

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-3100

(P2017-3100A)

(43) 公開日 平成29年1月5日(2017.1.5)

(51) Int.Cl.
F16K 11/07 (2006.01)

F1
F16K 11/07

テーマコード(参考)
3H067

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2015-121055 (P2015-121055)
(22) 出願日 平成27年6月16日 (2015.6.16)

(71) 出願人 000005522
日立建機株式会社
東京都台東区東上野二丁目16番1号
(74) 代理人 100079441
弁理士 広瀬 和彦
(72) 発明者 熊谷 賢人
茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
(72) 発明者 伊東 英明
茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
Fターム(参考) 3H067 AA17 CC24 CC60 DD05 DD12
DD33 EA14 EA17 ED15 FF11
GG15 GG22

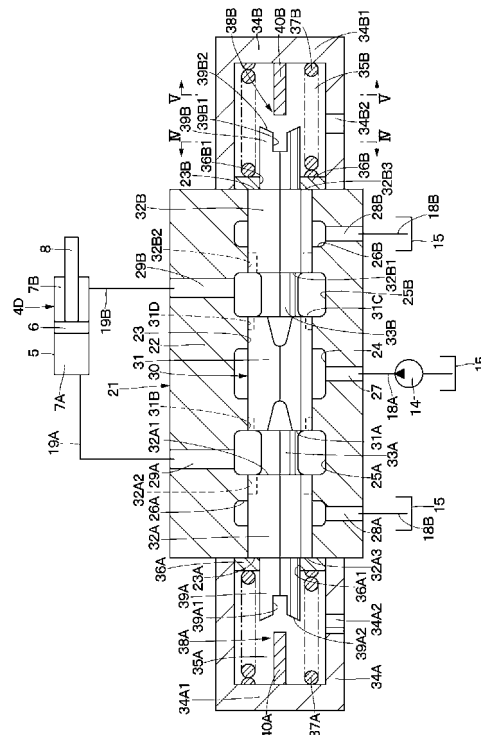
(54) 【発明の名称】 スプール弁装置

(57) 【要約】

【課題】寿命を向上させたスプール弁装置を提供する。

【解決手段】スプール弁装置21は、スプール摺動穴23を有するハウジング22と、ハウジング22のスプール摺動穴23に摺動可能に挿嵌されたスプール30と、スプール摺動穴23の軸方向の端部23A, 23Bに位置してハウジング22に設けられ、内部にスプール30を軸方向に摺動変位させるためのパイロット油室35A, 35Bを形成するキャップ34A, 34Bとを備えている。スプール30の端部32A, 32Bとキャップ34A, 34Bとの間には、スプール30がキャップ34A, 34B内に向けて変位したときにスプール30のスプール摺動穴23内における回転を規制する回転規制部38A, 38Bを設け、回転規制部38A, 38Bによりスプール30の回転が規制されるまでは、スプール30のスプール摺動穴23内における回転を許容する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スプール摺動穴を有し、該スプール摺動穴の軸方向にそれぞれ離間してポンプポート、タンクポート、およびアクチュエータポートが設けられた筒状のハウジングと、

前記ハウジングのスプール摺動穴に摺動可能に挿嵌され前記アクチュエータポートを前記ポンプポートと前記タンクポートとのいずれかに連通または遮断させるための複数のランドが設けられたスプールと、

前記スプール摺動穴の軸方向の端部に位置して前記ハウジングに設けられ、内部に前記スプールを軸方向に摺動変位させるためのパイロット油室を形成するキャップと、

前記キャップ内に配設され、前記スプールを中立位置に向けて付勢するセンタリング用のスプリングとを備え、

前記スプールの各ランドには、前記ポンプポートと前記アクチュエータポートとの間または前記アクチュエータポートと前記タンクポートとの間を小流量で連通させるノッチを設けてなるスプール弁装置において、

前記スプールの端部と前記キャップの間には、前記スプールが前記キャップ内に向けて変位したときに、前記スプールの前記スプール摺動穴内における回転を規制する回転規制部を設け、

前記回転規制部により前記スプールの回転が規制されるまでは、前記スプールの前記スプール摺動穴内における回転を許容する構成としたことを特徴とするスプール弁装置。

【請求項 2】

前記スプールの端部と前記センタリング用のスプリングの間には、両者の相対回転を許す摺動部材が設けられる構成としてなる請求項 1 に記載のスプール弁装置。

【請求項 3】

前記回転規制部は、前記スプールの端部に設けられ前記キャップ内に向けて軸方向に突出する突出軸部と、前記キャップの底部側に設けられ、前記スプールが変位したとき前記突出軸部が進退可能に嵌合する嵌合部とにより構成してなる請求項 1 または 2 に記載のスプール弁装置。

【請求項 4】

前記回転規制部の前記嵌合部は、前記突出軸部が進退可能に挿嵌される筒状体からなり、

前記突出軸部と前記筒状体とは、前記突出軸部が前記筒状体内に進入し両者の接触面積が大きくなるに応じて回転規制力を増大させる構成としてなる請求項 3 に記載のスプール弁装置。

【請求項 5】

前記各ランドにそれぞれ設けられた複数のノッチのうち前記アクチュエータポートと前記タンクポートとの間を連通させるノッチは、前記ポンプポートと前記アクチュエータポートとの間を連通するノッチに対して周方向にずらした位置に配置される構成としてなる請求項 1 , 2 , 3 または 4 に記載のスプール弁装置。

【請求項 6】

前記スプールの端部と前記キャップの間には、前記スプールが中立位置にあるときに該スプールの前記スプール摺動内における回転を規制する他の回転規制部を設ける構成としてなる請求項 1 , 2 , 3 , 4 または 5 に記載のスプール弁装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、油圧ショベル、ホイールローダ等の建設機械に設けられた方向制御弁、圧力制御弁、流量制御弁等として好適に用いられるスプール弁装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、油圧ショベル等の建設機械は、例えば油圧ポンプから油圧アクチュエータ（油

10

20

30

40

50

圧モータ、油圧シリンダ等)に圧油を給排するため、該油圧アクチュエータと油圧ポンプとの間の液圧回路に流量、圧力、および方向を制御するスプール弁装置(方向制御弁)が設けられている。

【0003】

このスプール弁装置を液体が通過するとき、ハウジングのスプール摺動穴に摺動可能に挿嵌されたスプールは、液体の粘性抵抗および動圧(流体力)によってスプール摺動穴内で回転する。この場合、スプールとハウジング(スプール摺動穴)との間で摩擦が生じ、スプールおよびハウジングの寿命が低下してしまうという虞がある。

【0004】

そこで、スプールの軸方向の端部にスプールの回転を規制する回転規制部を設けて、スプールの軸方向の摺動のみを可能とすることにより、スプールとハウジングとの間の摩擦を低減したものが知られている(例えば、特許文献1参照)。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平3-163274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、上述した特許文献1によるスプールには、液体(圧油)の流量を調整するためのノッチと呼ばれる切欠きが形成されている。このノッチを液体が通過するときには、流速が急激に増加すると共に圧力が急激に低下する。急激な圧力低下によって液体の圧力が飽和蒸気圧よりも低くなると、液体中に気泡(所謂、キャビテーション)が発生する虞がある。

20

【0007】

そして、液体中に発生した気泡は、流体噴流に乗って下流側へと導かれる。この気泡が押しつぶされて破裂した場合には、局所的に高い衝撃圧が発生し、この衝撃圧によりハウジングおよびスプールが浸食される虞がある。

【0008】

特に、特許文献1によるスプール弁装置では、スプールの回転が、スプールに設けられた回転規制部により抑制されている。従って、気泡の破裂による衝撃圧は、同じ位置に集中して起こり、ハウジングおよびスプールの寿命がより低下するという問題がある。

30

【0009】

本発明は上述した従来技術の問題に鑑みなされたもので、本発明の目的は、寿命を向上させたスプール弁装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明によるスプール弁装置は、スプール摺動穴を有し、該スプール摺動穴の軸方向にそれぞれ離間してポンプポート、タンクポート、およびアクチュエータポートが設けられた筒状のハウジングと、前記ハウジングのスプール摺動穴に摺動可能に挿嵌され前記アクチュエータポートを前記ポンプポートと前記タンクポートとのいずれかに連通または遮断させるための複数のランドが設けられたスプールと、前記スプール摺動穴の軸方向の端部に位置して前記ハウジングに設けられ、内部に前記スプールを軸方向に摺動変位させるためのパイロット油室を形成するキャップと、前記キャップ内に配設され、前記スプールを中立位置に向けて付勢するセンタリング用のスプリングとを備え、前記スプールの各ランドには、前記ポンプポートと前記アクチュエータポートとの間または前記アクチュエータポートと前記タンクポートとの間を小流量で連通させるノッチを設けてなるスプール弁装置において、前記スプールの端部と前記キャップの間には、前記スプールが前記キャップ内に向けて変位したときに前記スプールの前記スプール摺動穴内における回転を規制する回転規制部を設け、前記回転規制部により前記スプールの回転が規制されるまでは、前

40

50

記スプールの前記スプール摺動穴内における回転を許容する構成としたことを特徴としている。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、スプールのストローク量が小さい場合には、スプールの回転を許すことで、気泡の破裂による衝撃圧をハウジングの同じ位置に集中させるのを抑制することができる。即ち、スプールが回転することで液体の流れに変化を与えることができるので、気泡の破裂による衝撃圧を分散させることができる。また、スプール弁装置に大流量を流すためにスプールのストローク量を大きくした場合には、回転規制部によりスプールの回転が規制され、スプールとハウジングとの間の摩擦を低減することができる。従って、キャピテーションによる気泡の衝撃圧と、スプールの過剰な回転によるハウジングとの摩擦との両方を抑制することができるので、スプール弁装置の寿命を向上させることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の第1の実施の形態に適用されるスプール弁装置を備えたコントロールバルブを搭載した油圧ショベルを示す正面図である。

【図2】操作レバー、スプール弁装置等を示す油圧アクチュエータ駆動用の油圧回路図である。

【図3】スプールが中立位置でのスプール弁装置を示す縦断面図である。

20

【図4】図3中の右キャップ、右突出軸部を矢示IV-IV方向からみた断面図である。

【図5】図3中の右キャップ、右嵌合突部を矢示V-V方向からみた断面図である。

【図6】スプールがキャップ内に向けて変位して回転規制部によりスプールの回転規制がなされた場合の断面図である。

【図7】スプールがストロークエンドに到達した場合の断面図である。

【図8】図7中の右キャップ、右突出軸部、右嵌合突部を矢示VIII-VIII方向からみた断面図である。

【図9】本発明の第2の実施の形態によるスプール弁装置の右側部分を示す断面図である。

【図10】図9中の右キャップ、右突出軸部を矢示X-X方向からみた断面図である。

30

【図11】図9中の右キャップ、右筒状体を矢示XI-XI方向からみた断面図である。

【図12】スプールがストロークエンドに到達した場合の断面図である。

【図13】図12中の右キャップ、右突出軸部、右筒状体を矢示XIII-XIII方向からみた断面図である。

【図14】本発明の第3の実施の形態によるスプール弁装置の右側部分を示す断面図である。

【図15】図14中の右キャップ、右突出軸部を矢示XV-XV方向からみた断面図である。

【図16】本発明の第4の実施の形態によるスプール弁装置の右側部分を示す断面図である。

【図17】図16中の右キャップ、右突出軸部、軸側磁石を矢示XVII-XVII方向からみた断面図である。

40

【図18】図16中の右キャップ、キャップ側磁石を矢示XVIII-XVIII方向からみた断面図である。

【図19】本発明の第5の実施の形態によるスプール弁装置の右側部分を示す断面図である。

【図20】図19中のハウジング、右側ランド、ノッチを矢示XX-XX方向からみた断面図である。

【図21】変形例によるスプール弁装置を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

50

以下、本発明の実施の形態に係るスプール弁装置を、油圧ショベルに搭載されたコントロールバルブに適用した例を挙げ、図 1 ないし図 2 1 に従って詳細に説明する。

【0014】

まず、図 1 ないし図 8 は、本発明の第 1 の実施の形態を示している。図 1 において、油圧ショベル 1 は、土砂の掘削作業等に用いられる建設機械である。この油圧ショベル 1 は、自走可能なクローラ式の下部走行体 2 と、該下部走行体 2 に巡回可能に搭載された上部巡回体 3 と、該上部巡回体 3 の前側に俯仰動可能に設けられた作業装置 4 とにより大略構成されている。

【0015】

ここで、下部走行体 2 には走行モータ（図示せず）が設けられると共に、上部巡回体 3 には巡回モータ（図示せず）が設けられている。下部走行体 2 は走行モータによって前進、後進等の走行動作を行い、上部巡回体 3 は巡回モータによって巡回動作するものである。

10

【0016】

作業装置 4 は、ブーム 4 A、アーム 4 B、バケット 4 C によって構成され、ブーム 4 A、アーム 4 B、バケット 4 C には、ブームシリンダ 4 D、アームシリンダ 4 E、バケットシリンダ 4 F が取付けられている。これらのシリンダ 4 D、4 E、4 F は、走行モータ、巡回モータと共に、後述の油圧ポンプ 1 4 から吐出する圧油により駆動される油圧アクチュエータを構成するものである。

【0017】

各シリンダ 4 D、4 E、4 F は、チューブ 5 内がピストン 6 により 2 つの油室 7 A、7 B に画成され、基端側がピストン 6 に固着されたロッド 8 は、その先端側がチューブ 5 外に突出している。

20

【0018】

巡回フレーム 9 は、上部巡回体 3 の支持構造体を形成する支持フレームであり、下部走行体 2 上に巡回可能に搭載されている。巡回フレーム 9 には、後述のキャブ 1 0、カウンタウエイト 1 2、油圧ポンプ 1 4、コントロールバルブ 1 7 等が搭載されている。

【0019】

キャブ 1 0 は、作業装置 4 を挟んで左、右方向の左側に位置して、巡回フレーム 9 上に設けられている。このキャブ 1 0 は、オペレータが搭乗するもので、その内部には、オペレータが着座する運転席、作業装置 4 を操作する操作レバー 1 1 A（図 2 参照）、走行レバー、空調装置（いずれも図示せず）等が配設されている。一方、巡回フレーム 9 の後端部には、作業装置 4 との重量バランスをとるカウンタウエイト 1 2 が設けられている。

30

【0020】

機械室 1 3 は、キャブ 1 0 とカウンタウエイト 1 2 との間に形成されている。この機械室 1 3 には、図示しないエンジン、油圧ポンプ 1 4、パイロットポンプ 1 6、コントロールバルブ 1 7、その他機器等が配設されている。

【0021】

油圧ポンプ 1 4 は、エンジンによって駆動されることにより、作動油タンク 1 5 に貯えられた作動油をブームシリンダ 4 D 等の油圧アクチュエータに向けて圧油として吐出するものである。パイロットポンプ 1 6 は、油圧ポンプ 1 4 と共にエンジンによって駆動され、作動油タンク 1 5 に貯えられた作動油を操作レバー 1 1 A を有するパイロット弁 1 1 に向けて圧油として吐出するものである。

40

【0022】

コントロールバルブ 1 7 は、作動油タンク 1 5、油圧ポンプ 1 4 と各油圧アクチュエータ（シリンダ 4 D ~ 4 F 等）との間に設けられている。このコントロールバルブ 1 7 は、例えば操作レバー 1 1 A に対する操作に応じて、シリンダ 4 D ~ 4 F に対する圧油の給排、停止を制御するものである。そして、コントロールバルブ 1 7 には、油圧アクチュエータごとに後述のスプール弁装置 2 1 が設けられている。

【0023】

50

ここで、油圧アクチュエータ（ブームシリンダ４Ｄ）駆動用の油圧回路について、図２を参照して説明する。

【００２４】

コントロールバルブ１７は、ポンプ管路１８Ａ、タンク管路１８Ｂにより油圧ポンプ１４と作動油タンク１５とに接続されている。また、スプール弁装置２１が中立位置（Ⅰ）にあるときに、ポンプ管路１８Ａとタンク管路１８Ｂとは、バイパス管路１８Ｃで接続されている。ポンプ管路１８Ａ、タンク管路１８Ｂ、バイパス管路１８Ｃは、例えば金属配管および可撓性ホース等を含んだ油圧管路により構成されている。

【００２５】

ポンプ管路１８Ａの途中部位には、油圧ポンプ１４が設けられている。ポンプ管路１８Ａは、油圧ポンプ１４の駆動により作動油タンク１５内の作動油をコントロールバルブ１７内のスプール弁装置２１へと導く。一方、タンク管路１８Ｂは、スプール弁装置２１から流出した作動油を作動油タンク１５へと導くものである。バイパス管路１８Ｃは、スプール３０が中立位置にあるときに、ポンプ管路１８Ａからタンク管路１８Ｂに作動油を導くものである。なお、図３、図６、図７では、バイパス管路１８Ｃを省略している。

10

【００２６】

また、コントロールバルブ１７は、主管路１９Ａ，１９Ｂによりブームシリンダ４Ｄと接続されている。主管路１９Ａ，１９Ｂは、例えば金属配管および可撓性ホース等を含んだ油圧管路により構成されている。主管路１９Ａは、ブームシリンダ４Ｄの油室７Ａに接続され、主管路１９Ｂは、ブームシリンダ４Ｄの油室７Ｂに接続されている。そして、油圧ポンプ１４からの圧油は、スプール弁装置２１を介して主管路１９Ａ，１９Ｂからブームシリンダ４Ｄに給排される。これにより、ブームシリンダ４Ｄのロッド８は、チューブ５から伸縮動作する。

20

【００２７】

操作レバー１１Ａとコントロールバルブ１７とは、パイロット管路２０Ａ，２０Ｂにより接続されている。パイロット管路２０Ａは、スプール弁装置２１の左パイロット油室３５Ａに接続され、パイロット管路２０Ｂは、スプール弁装置２１の右パイロット油室３５Ｂに接続されている。そして、オペレータが操作レバー１１Ａを中立位置から作動位置に傾転操作したときには、その操作量に対応したパイロット圧がパイロット管路２０Ａ，２０Ｂを介してスプール弁装置２１の左，右のパイロット油室３５Ａ，３５Ｂへと給排される。これにより、スプール弁装置２１のスプール３０は、中立位置（Ⅰ）から作動位置（Ⅱ）または（Ⅲ）に切換わる（図２参照）。

30

【００２８】

次に、コントロールバルブ１７内に設けられたスプール弁装置２１について説明する。

【００２９】

スプール弁装置２１は、油圧ポンプ１４、作動油タンク１５とブームシリンダ４Ｄとの間に設けられたものである。このスプール弁装置２１は、スプール３０を図３に示す中立位置から例えば図６、図７に示す切換位置に摺動変位させることにより、ブームシリンダ４Ｄに給排する圧油の方向および流量を制御する方向制御弁として構成されたものである。スプール弁装置２１は、後述のポンポート２７を境にしてスプール３０の軸方向で対称に形成されている。そして、スプール弁装置２１は、ハウジング２２、スプール３０、左，右のキャップ３４Ａ，３４Ｂ、左，右のスプリング３７Ａ，３７Ｂ等を含んで構成されている。

40

【００３０】

ハウジング２２は、スプール弁装置２１の弁本体を構成するものである。図３に示すように、ハウジング２２の内周側には、左，右方向に延びたスプール摺動穴２３が設けられている。スプール摺動穴２３の左端部２３Ａには、後述の左キャップ３４Ａが設けられ、スプール摺動穴２３の右端部２３Ｂには、後述の右キャップ３４Ｂが設けられている。

【００３１】

スプール摺動穴２３の軸方向の中央部には、環状の中央油溝２４が形成されている。ま

50

た、中央油溝 2 4 の左、右両側には、環状の左側油溝 2 5 A、右側油溝 2 5 B が形成されている。さらに、左側油溝 2 5 A よりも左端側には、環状の左端側油溝 2 6 A が形成され、右側油溝 2 5 B よりも右端側には、環状の右端側油溝 2 6 B が形成されている。

【 0 0 3 2 】

また、ハウジング 2 2 には、スプール摺動穴 2 3 の軸方向にそれぞれ離間してポンプポート 2 7、左、右のタンクポート 2 8 A、2 8 B、および左、右のアクチュエータポート 2 9 A、2 9 B が設けられている。ポンプポート 2 7 は、一側がポンプ管路 1 8 A に接続され、他側が中央油溝 2 4 に連通している。

【 0 0 3 3 】

左タンクポート 2 8 A は、一側がタンク管路 1 8 B に接続され、他側が左端側油溝 2 6 A に連通している。一方、右タンクポート 2 8 B は、一側がタンク管路 1 8 B に接続され、他側が右端側油溝 2 6 B に連通している。

10

【 0 0 3 4 】

左アクチュエータポート 2 9 A は、一側が左側油溝 2 5 A に連通し、他側が主管路 1 9 A に接続されている。一方、右アクチュエータポート 2 9 B は、一側が右側油溝 2 5 B に連通し、他側が主管路 1 9 B に接続されている。

【 0 0 3 5 】

スプール 3 0 は、ハウジング 2 2 のスプール摺動穴 2 3 に摺動可能に挿嵌されている。このスプール 3 0 は、後述の左、右のパイロット油室 3 5 A、3 5 B に供給されるパイロット圧に従ってスプール摺動穴 2 3 内を左、右方向に摺動変位するものである。スプール 3 0 の軸方向中間部には、ランドとしての中央ランド 3 1 が設けられている。また、スプール 3 0 の軸方向両端側には、ランドとしての左側ランド 3 2 A、右側ランド 3 2 B が設けられている。これら各ランド 3 1、3 2 A、3 2 B は、スプール摺動穴 2 3 に対して軸方向および回転方向に摺動する。

20

【 0 0 3 6 】

中央ランド 3 1 の左端部 3 1 A 側には、軸方向に延びるノッチ 3 1 B が周方向に離間して複数個形成され、右端部 3 1 C 側には軸方向に延びるノッチ 3 1 D が周方向に離間して複数個形成されている。ノッチ 3 1 B は、中央油溝 2 4 と左側油溝 2 5 A との間、即ちポンプポート 2 7 と左アクチュエータポート 2 9 A との間を流れる圧油を小流量で連通させるものである。一方、ノッチ 3 1 D は、中央油溝 2 4 と右側油溝 2 5 B との間、即ちポンプポート 2 7 と右アクチュエータポート 2 9 B との間を流れる圧油を小流量で連通させるものである。

30

【 0 0 3 7 】

左側ランド 3 2 A の右端部 3 2 A 1 側には、軸方向に延びるノッチ 3 2 A 2 が周方向に離間して複数個形成されている。ノッチ 3 2 A 2 は、左側油溝 2 5 A と左端側油溝 2 6 A との間、即ち左アクチュエータポート 2 9 A と左タンクポート 2 8 A との間を流れる圧油を小流量で連通させるものである。また、左側ランド 3 2 A の左端部 3 2 A 3 側、即ちスプール 3 0 の左端部には、後述の左突出軸部 3 9 A が設けられている。

【 0 0 3 8 】

一方、右側ランド 3 2 B の左端部 3 2 B 1 側には、軸方向に延びるノッチ 3 2 B 2 が周方向に離間して複数個形成されている。ノッチ 3 2 B 2 は、右側油溝 2 5 B と右端側油溝 2 6 B との間、即ち右アクチュエータポート 2 9 B と右タンクポート 2 8 B との間を流れる圧油を小流量で連通させるものである。また、右側ランド 3 2 B の右端部 3 2 B 3 側、即ちスプール 3 0 の右端部には、後述の右突出軸部 3 9 B が設けられている。

40

【 0 0 3 9 】

中央ランド 3 1 と左側ランド 3 2 A との間は、各ランド 3 1、3 2 A、3 2 B の外径寸法よりも小さい外径寸法を有する左軸部 3 3 A で接続されている。また、中央ランド 3 1 と右側ランド 3 2 B との間は、各ランド 3 1、3 2 A、3 2 B の外径寸法よりも小さい外径寸法を有する右軸部 3 3 B で接続されている。

【 0 0 4 0 】

50

図3に示すように、スプール30が中立位置にあるときには、中央ランド31が中央油溝24と左側油溝25A、右側油溝25Bとの間を遮断する。この場合、油圧ポンプ14から吐出された圧油は、ポンプ管路18Aからバイパス管路18Cを介してタンク管路18Bへと導かれ作動油タンク15に戻される。

【0041】

一方、図6、図7に示すように、例えばスプール30が中立位置から右方向に変位したときには、中央ランド31により中央油溝24と左側油溝25Aとの間が連通され、右側ランド32Bにより右側油溝25Bと右端側油溝26Bとの間が連通される。この場合、油圧ポンプ14から吐出された圧油は、ポンプポート27から左アクチュエータポート29Aへと導かれ、主管路19Aを介してブームシリンダ4Dの油室7Aに供給される。これにより、ブームシリンダ4Dのロッド8を伸長させることができる。また、油室7Bから主管路19Bに戻された圧油は、右アクチュエータポート29Bから右側ランド32Bを介して右タンクポート28Bへと導かれ、タンク管路18Bを介して作動油タンク15に戻される。

10

【0042】

左キャップ34Aは、スプール摺動穴23の軸方向の左端部23Aに位置してハウジング22に設けられている。一方、右キャップ34Bは、スプール摺動穴23の軸方向の右端部23Bに位置してハウジング22に設けられている。これらキャップ34A、34Bは、同じ構成からなり左、右方向で対称形状となっている。以下、図3、図4を参照して右キャップ34Bについて説明し、左キャップ34Aについては説明を省略する。

20

【0043】

右キャップ34Bは、底部34B1を有する有底筒状に形成され、スプール摺動穴23の右端部23Bを閉塞するものである。また、右キャップ34Bには、パイロット管路20Bの接続ポート34B2が設けられている。そして、右キャップ34Bの内部には、スプール30を軸方向に摺動変位させるための右パイロット油室35Bが形成されている。

【0044】

この右キャップ34Bの内径は、スプール摺動穴23の孔径よりも大きく形成されている。そして、右パイロット油室35Bは、接続ポート34B2を介してパイロット管路20Bに接続され、油圧シヨベル1のオペレータが手動操作する操作レバー11Aのパイロット弁11からパイロット圧が供給される。そして、スプール30は、このときのパイロット圧に従ってスプール摺動穴23内を左、右方向に摺動変位する。

30

【0045】

同様に、左キャップ34Aには、底部34A1、接続ポート34A2が設けられている。そして、左キャップ34Aの内部には、左パイロット油室35Aが形成されている。この左パイロット油室35Aは、接続ポート34A2を介してパイロット管路20Aに接続されている。

【0046】

左ばね受36Aは、左側ランド32Aの左端部32A3に当接した状態で左パイロット油室35A内に配設されている。この左ばね受36Aは、例えば耐摩耗性、潤滑性を有する樹脂材料からなり、その外径寸法は、左キャップ34Aの内径とほぼ同じ寸法となっている。また、左ばね受36Aには、軸方向に貫通する貫通孔36A1が形成されている。この貫通孔36A1には、後述する左突出軸部39Aが挿通される。左ばね受36Aは、後述の左スプリング37Aを支持すると共に、本発明の摺動部材を構成するもので、スプール30の左端部32A3と左スプリング37Aとの相対回転を許すものである。

40

【0047】

同様に、右ばね受36Bは、右側ランド32Bの右端部32B3に当接した状態で右パイロット油室35B内に配設されている。この右ばね受36Bは、例えば耐摩耗性、潤滑性を有する樹脂材料からなり、その外径寸法は、右キャップ34Bの内径とほぼ同じ寸法となっている。また、右ばね受36Bには、軸方向に貫通する貫通孔36B1が形成されている。この貫通孔36B1には、後述する右突出軸部39Bが挿通される。右ばね受3

50

6 Bは、後述の右スプリング 3 7 Bを支持すると共に、本発明の摺動部材を構成するもので、スプール 3 0の右端部 3 2 B 3と後述の右スプリング 3 7 Bとの相対回転を許すものである。なお、これら左ばね受 3 6 A、右ばね受 3 6 Bは、1枚に限らず複数枚に重ねて用いてもよい。

【0048】

左スプリング 3 7 Aは、左キャップ 3 4 A内に配設されたものである。この左スプリング 3 7 Aは、後述する左突出軸部 3 9 Aの外周側で左キャップ 3 4 Aの底部 3 4 A 1と左ばね受 3 6 Aとの間に設けられている。そして、左スプリング 3 7 Aは、左ばね受 3 6 Aを介してスプール 3 0を中立位置に向けて付勢している。即ち、左スプリング 3 7 Aは、スプール 3 0を中立位置に戻すためのセンタリング用のばね部材である。右キャップ 3 4 Bの接続ポート 3 4 B 2から右パイロット油室 3 5 Bに圧油（パイロット圧）が供給されてスプール 3 0が左方向に摺動変位するとき、左スプリング 3 7 Aは、スプール 3 0の左端部 3 2 A 3から左ばね受 3 6 Aを介して左方向に押圧されて圧縮変形される。

10

【0049】

同様に、右スプリング 3 7 Bは、右キャップ 3 4 B内に配設されたものである。この右スプリング 3 7 Bは、後述する右突出軸部 3 9 Bの外周側で右キャップ 3 4 Bの底部 3 4 B 1と右ばね受 3 6 Bとの間に設けられている。右スプリング 3 7 Bは、右ばね受 3 6 Bを介してスプール 3 0を中立位置に向けて付勢している。即ち、右スプリング 3 7 Bは、スプール 3 0を中立位置に戻すためのセンタリング用のばね部材である。左キャップ 3 4 Aの接続ポート 3 4 A 2から左パイロット油室 3 5 Aに圧油（パイロット圧）が供給されてスプール 3 0が右方向に摺動変位するとき、右スプリング 3 7 Bは、スプール 3 0の右端部 3 2 B 3から右ばね受 3 6 Bを介して右方向に押圧されて圧縮変形される。

20

【0050】

次に、本発明の回転規制部 3 8 Aおよび回転規制部 3 8 Bについて説明する。なお、回転規制部 3 8 Aと回転規制部 3 8 Bとは、同じ構成からなり左、右方向で対称形状となっている。以下、図 3、図 4を参照して回転規制部 3 8 Bについて説明し、回転規制部 3 8 Aについてはその説明を省略する。

【0051】

回転規制部 3 8 Bは、スプール 3 0の右端部 3 2 B 3と右キャップ 3 4 Bとの間に設けられている。この回転規制部 3 8 Bは、スプール 3 0が右キャップ 3 4 B内に向けて変位したときに、スプール 3 0のスプール摺動穴 2 3内における回転を規制するものである。また、回転規制部 3 8 Bは、スプール 3 0の回転が規制されるまでは、スプール 3 0のスプール摺動穴 2 3内における回転を許容するものである。そして、回転規制部 3 8 Bは、右突出軸部 3 9 Bと、右嵌合突部 4 0 Bとにより構成されている。

30

【0052】

右突出軸部 3 9 Bは、スプール 3 0の右端部 3 2 B 3に設けられ、右キャップ 3 4 B内に向けて軸方向に突出するものである。この右突出軸部 3 9 Bは、円柱体からなり右側ランド 3 2 Bに一体形成され、右ばね受 3 6 Bの貫通孔 3 6 B 1を挿通している。右突出軸部 3 9 Bの右端側には、径方向に貫通するキー溝 3 9 B 1が形成されている。

40

【0053】

また、右突出軸部 3 9 Bの右面は、キー溝 3 9 B 1に向けて徐々に縮径するテーパ面 3 9 B 2となっている。このテーパ面 3 9 B 2は、後述の嵌合部としての右嵌合突部 4 0 Bをキー溝 3 9 B 1へと案内するものである。キー溝 3 9 B 1の深さ寸法およびテーパ面 3 9 B 2の深さ寸法は、後述の右嵌合突部 4 0 Bの長さ寸法と共に、スプール 3 0の回転を規制し始める位置およびスプール 3 0のストロークエンドとの関係により適宜設定される。この場合、右突出軸部 3 9 Bは、スプール 3 0の一部を構成するものである。

【0054】

右嵌合突部 4 0 Bは、右キャップ 3 4 Bの底部 3 4 B 1側で右パイロット油室 3 5 B内に突出して設けられている。この右嵌合突部 4 0 Bは、右突出軸部 3 9 Bのキー溝 3 9 B 1に対応して形成され、スプール 3 0が右方向に変位したときに右突出軸部 3 9 Bのキー

50

溝 3 9 B 1 が進退可能に嵌合するものである。

【 0 0 5 5 】

具体的には、図 6 に示すように、スプール 3 0 が右方向に所定量摺動変位したときに、右突出軸部 3 9 B のキー溝 3 9 B 1 と右嵌合突部 4 0 B とが嵌合することにより、スプール 3 0 の回転が規制される。そして、図 7 に示すように、スプール 3 0 の回転が規制された状態で、スプール 3 0 は、右突出軸部 3 9 B のキー溝 3 9 B 1 の底部に右嵌合突部 4 0 B が当接するまで（即ち、ストロークエンドまで）軸方向に移動可能となっている。

【 0 0 5 6 】

同様に、回転規制部 3 8 A は、左突出軸部 3 9 A と、左嵌合突部 4 0 A とにより構成されている。そして、左突出軸部 3 9 A には、キー溝 3 9 A 1、テーパ面 3 9 A 2 が形成されている。

10

【 0 0 5 7 】

本実施の形態によるブームシリンダ 4 D 用のスプール弁装置 2 1 は、上述の如き構成を有するもので、次にその作動について説明する。

【 0 0 5 8 】

まず、スプール弁装置 2 1 の左側に設けられた左キャップ 3 4 A 内の左パイロット油室 3 5 A には、油圧ショベル 1 のオペレータが手動操作する操作レバー 1 1 A のパイロット弁 1 1 からパイロット管路 2 0 A、接続ポート 3 4 A 2 を介してパイロット圧が供給される。一方、スプール弁装置 2 1 の右側に設けられた右キャップ 3 4 B 内の右パイロット油室 3 5 B には、油圧ショベル 1 のオペレータが手動操作する操作レバー 1 1 A の減圧弁型パイロット弁 1 1 等からパイロット管路 2 0 B、接続ポート 3 4 B 2 を介してパイロット圧が供給される。

20

【 0 0 5 9 】

そして、このときのパイロット圧がタンク圧のレベルまで下がっているときには、スプール 3 0 が左、右のスプリング 3 7 A、3 7 B により中立位置に戻された状態となる。この場合、ハウジング 2 2 内に設けられたポンプポート 2 7 と左、右のアクチュエータポート 2 9 A、2 9 B との間は、スプール 3 0 の中央ランド 3 1 により遮断された状態となり、左、右のアクチュエータポート 2 9 A、2 9 B と左、右のタンクポート 2 8 A、2 8 B との間は、それぞれ左側ランド 3 2 A、右側ランド 3 2 B により遮断された状態となる。

【 0 0 6 0 】

これにより、ブームシリンダ 4 D の油室 7 A、7 B は、油圧ポンプ 1 4 から遮断されると共に、作動油タンク 1 5 から遮断され、ブームシリンダ 4 D のロッド 8 は、チューブ 5 から伸縮することなく停止状態に保持される。

30

【 0 0 6 1 】

次に、例えば油圧ショベル 1 のオペレータがブームシリンダ 4 D を作動するために、操作レバー 1 1 A を傾転操作して、左キャップ 3 4 A の左パイロット油室 3 5 A 内にパイロット圧を供給すると、図 6、図 7 に示すように、スプール 3 0 が右キャップ 3 4 B 内の右スプリング 3 7 B に抗して右方向に摺動変位した状態となる。この場合、ハウジング 2 2 内に設けられたポンプポート 2 7 と左アクチュエータポート 2 9 A との間は、中央油溝 2 4、中央ランド 3 1 のノッチ 3 1 B、左側油溝 2 5 A を介して連通した状態となる。また、右アクチュエータポート 2 9 B と右タンクポート 2 8 B との間は、右側油溝 2 5 B、右側ランド 3 2 B のノッチ 3 2 B 2、右端側油溝 2 6 B を介して連通した状態となる。

40

【 0 0 6 2 】

これにより、ブームシリンダ 4 D の油室 7 A には、油圧ポンプ 1 4 からの圧油がポンプ管路 1 8 A、ポンプポート 2 7、中央油溝 2 4、ノッチ 3 1 B、左側油溝 2 5 A、左アクチュエータポート 2 9 A、主管路 1 9 A を介して供給される。また、ブームシリンダ 4 D の油室 7 B からの戻り油は、主管路 1 9 B、右アクチュエータポート 2 9 B、右側油溝 2 5 B、ノッチ 3 2 B 2、右端側油溝 2 6 B、右タンクポート 2 8 B を介してタンク管路 1 8 B から作動油タンク 1 5 内に排出される。この結果、ブームシリンダ 4 D のロッド 8 は、伸長方向に駆動される。

50

【 0 0 6 3 】

一方、オペレータが操作レバー 1 1 A を中立位置から逆向きに傾転操作して、右キャップ 3 4 B の右パイロット油室 3 5 B 内にパイロット圧を供給すると、スプール 3 0 が左キャップ 3 4 A 内の左スプリング 3 7 A に抗して左方向に摺動変位した状態となる。この場合、ハウジング 2 2 内に設けられたポンプポート 2 7 と右アクチュエータポート 2 9 B との間は、中央油溝 2 4、中央ランド 3 1 のノッチ 3 1 D、右側油溝 2 5 B を介して連通した状態となる。また、左アクチュエータポート 2 9 A と左タンクポート 2 8 A との間は、左側油溝 2 5 A、左側ランド 3 2 A のノッチ 3 2 A 2、左端側油溝 2 6 A を介して連通した状態となる。

【 0 0 6 4 】

これにより、ブームシリンダ 4 D の油室 7 B には、油圧ポンプ 1 4 からの圧油がポンプ管路 1 8 A、ポンプポート 2 7、中央油溝 2 4、ノッチ 3 1 D、右側油溝 2 5 B、右アクチュエータポート 2 9 B、主管路 1 9 B を介して供給される。また、ブームシリンダ 4 D の油室 7 A からの戻り油は、主管路 1 9 A、左アクチュエータポート 2 9 A、左側油溝 2 5 A、ノッチ 3 2 A 2、左端側油溝 2 6 A、左タンクポート 2 8 A を介してタンク管路 1 8 B から作動油タンク 1 5 内に排出される。この結果、ブームシリンダ 4 D のロッド 8 は、縮小方向に駆動される。

【 0 0 6 5 】

ところで、スプール弁装置 2 1 を圧油が通過するとき、ハウジング 2 2 のスプール摺動穴 2 3 に摺動可能に挿嵌されたスプール 3 0 は、作動油の粘性抵抗および動圧（流体力）によってスプール摺動穴 2 3 内で回転する。この場合、スプール 3 0 とハウジング 2 2（スプール摺動穴 2 3）との間で摩擦が生じ、スプール 3 0 およびハウジング 2 2 の寿命が低下してしまうという虞がある。

【 0 0 6 6 】

そこで、上述の従来技術では、スプールの軸方向の端部にスプールの回転を規制する回転規制部を設けて、スプールの軸方向の摺動のみを可能とすることにより、スプールとハウジングとの間の摩擦を低減している。

【 0 0 6 7 】

しかし、スプールのノッチを圧油が通過するときには、流速が急激に増加すると共に圧力が急激に低下し、作動油の圧力が飽和蒸気圧よりも低くなると、作動油中に気泡（所謂、キャビテーション）が発生する虞がある。液体中に発生した気泡は、流体噴流に乗って下流側へと導かれる。この気泡が押しつぶされて破裂した場合には、局所的に高い衝撃圧が発生し、この衝撃圧によりハウジングおよびスプールが浸食される虞がある。この場合、スプールの軸方向の摺動のみを可能としていると、気泡の破裂による衝撃圧は、同じ位置に集中して起こり、ハウジングおよびスプールの寿命が低下するという問題がある。

【 0 0 6 8 】

そこで、本実施の形態では、スプール 3 0 のストローク量が小さいときには、スプール 3 0 の回転を許容し、スプール 3 0 のストローク量が大きいときには、スプール 3 0 の回転を規制する構成としている。具体的には、スプール 3 0 が中立位置にある状態（図 3 の状態）から、例えばオペレータがブームシリンダ 4 D を伸長側に作動するために、操作レバー 1 1 A を傾転操作して、左キャップ 3 4 A の左パイロット油室 3 5 A 内にパイロット圧を供給すると、スプール 3 0 が右キャップ 3 4 B 内の右スプリング 3 7 B に抗して右方向に摺動変位する。

【 0 0 6 9 】

この場合、スプール 3 0 は、右突出軸部 3 9 B のキー溝 3 9 B 1 と右嵌合突部 4 0 B とが嵌合していないので回転可能となっている。スプール 3 0 が回転することにより、作動油の流れに変化を与えることができるので、例えばノッチ 3 2 B 2 で発生した気泡の破裂による衝撃圧を分散させることができる。これにより、ハウジング 2 2 の浸食を抑制することができる。

【 0 0 7 0 】

10

20

30

40

50

オペレータが操作レバー 11 A をさらに傾転操作すると、スプール 30 は、さらに右方向に摺動変位する。この場合、ポンプポート 27 と左アクチュエータポート 29 A および右アクチュエータポート 29 B と右タンクポート 28 B との間を通過する作動油の流量が多くなっていくので、スプール 30 の回転は徐々に増加する。そして、図 6 に示すように、右突出軸部 39 B のキー溝 39 B 1 と右嵌合突部 40 B とが嵌合すると、スプール 30 の回転が規制される。これにより、スプール 30 とハウジング 22 との間の摩擦を低減することができる。

【0071】

さらに操作レバー 11 A が傾転操作されると、スプール 30 は、回転規制部 38 B (右突出軸部 39 B、右嵌合突部 40 B) により回転が規制された状態で右方向に摺動変位し、図 7 に示すように、右突出軸部 39 B のキー溝 39 B 1 の底部に右嵌合突部 40 B が当接してスプール 30 のストロークエンドとなる。スプール 30 のストロークエンドの状態では、ポンプポート 27 と左アクチュエータポート 29 A および右アクチュエータポート 29 B と右タンクポート 28 B との間を通過する作動油の流量が多く、スプール 30 には強い回転力が働く。しかし、スプール 30 は、回転規制部 38 B により回転を規制されているので、スプール 30 とハウジング 22 との間の摩擦を低減することができる。

【0072】

かくして、第 1 の実施の形態によれば、スプール 30 のストローク量が小さい場合には、スプール 30 の回転を許すことで、気泡の破裂による衝撃圧をハウジング 22 の同じ位置に集中させるのを抑制することができる。即ち、スプール 30 が回転することで作動油の流れに変化を与えることができるので、気泡の破裂による衝撃圧を分散させることができる。また、スプール弁装置 21 に大流量を流すためにスプール 30 のストローク量を大きくした場合には、回転規制部 38 A、38 B によりスプール 30 の回転が規制され、スプール 30 とハウジング 22 との間の摩擦を低減することができる。従って、キャビテーションによる気泡の衝撃圧と、スプール 30 の過剰な回転によるスプール 30 とハウジング 22 との摩擦との両方を抑制することができるので、スプール弁装置 21 の寿命を向上させることができる。

【0073】

次に、図 9 ないし図 13 は、本発明の第 2 の実施の形態を示している。第 2 の実施の形態の特徴は、回転規制部を突出軸部と筒状体とにより構成し、突出軸部が筒状体内に進入することにより、スプールの回転規制力を発生させるものである。なお、本実施の形態では、第 1 の実施形態と同一の構成要素に同一符号を付し、その説明を省略するものとする。

【0074】

回転規制部 41 は、スプール 30 の右端部 32 B 3 と右キャップ 34 B との間に設けられている。この回転規制部 41 は、スプール 30 が右キャップ 34 B 内に向けて変位したときに、スプール 30 のスプール摺動穴 23 内における回転を規制するものである。また、回転規制部 41 は、スプール 30 の回転が規制されるまでは、スプール 30 のスプール摺動穴 23 内における回転を許容するものである。そして、回転規制部 41 は、右突出軸部 42 と、右筒状体 43 とにより構成されている。なお、ハウジング 22 を挟んで回転規制部 41 の反対側には、図示しない回転規制部が回転規制部 41 と左、右方向で対称形状に設けられている。

【0075】

右突出軸部 42 は、スプール 30 の右端部 32 B 3 に設けられ、右キャップ 34 B 内に向けて軸方向に突出するものである。この右突出軸部 42 は、円柱体からなり右側ランド 32 B に一体形成され、右ばね受 36 B の貫通孔 36 B 1 を挿通している。この場合、右突出軸部 42 は、スプール 30 の一部を構成するものである。

【0076】

右嵌合部としての右筒状体 43 は、右キャップ 34 B の底部 34 B 1 側で右パイロット油室 35 B 内に突出して設けられている。この右筒状体 43 は、右突出軸部 42 に対応し

10

20

30

40

50

た位置に配設され、スプール30が右方向に変位したときに右突出軸部42が進退可能に挿嵌されるものである。そして、右筒状体43は、その内径が右突出軸部42の外径にほぼ等しい寸法に形成され、両者間には摩擦抵抗が発生するものである。

【0077】

また、右筒状体43には、右キャップ34Bの底部34B1側で周方向に1個または複数個の油孔44(1個のみ図示)が形成されている。この油孔44は、右筒状体43の内外を右パイロット油室35Bに常時連通させている。これにより、右突出軸部42が右筒状体43内に挿嵌されたときに、右筒状体43内の作動油を右パイロット油室35Bに逃すことができる。

【0078】

オペレータが操作レバー11Aを傾転操作して、スプール30が中立位置(図9の状態)から右方向に変位したときに、右突出軸部42が右筒状体43に嵌合するまでは、スプール30の回転が可能となっている。スプール30が回転することにより、作動油の流れに変化を与えることができるので、例えばノッチ32B2で発生した気泡の破裂による衝撃圧を分散させることができる。これにより、ハウジング22の浸食を抑制することができる。

【0079】

オペレータが操作レバー11Aをさらに傾転操作すると、スプール30は、回転を増加させながら、さらに右方向に摺動変位する。そして、右突出軸部42が右筒状体43内に進入し始める。これにより、右突出軸部42は、右筒状体43の内周面に摺接して抵抗力が与えられ、ひいてはスプール30に回転規制力を与えることができる。

【0080】

さらに操作レバー11Aが傾転操作されると、スプール30は、回転規制部41(右突出軸部42、右筒状体43)により回転が規制された状態で右方向に摺動変位し、図12に示すように、右突出軸部42が右キャップ34Bの底部34B1に当接してスプール30のストロークエンドとなる。この場合、スプール30が右方向に摺動変位するに従って、右突出軸部42と右筒状体43との接触面積が徐々に大きくなる。これにより、右突出軸部42には、徐々に大きな抵抗力が与えられ、ひいてはスプール30に与える回転規制力を増大させることができる。

【0081】

かくして、第2の実施の形態においても第1の実施の形態と同様に、キャビテーションによる気泡の衝撃圧と、スプール30の過剰な回転によるスプール30とハウジング22との摩擦との両方を抑制することができるので、スプール弁装置21の寿命を向上させることができる。特に、第2の実施の形態では、スプール30のストローク量の増加に伴い、スプール30の回転を規制する力が徐々に強まる。これにより、スプール30の回転を滑らかに停止させることができ、スプール30にかかる衝撃を抑制することができる。

【0082】

次に、図14、図15は、本発明の第3の実施の形態を示している。第3の実施の形態の特徴は、スプールがキャップ内に向けて変位したときに加えて、スプールが中立位置にあるときにもスプールの回転を規制したことにある。なお、本実施の形態では、第1の実施形態と同一の構成要素に同一符号を付し、その説明を省略するものとする。

【0083】

右キャップ51は、スプール摺動穴23の軸方向の右端部23Bに位置してハウジング22に設けられている。この右キャップ51は、有底筒状に形成され、スプール摺動穴23の右端部23Bを閉塞するものである。右キャップ51には、パイロット管路20Bの接続ポート34B2が設けられている。そして、右キャップ51の内部には、スプール30を軸方向に摺動変位させるための右パイロット油室52が形成されている。また、右キャップ51の内周側には、径方向内側に向けて突出する後述の底部側突出部58と、中央側突出部60とが右キャップ51に一体形成されている。なお、ハウジング22を挟んで右キャップ51の反対側には、図示しない左キャップが右キャップ51と左、右方向で対

10

20

30

40

50

称形状に設けられている。

【0084】

右スプリング53は、右キャップ51内に配設されたものである。この右スプリング53は、後述する右突出軸部55のスプリング取付凹部56の底部と右キャップ51の底部との間に設けられている。右スプリング53は、スプール30を中立位置に向けて付勢している。即ち、右スプリング53は、スプール30を中立位置に戻すためのセンタリング用のばね部材である。なお、左キャップ内にも図示しない左スプリングが設けられている。

【0085】

回転規制部54は、スプール30の右端部32B3と右キャップ51との間に設けられている。この回転規制部54は、スプール30が右キャップ51内に向けて変位したときに、スプール30のスプール摺動穴23内における回転を規制するものである。また、回転規制部54は、スプール30の回転が規制されるまでは、スプール30のスプール摺動穴23内における回転を許容するものである。そして、回転規制部54は、右突出軸部55に形成された環状突部57と右キャップ51に形成された底部側突出部58とにより構成されている。なお、左キャップ内には、図示しない回転規制部が回転規制部54と左、右方向で対称形状に設けられている。

10

【0086】

右突出軸部55は、スプール30の右端部32B3に設けられ、右キャップ51内に向けて軸方向に突出するものである。この右突出軸部55は、右側ランド32Bに一体形成されている。この場合、右突出軸部55は、スプール30の一部を構成するものである。右突出軸部55には、右端側から軸方向に凹むスプリング取付凹部56が穿設されている。このスプリング取付凹部56の底部と右キャップ51の底部との間には、右スプリング53が配設されている。

20

【0087】

右突出軸部55の外周側には、径方向外側に向けて突出する環状突部57が形成されている。この環状突部57は、軸方向に所定の厚さ寸法を有しており、後述する底部側突出部58および中央側突出部60に摺接する構成となっている。環状突部57、底部側突出部58、中央側突出部60のそれぞれの軸方向の厚さ寸法は、スプール30のストロークのうち、回転を規制する範囲と回転を許容する範囲との関係により適宜設定される。

30

【0088】

底部側突出部58は、右キャップ51の底部側の内周面から径方向内側に向けて突出し、右キャップ51に一体形成されている。この底部側突出部58は、右突出軸部55の環状突部57に対応して形成されている。即ち、底部側突出部58は、スプール30が右方向に摺動変位してストロークエンドに近付いたときに、環状突部57と摺接して右突出軸部55に抵抗力を与え、ひいてはスプール30に回転規制力を与えるものである。

【0089】

他の回転規制部59は、スプール30の右端部32B3と右キャップ51との間に設けられている。他の回転規制部59は、スプール30が中立位置にあるときに、スプール30のスプール摺動穴23内における回転を規制するものである。そして、他の回転規制部59は、右突出軸部55に形成された環状突部57と右キャップ51に形成された中央側突出部60とにより構成されている。なお、左キャップ内には、図示しない他の回転規制部が他の回転規制部59と左、右方向で対称形状に設けられている。

40

【0090】

中央側突出部60は、右キャップ51の軸方向中央部の内周面から径方向内側に向けて突出し、右キャップ51に一体形成されている。この中央側突出部60は、右突出軸部55の環状突部57に対応して形成され、かつスプール30が中立位置にあるときに環状突部57と当接する位置に設けられている。即ち、中央側突出部60は、スプール30が中立位置にあるときに、環状突部57と摺接して右突出軸部55に抵抗力を与え、ひいてはスプール30に回転規制力を与えるものである。

50

【0091】

このように構成された第3の実施の形態では、スプール30が中立位置にあるときには、右突出軸部55の環状突部57が中央側突出部60に広い面積で接触することにより、右突出軸部55に大きな抵抗力を与えてスプール30の回転を規制している。そして、スプール30が右方向に摺動変位すると、環状突部57と中央側突出部60との接触面積が徐々に小さくなる。これにより、右突出軸部55に与えられる抵抗力が徐々に弱くなるので、スプール30の回転が許容される。さらに、スプール30が右方向に摺動変位してストロークエンドに近付くと、環状突部57と底部側突出部58との接触面積が徐々に大きくなる。これにより、右突出軸部55には、徐々に大きな抵抗力が与えられ、ひいてはスプール30に与える回転規制力を増大させることができる。

10

【0092】

かくして、第3の実施の形態においても第1の実施の形態と同様に、キャピテーションによる気泡の衝撃圧と、スプール30の過剰な回転によるスプール30とハウジング22との摩擦との両方を抑制することができるので、スプール弁装置21の寿命を向上させることができる。また、第3の実施の形態では、スプール30が中立位置にあるときにもスプール30の回転を規制している。これにより、スプール30が中立位置にあるときにも、スプール30とハウジング22との摩擦を抑制することができる。

【0093】

次に、図16ないし図18は、本発明の第4の実施の形態を示している。第4の実施の形態の特徴は、磁力によりスプールの回転を規制したことにある。なお、本実施の形態では、第1の実施形態と同一の構成要素に同一符号を付し、その説明を省略するものとする。

20

【0094】

右キャップ61は、スプール摺動穴23の軸方向の右端部23Bに位置してハウジング22に設けられている。この右キャップ61は、例えば非磁性材料を用いて有底筒状に形成され、スプール摺動穴23の右端部23Bを閉塞するものである。右キャップ61の底部には、パイロット管路20Bの接続ポート34B2が設けられている。

【0095】

また、右キャップ61の内周側で底部側には、周方向に離間して複数個（例えば、2個）の磁石取付凹部62が形成されている。この磁石取付凹部62には、後述のキャップ側磁石70が固着される。そして、右キャップ61の内部には、スプール30を軸方向に摺動変位させるための右パイロット油室63が形成されている。なお、ハウジング22を挟んで右キャップ61の反対側には、図示しない左キャップが右キャップ61と左、右方向で対称形状に設けられている。

30

【0096】

右スプリング64は、右キャップ61内に配設されたものである。この右スプリング64は、後述する右突出軸部66のスプリング取付凹部67の底部と右キャップ61の底部との間に設けられている。右スプリング64は、スプール30を中立位置に向けて付勢している。即ち、右スプリング64は、スプール30を中立位置に戻すためのセンタリング用のばね部材である。なお、左キャップ内にも図示しない左スプリングが設けられている。

40

【0097】

回転規制部65は、スプール30の右端部32B3と右キャップ61との間に設けられている。この回転規制部65は、スプール30が右キャップ61内に向けて変位したときに、スプール30のスプール摺動穴23内における回転を規制するものである。また、回転規制部65は、スプール30の回転が規制されるまでは、スプール30のスプール摺動穴23内における回転を許容するものである。そして、回転規制部65は、右突出軸部66に設けられた軸側磁石69と右キャップ61に設けられたキャップ側磁石70とにより構成されている。なお、左キャップ内には、図示しない回転規制部が回転規制部65と左、右方向で対称形状に設けられている。

50

【0098】

右突出軸部66は、スプール30の右端部32B3に設けられ、右キャップ61内に向けて軸方向に突出するものである。この右突出軸部66は、例えば非磁性材料を用いて右側ランド32Bとほぼ同じ外径寸法を有して右側ランド32Bに一体形成されている。この場合、右突出軸部66は、スプール30の一部を構成するものである。右突出軸部66には、右端側から軸方向に凹むスプリング取付凹部67が穿設されている。このスプリング取付凹部67の底部と右キャップ61の底部との間には、右スプリング64が配設されている。また、右突出軸部66の右端側には、軸方向に凹む磁石取付凹部68が周方向に離間して複数個（例えば、2個）形成されている。

【0099】

軸側磁石69は、右突出軸部66の磁石取付凹部68に固着されている。一方、キャップ側磁石70は、右キャップ61の磁石取付凹部62に固着されている。軸側磁石69とキャップ側磁石70とは、その磁力によりスプール30の回転を規制するものである。具体的には、スプール30のストロークが小さいときには、軸側磁石69とキャップ側磁石70との距離が十分に離れているので磁力の影響が少なく、スプール30の回転を許容する。一方、スプール30がストロークエンドに近付いたときには、軸側磁石69とキャップ側磁石70との距離が近づくので磁力が強くなり働き、スプール30の回転を規制する。

【0100】

かくして、第4の実施の形態においても第1の実施の形態と同様に、キャピテーションによる気泡の衝撃圧と、スプール30の過剰な回転によるスプール30とハウジング22との摩擦との両方を抑制することができるので、スプール弁装置21の寿命を向上させることができる。特に、第4の実施の形態では、磁力によりスプール30の回転を規制しているので、スプール30にかかる衝撃圧を低減することができる。また、右キャップ61と右突出軸部66とに磁石（キャップ側磁石70、軸側磁石69）を設けるだけでよいので、加工を簡単に行うことができる。

【0101】

次に、図19、図20は、本発明の第5の実施の形態を示している。第5の実施の形態の特徴は、アクチュエータポートとタンクポートとの間を連通させるノッチをポンプポートとアクチュエータポートとの間を連通させるノッチに対して周方向にずらして配置したことにある。なお、本実施の形態では、第1、第2の実施形態と同一の構成要素に同一符号を付し、その説明を省略するものとする。

【0102】

ノッチ71は、右側ランド32Bの左端側に軸方向に延びるように形成されている。このノッチ71は、周方向に離間して複数個（例えば2個）形成されている。ノッチ71は、右側油溝25Bと右端側油溝26Bとの間、即ち右アクチュエータポート29Bと右タンクポート28Bとの間を流れる圧油を小流量で連通させるものである。

【0103】

そして、ノッチ71は、中央ランド31の右端部31Cに形成され、ポンプポート27と右アクチュエータポート29Bとの間を連通させるノッチ31B、31D（31Dのみ図示）に対して周方向にずらした位置に配置されている。これにより、スプール30の回転を許容するストローク位置で、スプール30を円滑に回転させることができる。

【0104】

その結果、キャピテーションによる気泡を分散させることができ、気泡の破裂による衝撃圧をハウジング22の同じ位置に集中させるのを抑制することができる。なお、図示しない左側ランドに形成されたノッチも、中央ランド31に形成されたノッチ31B、31Dに対して周方向にずらした位置に配設されている。

【0105】

なお、上述した第1、第2の実施の形態では、スプール30と左、右のスプリング37A、37Bの摺動部材として左、右のばね受36A、36Bを設けた場合を例に挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限らず、例えば図21に示す変形例のように、スプール

10

20

30

40

50

30の右端部32B3と右スプリング37Bとの間に摺動部材としての玉軸受81を設けてもよい。これにより、スプール30と右スプリング37Bとの間の摺動抵抗を小さくすることができるので、スプール30を円滑に回転させることができる。また、スプール30と右スプリング37Bとの摩擦も低減することができる。なお、左ばね受36Aについても同様に玉軸受を用いてもよい。

【0106】

また、各実施の形態では、ブームシリンダ4D用のスプール弁装置21を例に挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限らず、例えばアームシリンダ4E、バケットシリンダ4F、および油圧モータ等のスプール弁装置に適用してもよい。また、これ以外に圧力制御弁、流量制御弁等のスプール弁装置に適用することができる。

【符号の説明】

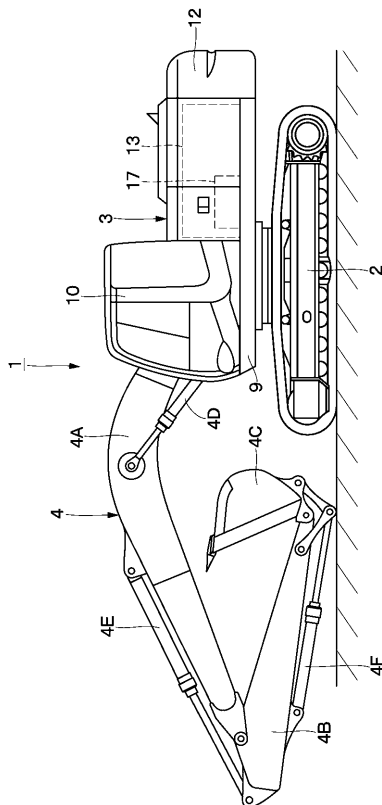
【0107】

21 スプール弁装置、22ハウジング、23 スプール摺動穴、23A 左端部、23B 右端部、27 ポンプポート、28A 左タンクポート、28B 右タンクポート、29A 左アクチュエータポート、29B 右アクチュエータポート、30 スプール、31 中央ランド、31B ノッチ、31D ノッチ、32A 左側ランド、32A2 ノッチ、32A3 左端部、32B 右側ランド、32B2, 71 ノッチ、32B3 右端部、34A 左キャップ、34A1 底部、34B 右キャップ、34B1 底部、36A 左ばね受(摺動部材)、36B 右ばね受(摺動部材)、37A 左スプリング、37B 右スプリング、38A, 38B, 41, 54, 65 回転規制部、39A 左突出軸部、39B, 42 右突出軸部、40A 左嵌合突部(嵌合部)、40B 右嵌合突部(嵌合部)、43 右筒状体(嵌合部)、59 他の回転規制部、81 玉軸受(摺動部材)

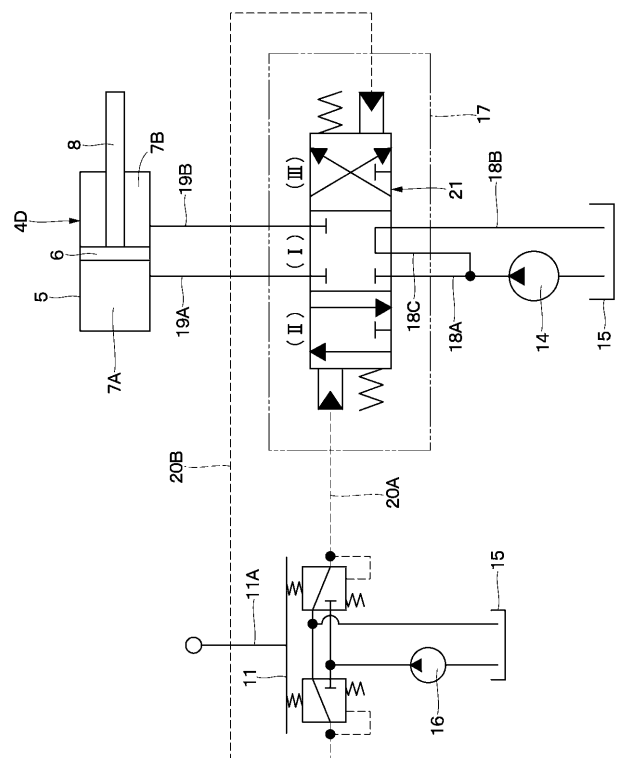
10

20

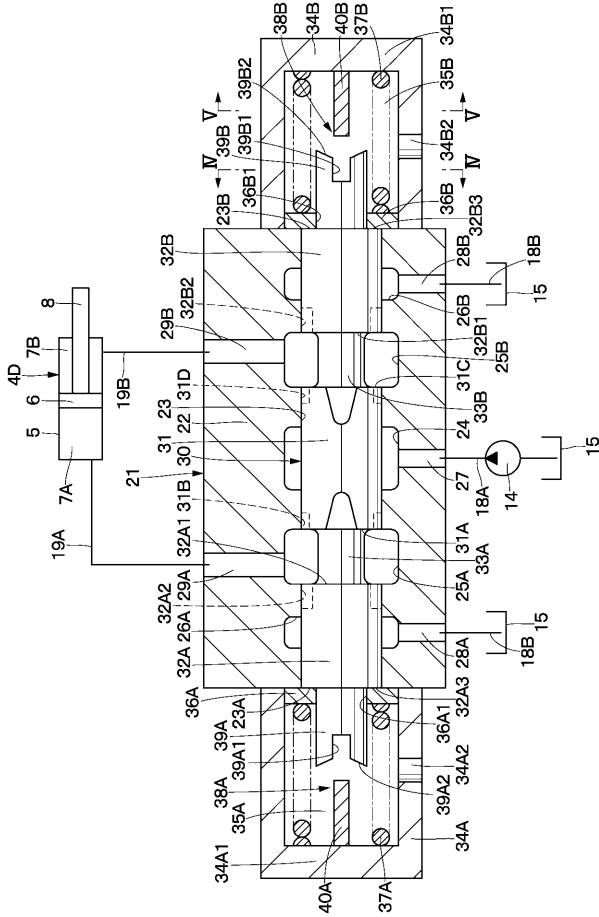
【図1】



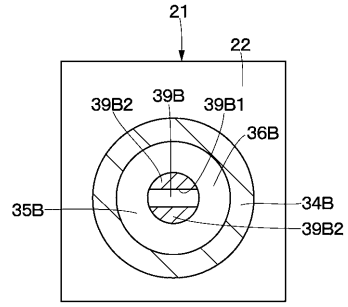
【図2】



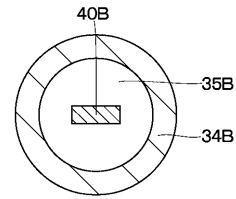
【 図 3 】



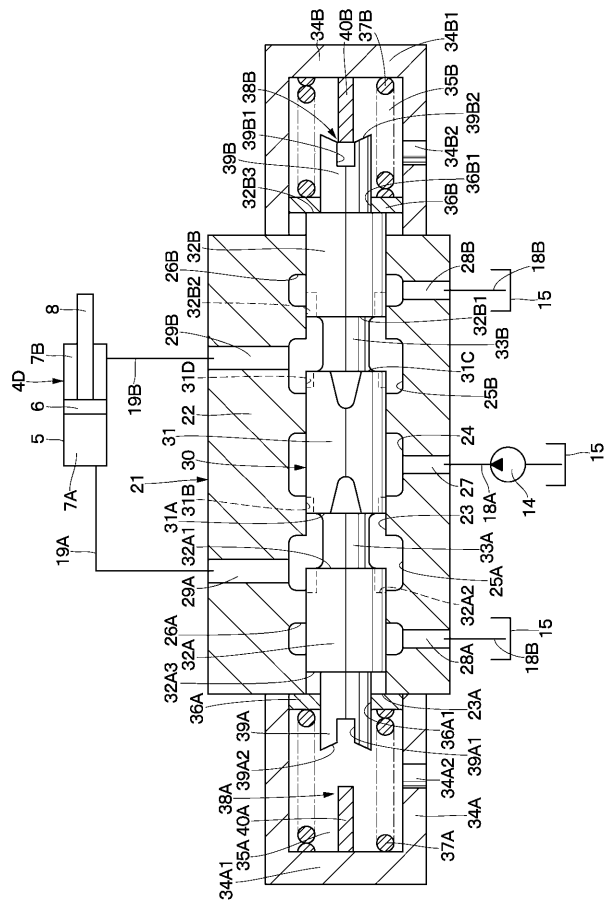
【 図 4 】



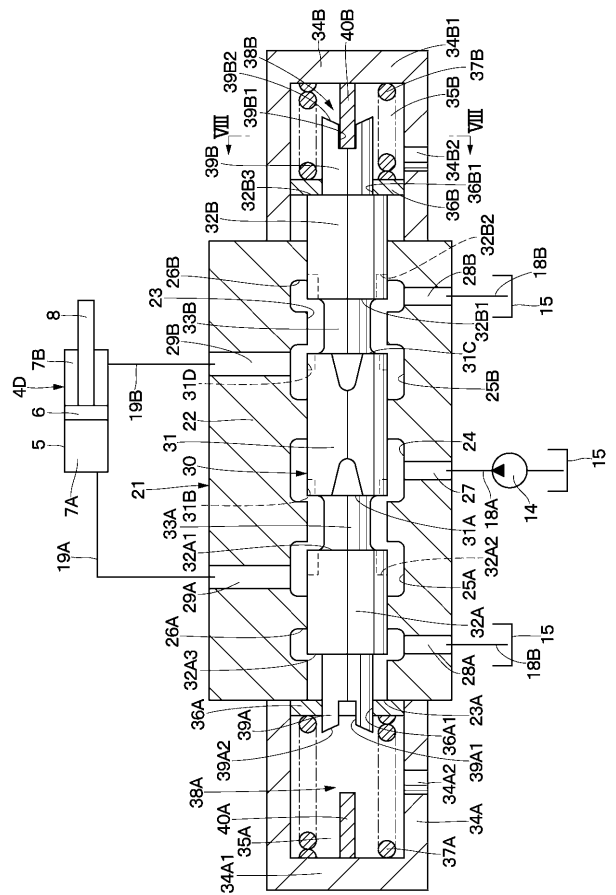
【 図 5 】



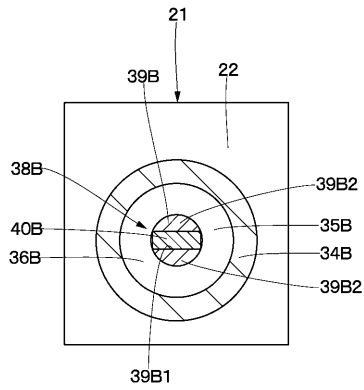
【 図 6 】



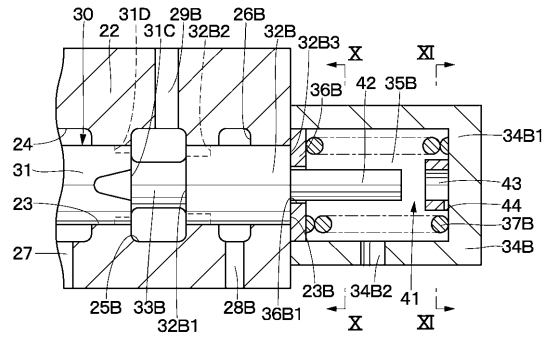
【 図 7 】



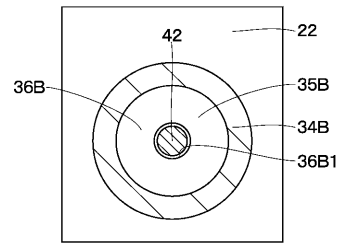
【 図 8 】



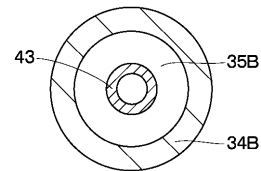
【 図 9 】



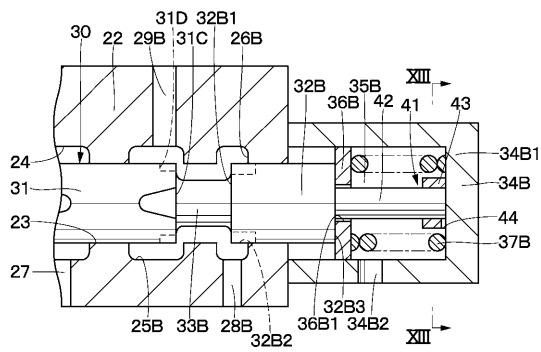
【 図 10 】



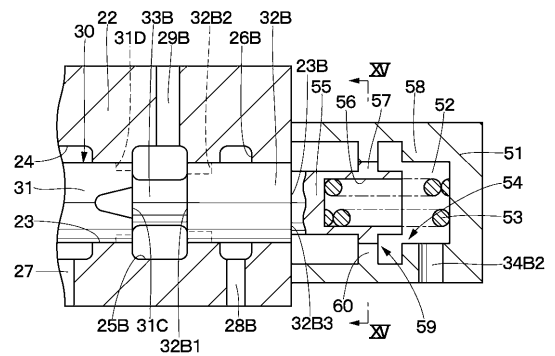
【 図 11 】



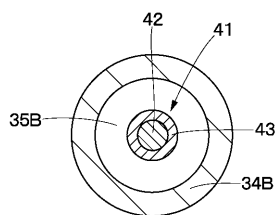
【 図 12 】



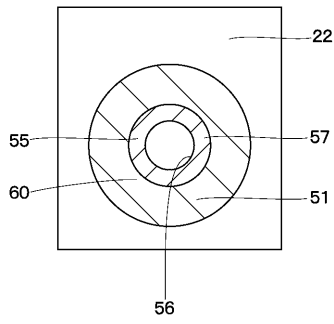
【 図 14 】



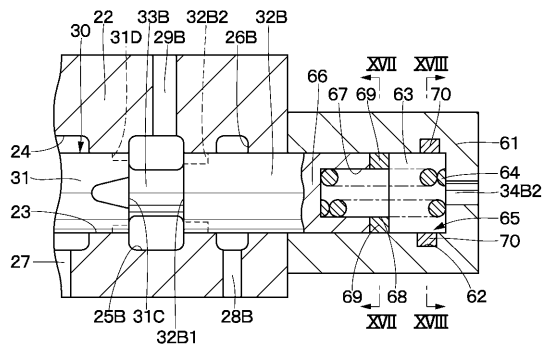
【 図 13 】



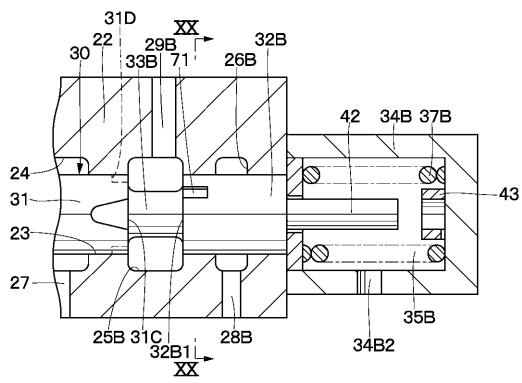
【 図 1 5 】



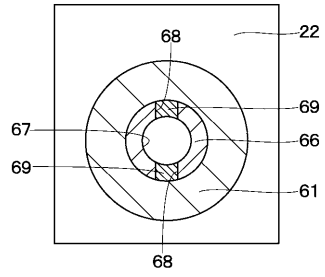
【 図 1 6 】



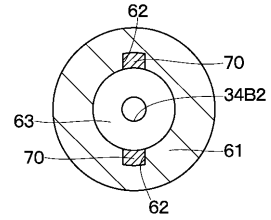
【 図 1 9 】



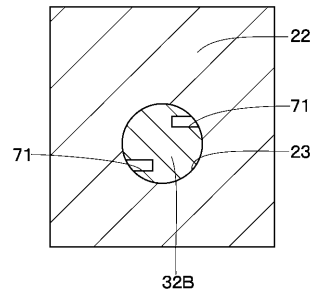
【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 2 0 】



【 図 2 1 】

