(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
2020年5月22日(22.05.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/100556 A1

(51) 国際特許分類:
F16K 31/06 (2006.01) *F16K 3/24* (2006.01)
F01L 1/356 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/041954

(22) 国際出願日： 2019年10月25日(25.10.2019)

(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 2018-215127 2018年11月16日(16.11.2018) JP

(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(**HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.**) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 Ibaraki (JP).

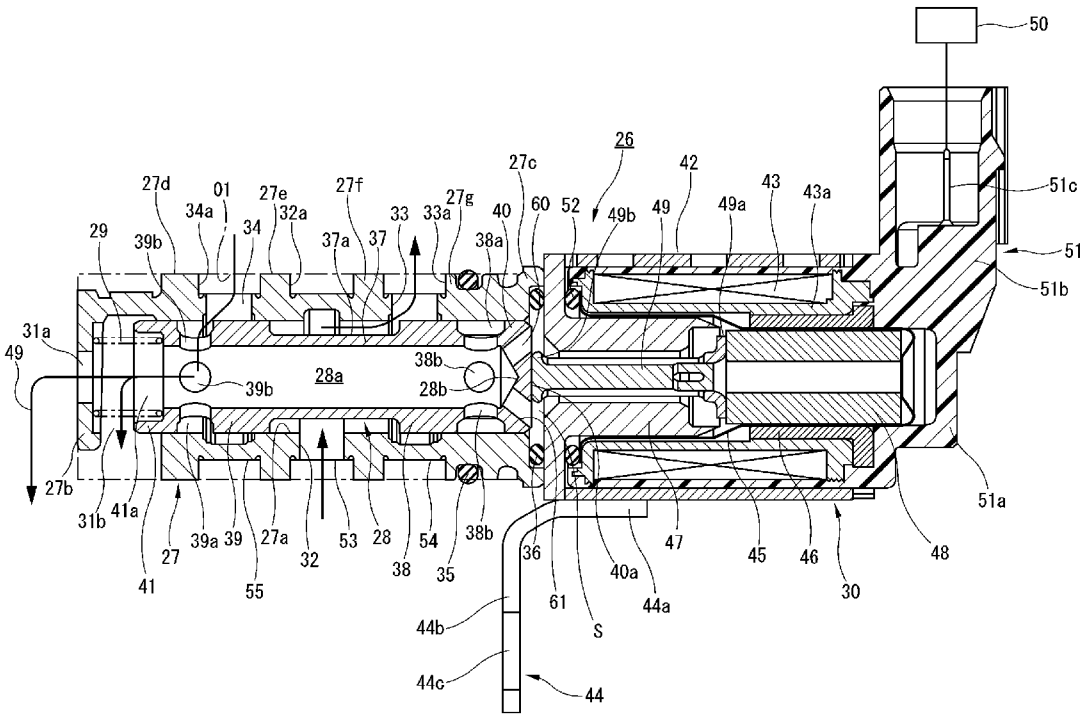
(72) 発明者: 坂口 翔軌 (**SAKAGUCHI, Shoki**); 〒2438510 神奈川県厚木市恩名四丁目７番１号 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 小林 博通, 外(**KOBAYASHI, Hiromichi** et al.); 〒1040044 東京都中央区明石町１番２９号 掖済会ビル ＳＨＩＧＡ内外国特許事務所内 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,

(54) **Title:** SOLENOID VALVE AND VALVE TIMING CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称： 電磁弁と内燃機関のバルブタイミング制御装置



(57) **Abstract:** A solenoid valve 26 is equipped with: a solenoid part 30; a valve body 27 having a plurality of ports 32-34 extending in the radial direction; and a spool valve 28 that moves axially in the interior of the valve body by means of a plunger 48, thereby opening/closing each port. This spool valve has: a drain passage 28a communicating with atmospheric pressure in an interior axial direction; and two through-holes, that is, a first and a second through-hole 60 and 61, which respectively have on one end an opening 60a, 61a that opens into a drain passage, and respectively have on the other

WO 2020/100556 A1

[続葉有]

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, 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))

end an opening 60b, 61b that opens into a space S formed between a holding member 47 and an outer end face 40a of a third land part 40 of the spool valve, and which are provided at symmetrical locations for which the axis is the axial center of the third land part of the spool valve. By means of these configurations it is possible to suppress instability in the behavior of the spool valve.

(57) 要約:電磁弁２６は、ソレノイド部３０と、径方向に貫通する複数のポート３２～３４を有するバルブボディ２７と、プランジャ４８を介してバルブボディの内部を軸方向へ移動することで各ポートを開閉するスプール弁２８と、を備えている。このスプール弁は、内部軸方向に大気圧と連通するドレン通路２８ａと、一端開口部６０ａ、６１ａがドレン通路に開口し、他端開口部６０ｂ、６１ｂがスプール弁の第３ランド部４０の外端面４０ａと保持部材４７との間に形成される空間部Ｓに開口し、スプール弁の第３ランド部の軸心を軸とした対称位置に設けられた２つの第１、第２貫通孔６０，６１と、を有している。これらの構成によってスプール弁の挙動の不安定化を抑制することができる。

明　細　書

発明の名称 ： 電磁弁と内燃機関のバルブタイミング制御装置

技術分野

[0001]　本発明は、電磁弁と内燃機関のバルブタイミング制御装置に関する。

背景技術

[0002]　例えば、自動車の内燃機関のバルブタイミング制御装置に適用された電磁弁としては、以下の特許文献1に記載されたものが知られている。

[0003]　この電磁弁は、筒状のバルブボディの外周にポートが径方向に沿って貫通形成されている。このポートは、バルブボディの軸方向に所定間隔で複数配置されていると共に、それぞれの外側開口端には環状溝が形成されている。また、前記バルブボディの内部には、前記各ポートの開閉を切り換える内部中空状のスプール弁が軸方向へ移動可能に設けられている。

[0004]　このスプール弁は、内部軸心方向にドレン通路を有し、ソレノイド部側には円盤状の第１ランド部(ガイド壁)と第２ランド部及び該各ランド部を連結する小径な第１ステム部と、を有している。この第１ステム部には、前記ドレン通路に連通する第１通孔が径方向に沿って貫通形成されている。そして、前記一つのポートから第１ステム部に流れ込んだ作動油は、前記第１通孔を介してドレン通路に流入し、ここから外部のオイルパンに排出されるようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１７－００３０４１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006]　ところで、前記従来の電磁弁は、バルブボディの前記ポートからスプール弁の第１ステムの外周に流入した作動油の油圧(背圧)が比較的高くなっている。したがって、この背圧が、スプール弁の第１ランド部の外周面とバルブ

ボディの内周面との隙間からソレノイド部側へリークして第１ランド部とソレノイド部の固定鉄心との間の空間部に流入してしまうおそれがある。このため、スプール弁は、前記空間部内の油圧上昇などの圧力変化によって挙動が不安定になるおそれがある。

[0007] 本発明の一つの目的は、空間部内の油圧の上昇を抑えて、スプール弁の挙動の不安定化を抑制し得る電磁弁を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の好ましい態様としては、とりわけ、径方向に貫通する複数の開口部を有するバルブボディの内部に配置され、可動鉄心によって軸方向へ移動することで前記各開口部を開閉するスプール弁であって、

このスプール弁は、内部に大気圧と連通する油通路と、一端が前記油通路に開口し、他端が前記スプール弁の前記可動鉄心側の一端部と前記ソレノイド部との間に形成される空間部に開口し、前記スプール弁の一端部の軸心周りの周方向位置に設けられた複数の貫通孔と、を有していることを特徴としている。

発明の効果

[0009] 本発明の好ましい態様によれば、スプール弁の挙動の不安定化を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明に係る電磁弁が適用された内燃機関のバルブタイミング制御装置の第１実施形態を示す全体構成図である。

[図2]本実施形態に供されるロック機構を示す図１のＡ－Ａ線断面図である。

[図3]本実施形態に供される電磁弁の分解斜視図である。

[図4]スプール弁が最大右方向に移動している状態を示す電磁弁の縦断面図である。

[図5]スプール弁が最大左方向に移動している状態を示す電磁弁の縦断面図である。

[図6]本実施形態に供されるスプール弁の側面図である。

[図7]図６のＹ矢視方向から視たスプール弁の右側面図である。

[図8]図７のＢ－Ｂ線断面図である。

[図9]本発明の第２実施形態に供されるスプール弁を図６のＹ矢視図から視た右側面図である。

[図10]図９のＣ－Ｃ線断面図

[図11]第３実施形態に供されるスプール弁を図６のＹ矢視図から視た右側面図である。

[図12]図１１のＤ－Ｄ線断面図である。

[図13]第４実施形態に供されるスプール弁を図６のＹ矢視図から視た右側面図である。

[図14]図１３のＥ－Ｅ線断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明に係る電磁弁を内燃機関のバルブタイミング制御装置に適用した実施形態を図面に基づいて説明する。なお、本実施形態におけるバルブタイミング制御装置は、機関弁である吸気弁側に適用されている。なお、このバルブタイミング制御装置を排気弁側に適用することも可能である。

[0012] 図１は本発明に係る電磁弁が適用された内燃機関のバルブタイミング制御装置の全体構成図、図２は本実施形態に供されるロック機構を示す図１のＡ－Ａ線断面図である。

[0013] バルブタイミング制御装置は、図１及び図２に示すように、駆動回転体であるタイミングスプロケット１(以下、スプロケット１という。)と、スプロケット１に対して相対回転可能に設けられた吸気側のカムシャフト２と、スプロケット１とカムシャフト２の相対回転位相を変換する位相変更機構３と、位相変更機構３を作動させる油圧回路４と、該位相変更機構３を最遅角位相位置でロックさせるロック機構５と、を備えている。

[0014] スプロケット１は、円盤状に形成されたスプロケット本体１ａと、このスプロケット本体１ａの外周にタイミングチェーンが巻回される歯車部１ｂと、スプロケット本体１ａの中央に貫通形成されて、カムシャフト２の回転軸

方向の一端部２ａの外周に回転自在に支持される図外の軸受孔とを有している。また、スプロケット本体１ａは、外周部の円周方向の４箇所に雌ねじ孔が周方向の等間隔位置に形成されている。

[0015] スプロケット１は、歯車部１ｂに巻回されたタイミングチェーンを介してクランクシャフトから回転力が伝達されるようになっている。

[0016] また、このスプロケット１は、後述するハウジング６の後端開口を、液密的に閉塞するリアカバーとして構成されている。

[0017] なお、駆動回転体としては、タイミングベルトによって回転力が伝達されるタイミングプーリであっても良い。

[0018] カムシャフト２は、図外のシリンダヘッド上に複数のカム軸受を介して回転自在に支持されている。カムシャフト２は、外周に図外の吸気弁をバルブスプリングのばね力に抗して開作動させる複数の卵型の回転カムが設けられている。また、カムシャフト２の回転軸方向の一端部の内部軸心方向には、後述するカムボルト１３が挿入される挿入孔と、この挿入孔の先端側に形成されてカムボルト１３が螺着する雌ねじ孔と、を有している。

[0019] 位相変更機構３は、図１に示すように、内部に作動室が形成されたハウジング６と、カムシャフト２の一端部に後述するカムボルトを介して軸方向から固定され、ハウジング６内に回転自在に収容されたベーンロータ７と、ハウジング６の作動室が仕切られたそれぞれ複数(本実施形態ではそれぞれ４つ)の第１作動室である遅角作動室９及び第２作動室進角作動室１０と、を備えている。

[0020] ハウジング６は、例えば圧粉金属を焼結して成形されたいわゆる焼結金属材によって一体に形成された円筒状のハウジング本体１１と、プレス成形によって形成され、ハウジング本体１１の前端開口を閉塞するフロントカバー１２（図２参照）と、後端開口を閉塞するリアカバーとしてのスプロケット１（スプロケット本体１ａ）と、から構成されている。

[0021] ハウジング本体１１は、ほぼ円筒状に形成されて、内周面の周方向のほぼ等間隔位置に複数(本実施形態では４つ）のシュー８が突設されている。この

各シュー８は、内部に、本実施形態では４本のボルト１３ａが挿入される４つのボルト挿入孔１１ａが軸方向に沿って貫通形成されている。

[0022] フロントカバー１２は、中央に比較的大径な図外の挿入孔が貫通形成されている。また、フロントカバー１２は、内周面１２ａの前記挿入孔及び該挿入孔よりも外側を除く部位とベーンロータ７の対向一側面との間のサイドクリアランスによって各遅角、進角作動室９，１０内をシールするようになっている。また、フロントカバー１２は、外周部の周方向４箇所に各ボルト１３ａが挿入される図外の４つのボルト挿通孔が貫通形成されている。

[0023] スプロケット１とハウジング本体１１及びフロントカバー１２は、各ボルト挿入孔１１ａなどに挿入してスプロケット１の各雌ねじ部に螺着する４本のボルト１３ａによって回転軸方向から共締め結合されている。

[0024] ベーンロータ７は、ハウジング本体１１と同じく焼結金属材によって一体に形成されている。このベーンロータ７は、中央に位置するロータ部１４と、該ロータ部１４の外周面に円周方向のほぼ９０°等間隔位置に放射状に突設された複数(本実施形態では４つ)のベーン１５ａ～１５ｄと、から構成されている。

[0025] ロータ部１４は、比較的大径な円筒状に形成され、中央の内部軸方向にカムボルト１３が挿入するボルト挿入孔１４ａが貫通形成されている。ロータ部１４は、このボルト挿入孔１４ａを挿入したカムボルト１３によってカムシャフト２の一端部に固定されている。

[0026] 各ベーン１５ａ～１５ｄは、その径方向の突出長さが比較的短く形成されて、それぞれが各シュー８の間に配置されている。また、１つの第１ベーン１５ａ以外の３つの第２～第４ベーン１５ｂ～１５ｄは、円周方向の巾がほぼ同一に設定されて比較的薄肉に形成されている。第１ベーン１５ａは、周方向の幅が大きく形成されて、内部にロック機構５の一部が設けられている。

[0027] 各ベーン１５ａ～１５ｄの外周面と各シュー８の先端には、それぞれハウジング本体１１の内周面や、ロータ部１４の外周面との間をシールするシー

ル部材１６ａ、１６ｂがそれぞれ設けられている。

[0028] また、ベーンロータ７は、図１に示す位置から遅角側(反時計方向)へ相対回転すると、第１ベーン１５ａの一側面が対向する前記一つのシュー８の対向側面８ａに当接して最大遅角側の回転位置が規制されるようになっている。また、進角側(時計方向)へ相対回転すると、同じく第１ベーン１５ａの他側面が対向する他のシュー８の対向側面８ｂに当接して最大進角側の回転位置が機械的に規制されるようになっている。

[0029] 各ベーン１５ａ～１５ｄの正逆回転方向の両側面と各シュー８の両側面との間には、前述したそれぞれ４つの遅角作動室９と進角作動室１０が設けられている。各遅角作動室９と各進角作動室１０は、ロータ部１４の内部にほぼ径方向に沿って形成されたそれぞれ４つの遅角通路孔１７と進角通路孔１８を介して油圧回路４にそれぞれに連通している。

[0030] ロック機構５は、ハウジング６に対してベーンロータ７を最遅角側の相対回転位置にロック保持するものである。

[0031] すなわち、ロック機構５は、図１及び図２に示すように、スプロケット１の内側面の所定位置に穴構成部１９ａによって形成されたロック穴１９と、ベーンロータ７の第１ベーン１５ａの内部軸方向に貫通形成されたピン収容孔２０と、該ピン収容孔２０内に移動可能（進退動可能）に設けられ、截頭状の先端部２１ａがロック穴１９に抜き差しするロックピン２１と、該ロックピン２１をロック穴１９方向へ付勢するコイルスプリング２２と、を備えている。

[0032] また、ロック機構５は、ロック穴１９内に形成された第１解除用受圧室２３ａと、ロックピン２１の外周面に形成された段差面２１ｂとピン収容孔２０の内周面に形成された段差部２０ａとの間に形成された第２解除用受圧室２３ｂと、第１、第２解除用受圧室２３ａ、２３ｂに油圧を給排する第１，第２ロック通路２４ａ、２４ｂと、から主として構成されている。

[0033] ロック穴１９は、穴構成部１９ａを介してロックピン２１の先端部２１ａの外径よりも大径な円錐状に形成されている。また、ロック穴１９は、スプ

ロケット本体１ａの内側面のベーンロータ７の最遅角側の回転位置に対応した位置に形成されている。

[0034] ロックピン２１は、先端部２１ａの先端面が第１解除用受圧室２３ａか第２解除用受圧室２３ｂに供給された油圧を受ける。これらの油圧によってコイルスプリング２２のばね力に抗してロック穴１９かから抜け出してロックが解除されるようになっている。

[0035] 第１解除用受圧室２３ａには、第１ロック通路２４ａを介して一つの遅角作動室９から油圧が供給されるようになっている。第２解除用受圧室２３ｂには、第２ロック通路２４ｂを介して一つの進角作動室１０から油圧が供給されるようになっている。

[0036] また、ロックピン２１は、各受圧室２３ａ、２３ｂに油圧が供給されない場合は、コイルスプリング２２のばね力によって先端部２１ａがロック穴１９の内部に入り込む。これにより、ベーンロータ７をハウジング６に対してロックするようになっている。このロック位置は、前述したように、ハウジング６に対してベーンロータ７の最遅角側の回転位置となる。

[0037] なお、ロックピン２１の後端側に形成された背圧室２０ｂは、第１ベーン１５ａの側端面とフロントカバー１２に貫通形成された空気抜き孔１２ｂ、１２ｃを介して外部に連通している。これによって、ロックピン２１の良好な摺動性を確保するようになっている。

[0038] 油圧回路４は、図１に示すように、吐出通路２５ａから図外の供給通路に作動油圧を吐出するオイルポンプ２５と、ロータ部１４の内部軸方向に設けられて、機関運転状態に応じて供給通路と排出通路５６に対して各遅角通路孔１７と各進角通路孔１８の流路を切り換える電磁弁２６と、を備えている。

[0039] 供給通路は、シリンダヘッドやカムシャフト２の軸受け部内に形成されて、上流部がオイルポンプ２５の吐出通路２５ａと連通していると共に、下流側が各遅角通路孔１７と各進角通路孔１８に連通している。

[0040] オイルポンプ２５は、一般的な例えばベーンタイプあるいはトロコイドタ

イプのものが用いられている。

[0041] 図３は本実施形態に供される電磁弁の分解斜視図、図４はスプール弁が最大右方向に移動している状態を示す電磁弁の縦断面図、図５はスプール弁が最大左方向に移動している状態を示す電磁弁の縦断面図である。

[0042] 電磁弁２６は、図１、図３～図５に示すように、金属材である例えばアルミニウム合金材からなる円筒状のバルブボディ２７と、該バルブボディ２７の内部軸方向に貫通形成された摺動用孔２７ａと、この摺動用孔２７ａ内に摺動可能に配置されたスプール弁２８と、該スプール弁２８を図４に示す右方向へ付勢するバルブスプリング２９と、スプール弁２８をバルブスプリング２９のばね力に抗して図５に示す左方向へ押し出すソレノイド部３０と、から主として構成されている。

[0043] バルブボディ２７は、図４及び図５に示すように、例えばシリンダブロックに形成された円柱状の弁孔０１内に収容配置されている。また、バルブボディ２７は、周壁の軸方向の一端部及び該一端部側の端壁２７ｂに排出通路５６と連通するドレン孔３１ａ、３１ｂが形成されている。

[0044] また、バルブボディ２７は、周壁の軸方向のほぼ等間隔位置にそれぞれ開口部である供給ポート３２と、遅角ポート３３及び進角ポート３４が設けられている。

[0045] 供給ポート３２は、バルブボディ２７の軸方向のほぼ中央位置に配置されて、径方向に沿って貫通形成されている。この供給ポート３２は、オイルポンプ２５の吐出通路２５ａに連通している。

[0046] 遅角ポート３３は、供給ポート３２のソレノイド部３０側の側部に配置され、径方向に沿って貫通形成されている。この遅角ポート３３は、遅角通路孔１７に連通している。

[0047] 進角ポート３４は、端壁２７ｂ側の側部に配置され、径方向に沿って貫通形成されている。この進角ポート３４は、進角通路孔１８に連通している。供給ポート３２と遅角ポート３３及び進角ポート３４は、それぞれ外周側に第１～第３グルーブ溝３２ａ、３３ａ、３４ａが形成されている。

[0048] この第１～第３グルーブ溝３２ａ～３４ａは、バルブボディ２７の周壁をそれぞれ円環状に切り欠いて形成されている。したがって、各グルーブ溝３２ａ～３４ａの両側には、４つの円環状の突起部２７ｄ、２７ｅ、２７ｆ、２７ｇがそれぞれ形成されている。

[0049] なお、バルブボディ２７の各グルーブ溝３２ａ～３４ａの環状底面には、それぞれ濾過フィルタ５３、５４、５５が装着されている。

[0050] この各濾過フィルタ５３～５５は、薄肉な例えばステンレス製の金属板材を丸めて円環状に形成されていると共に、外周部を除いた内側の部位に複数のメッシュ孔５３ａ～５５ａが形成されている。

[0051] また、バルブボディ２７は、周壁のソレノイド部３０側の後端部の外周面に円環状のシール溝が形成されている。このシール溝には、オイルシール３５が嵌着固定されている。このオイルシール３５は、外周部が弁孔０１の内周面に弾性的に当接してバルブボディ２７の外周面と弁孔０１の内周面との間をシールするようになっている。また、バルブボディ２７は、周壁の後端部２７ｃの外端面内周側に円環状の保持溝が形成されており、この保持溝にシールリング３６が嵌着固定されている。このシールリング３６は、バルブボディ２７の後端部２７ｃ内周とソレノイド部３０の後述する保持部材４７との間に有する空間部Ｓを液密的にシールするようになっている。

[0052] この空間部Ｓは、後述するスプール弁２８の第３ランド部４０の外端面４０ａに面しており、したがって、スプール弁２８の軸方向の移動に伴ってその体積が変化するようになっている。つまり、スプール弁２８が、図４に示す最大右方向の移動位置では最小体積になっている一方、図５に示す最大左方向の移動位置では最大体積になる。

[0053] 図６は本実施形態に供されるスプール弁の側面図、図７は図６のＹ矢視図、図８は図７のＢ－Ｂ線断面図である。

[0054] スプール弁２８は、金属材である例えばアルミニウム合金材によって一体に形成されている。スプール弁２８は、図３，図４～図８に示すように、円筒状に形成されて、軸線の中央を軸直角方向に延びる径方向線Ｘ（図５参照）

を中心としてほぼ左右対称形状に形成されている。スプール弁２８は、内部軸方向にバルブボディ２７の各ドレン孔３１ａ、３１ｂと連通する油通路であるドレン通路２８ａが形成されている。このドレン通路２８ａは、後述するスプール弁２８の軸方向の一端部に有する第４ランド部４１側から他端部に有する第３ランド部４０の内部までドリル加工によって直線状に形成されている。また、ドレン通路２８ａは、第３ランド部４０側の他端部の底面２８ｂがドリル先端の加工跡になった円錐面に形成されている。

[0055] なお、前述した「ほぼ対称形状」とは、後述する円環状の第１～第４ランド部３８～４１の形状が互いに異なっているものも含む。

[0056] このスプール弁２８は、軸方向の中央に位置する小径軸部３７の両端側にバルブボディ２７の摺動用孔２７ａの内周面に摺動して前記各ポート３２～３４の開口面積を可変にする円筒状の第１、第２ランド部３８，３９を有している。また、小径軸部３７の外周には、摺動用孔２７ａの内周面と協働して通路を構成する軸方向に長い筒状溝３７ａが形成されている。

[0057] さらに、第１、第２ランド部３８，３９の軸方向の各外側部には、第１環状溝３８ａと第２環状溝３９ａがそれぞれ形成されている。この各環状溝３８ａ、３９ａは、軸方向幅が筒状溝３７ａよりも短く形成されているが、深さは筒状溝３７ａとほぼ同じに設定されている。

[0058] また、この各環状溝３８ａ、３９ａの円環状の底壁には、該各環状溝３８ａ、３９ａとドレン通路２８ａとを連通する径方向油路である第１連通孔３８ｂと第２連通孔３９ｂが貫通形成されている。この第１、第２連通孔３８ｂ、３９ｂは、それぞれ径方向へ十字状に貫通形成されてそれぞれ４つ設けられている。

[0059] さらに、スプール弁２８は、各環状溝３８ａ、３９ａの軸方向の各外端部に円環状の第３、第４ランド部４０、４１を一体に有している。 この第３、第４ランド部４０，４１は、外径が第１、第２ランド部３８，３９と同一に設定されて、主としてスプール弁２８全体を摺動用孔２７ａの内周面に摺動して案内するようになっている。

[0060] また、第１環状溝３８ａは、図６にも示すように、幅方向の対向両側面が、第１ランド部３８の環状の外側面３８ｃと第３ランド部４０の環状の内側面４０ｂによって構成されている。この対向する外側面３８ｃと内側面４０ｂは、同一の受圧面積になっている。

[0061] そして、第３ランド部４０は、円盤状であって内部が中実状に形成されており、この内部に２つの第１、第２貫通孔６０、６１が貫通形成されている。

[0062] すなわち、第１、第２貫通孔６０、６１は、図４～図８に示すように、通路断面積がほぼ同一に設定されていると共に、第３ランド部４０の軸心から径方向から延びる直線Ｐを中心とした対称位置に配置されている。つまり、第１、第２貫通孔６０，６１は、前記軸心の直線Ｐに対して所定角度、例えば約４５°の角度で外側へ拡がる方向へ傾斜状に形成されている。この傾斜角度は、ドレン通路２８ａの底面２８ｂの傾斜角度に直交する角度である。

[0063] また、各貫通孔６０，６１は、各一端開口部６０ａ、６１ａが円錐状の底面２８ｂに開口してドレン通路２８ａに臨み、他端開口部６０ｂ、６１ｂが第３ランド部４０の外端面４０ａに開口して空間部Ｓに臨んでいる。第１、第２貫通孔６０、６１は、また、各貫通孔６０，６１は、それぞれが傾斜状に形成されていることから、各一端開口部６０ａ、６１ａと各他端開口部６０ｂ、６１ｂがドレン通路２８ａの軸心Ｐ方向から視ると該軸心Ｐ側から径方向に長軸となる楕円形状になっている。

[0064] 一方、第４ランド部４１は、縦断面ほぼコ字形状に形成されていると共に、内部にドレン孔３１とドレン通路２８ａを連通する大径円柱状の開口部４１ａが貫通形成されている。また、この第４ランド部４１の底面とバルブボディ２７の端壁２７ｂの底面との間には、バルブスプリング２９が僅かに圧縮状態で保持されている。このバルブスプリング２９は、ばね力によってスプール弁２８をソレノイド部３０方向に付勢している。

[0065] ソレノイド部３０は、図３～図５に示すように、磁性材からなる円筒状のケーシング４２と、該ケーシング４２の内周側にボビン４３ａを介して固定

された円筒状のコイル４３と、コイル４３の内周側に有底円筒状のコアチューブ４５を介して設けられた固定鉄心である磁性材の円筒部４６と、該円筒部４６の先端側に有する同じく固定鉄心である磁性材の保持部材４７と、該保持部材４７の内部に軸方向へ摺動可能な可動鉄心であるプランジャ４８と、該プランジャ４８のバルブボディ２７側の先端部に固定部を介して固定されたプッシュロッド４９と、コイル４３にコントロールユニット(ＥＣＵ)５０から出力された制御電流を供給するコネクタ部５１と、から主として構成されている。

[0066] ケーシング４２は、平板を円筒状に丸めて対向端部に有する図外の凹凸部を係合させて形状保持している。また、ケーシング４２は、図２に示すように、軸方向の一端縁にバルブボディ２７に対してカシメ固定する４つの爪部４２ａが一体に設けられている。一方、他端縁にも、後述するコネクタ部５１に対してカシメ固定する４つの爪部４２ｂが一体に設けられている。ケーシング４２の後端部には、ＥＣＵ５０にハーネスを介して電気的に接続されるコネクタ部５１が設けられている。また、ケーシング４２は、外周面の軸方向のバルブボディ２７側の一端部に磁性材のブラケット４４が溶接固定されている。

[0067] コイル４３は、ＥＣＵ５０から通電された制御電流によって消励磁されるようになっている。

[0068] ブラケット４４は、電磁弁２６全体をシリンダブロックに固定するものであって、プレス成形によって一体に形成されて、矩形円弧状の基部４４ａと、該基部４４ａの外縁に一体に形成された固定用アーム４４ｂと、から構成されている。基部４４ａは、溶接によってケーシング４２の外周面に固定されている。固定用アーム４４ｂは、図中下端部にシリンダブロックに固定されるボルトが挿通されるボルト挿通孔４４ｃが貫通形成されている。

[0069] コアチューブ４５は、ステンレス材によって薄肉円筒状に形成され、その軸方向の長さが円筒部４６と保持部材４７の一部を覆う長さに形成されている。また、コアチューブ４５は、図３にも示すように、段差径状に形成され

て、円筒部４６を覆う有底状の小径部４５ａと、バルブボディ２７側に配置されて、保持部材４７の一部を覆う大径部４５ｂと、該大径部４５ｂの前端側に一体に設けられたフランジ部４５ｃと、から構成されている。また、このコアチューブ４５は、フランジ部４５ｃの内周面がボビン４３ａの前端面に圧接している。

[0070] 円筒部４６は、ボビン４３ａとコアチューブ４５の小径部４５ａとの間に固定されて、コイル４３への通電に伴ってプランジャ４８にスプール弁２８の軸方向へ移動させる磁力を付与するようになっている。

[0071] 保持部材４７は、円筒部４６と共にプランジャ４８に磁力を付与するものであって、ほぼ円筒状の本体４７ａと、該本体４７ａのバルブボディ２７側の前端部に対向して設けられたフランジ部４７ｂと、を有している。また、保持部材４７は、内部軸方向にプッシュロッド４９を摺動案内するガイド孔４７ｃが貫通形成されている。

[0072] フランジ部４７ｂは、前端面がバルブボディ２７に保持されたシールリング３６に軸方向から弾性的に当接している。このシールリング３６によって、前述のように、空間部Ｓと該空間部Ｓに連続するガイド孔４７ｃ内もシールされるようになっている。

[0073] また、フランジ部４７ｂの背面とコアチューブ４５のフランジ部４５ｃとの間には、オイルシール５２が挟み込まれた状態で配置されている。このオイルシール５２とシールリング３６とによって、コアチューブ４５の内部全体がシールされている。

[0074] プランジャ４８は、内部軸心方向に円滑な移動性を確保するための空気抜き孔４８ａが貫通形成されている。

[0075] プッシュロッド４９は、軸方向のプランジャ４８側の後端部に該プランジャ４８と結合する円板部４９ａを有している。また、プッシュロッド４９は、小径な円盤状の先端部４９ｂがスプール弁２８の第３ランド部４０の外端面４０ａのほぼ中央に軸方向から当接している。したがって、プッシュロッド４９の先端部４９ｂは、第１、第２貫通孔６０，６１の各他端開口部６０

ｂ、６１ｂには全く掛からない状態になっている。

[0076] プッシュロッド４９は、コイル４３への通電による保持部材４７や円筒部４６への励磁によってプランジャ４８を介してスプール弁２８をバルブスプリング２９のばね力に抗して図４に示す最大左方向へ押圧移動させるようになっている。

[0077] コネクタ部５１は、図３～図５に示すように、ケーシング４２の後端部に固定された筒状基部５１ａと、該筒状基部５１ａの後端から突出した雌コネクタ５１ｂと、を有している。筒状基部５１ａ内に埋設された一対の図外の端子片の各一端部が、コイル４３に接続されている。一方、端子片の外部に露出した各他端部５１ｃが、コントロールユニット（ＥＣＵ）５０側の雄コネクタの端子に接続されるようになっている。

[0078] ＥＣＵ５０は、内部のコンピュータが図外のクランク角センサ（機関回転数検出）やエアーフローメータ、機関水温センサ、機関温度センサ、スロットルバルブ開度センサおよびカムシャフト２の現在の回転位相を検出するカム角センサなどの各種センサ類からの情報信号を入力して現在の機関運転状態を検出する。これによって、機関の駆動を制御している。また、ＥＣＵ５０は、前述したように、コイル４３に制御電流を出力、または通電を遮断してスプール弁２８の移動位置を制御し、各ポート３２～３４を選択的に切換制御するようになっている。

[0079] すなわち、ソレノイド部３０は、ＥＣＵ５０の制御電流とバルブスプリング２９との相対的な圧力によって、スプール弁２８を前後軸方向の３つのポジジョンに移動させる。つまり、３つのポジションに連続的に移動させることによってバルブボディ２７の供給、遅角、進角ポート３２、３３、３４を相対的に連通あるいは遮断させる。また同時に、進角ポート３４あるいは遅角ポート３３をドレン孔３１とドレン通路２８ａに連通させる。さらに供給ポート３２に対して遅角ポート３３と進角ポート３４との連通を遮断するようになっている。

〔本実施形態のバルブタイミング制御装置の作動〕

以下、本実施形態に供されるバルブタイミング制御装置の作動を簡単に説明する

機関停止状態になると、オイルポンプ２５も停止されて吐出通路２５ａから作動油が供給されないと共に、ＥＣＵ５０からコイル４３への通電もなく非通電状態となる。

[0080] したがって、スプール弁２８は、図４に示すように、バルブスプリング２９のばね力で最大右方向の第１ポジションの移動位置に保持されている。

[0081] 次に、機関が始動を開始すると、オイルポンプ２５も駆動して吐出通路２５ａに作動油を圧送する。吐出通路２５ａから供給通路内に流入した作動油は、図４中の矢印で示すように、電磁弁２６の第１グルーブ溝３２ａと第１濾過フィルタ５３を通って供給ポート３２からスプール弁２８の筒状溝３７ａに流入する。作動油は、ここから遅角ポート３３に流入して第２濾過フィルタ５４を通過して第２グルーブ溝３３ａに流入し、さらにここから各遅角通路孔１７内に流入して各遅角作動室９内に供給される。したがって、各遅角作動室９内の油圧が上昇する。

[0082] 同時に、スプール弁２８は、進角ポート３４を介して各進角通路孔１８と第２環状溝３９ａ及び第２連通孔３９ｂを連通した状態になっている。したがって、各進角作動室１０の作動油は、進角通路孔１８から第３濾過フィルタ５５と各進角ポート３４を通って第２環状溝３９ａから第２連通孔３９ｂに流入する。ここから、ドレン通路２８ａに流入してドレン孔３１からオイルパンＯＰ内に排出される。したがって、各進角作動室１０が低圧状態になる。

[0083] このため、ベーンロータ７は、最遅角の相対回転位置に維持されている。したがって、吸気弁は、開閉タイミングが遅角側に制御された状態になる。これによって、機関の始動性が良好になる。

[0084] また、この時点では、第１ロック通路２４ａを介して第１解除用受圧室２３ａに遅角作動室９と同じ油圧が供給されるが、クランキング初期の時点では第１解除用受圧室２３ａ内の油圧が上昇しない。このため、ロックピン２

１は、図２に示すように、先端部２１ａがロック穴１９内に入り込んでロックされた状態となる。したがって、カムシャフト２に発生する交番トルクによるベーンロータ７のばたつきなどを抑制することできる。

[0085] その後、第１ロック通路２４ａを介して第１解除用受圧室２３ａに供給された油圧が高くなる。そうすると、ロックピン２１が、コイルスプリング２２のばね力に抗して後退移動してロック穴１９とのロック状態が解除される。これによって、ベーンロータ７は、回転規制が解除されてフリーな状態になる。

[0086] 次に、機関運転状態の変化に伴って、ＥＣＵ５０からコイル４３への通電量が大きくなると、保持部材４７などの励磁力が大きくなる。これにより、スプール弁２８は、バルブスプリング２９のばね力に抗してプランジャ４８及びプッシュロッド４９によって押し出されて、図４に示す状態から僅かに左方向へ移動する。

[0087] この状態では、第１ランド部３８と第２ランド部３９によって遅角ポート３３と進角ポート３４が塞がれて（閉止されて）、各遅角作動室９や各進角作動室１０の作動油の供給あるいは排出が停止される。したがって、各遅角作動室９と各進角作動室１０内に作動油が保持された状態になる。

[0088] これにより、ベーンロータ７は、図１に示すように、最遅角と最進角の間の中間位置に保持される。よって、吸気弁は、バルブタイミングが最遅角と最進角の間の中間位相位置に制御される。このため、例えば、定常運転時の機関回転の安定化と燃費の向上が図れる。

[0089] さらに、コイル４３への通電量がさらに大きくなると、スプール弁２８は、図５に示すように、バルブスプリング２９のばね力に抗してさらに左方向へ移動して最大左方向の位置になる。この状態でのスプール弁２８は、第１ランド部３８が遅角ポート３３を開いて、該遅角ポート３３と第１環状溝３８ａ及び第１連通孔３８ｂを連通させる。と同時に、スプール弁２８は、第２ランド部３９が供給ポート３２と筒状溝３７ａ及び進角ポート３４を連通させる。

[0090] このため、各遅角作動室９内の作動油は、各遅角通路孔１７から遅角ポート３３を通って第１環状溝３８ａ、第１連通孔３８ｂに流入し、ここから、ドレン通路２８ａ及び各ドレン孔３１を通って速やかにオイルパンＯＰ内に排出される。

[0091] 同時に、オイルポンプ２５から圧送された作動油は、供給ポート３２から筒状溝３７ａ及び進角ポート３４及び濾過フィルタ５５を通って各進角通路孔１８から各進角作動室１０に供給される。

[0092] したがって、各遅角作動室９の内圧が低下する一方、各進角作動室１０の内圧が上昇する。

[0093] よって、ベーンロータ７は、図１に示す位置から、時計方向へ回転して最大進角側へ相対回転する。これによって、吸気弁は、開閉タイミングが最進角位相になって排気弁とのバルブオーバーラップが大きくなり、吸気充填効率が高くなって機関の出力トルクの向上が図れる。

[0094] ここで、前述のように、電磁弁２６のコイル４３に通電されてスプール弁２８が、図５に示すように左方向へ移動し、第３ランド部４０によって遅角ポート３３と第１環状溝３８ａが連通する。そうすると、各遅角作動室９内の作動油が、各遅角通路孔１７から遅角ポート３３を通って第１環状溝３８ａと第１連通孔３８ｂに流入してドレン通路２８ａ内に流入する。

[0095] このとき、遅角ポート３３と第１環状溝３８ａ及び第１連通孔３８ｂの作動油の油圧が高くなる。しかし、スプール弁２８の第３ランド部４０に、第１、第２貫通孔６０，６１が形成されていることから、ドレン通路２８ａを介して空間部Ｓ内の油圧の上昇を抑制することができる。

[0096] すなわち、本願発明者の実験によって、遅角ポート３３や第１環状溝３８ａ及び第１連通孔３８ｂ内に流入した作動油の油圧の分布を解析すると、供給油圧よりは低いが比較的高く、例えば約０．２～０．２６ＭＰａの油圧になっていることがわかった。また、ドレン通路２８ａ内は、大気に連通していることから低圧状態になっている。

[0097] したがって、従来では、第１環状溝３８ａ内の比較的高い油圧が、第３ラ

ンド部４０の外周面とバルブボディ２７の摺動用孔２７ａの内周面との間の隙間から空間部Ｓに流入して、この密閉された空間部Ｓ内に充満してしまう。このため、スプール弁２８は、空間部Ｓ内の油圧が第３ランド部４０の外端面４０ａに作用することにより、挙動が不安定になるおそれがあった。この現象は、第１ランド部３８によって第１環状溝３８ａが開かれた初期の時点から発生し、この時点から第１環状溝３８ａに高油圧が作用するからである。

[0098] これに対して、本実施形態では、第３ランド部４０に第１、第２貫通孔６０，６１を設けることによって、低圧なドレン通路２８ａと空間部Ｓが連通状態になっている。これにより、第１環状溝３８ａに高い油圧が作用しても、空間部Ｓの内部圧力は、約０．１ＭＰａの低圧状態になっている。このため、第３ランド部４０の外端面４０ａには、空間部Ｓからの高い油圧が作用しなくなる。

[0099] また、第１ランド部３８の外側面３８ｃと第３ランド部４０の内側面４０ｂの受圧面積がほぼ同一になっていることから、第１環状溝３８ａに流入した作動油圧による軸方向の荷重が相殺される。

[0100] つまり、第１環状溝３８ａに流入した油圧は、外側面３８ｃにスプール弁２８を図５中、左方向へ移動させる力(荷重)を付与する一方、内側面４０ｂにはこれと反対の右方向へ移動させる力（荷重）を付与する。これら両者３８ｃ、４０ｂは、受圧面積がほぼ同一であるから前記相反する荷重が相殺されるのである。このため、スプール弁２８は、前記軸方向荷重による影響が少なくなり、安定した保持性が確保される。

[0101] したがって、スプール弁２８は、挙動の不安定化が十分に抑制されて安定かつ高精度な移動性を得ることができる。

[0102] この結果、各遅角作動室９と各進角作動室１０への油圧の給排制御精度が高くなる。この結果、吸気弁のバルブタイミングの高い制御精度が得られる。

[0103] また、ドレン通路２８ａと空間部Ｓを各貫通孔６０，６１によって連通さ

せることにより、各貫通孔６０、６１が呼吸孔としても機能する。これにより、スプール弁２８の軸方向への移動性も良好になる。

[0104] なお、例えば、呼吸孔として第３ランド部４０の外周縁に、軸方向に沿った切欠溝などを設けた場合には、この切欠溝を介してドレン通路２８ａと空間部Ｓを連通することになるが、前記内側面４０ｂと外側面３８ｃとの受圧面積が変化してしまう。つまり、外側面３８ｃの受圧面積が、内側面４０ｂの受圧面積よりも大きくなる。このため、スプール弁２８の挙動が不安定になり易くなる。

[0105] また、第１、第２貫通孔６０，６１は、それぞれの内径が比較的小さく設定してあるため、一つの大径な貫通孔にした場合に比較して、スプール弁２８の挙動の安定した時間を長く保持することができる。つまり、貫通孔を、一つの大径な内径とした場合には、空間部Ｓに流入する作動油の流量が大きくなって空間部Ｓ内に即座に充填されてしまう。このため、スプール弁２８の挙動の安定化が図れる時間が短くなるおそれがある。

[0106] しかし、本実施形態のように、２つの貫通孔６０，６１でかつそれぞれの内径を小径化したことによって、流動抵抗が大きくなって、ドレン通路２８ａから空間部Ｓへ流入する作動油の単位当たりの作動油の流入量が少なくなる。このため、スプール弁２８の挙動の安定した時間を長引かせることが可能になる。

[0107] また、第１、第２貫通孔６０、６１は、第３ランド部４０の中央側から外側に向かって傾斜状に形成されていることから、この孔開け加工する際における通路断面積の精度を高くできる。

[0108] すなわち、各貫通孔６０，６１を、スプール弁２８の軸方向に沿って直線状に形成した場合には、それぞれの位置や内径さらには深さなどの公差のずれ(変化)によって、ドレン通路２８ａに対するそれぞれの開口面積に変化が生じる可能性がある。これによって、各貫通孔６０，６１間の通路断面積の精度が低下するおそれがある。

[0109] しかし、本実施形態のように、各貫通孔６０，６１をそれぞれ傾斜状に形

成することによって、各貫通孔６０，６１の各一端開口６０ａ、６１ａ側がスプール弁２８の軸心に向かうようになっているため、それぞれの通路断面積の変化が少なくなり、高い精度を確保できる。

[0110] また、ソレノイド部３０のプッシュロッド４９は、先端部４９ｂが第３ランド部４０の外端面４０ａのほぼ中央に当接しており、第１、第２貫通孔６０，６１の各他端開口部６０ｂ、６１ｂを一部でも塞ぐことがない。このため、各貫通孔６０，６１の通路断面積の減少化が抑制されて、スプール弁２８の安定した移動性が可能になる。

[0111] 換言すれば、例えば、プッシュロッド４９の先端部４９ｂが各貫通孔６０，６１の一部でも塞ぐように配置した場合には、この状態を回避するために、スプール弁２８に、別途、プッシュロッド４９を当接させる部材などを設けなければならない。このため、設計変更が余儀なくされて、製造作業が煩雑になり、コストの高騰を招くおそれがある。

[0112] しかし、本実施形態では、前述のような構成としたことから、製造作業が容易になると共に、コストの高騰を抑制できる。

[0113] さらに、第１貫通孔６０と第２貫通孔６１は、軸心Ｐを中心に径方向で対称位置に形成されていることから、スプール弁２８の重量バランスに影響がない。

[0114] また、各貫通孔６０，６１を設けたことによって、スプール弁２８は、全体の質量が小さくなるので、アルミ材質の軽量化と相俟って慣性力が低下する。このため、スプール弁２８の移動の応答性が向上することから、バルブタイミングの制御応答性が良好になる。

[0115] また、両貫通孔６０，６１は、第１環状溝３８ａと第１連通孔３８ｂに掛からず避けた位置に形成されていることから、第１環状溝３８ａなどを流通する作動油の流動性に影響を与えることがない。

〔第２実施形態〕

図９及び図１０は本発明の第２実施形態を示している。この第２実施形態では、スプール弁２８の第３ランド部４０に３つの第１～第３貫通孔６０，

６１，６２を設けたものである。

[0116] 第１～第３貫通孔６０～６２は、第１実施形態と同じくそれぞれドレン通路２８ａの円錐状の底面２８ｂから第３ランド部４０の外端面４０ａまで外側に向かった傾斜状に形成されている。また、各貫通孔６０～６２は、第３ランド部４０の円周方向のほぼ等間隔位置に形成されている。また、それぞれの通路断面積は、第１実施形態の貫通孔６０，６１よりも小さく設定されている。

[0117] 他の構成は第１実施形態と同じである。

[0118] したがって、この実施形態も空間部Ｓ内の低圧化によってスプール弁２８の挙動の不安定化を抑制できるなど、第１実施形態と同様な作用効果が得られる。

[0119] また、各貫通孔６０～６１は、第３ランド部４０の円周方向のほぼ等間隔位置に形成されていることから、スプール弁２８の重量バランスが良好になると共に、質量がさらに小さくなる。この結果、慣性力がさらに低減して移動応答性が向上する。

〔第３実施形態〕

図１１及び図１２は本発明の第３実施形態を示している。この第３実施形態では、２つの第１、第２貫通孔６０，６１を、第３ランド部４０の内部軸方向に沿って直線状に設けたものである。

[0120] 第１、第２貫通孔６０、６１は、第３ランド部４０の外端面４０ａからドレン通路２８ａまでドリル加工によって孔開けされている。つまり、各貫通孔６０、６１は、第３ランド部４０の外端面４０ａから２つの第１連通孔３８ｂの間に配置され、第１環状溝３８ａに掛かることなく第１環状溝３８ａの幅方向一端部の内側まで直線状に延びている。そして、各一端開口部６０ａ、６１ａは、内側の一部がドレン通路２８ａに臨んでいると共に、４つの第１連通孔３８ｂのいずれにも掛かることなく、２つの第１連通孔３８ｂの間に配置されている。

[0121] したがって、この第３実施形態によれば、前記各実施形態と同様な作用効

果が得られる。

[0122] また、各貫通孔６０，６１を、ドリル工具によって直線状に孔開け加工したことから、加工作業が容易になり、加工コストの低減化が図れる。

[0123] また、各貫通孔６０，６１は、第１環状溝３８ａや第１連通孔３８ｂを避けた位置に設けられていることから、作動油の流通性に影響を与えることなく、スプール弁２８の挙動の安定化を維持できる。

〔第４実施形態〕

図１３及び図１４は本発明の第４実施形態を示している。この第４実施形態は、基本構造は第１実施形態と同じであるが、ドレン通路２８ａの底面２８ｂが円錐状ではなく平坦状に形成されている。

[0124] つまり、ドレン通路２８ａは、必ずしもドリル加工だけではなく、例えば、スプール弁２８自体を焼結金属などの型成形で成形した場合には、ドレン通路２８ａも一緒に型成形できるので底面２８ｂが平坦状になっている。

[0125] 第１、第２貫通孔６０，６１は、平坦な底面２８ｂから第３ランド部４０の外側に向かって傾斜状に形成されている。したがって、各貫通孔６０，６１は、各一端開口部６０ａ、６１ａが底面２８ｂに開口し、他端開口部６０ｂ、６１ｂが第３ランド部４０の外端面４０ａに開口して空間部Ｓに臨んでいる。

[0126] よって、この第３実施形態によれば、前記各実施形態と同じ作用効果が得られることは勿論のこと、スプール弁２８自体を型成形などによって成形する場合には、各貫通孔６０，６１の成形作業も容易になる。

[0127] 本発明は、前記各実施形態の構成に限定されるものではなく、例えば、各貫通孔６０～６２の通路断面積を電磁弁の仕様や大きさなどによって任意に設定することができる。

[0128] また、第１、第２貫通孔６０，６１の傾斜角度は固定的なものではなく、各第１連通孔３８ｂなどを避けた位置に任意に設定することが可能である。

[0129] 前記電磁弁は、バルブタイミング制御装置以外の装置や機器類に適用することも可能である。また、この電磁弁は、必ずしもバルブタイミング制御装

置の外側ではなく、例えば、装置の内側であるベーンロータをカムシャフトに締結するカムボルトに適用することも可能である。

[0130] また、各実施形態では、タイミングスプロケットを用いた内燃機関のバルブタイミング制御装置に適用したが、タイミングプーリを用いたものに適用すれば本発明の作用効果がさらに顕著になる。

[0131] つまり、タイミングプーリを用いた場合は、電磁弁などから作動油が外部にリークしないように電磁弁の内部が液密的にシールされている。このため、空間部の液密性も高くなるので、前述したスプール弁の挙動の不安定化といった技術的課題を招き易い。

[0132] これに対して、本発明は空間部を低圧化することから、前記技術的課題を効果的に解決することが可能になる。

[0133] 以上説明した実施形態に基づく電磁弁としては、例えば、以下に述べる態様のものが考えられる。

[0134] その一つの態様として、コイルへの通電によって軸方向へ駆動される可動鉄心を有するソレノイド部と、筒状であって、径方向に貫通する複数の開口部を有するバルブボディと、前記バルブボディの内部に配置され、前記可動鉄心によって軸方向へ移動することで前記各開口部を開閉するスプール弁であって、前記スプール弁の内部に設けられて、大気圧と連通する油通路と、一端が前記油通路に開口し、他端が前記スプール弁の前記可動鉄心側の一端部と前記ソレノイド部との間に形成される空間部に開口し、前記スプール弁の一端部の軸心周りに周方向に設けられた複数の貫通孔と、を有するスプール弁と、を備えている。

[0135] さらに好ましくは、前記ソレノイド部は、前記可動鉄心に連結されて前記スプール弁の一端部を押圧するロッドを有し、前記複数の貫通孔は、前記ロッドの前記スプール弁に対する当接面よりも径方向の外側に有している。

[0136] この発明の態様によれば、前記各貫通孔は、前記スプール弁におけるロッドとの当接面を避けた位置に配置されているので、ロッドの当接面を確保できる。例えば、貫通孔をスプール弁の当接面に配置した場合には、スプール

弁に、別途、ロッドを当接させる部材を設ける必要があることから、設計変更が余儀なくされて、製造作業が煩雑になり、コストの高騰を招くおそれがある。

[0137] さらに好ましくは、前記複数の貫通孔は、スプール弁の一端部の軸心側から径方向外側へ傾斜状に形成されて、前記他端側が一端側よりも径方向外側に有している。

[0138] この発明の態様によれば、各貫通孔を、ソレノイド部側に向かって外側へ傾斜状に形成したことによって、この各貫通孔を孔開け加工する際における開口面積の精度を高くすることができる。すなわち、各貫通孔を、スプール弁の軸方向に沿って直線状に形成した場合には、それぞれの位置や内径さらには深さなどの公差のずれ(変化)によって油通路に対するそれぞれの開口面積に変化が生じる場合がある。これによって、各貫通孔のドレン通を側の開口面積の精度が低下するおそれがある。しかし、本実施形態のように、各貫通孔をそれぞれ傾斜状に形成することによって、それぞれの開口面積の変化が少なくなり、高い精度を確保できる。

[0139] さらに好ましくは、前記複数の貫通孔は、前記スプール弁の一端部に軸心を挟んで対向した位置に２つ設けられている。

[0140] スプール弁の軸心を挟んだ位置に２つ設けられていることから、重量のバランスが良い。

[0141] さらに好ましくは、前記複数の貫通孔は、前記スプール弁の一端部の周方向へ所定の間隔位置に３つ設けられている。

[0142] 貫通孔を、周方向へほぼ等間隔位置に３つ設けたことから重量のバランスが良い。

[0143] さらに好ましくは、前記油通路は、前記スプール弁の軸方向に沿って形成され、前記可動鉄心側の端部に円錐面を有し、前記複数の貫通孔は、一端部が前記円錐面に開口している。

[0144] この発明の態様によれば、傾斜状の各貫通孔を孔開け加工する際に、この各貫通孔の軸心が多少ずれても一端部の開口面積の変化がない。よって、開

口面積の精度が良好になり所望の開口面積を確保できる。

[0145] さらに好ましくは、前記スプール弁は、前記一端部側の外周に環状溝を有すると共に、この環状溝と前記油通路を連通する径方向油路を有し、前記複数の貫通孔は、前記環状溝と前記径方向油路よりも軸方向の前記可動鉄心側に設けられている。

[0146] 複数の貫通孔の位置が、環状溝と径方向油路には重なることがなく離れているので、空間部への影響がない。

[0147] さらに好ましくは、前記複数の貫通孔は、スプール弁の一端部に有する端壁に軸方向に沿って設けられ、前記各貫通孔のそれぞれの少なくとも一部が、前記油通路の内周面よりも径方向外側に位置している。

[0148] 各貫通孔が、軸方向に沿って形成されることによって、この孔開け加工作業が容易である。また、それぞれの一部が、油通路の内周面より径方向外側に位置していることから、各貫通孔の開口面積(通路断面積)を十分に確保できる。

[0149] さらに好ましくは、前記スプール弁は、前記一端部側の外周に環状溝を有すると共に、この環状溝と前記油通路を連通する径方向油路を有し、

前記複数の貫通孔は、前記径方向油路に対して周方向へずれた位置に設けられている。

[0150] 複数の貫通孔が、径方向油路に重なることなく周方向へ離れていることから、スプール弁の挙動への影響がない。また、径方向ではなく周方向へ離れていることから、径方向の大型化が抑制できる。

[0151] さらに好ましくは、前記ソレノイド部は、前記バルブボディと前記コイルとの間に挟まれるフランジ部を有する固定鉄心を備え、前記複数の貫通孔は、スプール弁の軸心から径方向外側に向かって傾斜状に形成されて、それぞれの前記他端の開口が軸方向において前記固定鉄心のフランジ部に対向している。

[0152] さらに好ましくは、前記複数の貫通孔は、前記他端の開口がスプール弁の軸心から径方向に長軸を有する楕円形状になっている。

[0153] 別の好ましい態様としては、クランクシャフトからの回転力が伝達され、内部に作動室を有する駆動回転体と、前記駆動回転体の内部に相対回転可能に配置されつつカムシャフトに固定され、前記作動室を遅角作動室と進角作動室に分け、前記各作動室に作動油が給排されることで前記駆動回転体に対して進角側あるいは進角側へ相対回転する従動回転体と、オイルポンプから圧送された作動油を前記各作動室に給排制御する電磁弁と、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置であって、

前記電磁弁は、コイルへの通電によって軸方向へ駆動される可動鉄心を有するソレノイド部と、筒状であって、径方向に貫通する複数の開口部を有するバルブボディと、前記バルブボディの内部に配置され、前記可動鉄心によって軸方向へ移動することで前記各開口部を開閉するスプール弁であって、外周に設けられて前記開口部に連通する環状溝と、前記環状溝に連通し、内部に大気圧と連通する油通路と、一端が前記油通路に開口し、他端が前記スプール弁の前記可動鉄心側の一端部と前記ソレノイド部との間に形成される空間部に開口し、前記スプール弁の一端部の軸心周りに周方向に設けられた複数の貫通孔と、を有するスプール弁と、を備えている。

符号の説明

[0154] １…タイミングスプロケット（駆動回転体）、２…カムシャフト、３…位相変更機構、４…油圧回路、５…ロック機構、６…ハウジング、７…ベーンロータ、８…シュー、９…遅角作動室、１０…進角作動室、２５…オイルポンプ、２６…電磁弁、２７…バルブボディ、２８…スプール弁、２８ａ…ドレン通路(油通路)、２８ｂ…底面(円錐面)、２９…バルブスプリング、３０…ソレノイド部、３２…供給ポート（開口部）、３３…遅角ポート（開口部）、３４…進角ポート（開口部）、３２ａ～３４ａ…グルーブ溝、３８…第１ランド部、３８ａ…第１環状溝、３８ｂ…第１連通孔(径方向油路)、３９…第２ランド部、３９ａ…第２環状溝、３９ｂ…第２連通孔、４０…第３ランド部(端壁)、４０ａ…外端面、４１…第４ランド部、４３…コイル、４６…円筒部(固定鉄心)、４７…保持部材(固定鉄心)、４８…プランジャ(可動鉄

心)、４９…プッシュロッド(ロッド)、６０…第１貫通孔、６０ａ…一端開口部、６０ｂ…他端開口部、６１…第２貫通孔、６１ａ…一端開口部、６１ｂ…他端開口部、６２…第３貫通孔、６２ａ一端開口部、６２ｂ…他端開口部、Ｓ…空間部

請求の範囲

[請求項1] コイルへの通電によって軸方向へ駆動される可動鉄心を有するソレノイド部と、

筒状であって、径方向に貫通する複数の開口部を有するバルブボディと、

前記バルブボディの内部に配置され、前記可動鉄心によって軸方向へ移動することで前記各開口部を開閉するスプール弁であって、前記スプール弁の内部に設けられて、大気圧と連通する油通路と、一端が前記油通路に開口し、他端が前記スプール弁の前記可動鉄心側の一端部と前記ソレノイド部との間に形成される空間部に開口し、前記スプール弁の一端部の軸心周りの周方向位置に設けられた複数の貫通孔と、を有するスプール弁と、

を備えたことを特徴とする電磁弁。

[請求項2] 請求項１に記載の電磁弁において、

前記ソレノイド部は、前記可動鉄心に連結されて前記スプール弁の一端部を押圧するロッドを有し、

前記複数の貫通孔は、前記ロッドの前記スプール弁に対する当接面よりも径方向の外側に有することを特徴とする電磁弁。

[請求項3] 請求項２に記載の電磁弁において、

前記複数の貫通孔は、スプール弁の一端部の軸心側から径方向外側へ傾斜状に形成されて、前記他端側が一端側よりも径方向外側に有することを特徴とする電磁弁。

[請求項4] 請求項３に記載の電磁弁において、

前記複数の貫通孔は、前記スプール弁の一端部に軸心を挟んで対向した位置に２つ設けられていることを特徴とする電磁弁。

[請求項5] 請求項３に記載の電磁弁において、

前記複数の貫通孔は、前記スプール弁の一端部の周方向へ所定の間隔位置に３つ設けられたことを特徴とする電磁弁。

[請求項6] 請求項３に記載の電磁弁において、

前記油通路は、前記スプール弁の軸方向に沿って形成され、前記可動鉄心側の端部に円錐面を有し、

前記複数の貫通孔は、一端部が前記円錐面に開口していることを特徴とする電磁弁。

[請求項7] 請求項２に記載の電磁弁において、

前記スプール弁は、前記一端部側の外周に環状溝を有すると共に、この環状溝と前記油通路を連通する径方向油路を有し、

前記複数の貫通孔は、前記環状溝と前記径方向油路よりも軸方向の前記可動鉄心側に設けられていることを特徴とする電磁弁。

[請求項8] 請求項２に記載の電磁弁において、

前記複数の貫通孔は、スプール弁の一端部に有する端壁に軸方向に沿って設けられ、前記各貫通孔のそれぞれの少なくとも一部が、前記油通路の内周面よりも径方向外側に位置していることを特徴とする電磁弁。

[請求項9] 請求項２に記載の電磁弁において、

前記スプール弁は、前記一端部側の外周に環状溝を有すると共に、この環状溝と前記油通路を連通する径方向油路を有し、

前記複数の貫通孔は、前記径方向油路に対して周方向へずれた位置に設けられていることを特徴とする電磁弁。

[請求項10] 請求項２に記載の電磁弁において、

前記ソレノイド部は、前記バルブボディと前記コイルとの間に挟まれるフランジ部を有する固定鉄心を備え、

前記複数の貫通孔は、スプール弁の軸心から径方向外側に向かって傾斜状に形成されて、それぞれの前記他端の開口が軸方向において前記固定鉄心のフランジ部に対向することを特徴とする電磁弁。

[請求項11] 請求項１０に記載の電磁弁において、

前記複数の貫通孔は、前記他端の開口がスプール弁の軸心から径方

向に長軸を有する楕円形状になっていることを特徴とする電磁弁。

[請求項12] クランクシャフトからの回転力が伝達され、内部に作動室を有する駆動回転体と、

前記駆動回転体の内部に相対回転可能に配置されつつカムシャフトに固定され、前記作動室を遅角作動室と進角作動室に分け、前記各作動室に作動油が給排されることで前記駆動回転体に対して進角側あるいは進角側へ相対回転する従動回転体と、

オイルポンプから圧送された作動油を前記各作動室に給排制御する電磁弁と、

を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置であって、

前記電磁弁は、

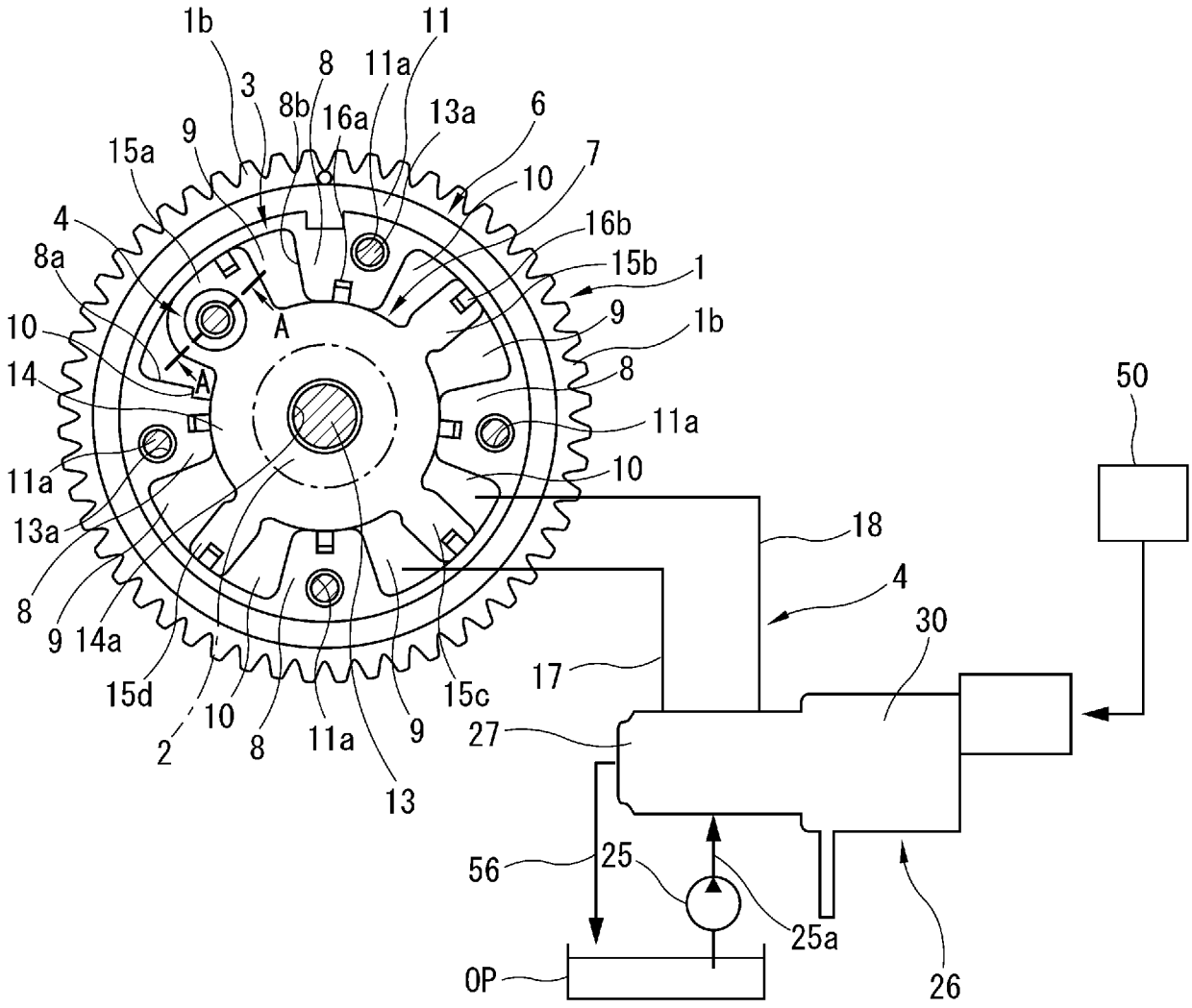
コイルへの通電によって軸方向へ駆動される可動鉄心を有するソレノイド部と、

筒状であって、径方向に貫通する複数の開口部を有するバルブボディと、

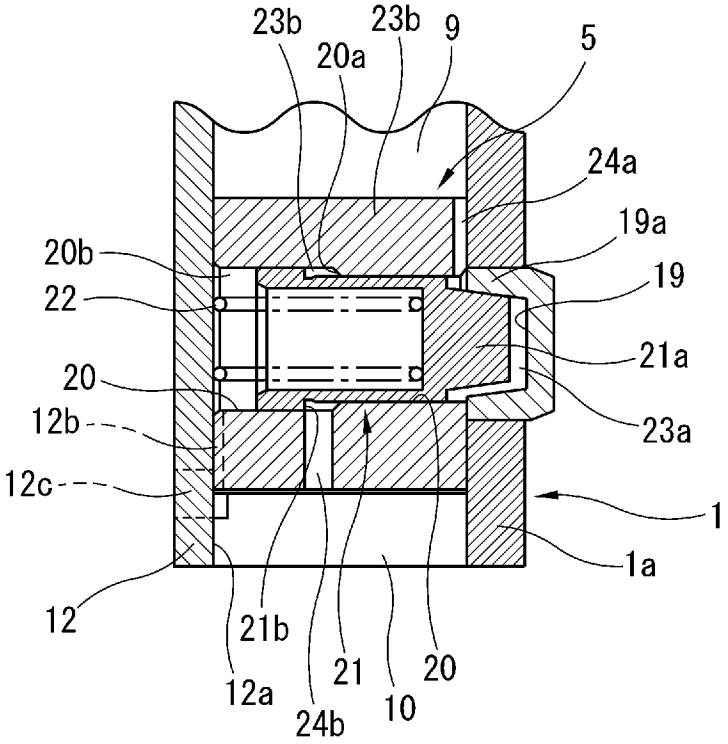
前記バルブボディの内部に配置され、前記可動鉄心によって軸方向へ移動することで前記各開口部を開閉するスプール弁であって、外周に設けられて前記開口部に連通する環状溝と、前記環状溝に連通し、内部に大気圧と連通する油通路と、一端が前記油通路に開口し、他端が前記スプール弁の前記可動鉄心側の一端部と前記ソレノイド部との間に形成される空間部に開口し、前記スプール弁の一端部の軸心周りの周方向位置に設けられた複数の貫通孔と、を有するスプール弁と、

を備えたことを特徴とする内燃機関のバルブタイミング制御装置。

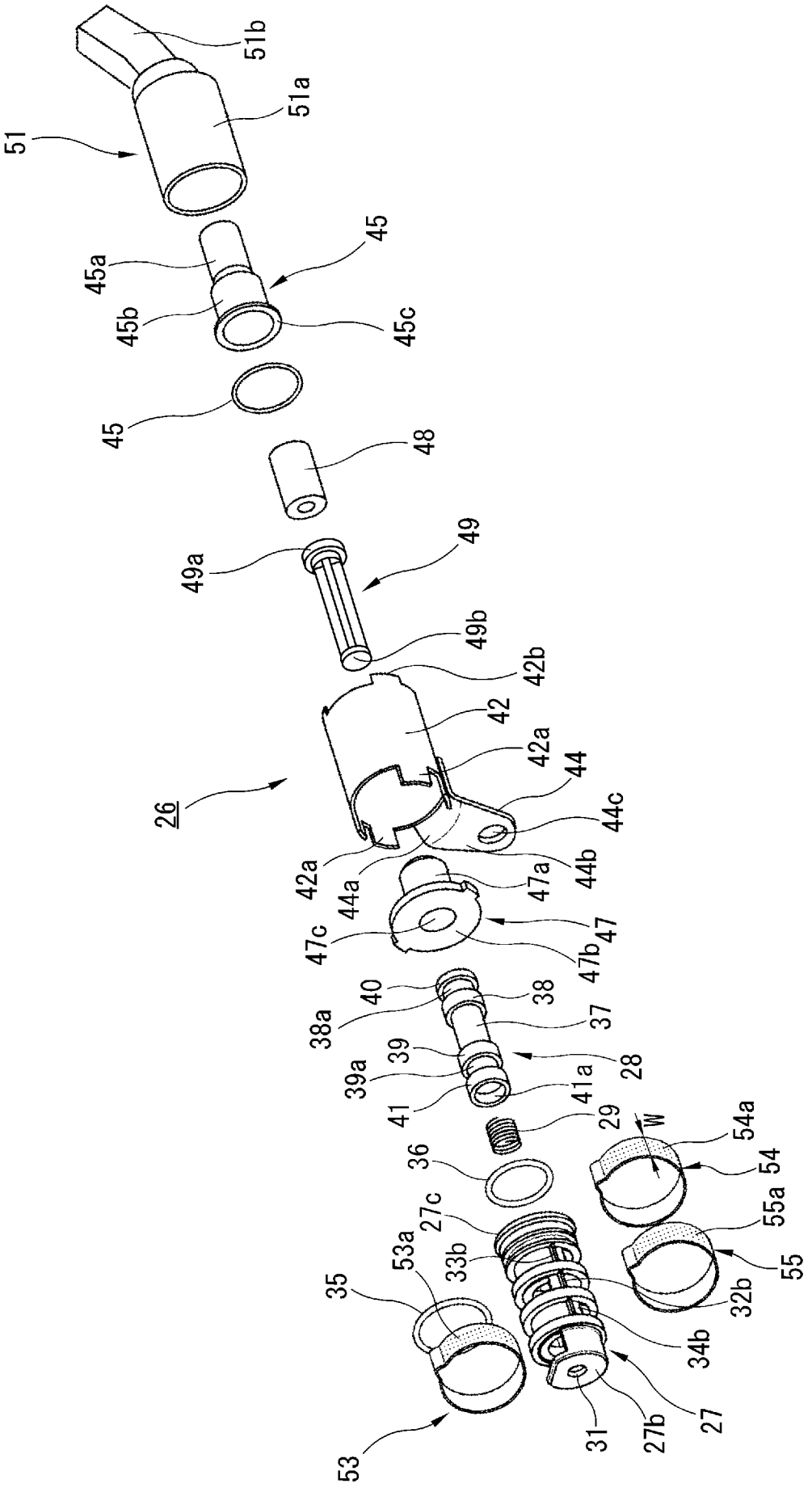
[図1]


1b
11
3
8
11a
8b
16a
13a
6
9
15a
10
7
4
16b
8a
15b
1
A
9
1b
10
A
14
8
50
11a
10
18
11a
13a
4
8
9
14a
30
15d
17
15c
2
10
8
11a
9
27
13
56
25
25a
OP
26

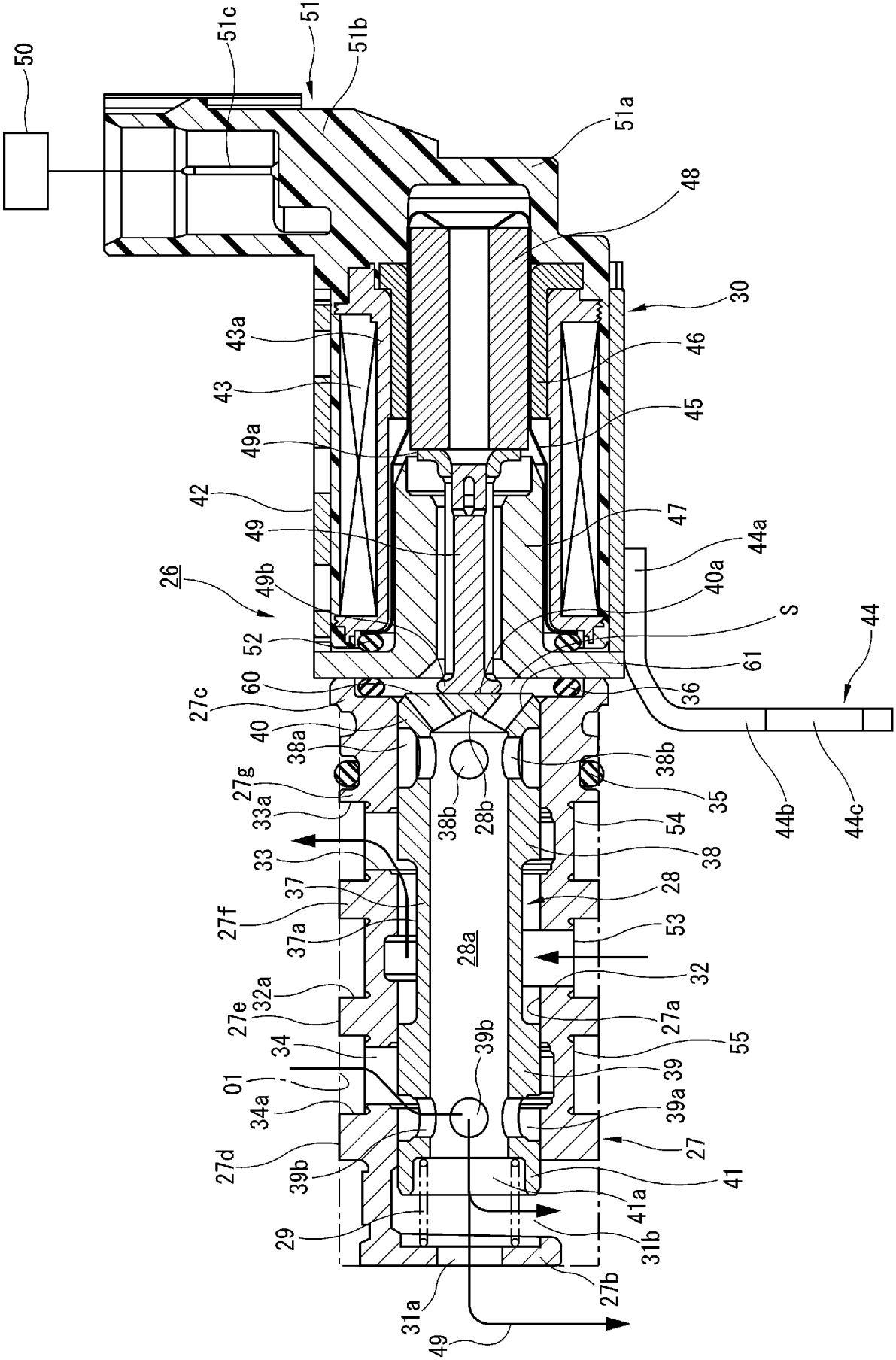
[図2]


23b
23b
9
5
20a
24a
19a
20b
19
22
21a
20
23a
12b
12c
1
1a
12
21b
21
20
12a
24b
10

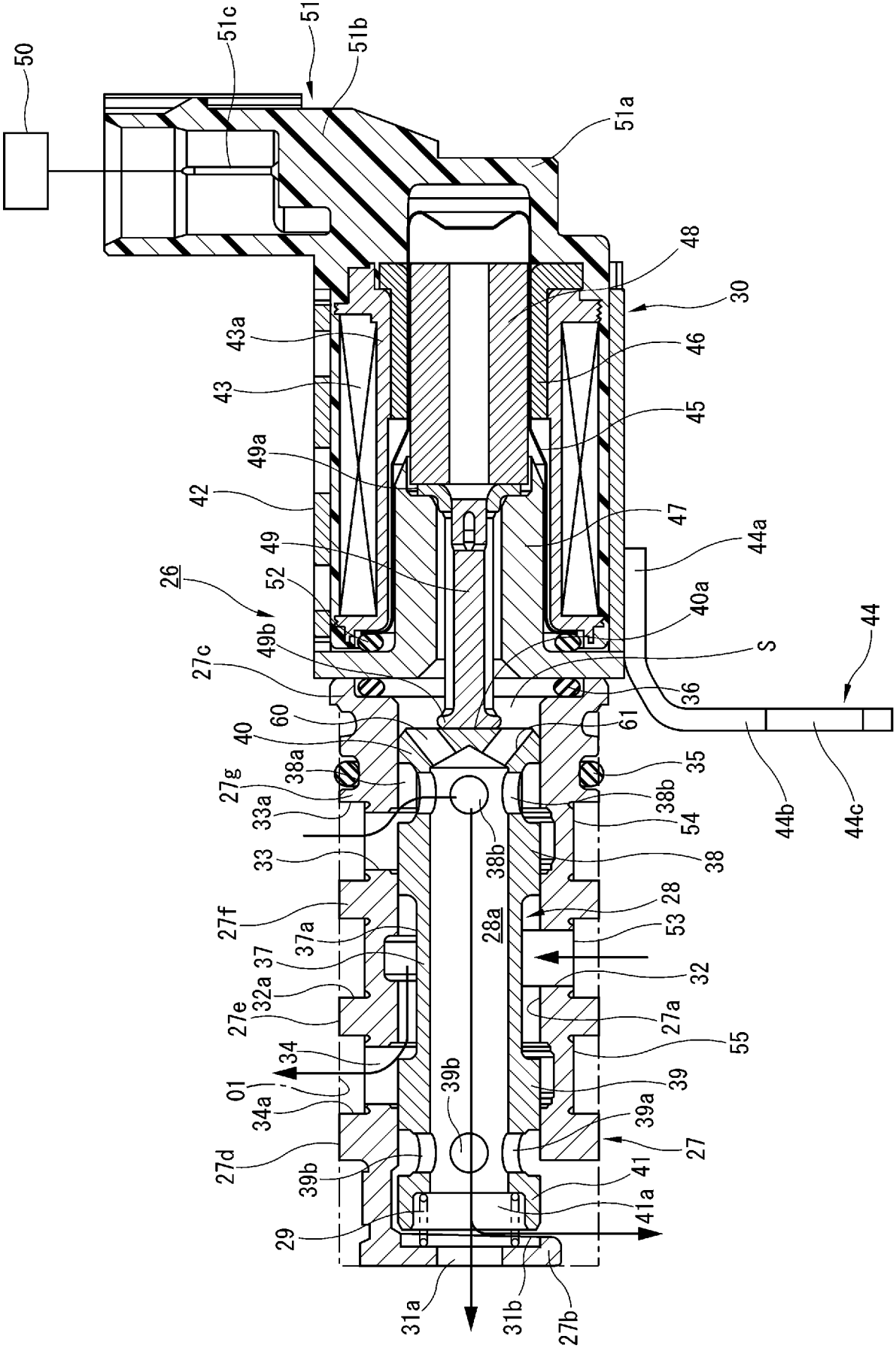
[図3]


51
51a
51b
45
45a
45b
45c
45
48
49
49a
49b
26
42
42a
42b
44
44a
44b
44c
47
47a
47b
47c
40
38
38a
37
39
39a
28
41
41a
29
W
36
54
54a
55
55a
27c
53a
33b
35
32b
34b
27
27b
31
53

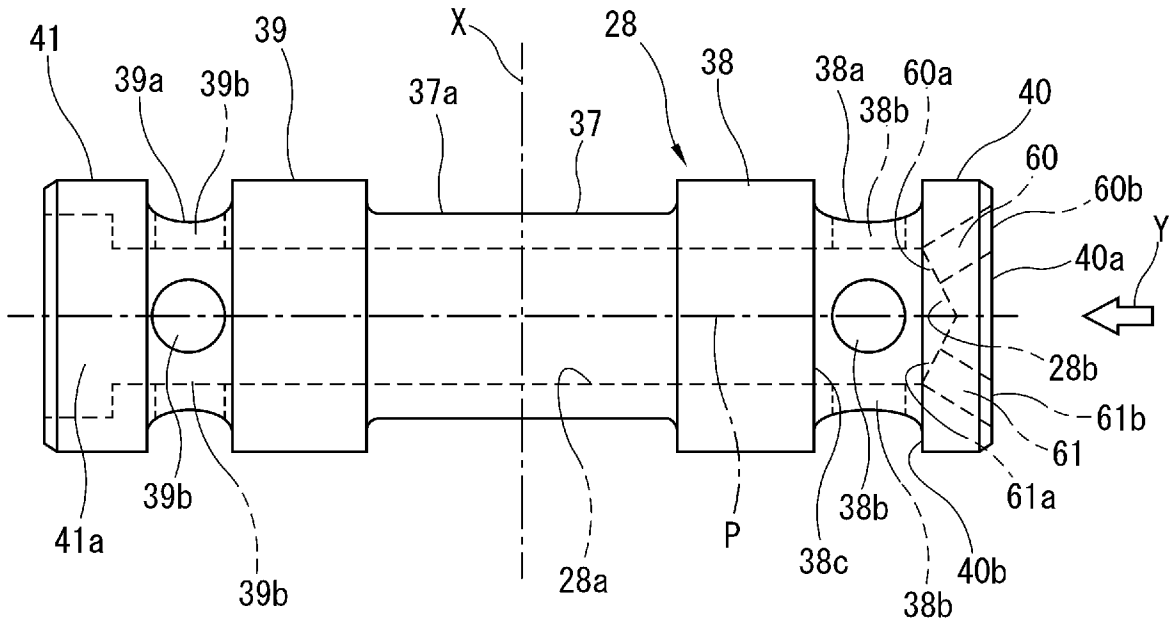
[図4]


50
51c
51
51b
51a
48
30
43a
46
43
45
49a
42
47
49
44a
26
49b
40a
S
44
52
61
60
36
27c
40
38a
38b
27g
38b
28b
35
33a
54
33
38
37
28
27f
37a
53
28a
32
32a
27e
27a
34
39b
55
01
39
34a
39a
27
27d
39b
41
41a
29
31b
27b
31a
49

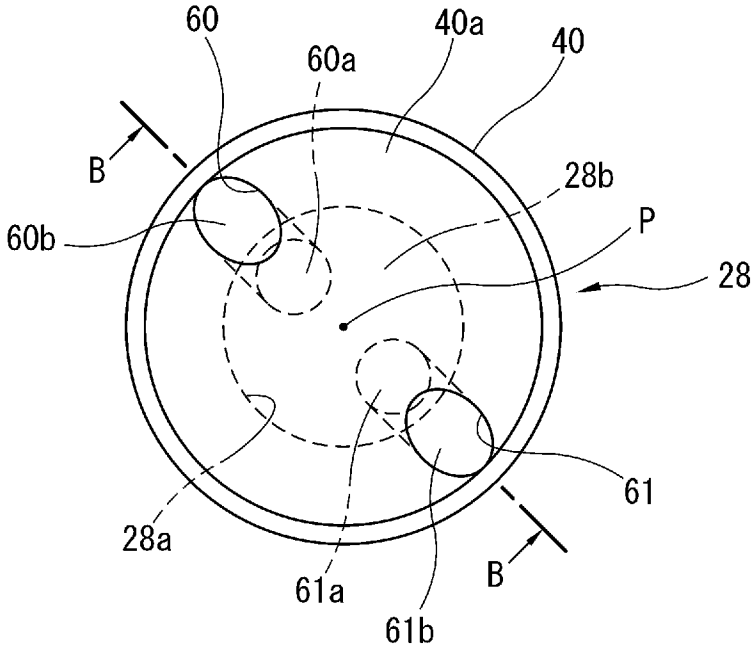
[図5]


50
51c
51
51b
51a
48
30
43a
46
43
45
49a
42
47
44a
49
52
26
40a
44
49b
S
27c
36
60
61
40
38a
35
27g
38b
33a
54
44b
44c
33
38b
38
27f
28
28a
53
37a
37
32
32a
27e
27a
34
55
01
39b
39
34a
39a
27d
27
39b
41
41a
29
31a
31b
27b

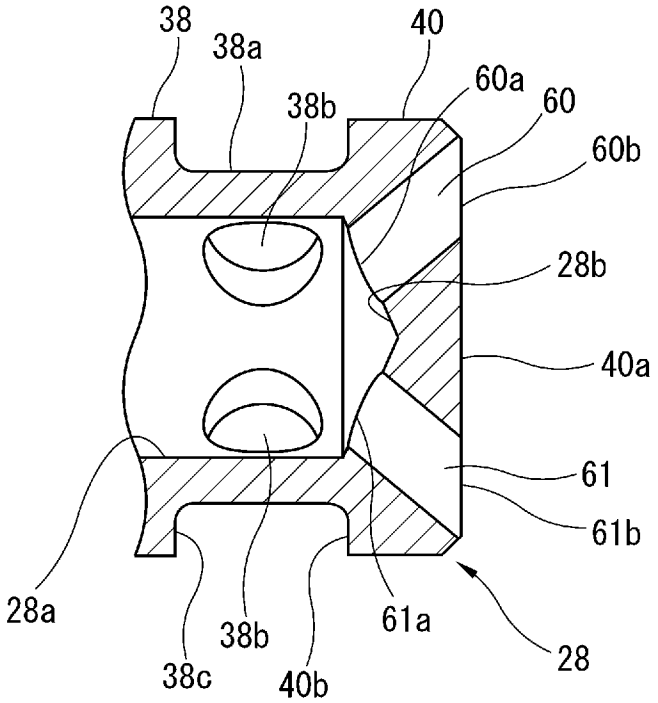
[図6]


41
39a
39b
39
X
37a
37
28
38
38a
60a
38b
40
60
60b
Y
40a
28b
61b
61
61a
38b
40b
38b
38c
P
28a
39b
39b
41a

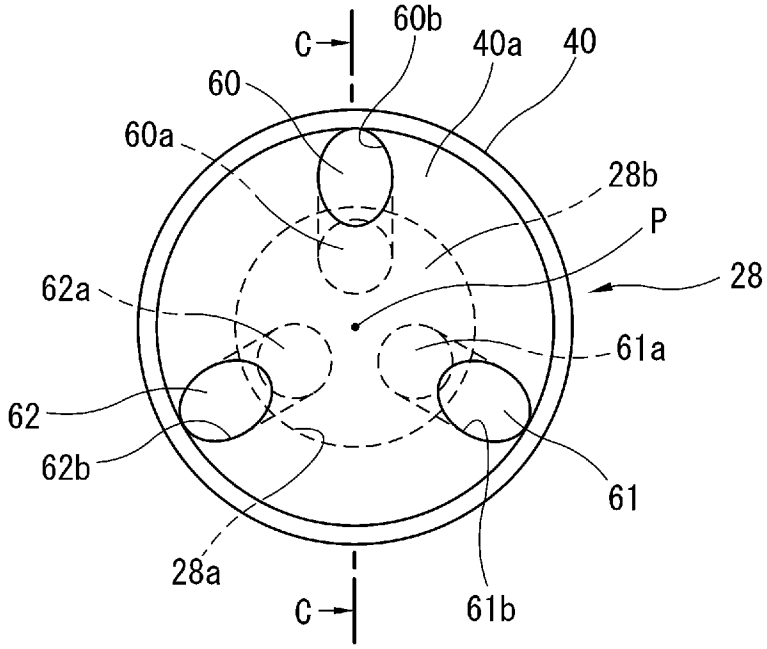
[図7]


60
60a
40a
40
B
28b
60b
P
28
61
28a
61a
61b
B

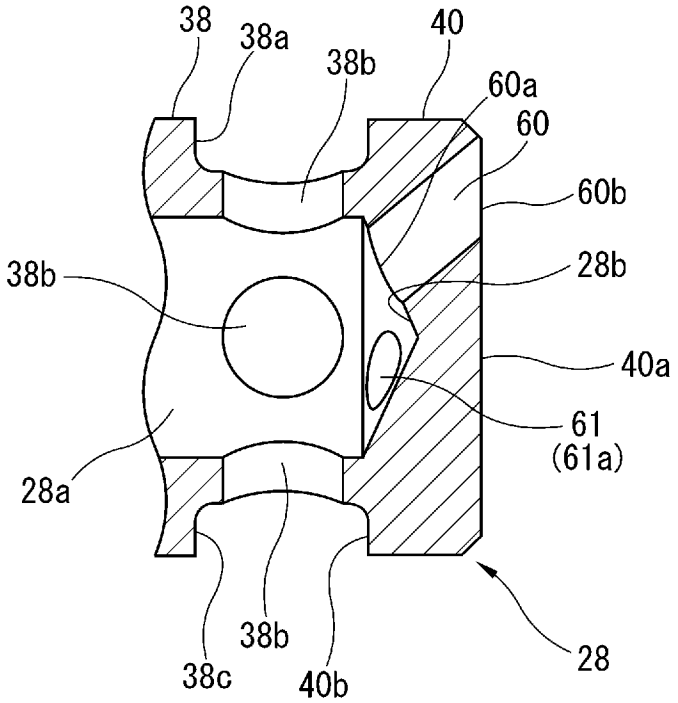
[図8]


38
38a
40
60a
38b
60
60b
28b
40a
61
61b
28a
38b
61a
28
38c
40b

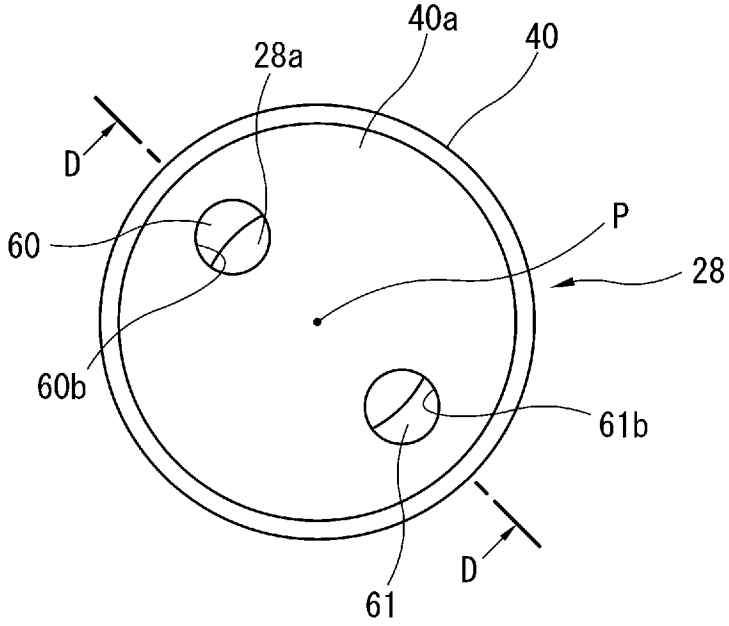
[図9]


C
60b
40a
40
60
60a
28b
P
28
62a
61a
62
62b
61
28a
C
61b

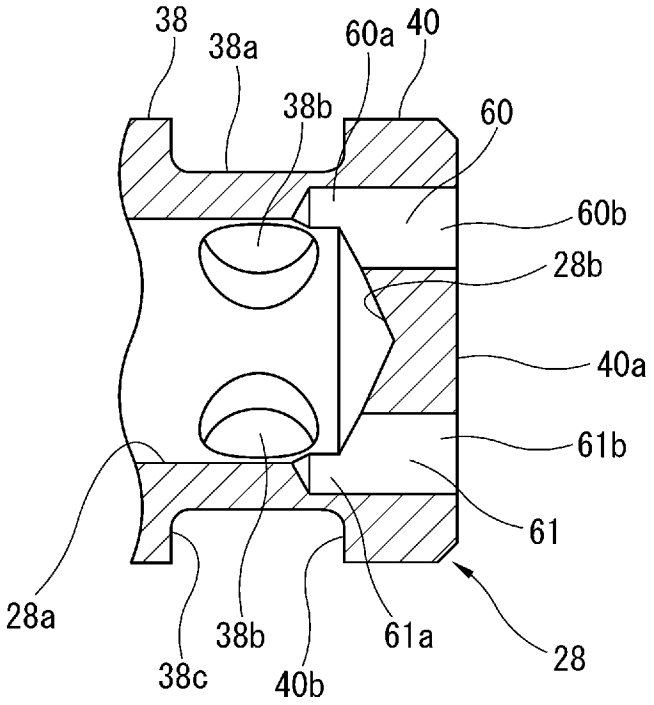
[図10]


38
38a
38b
40
60a
60
60b
28b
38b
40a
61
(61a)
28a
38b
38c
40b
28

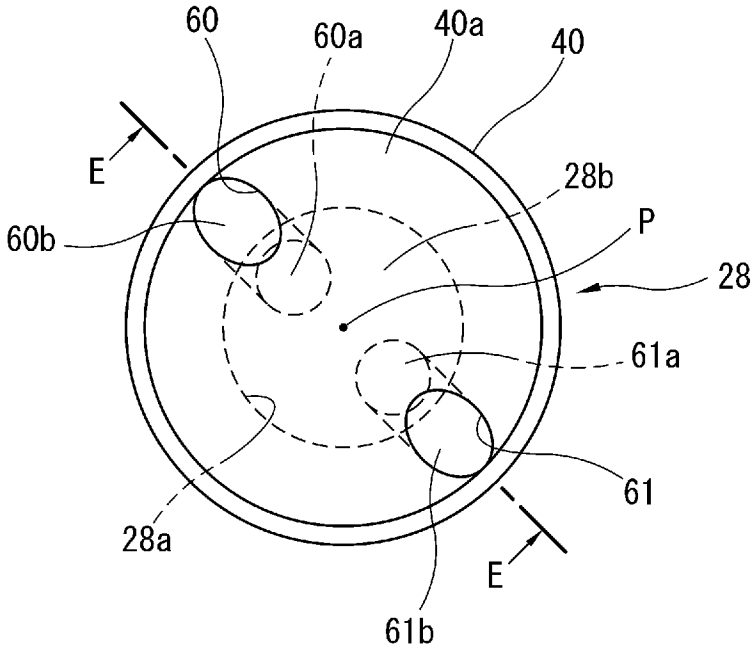
[図11]


40a
40
28a
D
60
P
28
60b
61b
D
61

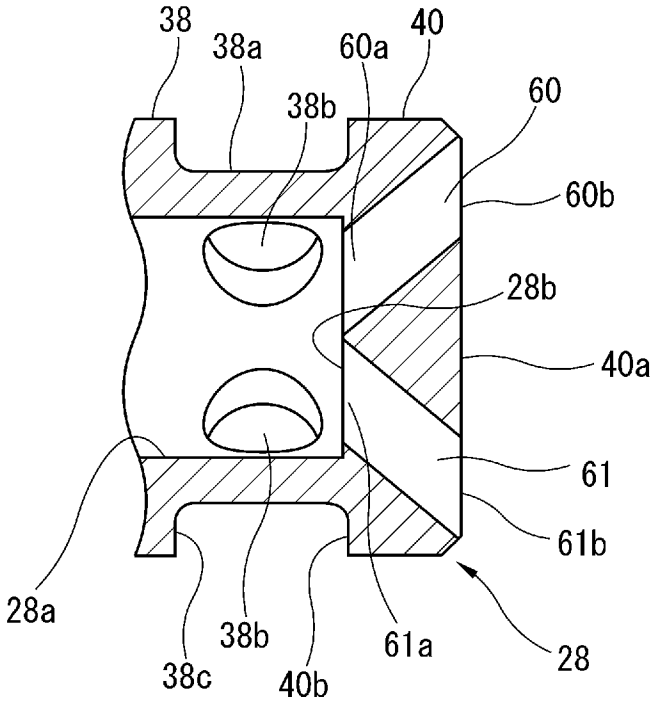
[図12]


38
38a
60a
40
38b
60
60b
28b
40a
61b
61
28a
38b
61a
28
38c
40b

[図13]


60
60a
40a
40
E
28b
60b
P
28
61a
61
28a
E
61b

[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/041954

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. F16K31/06(2006.01)i, F01L1/356(2006.01)i, F16K3/24(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. F16K31/06, F01L1/356, 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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
A	JP 2001-182565 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 06 July 2001, fig. 5 (Family: none)	1-12
A	JP 2013-77792 A (DENSO CORP.) 25 April 2013, fig. 3 & US 2013/0068975 A1 & DE 102012215713 A1 & CN 102996884 A	1-12
A	JP 2017-3041 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 05 January 2017, fig. 2 & US 2018/0171835 A1 & WO 2016/199541 A1 & CN 107683383 A	1-12

☐ 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
17 December 2019 (17.12.2019)	07 January 2020 (07.01.2020)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０４１９５４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16K31/06(2006.01)i, F01L1/356(2006.01)i, F16K3/24(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.　F16K31/06, F01L1/356, 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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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
A	JP 2001-182565 A（本田技研工業株式会社）2001.07.06, 図５（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2013-77792 A（株式会社デンソー）2013.04.25, 図３ & US 2013/0068975 A1 & DE 102012215713 A1 & CN 102996884 A	1-12
A	JP 2017-3041 A（日立オートモティブシステムズ株式会社）2017.01.05, 図２ & US 2018/0171835 A1 & WO 2016/199541 A1 & CN 107683383 A	1-12

☐　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	国際調査報告の発送日
１７．１２．２０１９	０７．０１．２０２０

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｏ　９７１８
所村　陽一
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８