(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
2022年5月12日(12.05.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/097515 A1

(51) 国際特許分類:
F16K 3/24 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/039230

(22) 国際出願日： 2021年10月25日(25.10.2021)

(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 2020-185375 2020年11月5日(05.11.2020) JP

(71) 出願人: イーグル工業株式会社 (**EAGLE INDUSTRY CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1058587 東京都港区芝大門１－１２－１５ Tokyo (JP).

(72) 発明者: 川戸 惟寛 (**KAWATO Tadanobu**); 〒1058587 東京都港区芝大門１－１２－１５ イーグル工業株式会社内 Tokyo (JP). 西村 直己(**NISHIMURA Naoki**); 〒1058587 東京都港区芝大門１－１２－１５ イーグル工業株式会社内 Tokyo (JP). 星 政輝(**HOSHI Masaki**); 〒1058587 東京都港区芝大門１－１２－１５ イーグル工業株式会社内 Tokyo (JP).

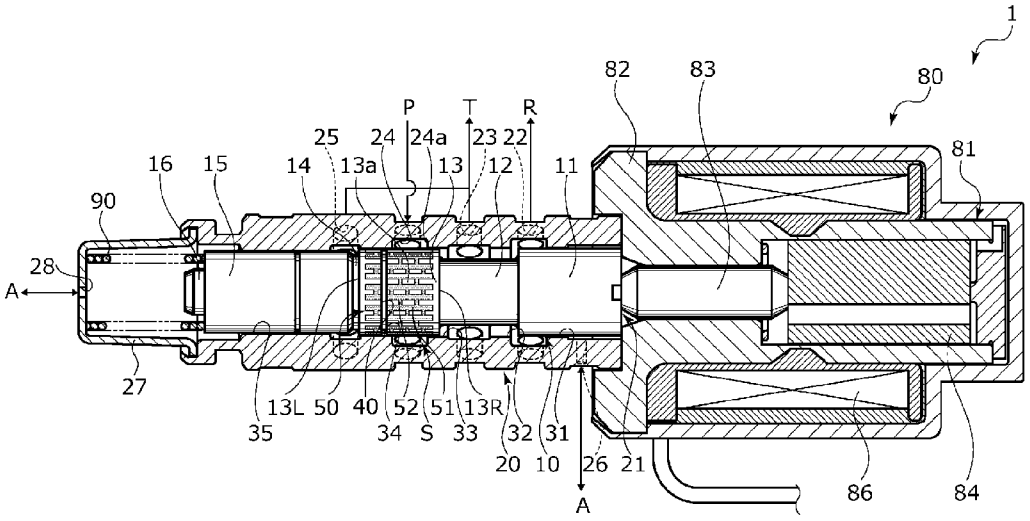
(74) 代理人: 重信 和男, 外 (**SHIGENOBU Kazuo** et al.); 〒1020094 東京都千代田区紀尾井町３番１号 ＫＫＤビル７階 Tokyo (JP).

(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, IT, JO, JP, KE, KG, KH,

WO 2022/097515 A1

(54) **Title:** SPOOL VALVE

(54) 発明の名称： スプール弁



(57) **Abstract:** The purpose of the present invention is to provide a spool valve with which a spool can be stably moved in an axial direction. This spool valve (1) comprises a sleeve (20) in which a plurality of ports (22 – 25) are formed, and a spool (10) which is positioned inside the sleeve (20) and in which a land (13) is formed so as to be able to slide against inner walls (33), (34) of the sleeve (20), wherein an indentation (50) is formed in the land (13) over the entire circumferential direction.

［続葉有］

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：安定してスプールを軸方向に移動可能なスプール弁を提供することを目的とする。 複数のポート（２２～２５）が形成されたスリーブ（２０）と、スリーブ（２０）内に配置され、ランド（１３）がスリーブ（２０）の内壁（３３），（３４）に摺接可能に形成されたスプール（１０）と、を備えたスプール弁（１）であって、ランド（１３）には、周方向全域に亘って窪み（５０）が形成されている。

明　細　書

発明の名称 ： スプール弁

技術分野

[0001] 本発明は、流体制御に使用されるスプール弁に関する。

背景技術

[0002] 様々な産業分野で流体の制御を行うために利用されている弁は、弁体の移動により弁開度が調節されることで流体の圧力や流量を制御可能となっている。このような弁には、弁体が弁座である開口に対して平行に移動するスプール式、弁体が弁座である開口に対して直交するように移動するリフト式が代表的な弁形態として挙げられる。特にスプール式は、弁体であるスプールの移動方向に流体からの力が作用せず、広い範囲の流体圧に対応できる利点や、多ポート構造を簡単に構成できる利点がある。

[0003] このようなスプール式の弁の一例である特許文献１に示されるスプール弁は、内側段付き円筒状のスリーブ内に、ソレノイドによって軸方向に駆動されるスプールが挿入されている。スプールは複数のランドを有し、ランドがスリーブの内壁に摺接しながら移動する。また、スリーブには、入口ポート、出口ポートが設けられている。

[0004] ソレノイドの非通電時には、入口ポートに一つのランドが面しており、このランドにより入口ポートが閉塞されており、入口ポートから出口ポートへの流体の流れが阻止された閉弁状態となっている。また、ソレノイドの通電時には、ソレノイドの駆動力によってスプールがコイルスプリングの付勢力に抗して軸方向に移動し、入口ポートから出口ポートへの流体の流れを許容する開弁状態となる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１４－１６３４７８号公報（第４，５頁、第１図）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] このように特許文献１のようなスプール弁にあっては、ソレノイドへの通電量を調節し、当該通電量に応じた弁開度にすることによって、流体の圧力や流量を制御することができる。しかしながら、例えば閉弁状態から開弁状態へと切り替わると、入口ポートから出口ポートに向かって流体の流れが生じ、入口ポートを通って高圧の流体が流れ込み過渡的にスプールを径方向に移動させる力が働く場合がある。これによりスプールが僅かに傾く、撓み変形する等によりランドがスリーブの内壁にかじり、ハイドロリックロックが生じてしまうことでスプールの円滑な移動が妨げられる虞もあった。

[0007] 本発明は、このような問題点に着目してなされたもので、安定してスプールを軸方向に移動可能なスプール弁を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 前記課題を解決するために、本発明のスプール弁は、

複数のポートが形成されたスリーブと、前記スリーブ内に配置され、ランドが前記スリーブの内壁に摺接可能に形成されたスプールと、を備えたスプール弁であって、

前記ランドおよび当該ランドが摺接する前記スリーブの内壁の少なくともいずれか一方には、周方向全域に亘って窪みが形成されている。

これによれば、窪みに流体が保持されることから、スプールのランドとスリーブの内壁との良好な潤滑状態が保たれる。よって、安定してスプールを軸方向に移動させることができる。また、スリーブの内壁とランドの間に周方向の位置を問わず流体を供給することができるから、周方向の位置を問わずにスプールのランドとスリーブの内壁との潤滑状態を良好とすることができる。

[0009] 前記窪みは、複数の窪部から形成されており、

前記ランドおよび当該ランドが摺接する前記スリーブの内壁の少なくともいずれか一方は、隣り合う前記窪部の間に前記スリーブの内壁または前記ランドに摺接する荷重受部を有していてもよい。

これによれば、スプールがスリーブに対して相対的に傾動または撓み変形しようとした場合に、荷重受部によって支持される。よって、スプールがスリーブに対して相対的に大きく傾動または撓み変形することを抑止することができる。

[0010] 前記窪みは、軸方向に延びていてもよい。

これによれば、軸方向に離れた位置まで流体を供給することができる。また、弁体が移動していずれかのポートと連通し易い。また、ポートと連通することにより、当該ポートから流体が供給されるため、流体の枯渇を防止することができる。

[0011] 前記ランドは、前記スリーブに流体が流入する入口ポートと対向してもよい。

これによれば、入口ポートと対向するランドおよび当該ランドが摺接するスリーブの内壁の少なくともいずれか一方に窪みが設けられることから、流体の影響を受け易いランドと当該ランドが摺接する前記スリーブの内壁とが良好な潤滑状態に保たれる。よって、安定してスプールを軸方向に移動させることができる。

[0012] 前記窪みは、前記入口ポートが連通する環状空間に連通していてもよい。

これによれば、入口ポートから流入した流体が環状空間によって周方向に分散され、スプールを径方向に移動させる力が軽減される。そのため、ランドがスリーブの内壁にかじり難くなり、より安定してランドと内壁との良好な潤滑状態を保つことができる。

[0013] 前記窪みは、流体が貯留される貯留溝に連通していてもよい。

これによれば、貯留溝からも流体が窪みに供給されるため、より確実に流体を供給することができる。

[0014] 前記窪みは、前記ランドおよび当該ランドが摺接する前記スリーブの内壁の少なくともいずれか一方において、前記窪みが形成された箇所の軸方向両側の端から離間していてもよい。

これによれば、窪み内の流体が隣接する空間に漏れることを防止すること

ができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明に係る実施例１のスプール弁が閉塞された様子を一部破断して示す断面図である。

[図2]本発明に係る実施例１のスプール弁が開放された様子を一部破断して示す断面図である。

[図3]スプール弁の要部を拡大した断面図である。

[図4]スリーブに対してスプールが傾動した様子を拡大して示す断面図である。

[図5]本発明に係る実施例２のスプール弁の要部を示す断面図である。

[図6]本発明に係る実施例３のスプール弁の要部を示す断面図である。

[図7]本発明に係る実施例４のスプール弁の要部を示す断面図である。

[図8]窪みの変形例を示す正面図である。

発明を実施するための形態

[0016] 本発明に係るスプール弁を実施するための形態を実施例に基づいて以下に説明する。

実施例 1

[0017] 実施例１に係るスプール弁につき、図１～図４を参照して説明する。以下、図１の正面から見て左右をスプール弁の左右として説明する。詳しくは、ソレノイド８０が配置される紙面右側をスプール弁の右側、コイルスプリング９０が配置される紙面左側をスプール弁の左側として説明する。尚、窪みについては、ドット状のテクスチャを付して図示することもある。

[0018] 図１を参照して、スプール弁１は、油の流量を調整するスプールタイプのソレノイドバルブである。尚、スプール弁１により流量等を調整する流体は油に限られない。

[0019] 図１に示されるように、スプール弁１は、スプール１０と、スリーブ２０と、ソレノイド８０と、コイルスプリング９０と、から主に構成されている。スプール１０は、金属材料または樹脂材料により形成されている。スリー

ブ２０には、スプール１０が軸方向に移動可能に挿入されている。ソレノイド８０は、スリーブ２０に接続されスプール１０に開弁方向への駆動力を及ぼすようになっている。コイルスプリング９０は、スリーブ２０内に配置されスプール１０に閉弁方向への付勢力を及ぼしている。

[0020] ソレノイド８０は、ケーシング８１と、固定鉄心としてのステータ８２と、ロッド８３と、可動鉄心８４と、励磁用のコイル８６と、から主に構成されている。ステータ８２は、ケーシング８１の一部である。ロッド８３は、ケーシング８１に挿通され軸方向に往復動自在に配置されている。可動鉄心８４は、ケーシング８１に挿通されロッド８３に駆動力を伝達するようになっている。コイル８６は、ケーシング８１の外側にボビンを介して巻き付けられている。

[0021] ケーシング８１の左端部には、左向きＴ字状のステータ８２が配置されている。ステータ８２の左端部中央には、軸方向右方に凹む凹部が形成されている。この凹部には、スリーブ２０の右端部が圧入・固定されている。

[0022] スリーブ２０は、径方向中央に軸方向に貫通する貫通孔２１が形成された、段付き円筒状に形成されている。

[0023] また、スリーブ２０には、軸方向右方から順に、排出ポート２２、出口ポート２３、入口ポート２４、フィードバックポート２５が形成されている。排出ポート２２は、オイルリザーバＲと連通している。出口ポート２３は負荷Ｔに連通している。入口ポート２４は、油圧ポンプＰに連通している。フィードバックポート２５は、出口ポート２３に連通している。各ポート２２～２５は、貫通孔２１に対して主に径方向に延在している流路である。

[0024] また、スリーブ２０の内径側には、第１内壁３１と、第２内壁３２と、第３内壁３３と、第４内壁３４と、第５内壁３５が形成されている。第１内壁３１は、排出ポート２２の軸方向右方側にて内径側に突出し環状に形成されている。第２内壁３２は、排出ポート２２の軸方向左方側にて内径側に突出し環状に形成されている。第３内壁３３は、出口ポート２３の軸方向左方側にて内径側に突出し環状に形成されている。第４内壁３４は、入口ポート２

４の軸方向左方側にて内径側に突出し環状に形成されている。第５内壁３５は、フィードバックポート２５の軸方向左方側にて内径側に突出し環状に形成されている。

[0025] また、スリーブ２０の内径側には、凹部２４ａが形成されている。凹部２４ａは、第３内壁３３および第４内壁３４の間に径方向外径側に凹み環状に形成されている。この凹部２４ａによって画成されている環状空間Ｓは、入口ポート２４および貫通孔２１に連通している。本実施例における貫通孔２１は、内壁３１～３５によって画成される円柱状の孔である。

[0026] また、スリーブ２０には、第１内壁３１の軸方向右方側にスリーブ２０外の外空間Ａに連通する呼吸路２６が形成されている。

[0027] また、スリーブ２０の左端部には、コイルスプリング９０を保持するリテーナ２７がカシメ固定されている。また、リテーナ２７の底部には、外空間Ａに連通する呼吸路２８が形成されている。

[0028] ソレノイド８０とスプール１０との間の空間の容積、スプール１０とリテーナ２７との間の空間の容積は、スプール１０の移動によって変化するようになっている。なお、呼吸路２６，２８はスリーブ２０外の外空間Ａに連通しているので容積の変化に応じて外空間Ａから流体が流出入することから、各空間の圧力が略同一に保たれるようになっている。

[0029] スプール１０は、外径側段付き円柱状に形成されている。スプール１０の外周面には、摺動性の良化や、腐食防止等を目的としてメッキ、ＤＬＣ(diamond‐like carbon)、二硫化モリブデン等によるコーティングが施されてコーティング層Ｃ（図３参照）が形成されている。尚、図３，４では、説明の都合上、コーティング層Ｃを誇張して図示している。また、スリーブ２０の内周面にもコーティング層Ｃが形成されていてもよく、スプール１０、スリーブ２０共にコーティングされていなくともよい。

[0030] スプール１０には、軸方向右方から順に、第１ランド１１と、第１小径部１２と、第２ランド１３と、第２小径部１４と、第３ランド１５と、第３小径部１６が形成されている。第１小径部１２は、第１ランド１１よりも小径

に形成されている。第２ランド１３は、第１小径部１２よりも大径に形成されている。第２小径部１４は、第２ランド１３よりも小径に形成されている。第３ランド１５は、第２小径部１４よりも大径に形成されている。第３小径部１６は、第３ランド１５よりも小径に形成されている。

[0031] 図１，図２を参照して、スプール１０がスリーブ２０の貫通孔２１に挿通された状態において、第１ランド１１は第１内壁３１および第２内壁３２に摺接可能に配置されている。第２ランド１３は第３内壁３３および第４内壁３４に摺接可能に配置されている。第３ランド１５は第５内壁３５に摺接可能に配置されている。

[0032] 図１～図３を参照して、第２ランド１３には、環状の貯留溝４０と、あみだくじ（すなわちladder lottery）状の窪み５０が形成されている。貯留溝４０は、コーティング前の第２ランド１３が周方向に亘って環状に切削された後、その表面がコーティングされて形成された溝である。また、窪み５０は、スプール１０のコーティング層Ｃ（図３参照）の周方向に亘って形成された窪みである。

[0033] 図１，図２を参照して、窪み５０についてより詳しくは、軸方向に直線状に延びる複数の軸窪部５１と、周方向に直線状に延びる複数の周窪部５２から構成されている。

[0034] 各軸窪部５１は、周方向所定間隔置きに配置されている。また、各軸窪部５１の軸方向両端部は、第２ランド１３における軸方向右端および同左端、言い換えれば出口ポート２３側の端１３Ｒおよびフィードバックポート２５側の端１３Ｌから離間し、軸方向に閉塞されている。

[0035] また、軸窪部５１は、その軸方向左端部に形成されている貯留溝４０に連通している。より詳しくは、入口ポート２４側から貯留溝４０に連通している部分と、貯留溝４０から第２ランド１３の端１３Ｌ側に連通している部分がある。

[0036] 各周窪部５２は、軸方向に所定間隔置きに配置されている。また、周方向に隣接する周窪部５２同士は軸方向位置が異なり、周方向に一つ離れた周窪

部５２同士は軸方向位置が同じとなっている。つまり、窪み５０は周方向全域に亘って特定のパターンが等配に設けられている。

[0037] 図３に示されるように、貯留溝４０の深さ寸法Ｌ１は、軸窪部５１の深さ寸法Ｌ２よりも十分に深くなっている（Ｌ１＞Ｌ２）。具体的には、貯留溝４０の深さ寸法Ｌ１は１００μｍに形成されており、軸窪部５１の深さ寸法Ｌ２は５μｍに形成されている。また、周窪部５２の深さ寸法は軸窪部５１の深さ寸法と略同一である。尚、貯留溝４０の深さ寸法が軸窪部５１の深さ寸法よりも深く形成されていれば、貯留溝４０及び軸窪部５１の深さ寸法は自由に変更できる。好ましくは、深さ寸法Ｌ１は深さ寸法Ｌ２の５倍以上である。

[0038] また、図１，図２に示されるように、第２ランド１３には、隣り合う一対の軸窪部５１と一対の周窪部５２、または隣り合う一対の軸窪部５１と一の周窪部５２によって囲まれた荷重受部１３ａが多数形成されている。これら荷重受部１３ａはスリーブ２０の内壁３３，３４に摺動する。

[0039] 次に、スプール弁１の動作について、図１～図４を参照して説明する。

[0040] 図１に示されるように、ソレノイド８０の非通電時においては、コイルスプリング９０の付勢力によってスプール１０が軸方向右方へと移動されて第２ランド１３とスリーブ２０の内壁３３，３４の間が密封されている。これにより、入口ポート２４から出口ポート２３への流体の流入が規制されている閉弁状態となっている。すなわち、スプール弁１はノーマルクローズである。尚、スプール弁１はノーマルオープンであってもよい。

[0041] 閉弁状態では、第１ランド１１と第２内壁３２が離間しており、排出ポート２２と出口ポート２３が連通状態となっている。

[0042] また、閉弁状態では、窪み５０の軸方向中央部分が環状空間Ｓに、中央部分よりも軸方向右側が第３内壁３３に、中央部分よりも軸方向左側が第４内壁３４にそれぞれ面している。中央部分は、環状空間Ｓの流体に曝されているため、軸窪部５１や周窪部５２を伝ってスリーブ２０の内壁３３，３４に面している部分にも流体が供給されている、すなわち入口ポート２４から軸

方向に離れた位置まで流体が供給されている。

[0043] 加えて、窪み５０は周方向に亘って形成されているため、周方向の位置を問わず流体が供給されている。

[0044] また、窪み５０の軸方向両端部は、第２ランド１３の端１３Ｒまたは端１３Ｌの近傍で閉塞している。また、該箇所はスリーブ２０の内壁３３，３４に面しているため、窪み５０内の流体が第２ランド１３の外に漏れることが防止されている。

[0045] また、貯留溝４０は、窪み５０に連通しているため、入口ポート２４から窪み５０を通じて流体が供給されている。

[0046] また、第２ランド１３における端１３Ｒおよび端１３Ｌに作用する圧力は、出口ポート２３にフィードバックポート２５が連通しているため略同一となっている。

[0047] 次いで、通電状態について説明する。スプール弁１は、ソレノイド８０に電流が印加されることにより発生する電磁力がコイルスプリング９０の付勢力を上回ると、可動鉄心８４がステータ８２側、すなわち軸方向左側に引き寄せられる。また、可動鉄心８４に固定されたロッド８３が軸方向左方へ一体に移動することにより、スプール１０が軸方向左方へ移動する。

[0048] 入口ポート２４と対向する第２ランド１３に窪み５０が形成されており、上述したように閉弁状態において窪み５０全体に流体が供給されている。これにより、流体の影響を受けやすい第２ランド１３と第３内壁３３との良好な潤滑状態が保たれる。また、第２ランド１３と内壁３３，３４との良好な潤滑状態が保たれる。よって、スプール１０の移動に必要な駆動力が低減され、安定して軸方向に移動させることができる。

[0049] また、窪み５０には、入口ポート２４から流入する流体ばかりでなく、貯留溝４０からもスプール１０の移動により窪み５０内の流体が移動することに伴って流体が供給されるため、より確実に流体を供給することができる。

[0050] また、スプール１０の移動において、窪み５０に流入した流体の圧力によって浮力を生じさせる場合もある。

[0051] また、軸窪部５１、周窪部５２には、スプール１０の移動によって他の軸窪部５１、周窪部５２から荷重受部１３ａ上に移動した流体も流入するため、枯渇し難くなっている。

[0052] これらにより、内壁３３，３４と第２ランド１３との間に液膜が形成されるため、内壁３３，３４と第２ランド１３との間で強い摩擦力が生じにくくなっている。

[0053] 図２，図４を参照して、閉弁状態からスプール１０の軸方向左方へ移動すると、第２ランド１３と第３内壁３３が離間し、入口ポート２４から出口ポート２３に流体が流入する開弁状態となる。その後、印加される電流が増すごとにスプール１０は軸方向左側へと移動し、図２では弁開度が最大となっている。

[0054] 開弁状態では、窪み５０の軸方向右半分が環状空間Ｓに、軸方向右半分よりも左側に位置する軸方向左半分が第４内壁３４にそれぞれ面している。これにより、軸方向右半分は、環状空間Ｓの流体に曝されているため、軸窪部５１や周窪部５２を伝ってスリーブ２０の第４内壁３４に面している軸方向左半分にも流体が供給されている、すなわち入口ポート２４から軸方向に離れ第４内壁３４に面する位置まで流体が供給されている。

[0055] また、貯留溝４０は、非通電時であっても（図１参照）、通電時かつ弁開度が最大であっても（図２参照）、第４内壁３４に面しており、フィードバックポート２５に直接連通していないため、貯留溝４０内の流体が枯渇することが防止されている。

[0056] 次に、閉弁状態から開弁状態への切り替わりについて説明する。

[0057] 閉弁状態から開弁状態への切り替わりにあたって、図４において白抜き矢印で示すように過渡的にスプール１０を径方向に移動させる力が作用し、図４において黒塗り矢印で示すように第２ランド１３が第４内壁３４に押し付けられることがある。このような場合にも、スプール弁１は、窪み５０には流体が保持されていることから、第２ランド１３と内壁３３，３４との良好な潤滑状態が保たれる。よって、安定してスプール１０を軸方向左方に移動

させることができる。

[0058] また、窪み５０は、周方向に亘って形成されているため、周方向の位置を問わずに第２ランド１３と第４内壁３４との潤滑状態を良好とすることができる。

[0059] また、スプール１０は、第２ランド１３に形成されている複数の荷重受部１３ａによってスリーブ２０の内壁３３，３４に支持されるため、大きく傾動または撓み変形することが抑止されている。

[0060] また、窪み５０の軸方向左端部は、スプール１０が軸方向左方に移動してフィードバックポート２５に連通することで、フィードバックポート２５から流体の供給を受けることが可能となっている。すなわち、窪み５０が軸方向に延びているため、フィードバックポートと連通しやすく、流体の枯渇を防止することができる。

[0061] また、窪み５０は、周方向において周窪部５２が不連続に配置されているため、周方向に亘って連続している構成と比較して、流体が直線状に移動し難いことから、周方向全域において流体を保持しやすくなっている。

[0062] また、閉弁状態における環状空間Ｓは、第３内壁３３および第４内壁３４の間の凹部２４ａと、第２ランド１３によって画成された環状の空間となっているため、閉弁状態から開弁状態への切り替わり時に、流体から作用する力は周方向に分散されやすく過渡的にスプール１０を径方向に移動させる力が軽減されるようになっている。これにより、第２ランド１３がスリーブ２０の内壁３３，３４にかじり難くなり、より安定して第２ランド１３と内壁３３，３４との良好な潤滑状態を保つことができる。

実施例 2

[0063] 次に、実施例２に係るスプール弁について、図５を参照して説明する。尚、前記実施例１と同一構成で重複する構成の説明を省略する。

[0064] 図５に示されるように、スプール弁１０１は、スプール１１０の第２ランド１１３に窪み１５０が形成されている。

[0065] 窪み１５０は、周方向を基準とし位相が１８０度ずれた同振幅・同周期三

角波状の三角波状窪部１５１，１５２から構成されている。また、周方向複数箇所で各々の窪部１５１，１５２が連通している。また、各三角波状窪部１５１，１５２の軸方向両端部が、第２ランド１１３の端１１３Ｒ，１１３Ｌから離間し、軸方向に閉塞されている。

[0066] これらのように、窪み１５０は一条のダイアゴナルチェック状に形成されている。

[0067] また、三角波状窪部１５１および三角波状窪部１５２の深さ寸法は、前記実施例１における軸窪部５１および周窪部５２それぞれの深さ寸法Ｌ２と略同一である。

[0068] 第２ランド１１３には、三角波状窪部１５１と三角波状窪部１５２によって囲まれた荷重受部１１３ａが多数形成されている。これら荷重受部１１３ａはスリーブ２０の内壁３３，３４に摺動する。

[0069] これにより、閉弁状態において、窪み１５０には流体が保持されているばかりでなく、入口ポート２４から供給されていることから、第２ランド１１３と内壁３３，３４との良好な潤滑状態が保たれるため、安定してスプール１１０を軸方向左方に移動させることができる。

[0070] また、図５（ｂ）に示されるように、窪み１５０の軸方向左端部は、スプール１１０が軸方向左方に移動してフィードバックポート２５に連通することで、フィードバックポート２５から流体の供給を受けることが可能となっている。

[0071] また、スプール１１０の移動において、窪み１５０に流入した流体の圧力によって浮力を生じさせる場合もある。

[0072] また、三角波状窪部１５１、三角波状窪部１５２には、スプール１１０の移動によって他の三角波状窪部１５１、三角波状窪部１５２から荷重受部１１３ａ上に移動した流体も流入するため、より枯渇し難くなっている。

[0073] これらにより、内壁３３，３４と第２ランド１１３との間に液膜が形成されるため、内壁３３，３４と第２ランド１１３との間で強い摩擦力が生じにくくなっている。

実施例 3

[0074] 次に、実施例３に係るスプール弁について、図６を参照して説明する。尚、前記実施例１，２と同一構成で重複する構成の説明を省略する。

[0075] 図６に示されるように、スプール弁２０１には、スプール２１０の第２ランド２１３に、球の一部形状に凹む窪みであるディンプル２５０が複数形成されており、各ディンプル２５０の周囲には荷重受部２１３ａが形成されている。また、各ディンプル２５０は、第２ランド２１３の端２１３Ｌ，２１３Ｒから離間している。尚、ディンプル２５０は、円柱状に凹んでいてもよく、多角柱状に凹んでいてもよく、球の一部形状に限定されるものではない。

[0076] また、ディンプル２５０の最も深い部分の深さ寸法は、前記実施例１における軸窪部５１および周窪部５２それぞれの深さ寸法Ｌ２と略同一である。

[0077] これにより、閉弁状態において環状空間Ｓに面している各ディンプル２５０には、流体が供給されており、閉弁状態において、ディンプル２５０には流体が保持されている。よって、第２ランド２１３と内壁３３，３４との良好な潤滑状態が保たれるため、安定してスプール２１０を軸方向左方に移動させることができる。

[0078] また、図６（ｂ）に示されるように、軸方向左側に位置する各ディンプル２５０は、スプール２１０が軸方向左方に移動してフィードバックポート２５に連通することで、フィードバックポート２５から流体の供給を受けることが可能となっている。

[0079] また、スプール２１０の移動において、ディンプル２５０に流入した流体の圧力によって浮力を生じさせる場合もある。

[0080] また、閉弁状態においても、開弁状態においても、入口ポート２４およびフィードバックポート２５に面しない各ディンプル２５０については、スプール２１０の移動によって他のディンプル２５０から荷重受部２１３ａ上に移動した流体が流入することで供給されるため、枯渇し難くなっている。

[0081] これらにより、内壁３３，３４と第２ランド２１３との間に液膜が形成さ

れるため、内壁３３，３４と第２ランド２１３との間で強い摩擦力が生じにくくなっている。

実施例 4

[0082] 次に、実施例４に係るスプール弁について、図７を参照して説明する。尚、前記実施例１～３と同一構成で重複する構成の説明を省略する。

[0083] 図７を参照して、スプール弁３０１には、スプール３１０の第２ランド３１３には窪みが形成されておらず平滑な外周面をなしている。一方、スリーブ１２０には、内壁１３３，１３４のコーティング層Ｃに複数の軸窪部３５１および複数の周窪部３５２から構成され、凹部２４ａに連通している窪み３５０が形成されている。

[0084] また、軸窪部３５１および周窪部３５２の深さ寸法は、前記実施例１における軸窪部５１および周窪部５２それぞれの深さ寸法Ｌ２と略同一である。

[0085] また、内壁１３３，１３４には、隣り合う一対の軸窪部３５１と一対の周窪部３５２、または隣り合う一対の軸窪部３５１と一の周窪部３５２によって囲まれた荷重受部１３３ａ，１３４ａが多数形成されている。これら荷重受部１３３ａ，１３４ａにはスプール３１０の第２ランド３１３が摺接する。

[0086] これにより、閉弁状態において、窪み３５０には流体が保持されているばかりでなく、入口ポート２４から供給されていることから、第２ランド３１３と内壁１３３，１３４との良好な潤滑状態が保たれる。よって、安定してスプール３１０を軸方向左方に移動させることができる。

[0087] また、窪み３５０の軸方向両端部は、閉弁状態において第２ランド３１３の端３１３Ｌ，３１３Ｒから離間しており、出口ポート２３およびフィードバックポート２５に連通していないため、窪み３５０内の流体が第２ランド３１３の外に漏れることが防止されている。

[0088] また、スプール３１０の移動において、窪み３５０に流入した流体の圧力によって浮力を生じさせる場合もある。

[0089] また、軸窪部３５１、周窪部３５２には、スプール３１０の移動によって

他の軸窪部３５１、周窪部３５２から荷重受部１３３ａ，１３４ａ上に移動した流体も流入するため、より枯渇し難くなっている。

[0090] これらにより、内壁１３３，１３４と第２ランド３１３との間に流体による液膜が形成されるため、内壁１３３，１３４と第２ランド３１３との間で強い摩擦力が生じにくくなっている。

[0091] また、スプール３１０は、内壁１３３，１３４に形成されている複数の荷重受部１３３ａ，１３４ａによって支持されるため、大きく傾動または撓み変形することが抑止されている。

[0092] 以上、本発明の実施例を図面により説明してきたが、具体的な構成はこれら実施例に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲における変更や追加があっても本発明に含まれる。

[0093] 例えば、前記実施例では、スプール弁は、駆動方法がソレノイド式である構成として説明したが、これに限らず、手動式、油圧式等他の駆動方法であってもよい。

[0094] また、窪みは、周方向に亘って形成されているあみだくじ状、ダイアゴナルチェック状、ディンプルである構成として説明したが、これに限らず、周方向に亘って形成されている格子状（図８（ａ）参照）、ダイアゴナルストライプ状（図８（ｂ）参照）等であってもよい。また、軸窪部から周方向に延びるＬ字状部、逆Ｌ字状部を複数有する窪みが周方向に所定間隔置きに複数配置されてもよい（図８（ｃ）参照）。また、周方向に連続する環状の窪みのみが軸方向に複数離間配置されていてもよい（図８（ｄ）参照）。また、スプールが開弁方向へ移動するにあたってスリーブの内壁と接触する部分にのみ窪みが形成されていてもよい（図８（ｅ）参照）。また、実施例１～３や図８の各形状を組合わせてもよく、適宜変更されてもよい。

[0095] また、窪みは閉弁状態において入口ポートに面する第２ランドまたは、入口ポートに連通するスリーブの内壁に形成されている構成として説明したが、これに限らず、他のポートに面するランドまたは他のポートに連通するスリーブの内壁に形成されていてもよい。

[0096] また、窪みは、第２ランドまたは第３，第４内壁に形成されている構成として説明したが、これに限らず、両方に形成されていてもよい。

[0097] また、第２ランドは、入口ポートが連通する環状空間に面している構成として説明したが、これに限らず、入口ポートに直接面していてもよい。同様に、スリーブの内壁に形成された窪みは、直接入口ポートに連通していてもよい。

[0098] また、窪みは、コーティング層に形成されている構成として説明したが、これに限らず、スプールやスリーブに直接形成されていてもよい。

[0099] また、荷重受部は、複数形成されていても、一つだけ形成されていてもよい。

[0100] また、貯留溝は、コーティング前に切削された後、コーティングされて形成されている構成として説明したが、これに限らず、切削後コーティングされていなくともよい。

[0101] また、ランドに環状の貯留溝が形成されている構成として説明したが、これに限らず、貯留溝は形成されていなくてもよい。

[0102] また、各ポートは、貫通孔に対して主に径方向に延在している流路である構成として説明したが、これに限らず、貫通孔に対して軸方向に連通していてもよい。すなわち、本発明では、ポートの連通方向に限らず、ランドが内壁に摺動可能に設けられており、ランドと内壁によって弁開度が調節される構成のものをスプール弁とする。

符号の説明

[0103]

１	スプール弁
１０	スプール
１３	第２ランド
１３Ｌ，１３Ｒ	端（隣接するポート側の端）
１３ａ	荷重受部
２０	スリーブ
２２	排出ポート

２３	出口ポート
２４	入口ポート
２５	フィードバックポート
３３	第３内壁
３４	第４内壁
４０	貯留溝
５０	窪み
５１	軸窪部
５２	周窪部
１０１，２０１	スプール弁
１１０～３１０	スプール
１１３～３１３	第２ランド
１１３Ｌ～３１３Ｒ	端（隣接するポート側の端）
１１３ａ，２１３ａ	荷重受部
１２０	スリーブ
１３３	第３内壁
１３３ａ，１３４ａ	荷重受部
１３４	第４内壁
１５０～３５０	窪み
１５１，１５２	三角波状窪部
２５０	ディンプル
３５１	軸窪部
３５２	周窪部
Ｌ１	深さ寸法
Ｌ２	深さ寸法
Ｓ	環状空間

請求の範囲

[請求項1] 複数のポートが形成されたスリーブと、前記スリーブ内に配置され、ランドが前記スリーブの内壁に摺接可能に形成されたスプールと、を備えたスプール弁であって、

前記ランドおよび当該ランドが摺接する前記スリーブの内壁の少なくともいずれか一方には、周方向全域に亘って窪みが形成されているスプール弁。

[請求項2] 前記窪みは、複数の窪部から形成されており、

前記ランドおよび当該ランドが摺接する前記スリーブの内壁の少なくともいずれか一方は、隣り合う前記窪部の間に前記スリーブの内壁または前記ランドに摺接する荷重受部を有している請求項１に記載のスプール弁。

[請求項3] 前記窪みは、軸方向に延びている請求項１または２に記載のスプール弁。

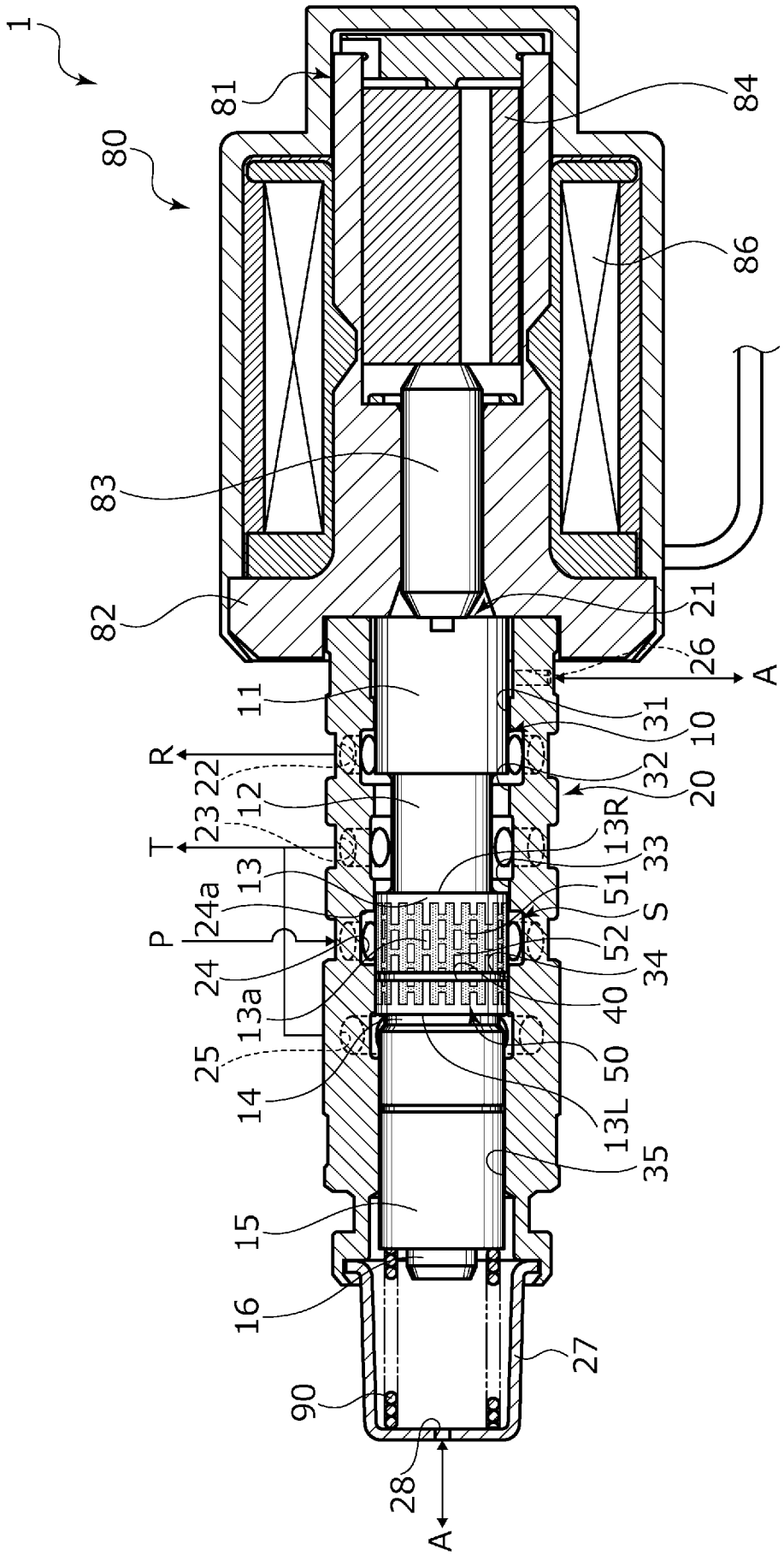
[請求項4] 前記ランドは、前記スリーブに流体が流入する入口ポートと対向する請求項１ないし３のいずれかに記載のスプール弁。

[請求項5] 前記窪みは、前記入口ポートが連通する環状空間に連通している請求項４に記載のスプール弁。

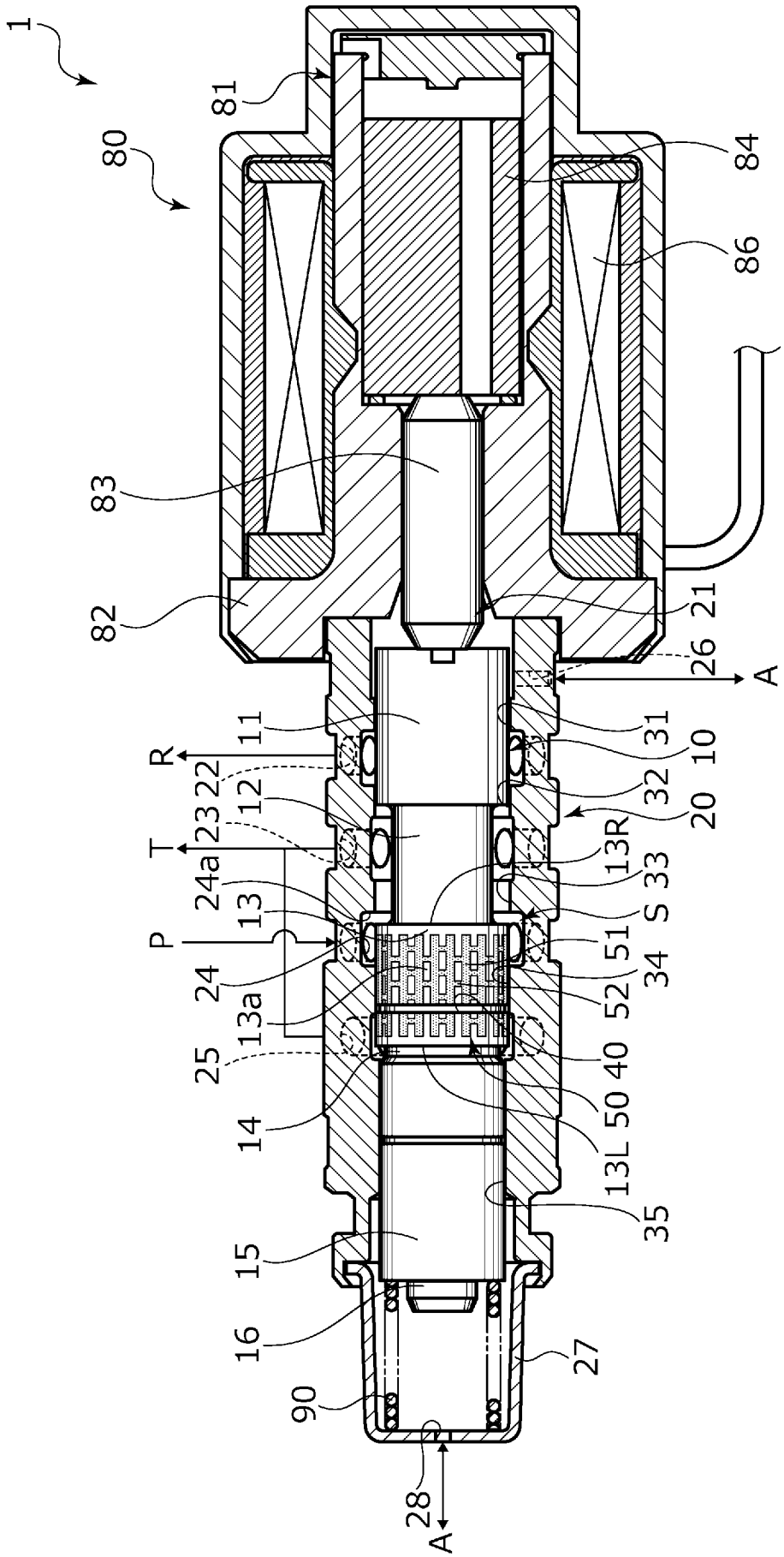
[請求項6] 前記窪みは、流体が貯留される貯留溝に連通している請求項１ないし５のいずれかに記載のスプール弁。

[請求項7] 前記窪みは、前記ランドおよび当該ランドが摺接する前記スリーブの内壁の少なくともいずれか一方において、前記窪みが形成された箇所の軸方向両側の端から離間している請求項１ないし６のいずれかに記載のスプール弁。

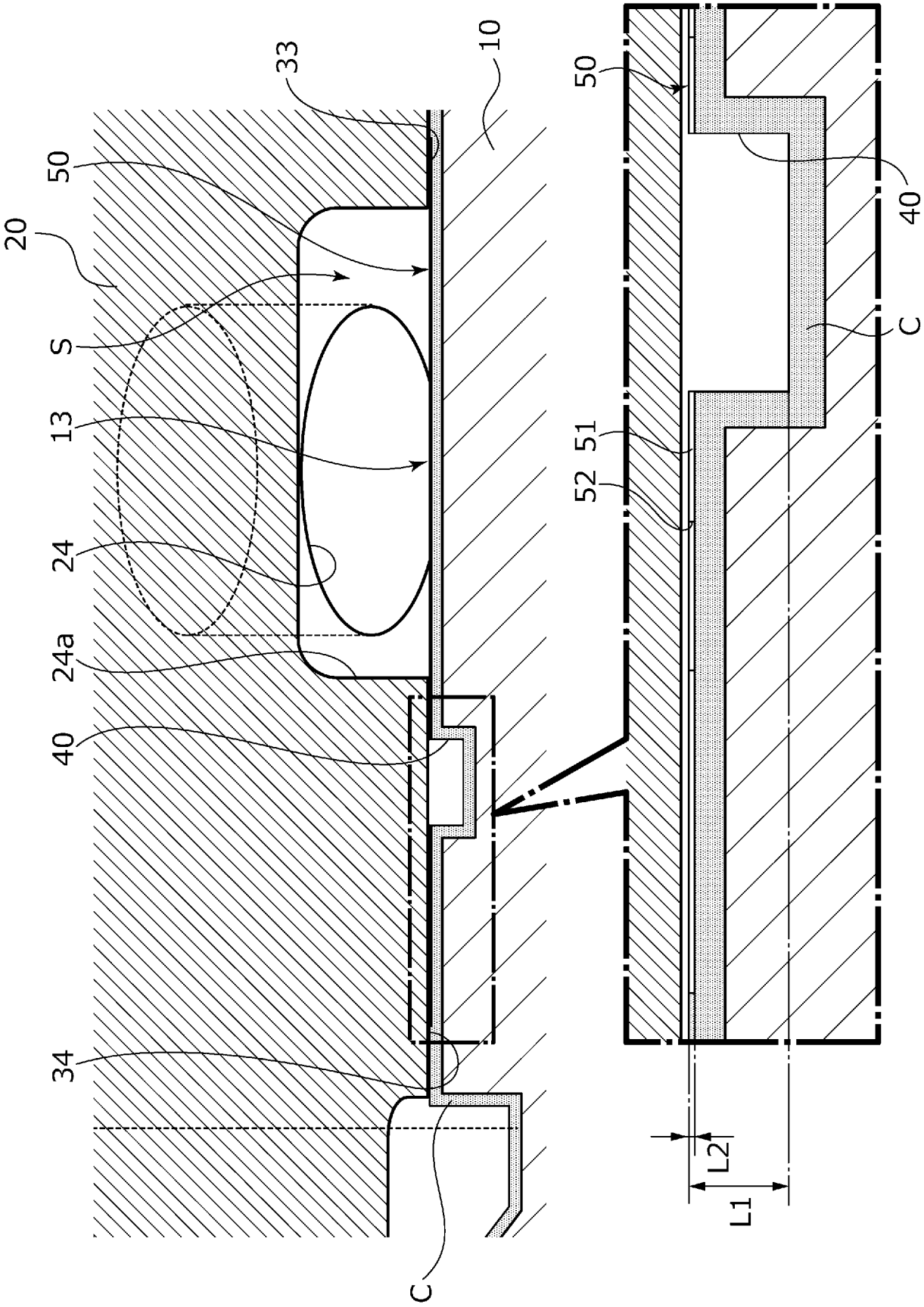
[図1]


1
80
81
84
86
83
82
21
26
A
11
31
10
R
22
32
20
12
23
T
13R
33
13
51
24a
S
P
52
24
34
13a
40
25
50
14
13L
35
15
16
27
90
28
A

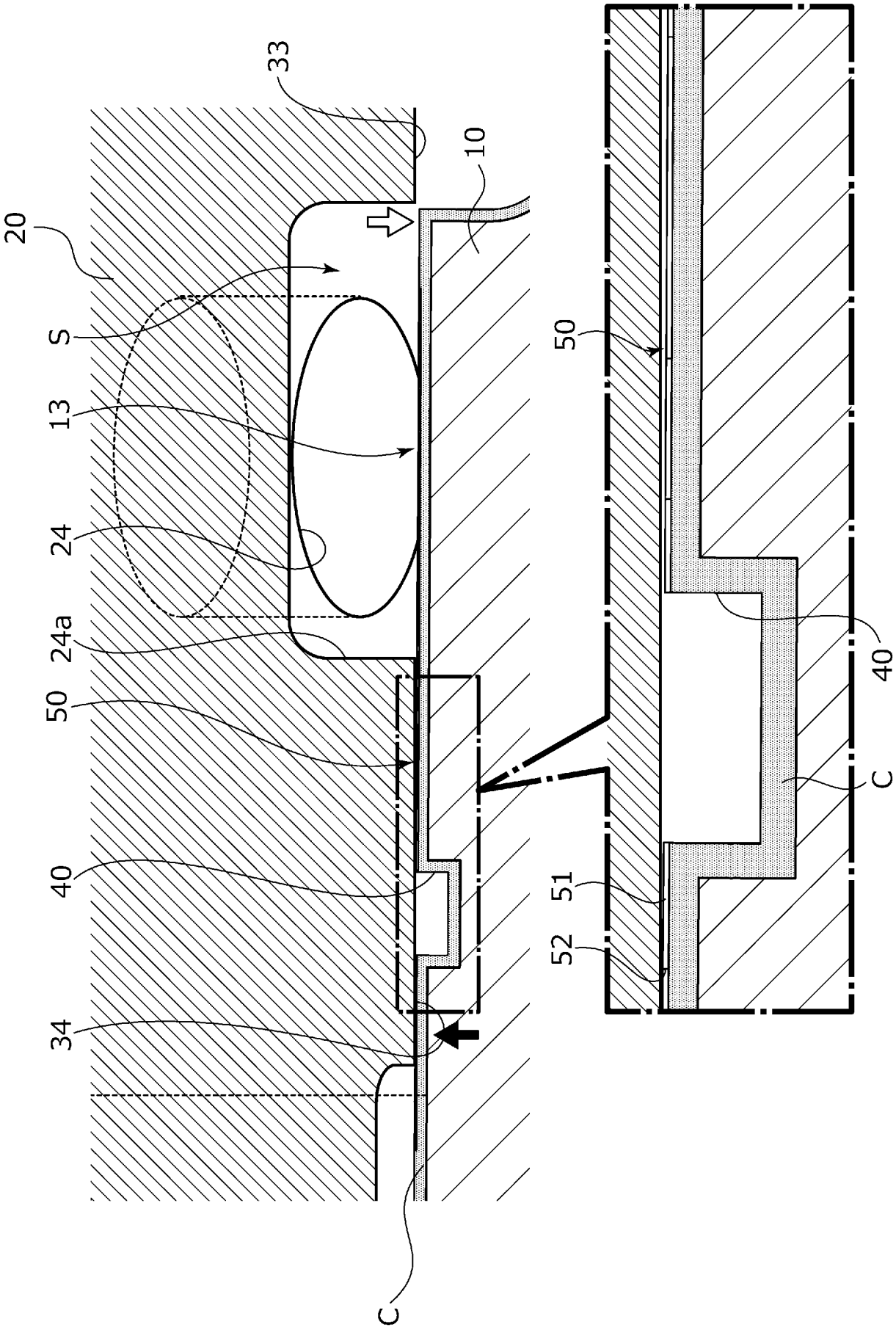
[図2]


1
80
81
84
86
83
82
21
26
A
11
31
10
R
22
12
32
20
23
T
24a
13R
13
33
S
P
24
51
34
13a
52
25
40
14
50
13L
35
15
16
27
90
28
A

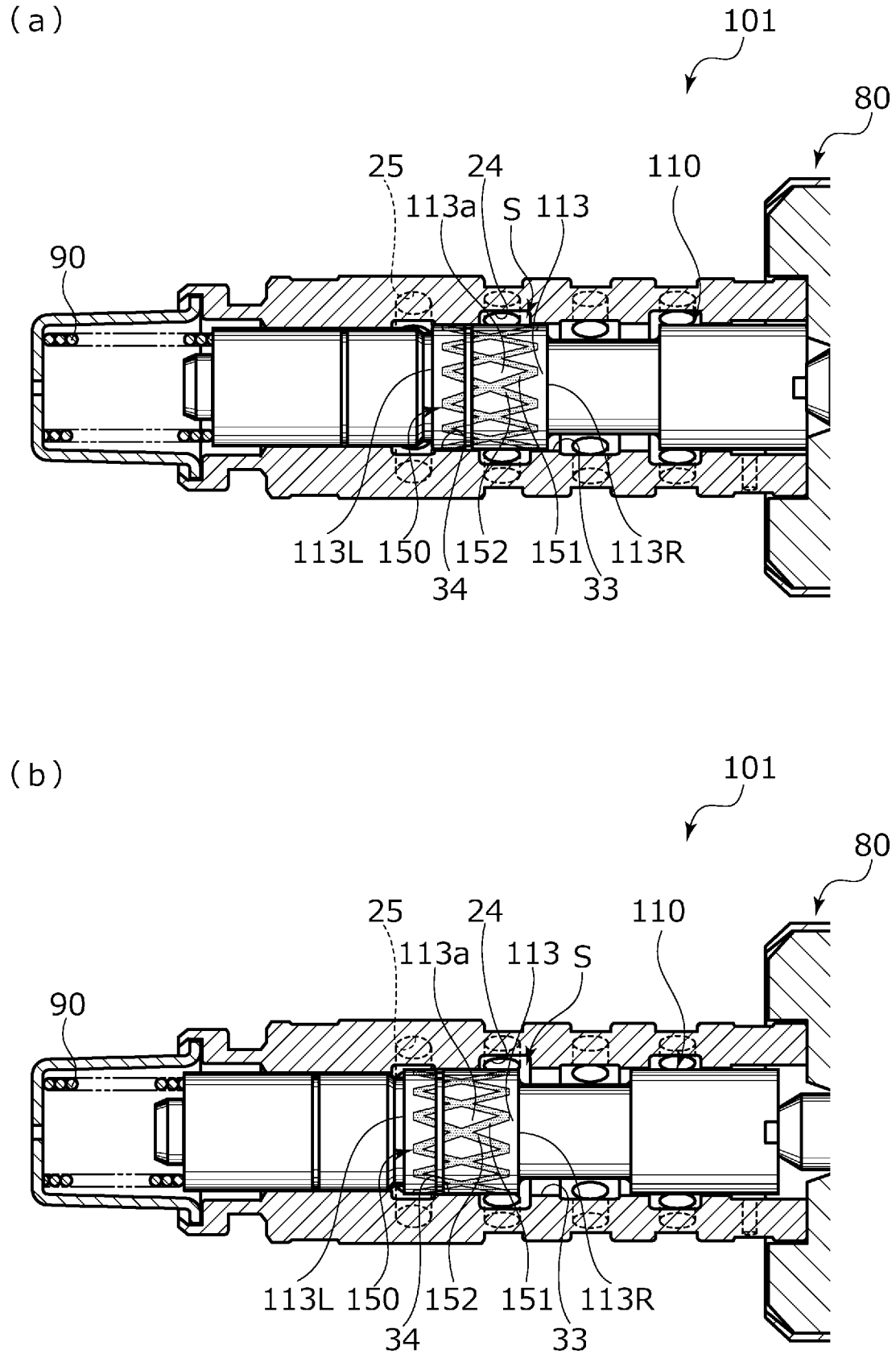
[図3]



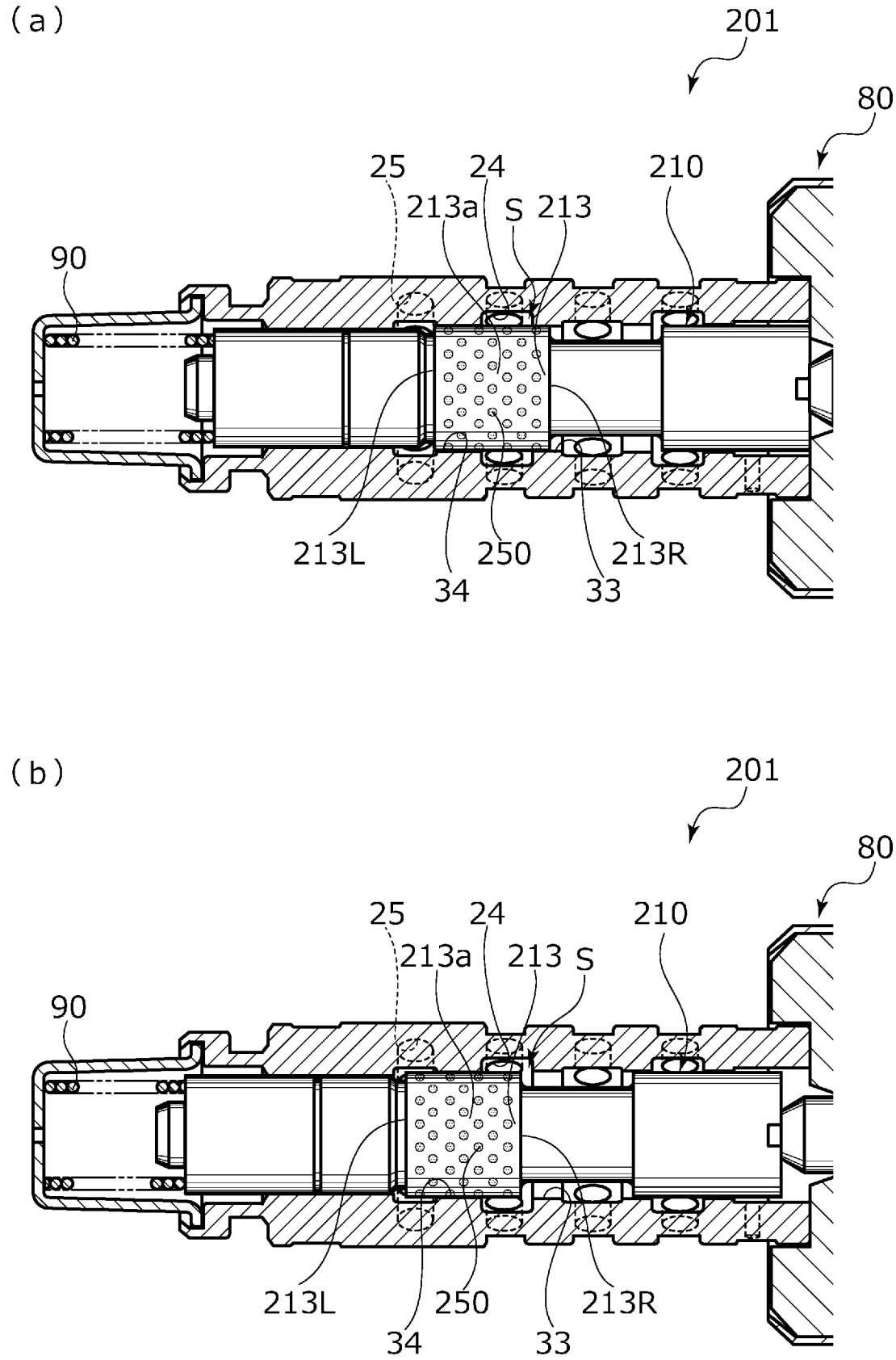
[図4]



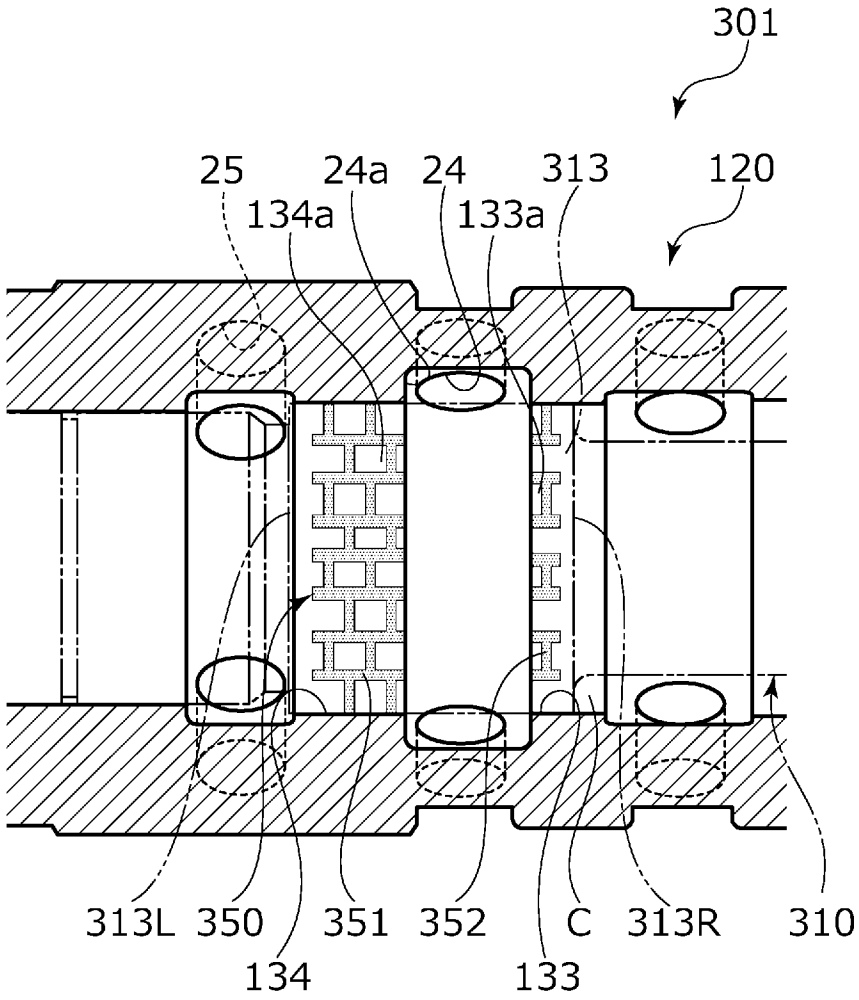
[図5]


(a)
101
80
25
24
110
113a
S
113
90
113L
150
152
151
113R
34
33
(b)
101
80
25
24
110
113a
113
S
90
113L
150
152
151
113R
34
33

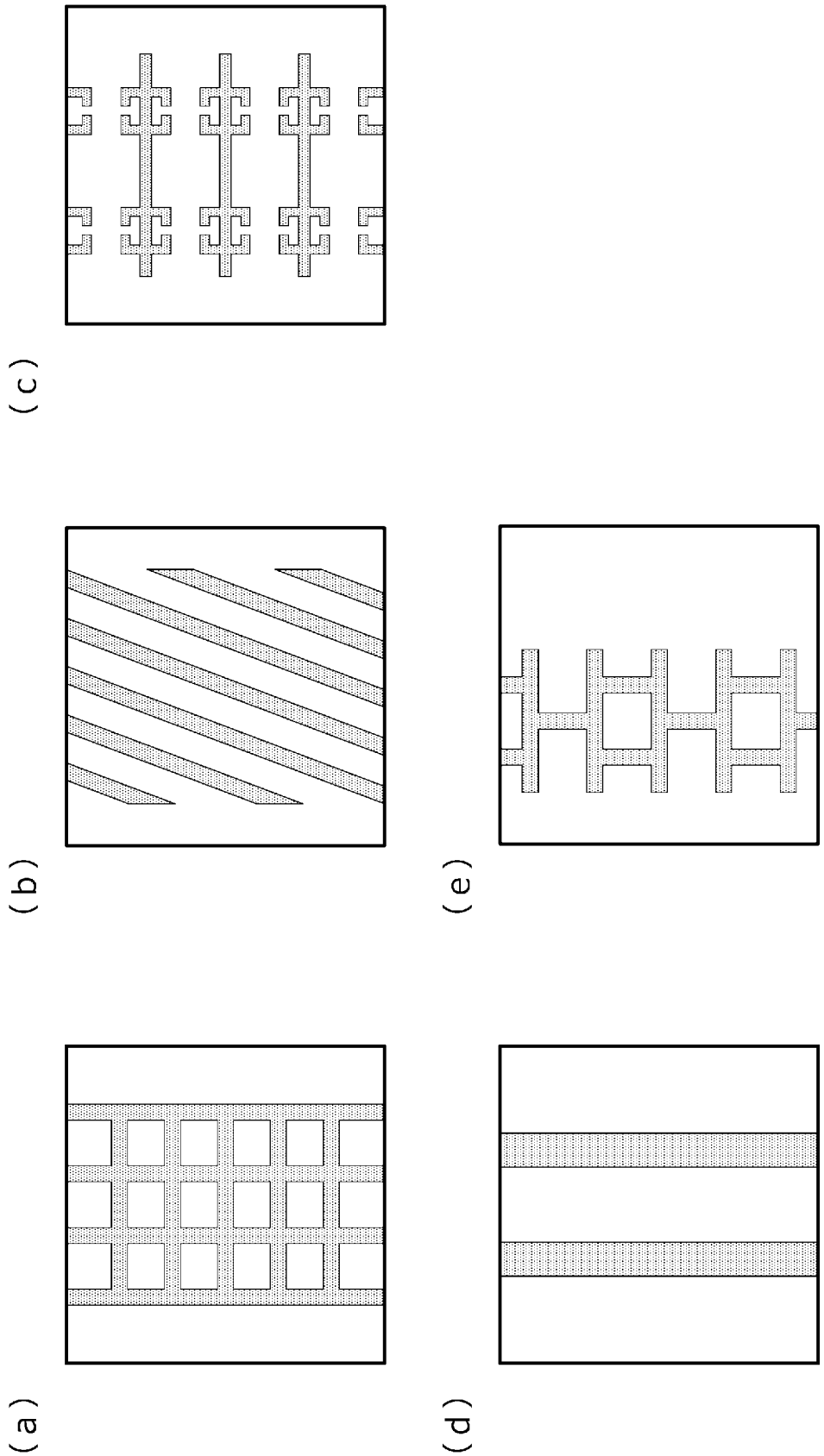
[図6]


(a)
201
80
25
24
210
213a
S
213
90
213L
250
213R
34
33
(b)
201
80
25
24
210
213a
213
S
90
213L
250
213R
34
33

[図7]


301
25
24a
24
313
120
134a
133a
313L
350
351
352
C
313R
310
134
133

[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/039230

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16K 3/24(2006.01)i
FI: 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)

F16K3/24

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 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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 4593719 A (LEONARD, Willie B.) 10 June 1986 (1986-06-10) column 5, line 48 to column 6, line 18, fig. 1, 7-9	1-7
Y	column 5, line 48 to column 6, line 18, fig. 1, 7-9	1-7
Y	JP 2001-263529 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 26 September 2001 (2001-09-26) paragraphs [0013], [0017], fig. 1	1-7
A	JP 2009-115289 A (DENSO CORP.) 28 May 2009 (2009-05-28) entire text, all drawings	1-7
A	WO 02/18828 A1 (NOK CORP.) 07 March 2002 (2002-03-07) entire text, all drawings	1-7

☐ 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
11 November 2021	**30 November 2021**
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/JP2021/039230

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 4593719 A	10 June 1986	(Family: none)	
JP 2001-263529 A	26 September 2001	US 6453947 B1 column 3, line 65 to column 4, line 12, column 4, lines 50-58, fig. 1	
JP 2009-115289 A	28 May 2009	(Family: none)	
WO 02/18828 A1	07 March 2002	JP 4210775 B2 US 2004/0011982 A1 entire text, all drawings	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/039230

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

F16K 3/24(2006.01)i
FI: 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））

F16K3/24

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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 4593719 A (LEONARD, Willie B.) 10.06.1986 (1986-06-10) 第5欄第48行－第6欄第18行、ＦＩＧ．１、７－９	1-7
Y	第5欄第48行－第6欄第18行、ＦＩＧ．１、７－９	1-7
Y	JP 2001-263529 A (三菱電機株式会社) 26.09.2001 (2001-09-26) 段落［0013］，［0017］、［図１］	1-7
A	JP 2009-115289 A (株式会社デンソー) 28.05.2009 (2009-05-28) 全文、全図	1-7
A	WO 02/18828 A1 (エヌオーケー株式会社) 07.03.2002 (2002-03-07) 全文、全図	1-7

☐ 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
11.11.2021	30.11.2021

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）
笹岡　友陽 3H 5780
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/JP2021/039230

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
US 4593719 A	10.06.1986	（ファミリーなし）	
JP 2001-263529 A	26.09.2001	US 6453947 B1 第3欄第65行－第4欄第12行、第4欄第50行－第58行、ＦＩＧ．１	
JP 2009-115289 A	28.05.2009	（ファミリーなし）	
WO 02/18828 A1	07.03.2002	JP 4210775 B2 US 2004/0011982 A1 全文、全図	