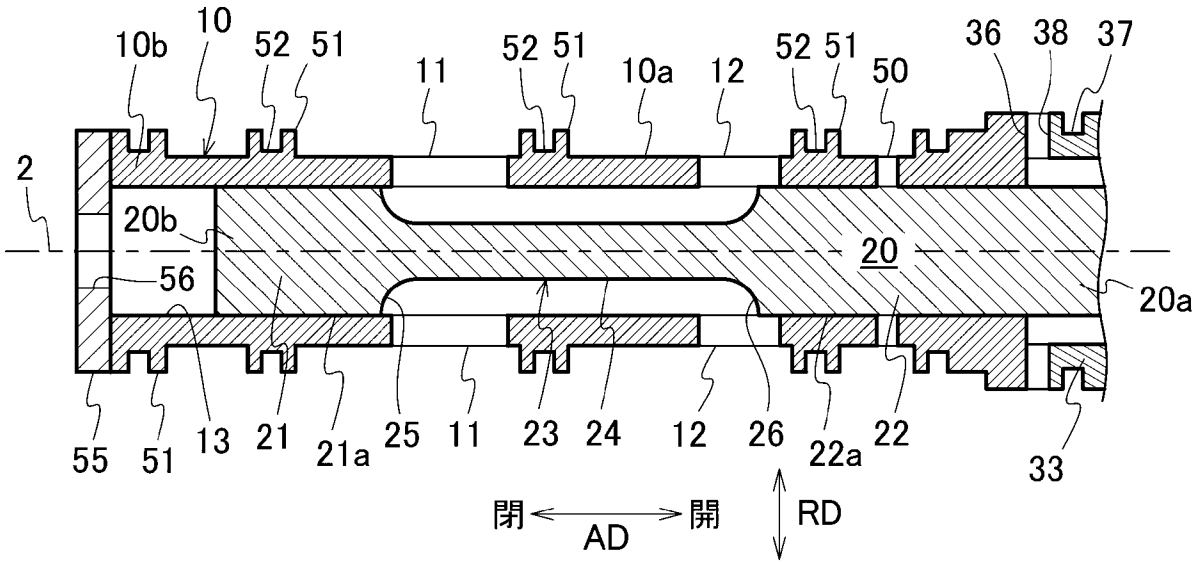
[図1]


30
2
1
10
12
20
55
AD
2
12
11
56

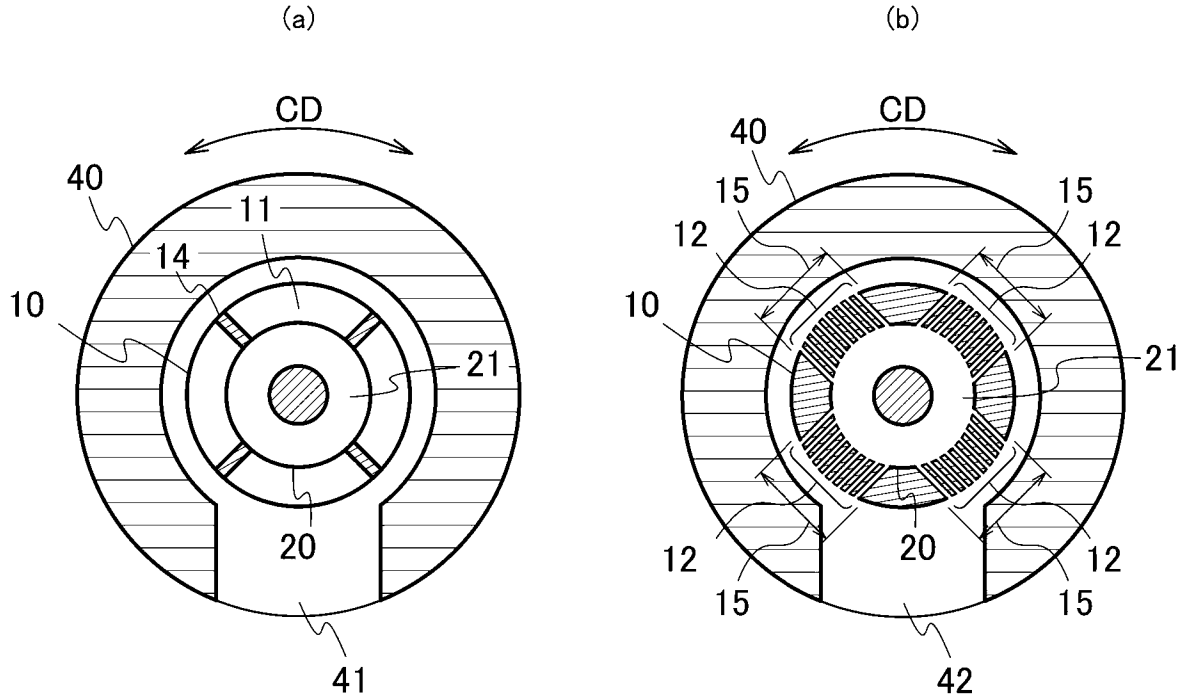
[図2]


IVA
IVB
1
40
13
53
10
11
10a
12
47
46
50
38
35
44
43(43a)
43a
45
33a
34
30
2
20
56
55
20b
21
41
23
42
22
36
20a
32
31
32
33
IVA
IVB
AD
閉
開

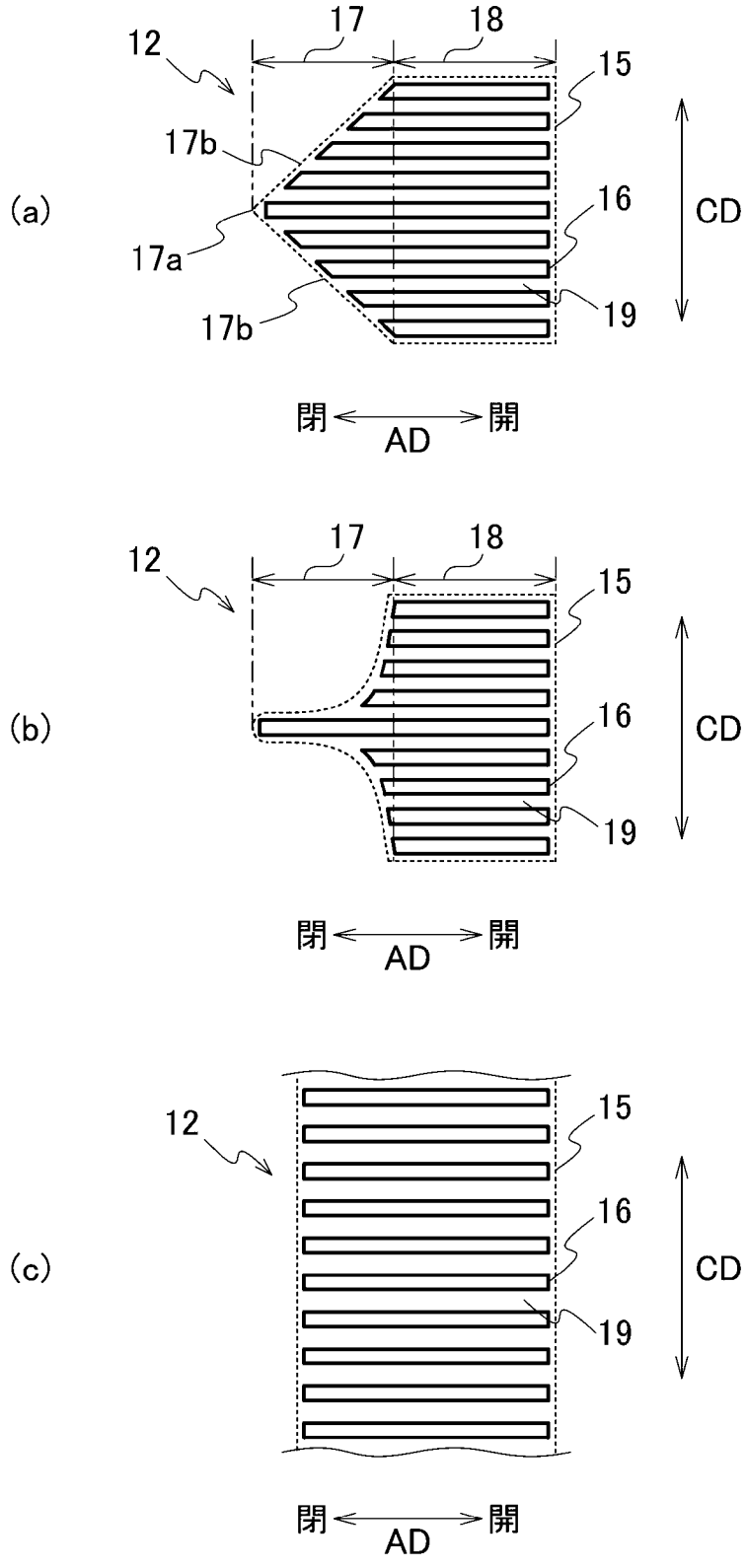
[図3]


10b
10
52
51
11
52
51
10a
12
52
51
50
36
38
37
2
20b
56
20
20a
55
51
13
21
21a
25
11
23
24
12
26
22a
22
33
閉
AD
開
RD

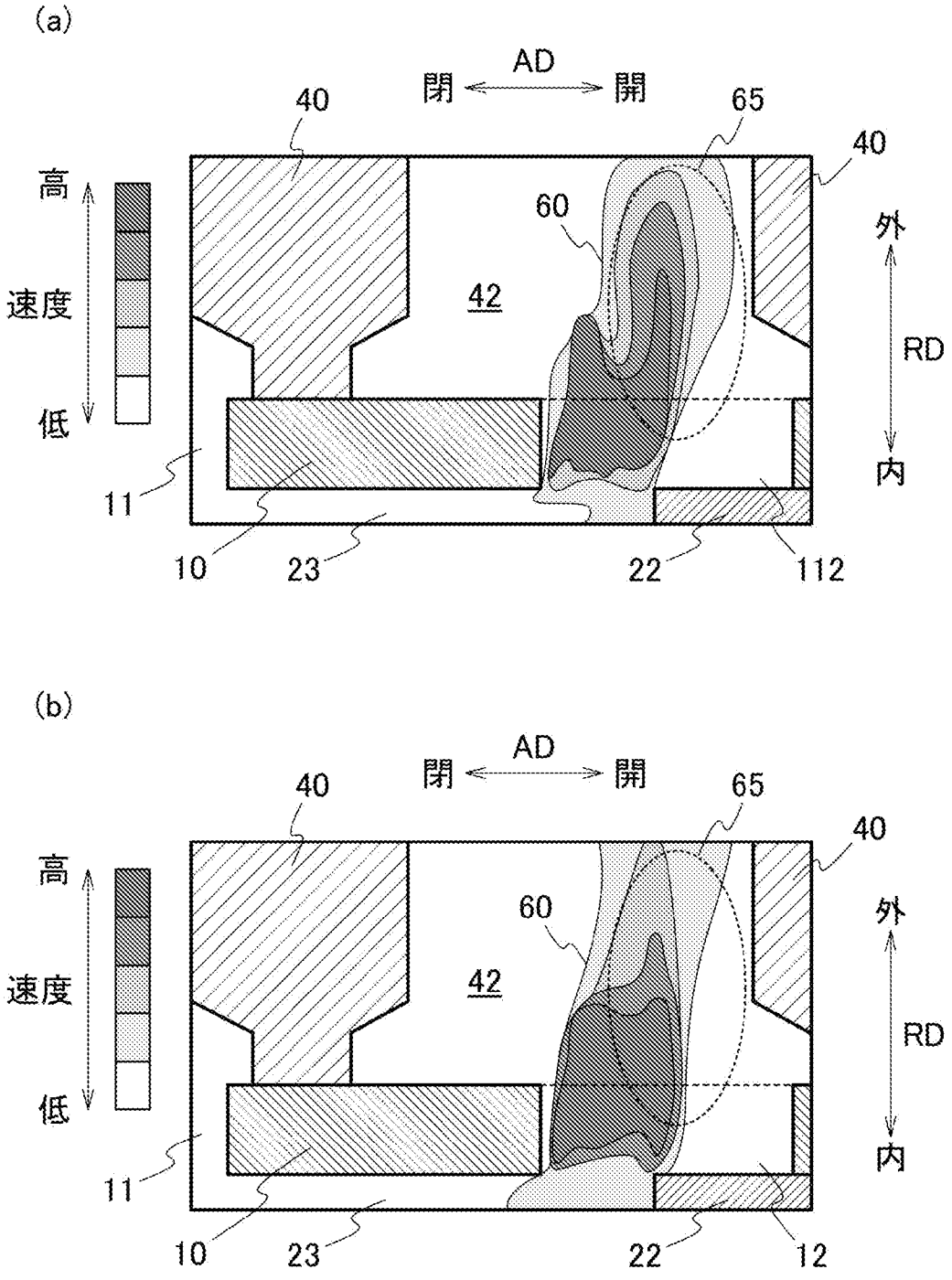
[図4]


(a)
CD
40
11
14
10
21
20
41
(b)
CD
40
15
15
12
12
10
21
12
12
20
15
15
42

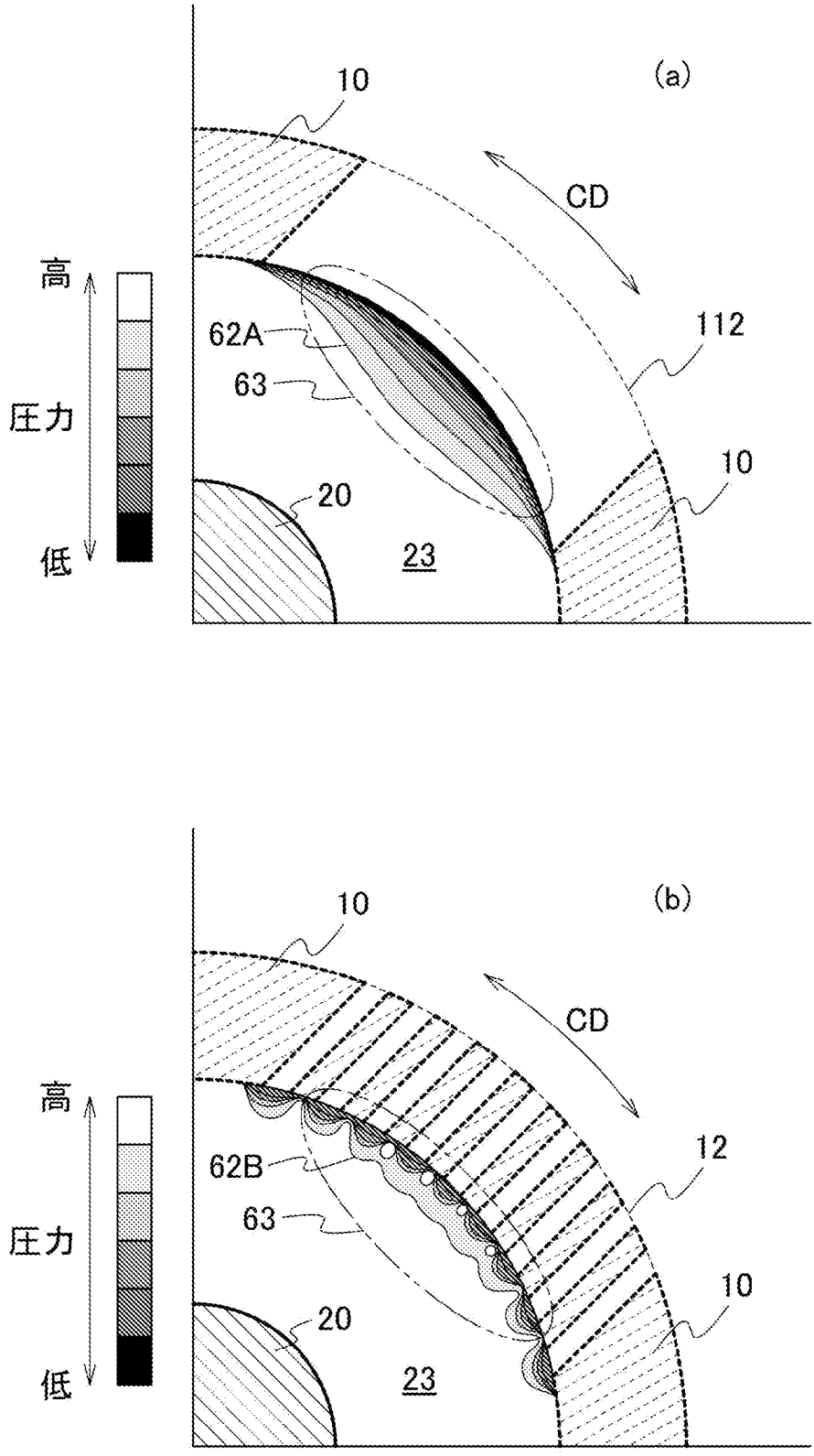
[図5]


(a)
12
17
18
15
17b
16
CD
17a
17b
19
閉
開
AD
(b)
12
17
18
15
16
CD
19
閉
開
AD
(c)
12
15
16
CD
19
閉
開
AD

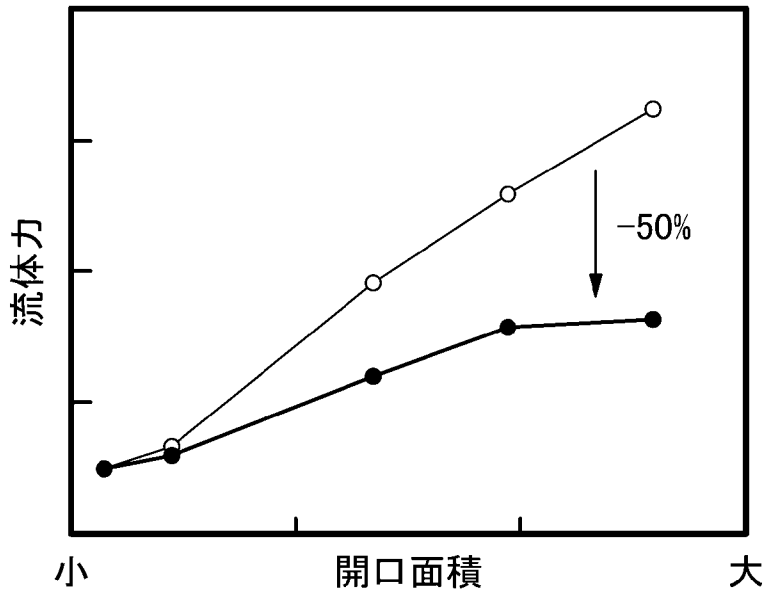
[図6]


(a)
AD
閉
開
40
65
40
高
速度
低
60
外
RD
内
42
11
10
23
22
112
(b)
AD
閉
開
40
65
40
高
速度
低
60
外
RD
内
42
11
10
23
22
12

[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/033990

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16K 3/32(2006.01)i; ***F16K 3/24***(2006.01)i
FI: F16K3/32 D; F16K3/24 D

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)

F16K3/00-3/36; F16K11/07; F16K17/18-17/34

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 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 062016/1974 (Laid-open No. 150832/1975) (YUKEN KOGYO CO LTD) 15 December 1975 (1975-12-15), specification, p. 2, line 17 to p. 4, line 14, fig. 1	1-2, 4
A	specification, p. 2, line 17 to p. 4, line 14, fig. 1	3
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 60855/1989 (Laid-open No. 374/1991) (TOYODA KOKI KABUSHIKI KAISHA) 07 January 1991 (1991-01-07), specification, p. 2, lines 1-11, fig. 1, 8	1-2, 4
Y	JP 2007-315605 A (JTEKT CORP) 06 December 2007 (2007-12-06) paragraphs [0036]-[0037], fig. 1, 4	1-2, 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
"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	Date of mailing of the international search report
28 September 2022	**11 October 2022**
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/JP2022/033990

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 50-150832 U1	15 December 1975	(Family: none)	
JP 3-374 U1	07 January 1991	(Family: none)	
JP 2007-315605 A	06 December 2007	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/033990

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

F16K 3/32(2006.01)i; F16K 3/24(2006.01)i
FI: F16K3/32 D; F16K3/24 D

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））

F16K3/00-3/36; F16K11/07; F16K17/18-17/34

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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	日本国実用新案登録出願49-062016号(日本国実用新案登録出願公開50-150832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（油研工業株式会社）15.12.1975（1975-12-15）明細書第2ページ第17行-第4ページ第14行，第1図	1-2，4
A	明細書第2ページ第17行-第4ページ第14行，第1図	3
Y	日本国実用新案登録出願1-60855号(日本国実用新案登録出願公開3-374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（豊田工機株式会社）07.01.1991（1991-01-07）明細書第2ページ第1-11行，第1，8図	1-2，4
Y	JP 2007-315605 A（株式会社ジェイテクト）06.12.2007（2007-12-06）段落0036-0037，図1，4	1-2，4

☐ 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	国際調査報告の発送日
28.09.2022	11.10.2022

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）
岩田　健一 3H 1954
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/JP2022/033990

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 50-150832 U1	15.12.1975	（ファミリーなし）	
JP 3-374 U1	07.01.1991	（ファミリーなし）	
JP 2007-315605 A	06.12.2007	（ファミリーなし）	