

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6807828号
(P6807828)

(45) 発行日 令和3年1月6日 (2021. 1. 6)

(24) 登録日 令和2年12月10日 (2020. 12. 10)

(51) Int. Cl.

F 1

F 1 6 K 27/00 (2006. 01)

F 1 6 K 27/00

Z

F 1 6 K 47/04 (2006. 01)

F 1 6 K 47/04

Z

請求項の数 9 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2017-254170 (P2017-254170)
 (22) 出願日 平成29年12月28日 (2017. 12. 28)
 (65) 公開番号 特開2019-120289 (P2019-120289A)
 (43) 公開日 令和1年7月22日 (2019. 7. 22)
 審査請求日 令和1年11月11日 (2019. 11. 11)

(73) 特許権者 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 110002457
 特許業務法人広和特許事務所
 (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
 審査官 西井 香織

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弁装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

弁収容穴を有する弁ハウジングと、
 前記弁ハウジングの弁収容穴内に挿嵌された弁体と、
 前記弁体よりも圧油の流通方向の下流側に位置して前記圧油が流通する油路が形成され
 た油路形成体とを備え、
 前記油路形成体の下流側には、当該油路形成体の油路の流路断面積よりも大きな流路断
 面積の管路が接続される弁装置において、
 前記油路形成体の油路の内周面には、前記油路に直交する方向に延びた有底状の孔が設
 けられており、
 前記油路形成体は、前記弁ハウジングの一部として前記弁ハウジング内に形成されてお
 り、
 前記孔は、前記弁ハウジングの油路の内周面に設けられていることを特徴とする弁装置
 。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の弁装置において、
 前記孔は、前記弁ハウジングの外周面と前記弁ハウジングの油路の内周面との間を前記油
 路と直交する方向に貫通する貫通孔と、前記弁ハウジングとは別部材からなり前記貫通孔
 を封止するプラグとにより構成されていることを特徴とする弁装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の弁装置において、
前記孔は、複数設けられており、
複数の前記孔は、それぞれ深さ寸法が異なることを特徴とする弁装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の弁装置において、
前記弁ハウジングには、前記弁ハウジングの外面と前記弁ハウジングの油路の内周面との間を前記油路と直交する方向に貫通し、前記油路よりも大径な大径貫通孔が設けられており、

前記大径貫通孔には、前記弁ハウジングとは別部材からなり前記大径貫通孔を封止する大径プラグが設けられており、

前記大径プラグには、前記孔が設けられていることを特徴とする弁装置。

【請求項 5】

弁収容穴を有する弁ハウジングと、
前記弁ハウジングの弁収容穴内に挿嵌された弁体と、
前記弁体よりも圧油の流通方向の下流側に位置して前記圧油が流通する油路が形成された油路形成体とを備え、

前記油路形成体の下流側には、当該油路形成体の油路の流路断面積よりも大きな流路断面積の管路が接続される弁装置において、

前記油路形成体の油路の内周面には、前記油路に直交する方向に延びた有底状の孔が設けられており、

前記油路形成体は、前記弁ハウジングの油路と前記管路との間を接続する管継手として形成されており、

前記孔は、前記管継手の油路の内周面に設けられていることを特徴とする弁装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の弁装置において、

前記管継手は、内径寸法が大きい大径部と前記大径部の軸方向一侧に位置して前記大径部よりも内径寸法が小さい小径部とを有する筒状の外側筒部材と、

内周面と外周面との間を貫通し前記孔となる径方向貫通孔が周方向および軸方向にそれぞれ離間して複数設けられ、前記外側筒部材の大径部内に挿通された減衰スリーブと、

前記外側筒部材の軸方向他側に位置して設けられ、前記外側筒部材の大径部内に挿通された前記減衰スリーブを前記外側筒部材の小径部側に向けて抑える筒状の抑えプラグと備えていることを特徴とする弁装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の弁装置において、

前記弁ハウジングの油路の内径寸法と、前記外側筒部材の小径部の内径寸法と、前記減衰スリーブの内径寸法と、前記抑えプラグの内径寸法とは、同じ寸法であることを特徴とする弁装置。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の弁装置において、

前記減衰スリーブは、軸方向に並んで配置されそれぞれ径方向の厚みが異なる複数の減衰スリーブ体により構成されており、

前記減衰スリーブ体の外周面と前記外側筒部材の大径部の内周面との間には、前記複数の減衰スリーブ体の内周面の位置が互いに一致するように、前記減衰スリーブ体の外周面と前記大径部の内周面との間を満たす筒状のスペーサが設けられていることを特徴とする弁装置。

【請求項 9】

請求項 6 に記載の弁装置において、

前記外側筒部材の内周側で、かつ、前記弁ハウジングの油路の開口と前記減衰スリーブとの間には、前記小径部と前記大径部とにわたって筒状の接続スリーブが挿通されており、

、

10

20

30

40

50

前記接続スリーブの内周面は、前記弁ハウジングの油路の開口と前記減衰スリーブの内周面とを滑らかに接続するテーパ面となっていることを特徴とする弁装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、油圧ショベル等の建設機械に搭載される方向制御弁、圧力制御弁、流量制御弁、リリーフ弁、絞り弁等として用いられる弁装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、油圧ショベル、油圧クレーン、ホイールローダ等の建設機械には、油圧駆動装置とも呼ばれる油圧システムが搭載されている。このような油圧システムを含む液圧システムでは、エネルギー伝達媒体である液体（油圧システムであれば作動油）の圧力、流速、方向を制御するために様々な弁、例えば、方向制御弁、圧力制御弁、流量制御弁、リリーフ弁、絞り弁等の弁装置が用いられている。このような弁装置は、弁体を変位させることで、液体（作動油）が通過（連通）する流路（油路）の面積、即ち、弁体の開口部の開口量を制御することができる。そして、この開口部が、液圧システムの配管（管路）の流路面積よりも小さい場合は、開口部が絞り部となり、主に液体の圧力、流速を制御する役割を持つ。

【0003】

一方、この絞り部を液体が通過すると、ベルヌーイの法則に従い流速が急激に増加し、同時に圧力が急激に低下する。このとき、この急激な圧力低下に伴って、液体の圧力が、その液体の種類（液種）によって決定される飽和蒸気圧よりも低くなると、液体中に気泡が発生し膨張するキャビテーションが発生する。さらに、絞り部で発生した気泡は、高速流体噴流に乗って絞り部の下流側へと流される。このとき、キャビテーションが発生している絞り部よりも下流部の圧力の方が高くなるため、気泡周囲の圧力は徐々に回復し、やがて気泡はこの回復してきた圧力によって押し潰される。そして、この気泡が押し潰されて崩壊した瞬間、局所的に高い衝撃圧が発生し、これが機器部材表面を損傷させ、エロージョン（壊食）が発生する可能性がある。

【0004】

エロージョンは、弁装置の絞り部の下流側、例えば、弁ハウジングの壁面で発生することが多く、この場合は、弁ハウジングの壁面で減肉が進行する可能性がある。また、エロージョンが著しい場合には、弁ハウジングの外表面まで貫通することにより、弁装置を含む液圧機器の故障を招くおそれがある。また、絞り部で発生した気泡が液圧機器と管路との接合部または液圧機器と管継手との接合部まで流れてきた場合は、接合部のシール部または管継手のシール部でエロージョンが発生する可能性がある。この場合、シール部は、例えば、数 μm の精度で仕上げられた繊細な部分となるため、少しのエロージョンで液漏れを招くおそれがある。

【0005】

このようなエロージョンの問題を解決するために、例えば、特許文献1または特許文献1に記載された技術を採用することが考えられる。この場合、特許文献1には、配管接合部の油路面積を徐々に拡大する形状とすることにより、流路面積の急変による渦の発生を抑制し、エロージョンの防止を図る技術が記載されている。特許文献2には、液体が接触する基材の表面に非晶質炭素被膜を形成し、部材表面のエロージョンに対する耐久性を高める技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】実公昭51-19682号公報

【特許文献2】特許第4735309号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】**【0007】**

ところで、キャピテーション、延いては、エロージョンが発生する要因は、「気泡」、「気泡を圧潰させる圧力」、「気泡の圧潰時に発生する衝撃圧に対する材料の耐久性（以下、耐壊食性という）」の3つに大別される。従って、気泡が発生してしまうことを前提とすれば、対策方針は、「圧力」または「耐壊食性」に焦点が絞られる。

【0008】

特許文献1の技術は、「圧力」に着目した技術であり、油路面積拡大部の渦による動圧を低減し、油路面積拡大部の下流側、即ち、油路面積が大きい方の油路におけるエロージョンを低減することができると考えられる。しかし、後述の図15に示す比較例のように、キャピテーション噴流104は、圧力脈動を生じさせるため、油路101には気泡103と共に圧力波106が伝播している。この圧力波106は、油路面積拡大部での圧力、流速の変化によって拡大部直前で急激に増幅され、気泡103を圧潰させる。このため、油路面積拡大部の上流側、即ち、流路面積が小さい方の油路101にエロージョン105が発生する傾向となる。これに対して、特許文献1の技術では、このようなエロージョンを抑制することができない。

10

【0009】

一方、特許文献2の技術は、「耐壊食性」に着目した技術であり、耐壊食性の高い材料（材質）を使用することで、エロージョンを低減することができると考えられる。しかし、耐壊食性の高い材料は、一般的に用いられる材料（例えば、鉄等）と比較して高価であり、エロージョンの発生が予測される部品（例えば、弁ハウジング）にその材料を採用することは、管路、管継手、機器ハウジングの生産性の低下やコストの上昇に繋がる可能性がある。

20

【0010】

本発明の目的は、エロージョンの発生を抑制することができる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】**【0011】**

本発明の弁装置は、弁収容穴を有する弁ハウジングと、前記弁ハウジングの弁収容穴内に挿嵌された弁体と、前記弁体よりも圧油の流通方向の下流側に位置して前記圧油が流通する油路が形成された油路形成体とを備え、前記油路形成体の下流側には、当該油路形成体の油路の流路断面積よりも大きな流路断面積の管路が接続される弁装置において、前記油路形成体の油路の内周面には、前記油路に直交する方向に延びた有底状の孔が設けられており、前記油路形成体は、前記弁ハウジングの一部として前記弁ハウジング内に形成されており、前記孔は、前記弁ハウジングの油路の内周面に設けられている。

30

また、本発明の弁装置は、弁収容穴を有する弁ハウジングと、前記弁ハウジングの弁収容穴内に挿嵌された弁体と、前記弁体よりも圧油の流通方向の下流側に位置して前記圧油が流通する油路が形成された油路形成体とを備え、前記油路形成体の下流側には、当該油路形成体の油路の流路断面積よりも大きな流路断面積の管路が接続される弁装置において、前記油路形成体の油路の内周面には、前記油路に直交する方向に延びた有底状の孔が設けられており、前記油路形成体は、前記弁ハウジングの油路と前記管路との間を接続する管継手として形成されており、前記孔は、前記管継手の油路の内周面に設けられている。

40

【発明の効果】**【0012】**

本発明によれば、エロージョンの発生を抑制することができる。即ち、油路形成体の油路の内周面には、油路に直交する方向に延びた有底状の孔が設けられている。このため、油路形成体の上流側（弁収容穴と弁体との開口部）で、キャピテーションによる気泡と圧力波が発生しても、圧力波は、油路形成体の油路を通過するときに、孔内から油路側に向けて反射する圧力波（反射波）と干渉することにより減衰される。即ち、キャピテーションによる気泡と圧力波は、油路形成体と管路との接合部（即ち、流路面積が大きくなる部

50

分)を通過する前に油路形成体の油路内で減衰する。これにより、圧力波による気泡の消滅、および、この消滅に伴う衝撃圧を抑制できる。この結果、エロージョンの発生が抑制され、エロージョンに対する寿命を向上できる。しかも、耐壊食性の高い高価な材料を必要としないため、コストの上昇を抑えつつ寿命を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】第1の実施の形態による弁装置(方向制御弁)が搭載された油圧ショベルを示す正面図である。

【図2】油圧アクチュエータ、油圧ポンプ、レバー操作装置、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】弁ハウジング、弁体、油路、孔、管路等を示す要部断面図である。

【図4】油路の内周面を示す図3中の矢示IV-IV方向からみた平面図である。

【図5】キャピテーションによる気泡と圧力波の減衰を説明するために図3中の一部を拡大して示す断面図である。

【図6】第2の実施の形態による弁ハウジング、弁体、油路、孔、管路等を示す要部断面図である。

【図7】第3の実施の形態による弁ハウジング、弁体、油路、孔、管路等を示す要部断面図である。

【図8】油路の内周面を示す図7中の矢示VIII-VIII方向からみた平面図である。

【図9】第4の実施の形態による弁装置、油圧アクチュエータ、油圧ポンプ、レバー操作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10】弁ハウジング、弁体、油路、管継手、孔、管路等を示す要部断面図である。

【図11】管継手を示す図10中の矢示XI-XI方向からみた断面図である。

【図12】キャピテーションによる気泡と圧力波の減衰を説明するために図10中の一部を拡大して示す断面図である。

【図13】第5の実施の形態による弁ハウジング、油路、管継手、孔、管路等を示す要部断面図である。

【図14】第6の実施の形態による弁ハウジング、油路、管継手、孔、管路等を示す要部断面図である。

【図15】比較例によるキャピテーションの気泡と圧力波とエロージョンの発生を説明するための断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の弁装置の実施の形態を、油圧ショベルに搭載された方向制御弁(スプール弁)に適用した場合を例に挙げ、添付図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0015】

図1ないし図5は、第1の実施の形態を示している。図1において、建設機械の代表例である油圧ショベル1は、自走可能なクローラ式の下部走行体2と、下部走行体2上に設けられた旋回装置3と、下部走行体2上に旋回装置3を介して旋回可能に搭載された上部旋回体4と、上部旋回体4の前側に設けられ掘削作業等を行う多関節構造の作業装置5とを含んで構成されている。この場合、下部走行体2と上部旋回体4は、油圧ショベル1の車体を構成している。

【0016】

下部走行体2は、例えば、履帯2Aと、該履帯2Aを周回駆動させることにより油圧ショベル1を走行させる左、右の走行用油圧モータ(図示せず)とを含んで構成されている。下部走行体2は、後述のメイン油圧ポンプ13(図2参照)からの圧油の供給に基づいて、油圧モータ(油圧アクチュエータ)である走行用油圧モータが回転することにより、上部旋回体4および作業装置5と共に走行する。

【0017】

作業機またはフロントとも呼ばれる作業装置5は、例えば、ブーム5A、アーム5B、

10

20

30

40

50

作業具としてのバケット５Ｃと、これらを駆動する油圧アクチュエータ（液圧アクチュエータ）としてのブームシリンダ５Ｄ、アームシリンダ５Ｅ、バケットシリンダ（作業具シリンダ）５Ｆとを含んで構成されている。作業装置５は、メイン油圧ポンプ１３（図２参照）からの圧油の供給に基づいて、油圧シリンダであるシリンダ５Ｄ，５Ｅ，５Ｆが伸長または縮小することにより、俯仰の動作をする。なお、後述の図２の油圧回路図では、図面が複雑になることを避けるために、主としてブームシリンダ５Ｄに関する油圧回路を示しており、アームシリンダ５Ｅ、バケットシリンダ５Ｆ、前述の左，右の走行用油圧モータ、後述の旋回用油圧モータに関する油圧回路を省略している。

【００１８】

上部旋回体４は、旋回軸受、旋回用油圧モータ、減速機構等を含んで構成される旋回装置３を介して、下部走行体２上に搭載されている。上部旋回体４は、メイン油圧ポンプ１３（図２参照）からの圧油の供給に基づいて、油圧モータ（油圧アクチュエータ）である旋回用油圧モータが回転することにより、下部走行体２上で作業装置５と共に旋回する。上部旋回体４は、上部旋回体４の支持構造体（ベースフレーム）となる旋回フレーム６と、旋回フレーム６上に搭載されたキャブ７、カウンタウエイト８等とを含んで構成されている。この場合、旋回フレーム６上には、エンジン１２に加えて、図２に示す油圧ポンプ１３，１９、作動油タンク１４等が搭載されている。

【００１９】

旋回フレーム６は、旋回装置３を介して下部走行体２に取付けられている。旋回フレーム６の前部左側には、内部が運転室となったキャブ７が設けられている。旋回フレーム６の後端側には、作業装置５との重量バランスをとるためのカウンタウエイト８が設けられている。キャブ７とカウンタウエイト８との間は、エンジン１２、油圧ポンプ１３，１９（図２参照）等が収容される機械室９となっている。さらに、上部旋回体４（旋回フレーム６）のほぼ中央（中心）には、後述の制御弁装置２１が設置されている。

【００２０】

ここで、キャブ７内には、オペレータが着席する運転席（図示せず）が設けられている。運転席の周囲には、油圧シヨベル１を操作するための操作装置（図２にブーム用レバー操作装置２２のみ図示）が設けられている。操作装置は、例えば、運転席の前側に設けられた左，右の走行用レバー・ペダル操作装置と、運転席の左右両側にそれぞれ設けられた左，右の作業用レバー操作装置とを含んで構成されている。

【００２１】

左，右の走行用レバー・ペダル操作装置は、下部走行体２を走行させるときにオペレータにより操作される。左，右の作業用レバー操作装置は、作業装置５を動作させるとき、および、上部旋回体４を旋回させるときにオペレータにより操作される。なお、後述の図２の油圧回路図では、各種の操作装置（走行用操作装置および作業用操作装置）のうち作業装置５のブーム５Ａを操作（揺動）するためのブーム用レバー操作装置２２のみを示している（左右の走行用レバー・ペダル操作装置、旋回用レバー操作装置、アーム用レバー操作装置、バケット用レバー操作装置等を省略している）。ブーム用レバー操作装置２２は、例えば、右側の作業用レバー操作装置の前後方向の操作に対応するものである。

【００２２】

操作装置は、オペレータの操作（レバー操作、ペダル操作）に応じたパイロット信号（パイロット圧）を、複数の方向制御弁（図２にブーム用方向制御弁３１のみ図示）からなる制御弁装置２１に出力する。これにより、オペレータは、走行用油圧モータ、作業装置５のシリンダ５Ｄ，５Ｅ，５Ｆ、旋回装置３の旋回用油圧モータを動作（駆動）させることができる。なお、後述の図２の油圧回路図では、制御弁装置２１を構成する複数の方向制御弁のうち、ブーム用方向制御弁３１のみを示している（例えば、左走行用方向制御弁、右走行用方向制御弁、旋回用方向制御弁、アーム用方向制御弁、バケット用方向制御弁等を省略している）。

【００２３】

次に、油圧シヨベル１を駆動するための油圧駆動装置（油圧システム）について、図１

10

20

30

40

50

に加え、図 2 も参照しつつ説明する。

【 0 0 2 4 】

図 2 に示すように、油圧ショベル 1 は、メイン油圧ポンプ 1 3 から供給される圧油に基づいて油圧ショベル 1 を動作（駆動）させる油圧回路 1 1 を備えている。油圧回路 1 1 は、油圧アクチュエータ（以下、単にシリンダ 5 D ともいう）を含むメイン油圧回路 1 1 A と、シリンダ 5 D を操作するためのパイロット油圧回路 1 1 B とを含んで構成されている。

【 0 0 2 5 】

即ち、油圧回路 1 1 は、シリンダ 5 D と、エンジン 1 2（図 1 参照）と、メイン油圧ポンプ 1 3 と、タンクとしての作動油タンク 1 4 と、パイロット油圧ポンプ 1 9 と、制御弁装置 2 1（ブーム用方向制御弁 3 1）と、操作装置（以下、単にレバー操作装置 2 2 ともいう）とを含んで構成されている。そして、油圧回路 1 1 のメイン油圧回路 1 1 A は、シリンダ 5 D に加え、エンジン 1 2 と、メイン油圧ポンプ 1 3 と、作動油タンク 1 4 と、制御弁装置 2 1（ブーム用方向制御弁 3 1）と、ポンプ管路としてのメイン吐出管路 1 5 と、タンク管路としての戻り管路 1 6 と、一側アクチュエータ管路としてのボトム側管路 1 7 と、他側アクチュエータ管路としてのロッド側管路 1 8 とを備えている。一方、油圧回路 1 1 のパイロット油圧回路 1 1 B は、エンジン 1 2 と、パイロット油圧ポンプ 1 9 と、作動油タンク 1 4 と、レバー操作装置 2 2 と、パイロット吐出管路 2 0 と、一側パイロット管路としての伸長側パイロット管路 2 3 と、他側パイロット管路としての縮小側パイロット管路 2 4 とを備えている。

【 0 0 2 6 】

エンジン 1 2（図 1 参照）は、旋回フレーム 6 に搭載されている。エンジン 1 2 は、例えばディーゼルエンジン等の内燃機関によって構成されている。エンジン 1 2 の出力側には、メイン油圧ポンプ 1 3、および、パイロット油圧ポンプ 1 9 が取付けられている。これら油圧ポンプ 1 3、1 9 は、エンジン 1 2 によって回転駆動される。なお、油圧ポンプ 1 3、1 9 を駆動するための駆動源（動力源）は、内燃機関となるエンジン 1 2 単体で構成できる他、例えば、エンジンと電動モータ、または、電動モータ単体により構成してもよい。

【 0 0 2 7 】

メイン油圧ポンプ 1 3 は、エンジン 1 2 に機械的に（即ち、動力伝達可能に）接続されている。メイン油圧ポンプ 1 3 は、シリンダ 5 D を含むメイン油圧回路 1 1 A に圧油を供給する。メイン油圧ポンプ 1 3 は、例えば、可変容量型の油圧ポンプ、より具体的には、可変容量型の斜板式、斜軸式またはラジアルピストン式油圧ポンプによって構成されている。なお、図 2 では、メイン油圧ポンプ 1 3 を 1 台の油圧ポンプで示しているが、例えば、2 台以上の複数の油圧ポンプにより構成することができる。

【 0 0 2 8 】

メイン油圧ポンプ 1 3 は、制御弁装置 2 1（ブーム用方向制御弁 3 1）を介してシリンダ 5 D に接続されている。メイン油圧ポンプ 1 3 は、シリンダ 5 D に圧油を供給する。なお、図示は省略するが、メイン油圧ポンプ 1 3 は、例えば、ブームシリンダ 5 D の他、走行用油圧モータ、旋回用油圧モータ、アームシリンダ 5 E、パケットシリンダ 5 F にも圧油を供給する。

【 0 0 2 9 】

メイン油圧ポンプ 1 3 は、作動油タンク 1 4 に貯溜された作動油を圧油としてメイン吐出管路 1 5 に吐出する。メイン吐出管路 1 5 に吐出された圧油は、制御弁装置 2 1（ブーム用方向制御弁 3 1）を介してブームシリンダ 5 D（のボトム側油室またはロッド側油室）に供給され、ブームシリンダ 5 D（のロッド側油室またはボトム側油室）の圧油は、制御弁装置 2 1（ブーム用方向制御弁 3 1）および戻り管路 1 6 を介して作動油タンク 1 4 に戻る。このように、メイン油圧ポンプ 1 3 は、作動油を貯溜する作動油タンク 1 4 と共に、メインの油圧源を構成している。

【 0 0 3 0 】

パイロット油圧ポンプ 19 は、メイン油圧ポンプ 13 と同様に、エンジン 12 に機械的に接続されている。パイロット油圧ポンプ 19 は、シリンダ 5D を操作するためのパイロット油圧回路 11B に圧油を供給する。パイロット油圧ポンプ 19 は、例えば、固定容量型の歯車ポンプまたは斜板式油圧ポンプによって構成されている。パイロット油圧ポンプ 19 は、作動油タンク 14 に貯溜された作動油を圧油としてパイロット吐出管路 20 に吐出する。即ち、パイロット油圧ポンプ 19 は、作動油タンク 14 と共にパイロット油圧源を構成している。

【0031】

パイロット油圧ポンプ 19 は、レバー操作装置 22 と接続されている。パイロット油圧ポンプ 19 は、レバー操作装置 22 に圧油（１次圧）を供給する。この場合、パイロット油圧ポンプ 19 の圧油は、レバー操作装置 22 を介して、制御弁装置 21（ブーム用方向制御弁 31 の油圧パイロット部 31A, 31B）に供給される。

10

【0032】

制御弁装置 21 は、ブーム用方向制御弁 31 を含む複数の方向制御弁からなる制御弁群である。制御弁装置 21 は、メイン油圧ポンプ 13 から吐出された圧油を、ブーム用レバー操作装置 22 を含む各種の操作装置の操作に応じて、ブームシリンダ 5D、アームシリンダ 5E、バケットシリンダ 5F、走行用油圧モータ、および、旋回用油圧モータに分配する。なお、以下の説明は、ブーム用方向制御弁 31（以下、単に方向制御弁 31 ともいう）を制御弁装置 21 の代表例として説明する。

【0033】

20

方向制御弁 31 は、キャブ 7 内に配置されたレバー操作装置 22 の操作による切換信号（パイロット圧）に応じて、メイン油圧ポンプ 13 からシリンダ 5D に供給される圧油の方向を制御する。これにより、シリンダ 5D は、メイン油圧ポンプ 13 から供給（吐出）される圧油（作動油）によって駆動（伸長、縮小）される。方向制御弁 31 は、パイロット操作式の方方向制御弁、例えば、5 ポート 3 位置（または、6 ポート 3 位置、4 ポート 3 位置）の油圧パイロット式方向制御弁により構成されている。

【0034】

方向制御弁 31 は、メイン油圧ポンプ 13 とシリンダ 5D との間でシリンダ 5D に対する圧油の供給と排出を切換えることにより、シリンダ 5D を伸長または縮小させる。方向制御弁 31 の油圧パイロット部 31A, 31B には、レバー操作装置 22 の操作に基づく切換信号（パイロット圧）が供給される。これにより、方向制御弁 31 は、中立位置（A）から切換位置（B）,（C）に切換操作される。

30

【0035】

レバー操作装置 22 は、上部旋回体 4 のキャブ 7 内に配置されている。レバー操作装置 22 は、例えば、レバー式の減圧弁型パイロット弁により構成されている。レバー操作装置 22 には、パイロット油圧ポンプ 19 からの圧油（１次圧）がパイロット吐出管路 20 を通じて供給される。レバー操作装置 22 は、オペレータのレバー操作に応じたパイロット圧（２次圧）を、伸長側パイロット管路 23 または縮小側パイロット管路 24 を介して方向制御弁 31 に出力する。

【0036】

40

即ち、レバー操作装置 22 は、オペレータによって操作されることにより、その操作量に比例したパイロット圧を方向制御弁 31 の油圧パイロット部 31A, 31B に供給（出力）する。例えば、レバー操作装置 22 がシリンダ 5D を伸長させる方向に操作されると（即ち、ブーム 5A を上げるための上げ操作がされると）、この操作により発生したパイロット圧は、伸長側パイロット管路 23 を介して方向制御弁 31 の油圧パイロット部 31A に供給される。これにより、方向制御弁 31 は、中立位置（A）から切換位置（B）に切換わり、メイン油圧ポンプ 13 からの圧油がボトム側管路 17 を介してシリンダ 5D のボトム側油室に供給され、シリンダ 5D のロッド側油室の圧油がロッド側管路 18、戻り管路 16 を介して作動油タンク 14 に戻る。

【0037】

50

これに対して、例えば、レバー操作装置 22 がシリンダ 5D を縮小させる方向に操作されると（即ち、ブーム 5A を下げるための下げ操作がされると）、この操作により発生したパイロット圧は、縮小側パイロット管路 24 を介して方向制御弁 31 の油圧パイロット部 31B に供給される。これにより、方向制御弁 31 は、中立位置（A）から切換位置（C）に切換わり、メイン油圧ポンプ 13 からの圧油がロッド側管路 18 を介してシリンダ 5D のロッド側油室に供給され、シリンダ 5D のボトム側油室の圧油がボトム側管路 17、戻り管路 16 を介して作動油タンク 14 に戻る。

【0038】

次に、弁装置としての方向制御弁 31 について、図 1 および図 2 に加え、図 3 も参照しつつ説明する。

【0039】

スプール弁またはスプール弁装置とも呼ばれる方向制御弁 31 は、油圧源（メイン油圧ポンプ 13 および作動油タンク 14）と油圧アクチュエータ（シリンダ 5D）との間に設けられている。方向制御弁 31 は、スプール 39 を図 2 の（A）に示す中立位置から例えば（B）または（C）に示す切換位置に摺動変位させることにより、シリンダ 5D に供給、排出する圧油の方向および流量を制御する。図 3 に示すように、方向制御弁 31 は、弁ハウジング 32 と、弁体としてのスプール 39 とを含んで構成されている。

【0040】

弁ハウジング 32 は、筒状に形成されており、弁ハウジング 32 の内周側は、スプール摺動穴 33 となっている。即ち、弁ハウジング 32 は、軸方向（図 3 の上、下方向）に延びる弁収容穴としてのスプール摺動穴 33 を有している。弁ハウジング 32 の一側（例えば、図 3 の下側）には、スプール摺動穴 33 の一側開口に対面するように一側キャップ（図示せず）が取付けられており、弁ハウジング 32 の他側（例えば、図 3 の上側）には、スプール摺動穴 33 の他側開口に対面するように他側キャップ（図示せず）が取付けられている。両方のキャップ内または片方のキャップ内には、スプールを中立位置（A）に保持するためのセンタリングスプリング 31C、31D（図 2 参照）が設けられている。

【0041】

図 3 に示すように、スプール摺動穴 33 には、複数の凹溝 34、35 が設けられている。この場合、スプール摺動穴 33 には、例えば 5 個の凹溝 34、35、具体的には、軸方向中央部に位置する中央凹溝（図示せず）、中央凹溝よりも軸方向一側（図 3 の下側）に位置する一側凹溝 34、一側凹溝 34 よりも軸方向一側（スプール摺動穴 33 の一端側）に位置する一端側凹溝 35、中央凹溝よりも軸方向他側（図 3 の上側）に位置する他側凹溝（図示せず）、他側凹溝よりも軸方向他側（スプール摺動穴 33 の他端側）に位置する他端側凹溝（図示せず）が設けられている。なお、図 3 では、5 個の凹溝 34、35 のうち、中央凹溝よりも軸方向一側に設けられた一側凹溝 34 と一端側凹溝 35 との 2 つの凹溝 34、35 を示している。

【0042】

複数の凹溝 34、35 は、いずれもスプール摺動穴 33 の全周にわたって環状に形成されている。また、各凹溝 34、35 は、スプール摺動穴 33 の軸方向にわたってそれぞれ離間して設けられている。この場合、各凹溝 34、35 の間は、それぞれスプール摺動穴 33 の内径側に向けて全周にわたって突出する切換部 36、36 となっている。さらに、弁ハウジング 32 には、スプール摺動穴 33 の軸方向にそれぞれ離間して複数のポート 37、38 が設けられている。ポート 37、38 は、圧油の流通する通路（油路）となるものである。この場合、弁ハウジング 32 には、例えば 5 個のポート 37、38、具体的には、ポンプポート（図示せず）、一対のアクチュエータポート 37、および、一対のタンクポート 38 が設けられている。なお、図 3 では、5 個のポート 37、38 のうち、一方のアクチュエータポート 37 と一方のタンクポート 38 との 2 つのポート 37、38 を示している。

【0043】

ポンプポートは、スプール摺動穴 33 の中央凹溝に対応して設けられている。ポンプポ

10

20

30

40

50

ートは、弁ハウジング 32 の外面に開口する一側がメイン吐出管路 15 に接続され、スプール摺動穴 33 に開口する他側が中央凹溝に連通している。一对のアクチュエータポート 37 のうち一方のアクチュエータポート 37 は、スプール摺動穴 33 の一側凹溝 34 に対応して設けられている。一方のアクチュエータポート 37 は、例えば、弁ハウジング 32 の外面に開口する一側がボトム側管路 17 に接続され、スプール摺動穴 33 に開口する他側が一側凹溝 34 に連通している。これに対して、他方のアクチュエータポートは、スプール摺動穴 33 の他側凹溝に対応して設けられている。他方のアクチュエータポートは、例えば、弁ハウジング 32 の外面に開口する一側がロッド側管路 18 に接続され、スプール摺動穴 33 に開口する他側が他側凹溝に連通している。

【0044】

10

一对のタンクポート 38 のうち一方のタンクポート 38 は、スプール摺動穴 33 の一端側凹溝 35 に対応して設けられている。一方のタンクポート 38 は、弁ハウジング 32 の外面に開口する一側が戻り管路 16 に接続され、スプール摺動穴 33 に開口する他側が一端側凹溝 35 に連通している。これに対して、他方のタンクポートは、スプール摺動穴 33 の他端側凹溝に対応して設けられている。他方のタンクポートは、弁ハウジング 32 の外面に開口する一側が戻り管路 16 に接続され、スプール摺動穴 33 に開口する他側が他端側凹溝に連通している。これにより、弁ハウジング 32 には、切換部 36、36 を挟んでスプール摺動穴 33 の軸方向に複数のポート 37、38 が設けられている。

【0045】

スプール 39 は、弁ハウジング 32 のスプール摺動穴 33 に移動可能（摺動可能）に挿嵌されている。スプール 39 は、油圧パイロット部 31A、31B に供給されるパイロット圧に応じて、スプール摺動穴 33 内を軸方向に摺動変位する。これにより、スプール 39 は、複数のポート 37、38 を互いに連通または遮断する。このために、スプール 39 の軸方向中間部には、径方向寸法が大きい外周面を有する中央ランド 40 が設けられている。また、スプール 39 の軸方向両端側には、それぞれ中央ランド 40 と同じ外径寸法の外周面を有する一側ランド 41 と他側ランド（図示せず）とが設けられている。これら各ランド 40、41 は、スプール摺動穴 33 に対して軸方向に摺動する。この場合、各ランド 40、41 の間は、スプール 39 の内径側に向けて全周にわたって凹入する油溝 42 となっている。即ち、スプール 39 には、各ポート間 37、38 を連通または遮断させるため、軸方向に離間してくびれ部となる油溝 42 と摺動部となるランド 40、41 とが設け

20

30

【0046】

ここで、例えば、スプール 39 が、図 2 に示す中立位置から左方向に変位すると、図 3 に示すように、一側凹溝 34 と一端側凹溝 35 との間が、中央ランド 40 と一側ランド 41 との間の油溝 42 を介して連通される。これと共に、中央凹溝と他側凹溝との間が、中央ランド 40 と他側ランドとの間の油溝を介して連通される。この場合、シリンダ 5D のボトム側油室の圧油は、図 3 に二点鎖線の矢印で示すように、ボトム側管路 17、一方のアクチュエータポート 37、一側凹溝 34、切換部 36 とスプール 39 の油溝 42 との間、および、一端側凹溝 35 を介して一方のタンクポート 38 へと導かれ、戻り管路 16 を介して作動油タンク 14 に戻される。一方、メイン油圧ポンプ 13 から吐出された圧油は、メイン吐出管路 15、図示しないポンプポート、中央凹溝、切換部と油溝との間、および、他側凹溝を介して他方のアクチュエータポートへと導かれ、ロッド側管路 18 を介してシリンダ 5D のロッド側油室に供給される。これにより、シリンダ 5D を縮小させることができる。

40

【0047】

図 3 に示すように、弁ハウジング 32 のスプール摺動穴 33 とスプール 39 とにより構成される油路のうち、タンクポート 38 側の油路 43 は、スプール 39 の直近の油室 44 とタンクラインとなる戻り管路 16 とを接続している。この場合、戻り管路 16 と弁ハウジング 32 のタンクポート 38 は、接続継手 45 によって接続され、その接続部（接合部）、即ち、接続継手 45 と弁ハウジング 32 との当接部（接触部）は、シールリング、O

50

リング等のシール部材 4 6 によって封止されている。

【 0 0 4 8 】

ところで、図 1 5 は、比較例を示している。この図 1 5 に示す比較例と第 1 の実施の形態とを比較すると、第 1 の実施の形態では油路 4 3 に後述の孔 4 8 が設けられているのに対して、図 1 5 に示す比較例では油路 1 0 1 に孔が設けられていない。なお、図 1 5 中の二点鎖線の矢印は、圧油の流通方向を示している。図 3、図 5 等のその他の図でも、二点鎖線の矢印は、圧油の流通方向を示している。

【 0 0 4 9 】

図 1 5 に示すように、スプール摺動穴 3 3 の切換部 3 6 とスプール 3 9 の一側ランド 4 1 との開口部を圧油が通過するとき、この開口部の開口量が小さいと、即ち、開口部の流路面積が小さいと、この開口部が絞り部 1 0 2 となり、液体中（作動油中）に気泡 1 0 3 が発生して膨張するキャビテーションが発生する可能性がある。そして、絞り部 1 0 2 で発生した気泡 1 0 3 は、高速流体噴流であるキャビテーション噴流 1 0 4 に乗って絞り部 1 0 2 の下流側へと流される。

【 0 0 5 0 】

このとき、絞り部 1 0 2 よりも下流部の圧力が高くなるため、気泡 1 0 3 の周囲の圧力は徐々に回復し、やがて気泡 1 0 3 はこの回復してきた圧力によって押し潰される。そして、この気泡 1 0 3 が押し潰されて崩壊した瞬間、局所的に高い衝撃圧が発生し、機器部材表面、即ち、タンクポート 3 8 の内周面にエロージョン 1 0 5 が発生する可能性がある。また、絞り部で発生した気泡 1 0 3 が、弁ハウジング 3 2（タンクポート 3 8）と接続継手 4 5 との接合部まで流れた場合には、この接合部でエロージョンが発生する可能性もある。

【 0 0 5 1 】

いずれにしても、図 1 5 に示すように、キャビテーション噴流 1 0 4 は、圧力脈動を生じさせるため、油路 1 0 1 には気泡 1 0 3 と共に圧力波 1 0 6 が伝播している。この圧力波 1 0 6 は、油路面積拡大部での圧力、流速の変化によって拡大部直前で急激に増幅され、気泡 1 0 3 を圧潰させる。このため、油路面積拡大部の上流側、即ち、流路面積が小さい方の油路 1 0 1 にエロージョン 1 0 5 が発生する傾向となる。図 1 5 では、弁ハウジング 3 2（タンクポート 3 8）と接続継手 4 5 との接合部が油路面積拡大部となり、タンクポート 3 8 が油路面積拡大部の上流側の油路 1 0 1 に相当する。このため、図 1 5 に示すように、タンクポート 3 8 の内周面、より具体的には、接続継手 4 5 が接続される開口側の内周面に、エロージョン 1 0 5 が発生する可能性がある。

【 0 0 5 2 】

これに対して、図 3 ないし図 5 に示すように、第 1 の実施の形態では、キャビテーションによる気泡 1 0 3 が通過する油路 4 3 において、油路面積拡大部の近傍、即ち、接続継手 4 5 よりも上流側となるタンクポート 3 8 の内周面に複数の孔 4 8 を設けている。そして、この複数の孔 4 8（より具体的には、それぞれの孔 4 8 から反射する圧力波）によって、気泡 1 0 3 の圧潰に寄与する油路 4 3 内の圧力脈動を減衰することにより、エロージョンの発生を抑制できるようにしている。これにより、第 1 の実施の形態では、耐壊食性の高い材料（材質）を用いることによるコストの増大を招くことなく、エロージョンに対する信頼性の向上および寿命の向上を図ることができる。なお、図面では、気泡 1 0 3、孔 4 8 等を誇張して示している。

【 0 0 5 3 】

即ち、第 1 の実施の形態では、図 3 ないし図 5 に示すように、方向制御弁 3 1 は、弁体としてのスプール 3 9 よりも圧油の流通方向の下流側に位置してこの圧油が流通する油路 4 3（タンクポート 3 8）が形成された油路形成体 4 7 を備えている。第 1 の実施形態では、油路形成体 4 7 は、方向制御弁 3 1 の弁ハウジング 3 2 の一部として弁ハウジング 3 2 内に形成されている。即ち、油路形成体 5 7 は、弁ハウジング 3 2 の一部として構成されている。そして、油路形成体 4 7 の下流側（タンクポート 3 8 の開口側）には、当該油路形成体 4 7 の油路 4 3 の流路断面積よりも大きな流路断面積の管路である戻り管路 1 6

10

20

30

40

50

が接続されている。この場合、油路形成体 4 7 の油路 4 3 の内周面には、油路 4 3 に直交する方向（油路 4 3 の径方向）に延びた有底状の孔 4 8 が複数設けられている。

【 0 0 5 4 】

即ち、第 1 の実施形態では、複数の孔 4 8 は、弁ハウジング 3 2 の油路 4 3 の内周面、換言すれば、タンクポート 3 8 の内周面に設けられている。孔 4 8 は、油路 4 3（タンクポート 3 8）の軸方向（中心軸線）に対して直交する方向に延びている。そして、孔 4 8 は、タンクポート 3 8 の内周面（油路壁面）に開口している。この場合、孔 4 8 は、弁ハウジング 3 2 の外面と弁ハウジング 3 2 の油路 4 3 の内周面との間を油路 4 3 と直交する方向（油路 4 3 の径方向）に貫通する貫通孔 4 8 A と、弁ハウジング 3 2 とは別部材からなり貫通孔 4 8 A を封止するプラグ 4 8 B とにより構成されている。

10

【 0 0 5 5 】

プラグ 4 8 B は、例えば、貫通孔 4 8 A に螺合により取付けられている。貫通孔 4 8 A の内周面とプラグ 4 8 B の外周面との間には、例えば、シールリング、Oリング等のシール部材を設けることにより、これらの間を封止することができる。プラグ 4 8 B は、例えば、弁ハウジング 3 2 と同じ材質（素材）により構成してもよいし、弁ハウジング 3 2 とは異なる材質（素材）により構成してもよい。

【 0 0 5 6 】

図 3 に示すように、孔 4 8 の内径 D は、少なくとも孔 4 8 の断面積が油路 4 3 の断面積より小さくなるように設定している。また、孔 4 8 の長さ（深さ）L は、減衰対象であるキャビテーションによって生じた圧力波 1 0 6（図 5 参照）の波長 λ を用いて、下記の数 1 式により定義される。即ち、減衰対象の圧力波 9 3 の波長を λ とした場合に、孔 4 8 の長さ L は、下記の数 1 式の関係となるように設定している。

20

【 0 0 5 7 】

【数 1】

$$L = \frac{\lambda}{4}$$

【 0 0 5 8 】

なお、実施の形態では、孔 4 8 を複数設けているが、1 個（単数）の孔を設ける構成としてもよい。また、図 4 に示すように、第 1 の実施の形態では、複数の孔 4 8（例えば、1 6 個の孔 4 8）を等間隔に、かつ、全体として矩形（四角形）の陣形となるように配置しているが、これに限らず、円形、楕円形、三角形、または、五角形以上の多角形等、他の形状の陣形となるように配置してもよい。即ち、孔 4 8 の径寸法 D、深さ寸法 L、孔 4 8 を設ける位置、範囲、孔 4 8 の配置、陣形は、エロージョンを抑制することができるように（換言すれば、キャビテーションによる圧力波 1 0 6 を減衰できるように）、設計者の意図や方向制御弁 3 1 の仕様等に応じて適宜設定することができる。

30

【 0 0 5 9 】

第 1 の実施の形態による油圧ショベル 1 および方向制御弁 3 1 は、上述の如き構成を有するもので、次に、その動作について説明する。

40

【 0 0 6 0 】

キャブ 7 に搭乗したオペレータがエンジン 1 2 を始動させると、エンジン 1 2 によって油圧ポンプ 1 3、1 9 が駆動される。これにより、油圧ポンプ 1 3、1 9 から吐出した圧油は、キャブ 7 内に設けられた走行用操作装置および作業用操作装置（レバー操作装置 2 2）のレバー操作、ペダル操作に応じて、走行油圧モータ、旋回油圧モータ、作業装置 5 のブームシリンダ 5 D、アームシリンダ 5 E、バケットシリンダ 5 F に向けて吐出する。これにより、油圧ショベル 1 は、下部走行体 2 による走行動作、上部旋回体 4 の旋回動作、作業装置 5 による掘削作業等を行うことができる。

【 0 0 6 1 】

ここで、レバー操作装置 2 2 が操作されると、この操作に応じてレバー操作装置 2 2 が

50

ら方向制御弁 31 の一方の油圧パイロット部 31A または他方の油圧パイロット部 31B にパイロット圧が供給される。これにより、方向制御弁 31 は、中立位置 (A) から切換位置 (B) または切換位置 (C) に切換わる。このとき、メイン吐出管路 15 は、方向制御弁 31 を介して、ボトム側管路 17 とロッド側管路 18 とのうちの一方の管路 17 (18) に接続され、メイン油圧ポンプ 13 からの圧油がシリンダ 5D のボトム側油室とロッド側油室とのうちの一方の油室に供給される。これと共に、ボトム側管路 17 とロッド側管路 18 とのうちの他方の管路 18 (17) は、方向制御弁 31 を介して戻り管路 16 に接続され、シリンダ 5D のボトム側油室とロッド側油室とのうちの他方の油室の圧油が作動油タンク 14 へと導かれる。

【0062】

10

このとき、図 3 に示すように、方向制御弁 31 の内部では、スプール 39 の軸方向の変位に伴って、アクチュエータポート 37 とタンクポート 38 とが連通する。この場合に、図 5 に示すように、スプール摺動穴 33 の切換部 36 とスプール 39 の一側ランド 41 との開口部の断面積が他の部分の流路断面積よりも小さいと、この開口部が絞り部 102 となる。そして、絞り部 102 で流速の増加および圧力の低下が発生し、これによりキャビテーションが発生する。絞り部 102 で発生したキャビテーションは、キャビテーション噴流 104 となって油室 44 内に噴射され、このとき気泡 103 と圧力波 106 とが発生する。

【0063】

気泡 103 と圧力波 106 は、戻り管路 16 へと通じる油路 43 を通過し、戻り管路 16 と弁ハウジング 32 との接続部へと到達する。このとき、油路 43 に設けられた孔 48 内にも圧力波 106 が伝播し、孔 48 内部で反射する。そして、孔 48 内で生じた反射波が、油路 43 の圧力波 106 と干渉し、圧力波 106 が減衰される。即ち、第 1 の実施の形態では、キャビテーションによって発生した気泡 103 と圧力波 106 が通過する油路 43 に設けられた孔 48 が、圧力波 106 を反射させることにより、管路接合部 (油路断面積の急拡大部) の直前での圧力波 106 の増幅による気泡 103 の崩壊を抑制することができる。これにより、当該箇所でのエロージョンを抑制することができる。

20

【0064】

このように、第 1 の実施の形態では、油路形成体 47 の油路 43 の内周面 (即ち、弁ハウジング 32 のタンクポート 38 の内周面) に、油路 43 に直交する方向 (油路 43 の径方向) に延びた有底状の孔 48 が開口している。このため、図 5 に示すように、油路形成体 47 の上流側となる弁収容穴 (即ち、スプール摺動穴 33) と弁体 (即ち、スプール 39) との開口部で、キャビテーションによる気泡 103 と圧力波 106 が発生しても、圧力波 106 は、油路形成体 47 の油路 43 を通過するときに、孔 48 内から油路 43 側に向けて反射する圧力波 (反射波) と干渉することにより減衰される。即ち、キャビテーションによる気泡 103 と圧力波 106 は、油路形成体 47 と管路 (即ち、戻り管路 16) との接合部 (即ち、流路面積が大きくなる部分) を通過する前に、油路形成体 47 の油路 43 内で減衰する。これにより、圧力波 106 による気泡の消滅、および、この消滅に伴う衝撃圧を抑制できる。この結果、エロージョンの発生が抑制され、エロージョンに対する寿命を向上できる。しかも、耐壊食性の高い高価な材料を必要としないため、コストの上昇を抑えつつ寿命を向上できる。

30

40

【0065】

第 1 の実施の形態では、油路形成体 47 は、弁ハウジング 32 の一部として弁ハウジング 32 内に形成されており、孔 48 は、弁ハウジング 32 の油路 43 の内周面に設けられている。このため、弁ハウジング 32 の油路 43 の上流側となる弁収容穴 (スプール摺動穴 33) と弁体 (スプール摺動穴 33) との開口部で、キャビテーションによる気泡 103 と圧力波 106 が発生しても、圧力波 106 は、弁ハウジング 32 の油路 43 を通過するときに、孔 48 内から油路 43 側に向けて反射する圧力波 (反射波) と干渉することにより減衰される。これにより、弁ハウジング 32 の油路 43 内、即ち、弁ハウジング 32 と管路 (戻り管路 16) との接合部 (即ち、流路面積が大きくなる部分) よりも上流側で

50

圧力波 106 を減衰することができる。この結果、弁ハウジング 32 と管路（戻り管路 16）との接合部（の近傍）のエロージョンを抑制することができる。

【0066】

第 1 の実施の形態では、孔 48 は、弁ハウジング 32 の外面と弁ハウジング 32 の油路 43（タンクポート 38）の内周面との間を貫通する貫通孔 48A と、この貫通孔 48A を封止するプラグ 48B とにより構成されている。このため、「穿孔」と「プラグ 48B による封止」との 2 つの工程により、有底状の孔 48 を弁ハウジング 32 に形成することができる。これにより、孔 48 を形成する作業を容易に行うことができ、この面からも、コストの上昇を抑えることができる。

【0067】

次に、図 6 は、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、複数の孔のそれぞれの深さ寸法（径方向の長さ寸法）が異なる構成としたことにある。なお、第 2 の実施の形態では、上述した第 1 の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【0068】

第 2 の実施の形態も、第 1 の実施の形態と同様に、油路形成体 47 の油路 43 の内周面、即ち、弁ハウジング 32 のタンクポート 38 の内周面に、油路 43（の中心軸線）に対して直交する方向に延びた有底状の孔 51 が複数設けられている。第 2 の実施の形態では、複数の孔 51 は、それぞれ深さ寸法 L1, L2, L3, L4 が異なる。即ち、第 2 の実施の形態の孔 51 は、第 1 の実施の形態と同様に、弁ハウジング 32 の外面と弁ハウジング 32 の油路 43 の内周面との間を貫通する貫通孔 51A と、この貫通孔 51A を封止するプラグ 51B とにより構成されている。この場合、それぞれのプラグ 51B の軸方向寸法を異ならすことにより、それぞれの孔 51 の深さ寸法 L1, L2, L3, L4 を異ならせている。

【0069】

このような第 2 の実施の形態では、深さ寸法 L1, L2, L3, L4 が異なる複数の孔 51 から反射する圧力波（反射波）が、それぞれの孔 51 の深さ寸法 L1, L2, L3, L4 に対応した周波数の圧力波と干渉することにより、幅広い周波数帯を有する圧力波を減衰することができる。即ち、スプール摺動穴 33 の切換部 36 とスプール 39 の一側ランド 41 との開口部が絞り部 102 となって発生するキャビテーションによる圧力波 106（図 5 参照）が幅広い周波数帯を有していても、深さ寸法 L1, L2, L3, L4 が異なる複数の孔 51 からの反射波が、それぞれの深さ寸法 L1, L2, L3, L4 に対応した周波数の圧力波 106 と干渉することにより、この圧力波 106 を減衰させることができる。これにより、エロージョンを抑制することができる。

【0070】

第 2 の実施の形態は、上述のような深さ寸法 L1, L2, L3, L4 が異なる複数の孔 51 によりキャビテーションの圧力波を減衰するもので、その基本的作用については、上述した第 1 の実施の形態によるものと格別差異はない。特に、第 2 の実施の形態では、各孔 51 が異なる周波数に対応した深さ（長さ）L1, L2, L3, L4 を有することにより、キャビテーションによる圧力波が広範囲の周波数帯を有していたとしても、この圧力波を効果的に減衰させることができる。これにより、気泡の消滅およびエロージョンの発生を抑制でき、エロージョンに対する方向制御弁 31 の寿命を向上できる。

【0071】

次に、図 7 および図 8 は、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、ハウジングに対して着脱が可能なプラグの端面（壁面）に複数の有底状の孔を設ける構成としたことにある。なお、第 3 の実施の形態では、上述した第 1 の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【0072】

弁ハウジング 32 には、油路形成体 47 の油路 43（即ち、弁ハウジング 32 のタンクポート 38）の軸方向（中心軸線）と直交する方向に延びる大径貫通孔 61 が設けられて

10

20

30

40

50

いる。大径貫通孔 6 1 は、油路 4 3 (タンクポート 3 8) よりも大径、即ち、油路 4 3 の内径寸法よりも大きな内径寸法を有し、油路形成体 4 7 の油路 4 3 に開口している。大径貫通孔 6 1 は、油路 4 3 と直交する方向 (径方向) に延びると共に、弁ハウジング 3 2 の外面と弁ハウジング 3 2 の油路 4 3 の内周面との間を貫通している。そして、弁ハウジング 3 2 の大径貫通孔 6 1 には、弁ハウジング 3 2 とは別部材からなり大径貫通孔 6 1 を封止する大径プラグ 6 2 が設けられている。

【0073】

大径プラグ 6 2 は、例えば、大径貫通孔 6 1 に螺合により取付けられている。そして、大径プラグ 6 2 の先端側の端面 6 2 A には、複数の有底状の孔 6 3 が設けられている。孔 6 3 は、大径プラグ 6 2 の軸方向に貫通しない有底孔として穿孔により形成されている。この場合、大径プラグ 6 2 の先端側の端面 6 2 A は、油路 4 3 (タンクポート 3 8) の内周面と同一面となるように形成することが好ましい。即ち、大径プラグ 6 2 を大径貫通孔 6 1 に取付けたときに、大径プラグ 6 2 の端面 6 2 A が油路 4 3 (タンクポート 3 8) の内周面と同一面となるように、大径プラグ 6 2 の寸法、形状を設定することが好ましい。換言すれば、大径プラグ 6 2 の端面 6 2 A と油路 4 3 (タンクポート 3 8) の内周面とを、滑らかに連続する周面とすることが好ましい。

【0074】

さらに、大径貫通孔 6 1 の内周面と大径プラグ 6 2 の外周面との間には、例えば、シールリング (オーリング) とも呼ばれるシール部材 (図示せず) を設けることにより、これらの間を封止することができる。大径プラグ 6 2 は、例えば、弁ハウジング 3 2 と同じ材質 (素材) により構成してもよいし、弁ハウジング 3 2 とは異なる材質 (素材) により構成してもよい。例えば、大径プラグ 6 2 は、弁ハウジング 3 2 よりもエロージョンに対する耐久性の高い材質 (例えば、高硬度の材料) を用いてもよいし、大径プラグ 6 2 の表面 (端面 6 2 A) に熱処理、表面処理等の硬化処理を施してもよい。

【0075】

第 3 の実施の形態は、上述のような大径プラグ 6 2 に複数の有底状の孔 6 3 を設ける構成としたもので、その基本的作用については、上述した第 1 の実施の形態によるものと格別差異はない。特に、第 3 の実施の形態では、弁ハウジング 3 2 に大径貫通孔 6 1 を設けると共に、この大径貫通孔 6 1 を封止する大径プラグ 6 2 に孔 6 3 を設けている。このため、弁ハウジング (の油路壁面) に孔を直接形成する構成と比較して、孔 6 3 の加工を容易 (簡単) に行うことができる。また、複数の孔 6 3 を設ける場合に、それぞれの孔 6 3 をプラグで封止する必要もなくなる。これにより、孔 6 3 を容易に設けることができ、コストを抑えつつ寿命を長くすることができる。即ち、「低コスト化」と「長寿命化」とを高い次元で両立することができる。なお、大径プラグ 6 2 に設ける孔 6 3 の深さ寸法は互いに異ならせてもよい。

【0076】

次に、図 9 ないし図 12 は、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、油路形成体となる管継手の内周面に孔を設ける構成としたことにある。なお、第 4 の実施の形態では、上述した第 1 の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【0077】

上述した第 1 ~ 第 3 の実施の形態では、弁ハウジング 3 2 の油路 4 3 の内周面に孔 4 8 , 5 1 , 6 3 を設ける構成としている。これに対して、第 4 の実施の形態では、弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 には孔を設けていない。第 4 の実施の形態では、管継手 7 1 の油路 7 2 の内周面に孔 7 3 を設ける構成としている。即ち、第 4 の実施の形態では、キャビテーションによる気泡 1 0 3 が通過する油路 1 0 1 , 7 2 において、弁ハウジング 3 2 と管継手 7 1 の接合部での急激な油路面積の拡大が生じないような油路形状としている。これと共に、管継手 7 1 の油路 7 2 に孔 7 3 を設け、この孔 7 3 (より具体的には、孔 7 3 から反射する圧力波) によって、気泡 1 0 3 の圧潰に寄与する油路 7 2 内の圧力脈動を減衰する。これにより、エロージョンの発生を抑制できるようにしている。このため、第 4 の

実施の形態でも、第１～第３の実施の形態と同様に、耐壊食性の高い材料（材質）に変更することによるコストの増大を招くことなく、エロージョンに対する信頼性の向上および寿命の向上を図ることができる。

【００７８】

即ち、第４の実施の形態では、方向制御弁３１は、管継手７１を備えている。管継手７１は、スプール３９よりも圧油の流通方向の下流側に位置している。管継手７１は、圧油が流通する油路７２が形成された油路形成体となるものである。即ち、第４の実施の形態では、油路形成体は、弁ハウジング３２の油路１０１（タンクポート３８）と戻り管路１６との間を接続する管継手７１として形成（構成）されている。

【００７９】

この場合、戻り管路１６は、弁ハウジング３２の油路１０１および管継手７１の油路７２の流路断面積よりも大きな流路断面積の管路となっている。即ち、油路形成体としての管継手７１の下流側には、管継手７１の油路７２の流路断面積よりも大きな流路断面積の管路である戻り管路１６が接続されている。そして、管継手７１の油路７２の内周面には、油路７２に直交する方向（油路７２の径方向）に延びた有底状の孔７３が複数設けられている。

【００８０】

即ち、第４の実施形態では、複数の孔７３が、管継手７１の油路７２の内周面に設けられている。このために、管継手７１は、筒状の外側筒部材７４と、筒状の減衰スリーブ７５と、筒状の抑えプラグ７６とを含んで構成されている。外側筒部材７４は、内径寸法が大きい大径部７４Ａと、大径部７４Ａの軸方向一侧（図１０の左、右方向の右側）に位置して大径部７４Ａよりも内径寸法が小さい小径部７４Ｂとを備えている。大径部７４Ａ内には、減衰スリーブ７５が挿通される。小径部７４Ｂは、弁ハウジング３２に接続される。このため、小径部７４Ｂの側面と弁ハウジング３２の外面との間には、シールリング、Ｏリング等のシール部材７７が設けられている。

【００８１】

減衰スリーブ７５には、内周面と外周面との間を貫通する径方向貫通孔、即ち、孔７３が、周方向および軸方向にそれぞれ離間して複数設けられている。減衰スリーブ７５は、外側筒部材７４の大径部７４Ａ内に挿通される。第４の実施形態では、孔７３は、減衰スリーブ７５の径方向貫通孔の外側開口が外側筒部材７４の内周面によって塞がれることにより有底状に構成されている。

【００８２】

抑えプラグ７６は、外側筒部材７４の軸方向他側（図１０の左、右方向の左側）に位置して設けられている。抑えプラグ７６は、外側筒部材７４の大径部７４Ａ内に挿通された減衰スリーブ７５を外側筒部材７４の小径部７４Ｂ側に向けて抑えるものである。この場合、抑えプラグ７６は、外側筒部材７４の大径部７４Ａの開口端側に、例えば、螺合等により取付けられる。このため、抑えプラグ７６の外周面と外側筒部材７４の大径部７４Ａの内周面との間には、シールリング、Ｏリング等のシール部材７８が設けられている。

【００８３】

そして、弁ハウジング３２の油路１０１の内径寸法をＤ１とし、外側筒部材７４の小径部７４Ｂの内径寸法をＤ２とし、減衰スリーブ７５の内径寸法をＤ３とし、抑えプラグ７６の内径寸法をＤ４とした場合に、これら内径寸法Ｄ１、Ｄ２、Ｄ３、Ｄ４を同じ寸法としている。なお、「同じ寸法」とは、完全に同じ寸法だけでなく、ほぼ同じ、または、多少のずれがある場合も含むものである。即ち、完全に同じ寸法であること（完全に一致させること）が最も好ましいが、例えば、製造誤差やコストの面等から限界がある。このため、必要とする性能（エロージョンの抑制、圧力波の減衰等）を得られるのであれば、それを得られる範囲で多少のずれは許容されるものである（完全に同じ寸法でなくてもよい）。

【００８４】

また、図１１に示すように、孔７３の内径Ｄは、少なくとも油路７２の内径（即ち、減衰スリーブ７２の内径Ｄ３）よりも小さくなるように設定している（孔７３の断面積＜油

10

20

30

40

50

路 7 2 の断面積)。また、孔 7 3 の長さ(深さ)を L とし、減衰対象であるキャビテーションによって生じた圧力波の波長を λ とした場合に、孔 7 3 の長さ L は、前述の数 1 式となるように設定されている。

【0085】

このような第 4 の実施の形態では、図 1 2 に示すように、キャビテーションによる気泡 1 0 3 と圧力波 1 0 6 は、弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 を通過し、管継手 7 1 の油路 7 2 へ到達する。このとき、弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 の内径寸法 D_1 と管継手 7 1 の油路 7 2 の入口の内径寸法 D_2 は同じであるため、油路断面積の急激な拡大がない。このため、気泡 1 0 3 は、圧潰することなく管継手 7 1 の油路 7 2 内へと流入する。そして、管継手 7 1 の減衰スリーブ 7 5 内を圧力波 1 0 6 が通過するときに、孔 7 3 内にも圧力波 1 0 6 が伝播し、孔 7 3 内で反射する。そして、孔 7 3 内で生じた反射波が、油路 7 2 の圧力波 1 0 6 と干渉し、圧力波 1 0 6 が減衰される。

10

【0086】

即ち、第 4 の実施の形態では、スプール摺動穴 3 3 の切換部 3 6 とスプール 3 9 の一側ランド 4 1 との開口部が絞り部 1 0 2 となることによりキャビテーションが発生すると、このキャビテーションによる気泡 1 0 3 を圧潰させずに管継手 7 1 内へと導くことができる。さらに、気泡 1 0 3 と同時に発生する圧力波 1 0 6 が管継手 7 1 の減衰スリーブ 7 5 内を通過するときに、減衰スリーブ 7 5 に設けられた孔 7 3 が、圧力波 1 0 6 を反射させることで、油路 7 2 の圧力波を減衰する。これにより、管路接合部(油路断面積の急拡大部)の直前での圧力波 1 0 6 の増幅による気泡 1 0 3 の崩壊を抑制することができる。この結果、気泡 1 0 3 が通過する弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1、管継手 7 1、および、戻り管路 1 6 でのエロージョンを抑制することができる。

20

【0087】

第 4 の実施の形態は、上述のような管継手 7 1 内に孔 7 3 を設ける構成としたもので、その基本的作用については、上述した第 1 の実施の形態によるものと格別差異はない。特に、第 4 の実施の形態によれば、スプール 3 9 よりも圧油の流通方向の下流側の油路形成体は、弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 と戻り管路 1 6 との間を接続する管継手 7 1 として形成(構成)されている。そして、孔 7 3 は、管継手 7 1 の油路 7 2 の内周面に設けられている。

【0088】

このため、管継手 7 1 の油路 7 2 の上流側、即ち、弁ハウジング 3 2 の弁収容穴(スプール摺動穴 3 3)と弁体(スプール 3 9)との開口部で、キャビテーションによる気泡 1 0 3 と圧力波 1 0 6 が発生しても、圧力波 1 0 6 は、管継手 7 1 の油路 7 2 を通過するときに、孔 7 3 内から油路 7 2 側に向けて反射する圧力波(反射波)と干渉することにより減衰される。これにより、管継手 7 1 の油路 7 2 内、即ち、管継手 7 1 と戻り管路 1 6 との接合部(即ち、流路面積が大きくなる部分)よりも上流側で圧力波 1 0 6 を減衰することができる。この結果、管継手 7 1 と戻り管路 1 6 との接合部(の近傍)のエロージョンを抑制することができる。

30

【0089】

第 4 の実施の形態によれば、管継手 7 1 は、外側筒部材 7 4 と、外側筒部材 7 4 の大径部 7 4 A に挿通され孔 7 3 となる径方向貫通孔が設けられた減衰スリーブ 7 5 と、減衰スリーブ 7 5 を外側筒部材 7 4 の小径部 7 4 B 側に向けて抑える抑えプラグ 7 6 と備えている。このため、孔 7 3 が設けられた管継手 7 1 を、外側筒部材 7 4 と、減衰スリーブ 7 5 と、抑えプラグ 7 6 との 3 つの部材を用いて簡素に構成することができる。

40

【0090】

第 4 の実施の形態によれば、弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 の内径寸法 D_1 と、管継手 7 1 の外側筒部材 7 4 の小径部 7 4 B の内径寸法 D_2 と、減衰スリーブ 7 5 の内径寸法 D_3 と、抑えプラグ 7 6 の内径寸法 D_4 とは、同じ寸法となっている。このため、弁ハウジング 3 2 の弁収容穴(スプール摺動穴 3 3)と弁体(スプール 3 9)との開口部で発生したキャビテーションによる気泡 1 0 3 を、弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 内で圧潰させる

50

ことなく管継手 7 1 の油路 7 2 内へ流入させることができる。これと共に、キャピテーションによる圧力波 1 0 6 は、管継手 7 1 の減衰スリーブ 7 5 の孔 7 3 である径方向貫通孔内から油路 7 2 側に向けて反射する圧力波（反射波）との干渉により減衰させることができる。これにより、気泡 1 0 3 の消滅およびエロージョンの発生を抑制でき、エロージョンに対する油圧機器（方向制御弁 3 1）や管路（戻り管路 1 6）の寿命を向上できる。

【 0 0 9 1 】

次に、図 1 3 は、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、減衰スリーブを外径の異なる複数の減衰スリーブ体により構成すると共に、減衰スリーブ体と外側筒部材との間にスペーサを設ける構成としたことにある。なお、第 5 の実施の形態では、上述した第 4 の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

10

【 0 0 9 2 】

第 5 の実施の形態では、減衰スリーブ 8 1 は、軸方向に並んで配置されそれぞれ径方向の厚みが異なる複数の減衰スリーブ体 8 2 A , 8 2 B , 8 2 C により構成されている。即ち、減衰スリーブ 8 1 は、それぞれ内径が同じで、かつ、外径寸法が異なる 3 つの減衰スリーブ体 8 2 A , 8 2 B , 8 2 C を備えている。減衰スリーブ体 8 2 A , 8 2 B , 8 2 C は、いずれも、筒状に形成されている。減衰スリーブ体 8 2 A , 8 2 B , 8 2 C には、内周面と外周面との間を貫通する径方向貫通孔、即ち、孔 8 3 が、周方向および軸方向にそれぞれ離間して複数設けられている。

20

【 0 0 9 3 】

この場合、各減衰スリーブ体 8 2 A , 8 2 B , 8 2 C は、外径寸法が異なるため、径方向貫通孔の長さ寸法は、減衰スリーブ体 8 2 A , 8 2 B , 8 2 C 毎に異なる。そして、減衰スリーブ体 8 2 A , 8 2 B , 8 2 C は、外側筒部材 7 4 の大径部 7 4 A に挿通されている。この場合、外側筒部材 7 4 の大径部 7 4 A の内径寸法よりも小さい外径寸法の減衰スリーブ体 8 2 A , 8 2 B は、筒状のスペーサ 8 4 A , 8 4 B と共に外側筒部材 7 4 の大径部 7 4 A 内に挿通されている。即ち、減衰スリーブ体 8 2 A , 8 2 B の外周面と外側筒部材 7 4 の大径部 7 4 A の内周面との間には、複数の減衰スリーブ体 8 2 A , 8 2 B , 8 2 C の内周面の位置が互いに一致するように、減衰スリーブ体 8 2 A , 8 2 B の外周面と大径部 7 4 A の内周面との間を満たす筒状のスペーサ 8 4 A , 8 4 B が設けられている。

30

【 0 0 9 4 】

このような第 5 の実施の形態では、外側筒部材 7 4 の大径部 7 4 A の内径寸法よりも小さい外径寸法の減衰スリーブ体 8 2 A , 8 2 B の孔 8 3 は、減衰スリーブ体 8 2 A , 8 2 B の径方向貫通孔の外側開口がスペーサ 8 4 A , 8 4 B の内周面によって塞がれることにより有底状に構成されている。外側筒部材 7 4 の大径部 7 4 A の内径寸法と同じ外径寸法の減衰スリーブ体 8 2 C の孔 8 3 は、減衰スリーブ体 8 2 C の径方向貫通孔の外側開口が外側筒部材 7 4 の大径部 7 4 A の内周面によって塞がれることにより有底状に構成されている。これにより、複数の孔 8 3 の深さ寸法を、減衰スリーブ体 8 2 A , 8 2 B , 8 2 C 毎に異ならせている。

【 0 0 9 5 】

このような第 5 の実施の形態では、深さ寸法が異なる複数の孔 8 3 から反射する圧力波（反射波）が、それぞれの孔 8 3 の深さ寸法に対応した周波数の圧力波と干渉することにより、幅広い周波数帯を有する圧力波を減衰することができる。即ち、キャピテーションによる圧力波が幅広い周波数帯を有していても、深さ寸法が異なる複数の孔 8 3 からの反射波が、それぞれの深さ寸法に対応した周波数の圧力波と干渉することにより、この圧力波を減衰させることができる。これにより、エロージョンを抑制することができる。

40

【 0 0 9 6 】

第 5 の実施の形態は、上述のような減衰スリーブ体 8 2 A , 8 2 B , 8 2 C とスペーサ 8 4 A , 8 4 B とを用いるもので、その基本的作用については、上述した第 4 の実施の形態によるものと格別差異はない。特に、第 5 の実施の形態では、減衰スリーブ 8 1 は、径方向の厚みがそれぞれ異なる複数の減衰スリーブ体 8 2 A , 8 2 B , 8 2 C により構成さ

50

れており、かつ、減衰スリーブ体 8 2 A , 8 2 B の外周面と外側筒部材 7 4 の大径部 7 4 A の内周面との間に筒状のスペーサ 8 4 A , 8 4 B が設けられている。このため、孔 8 3 となる径方向貫通孔の長さ寸法を、それぞれの減衰スリーブ体 8 2 A , 8 2 B , 8 2 C 毎に異ならせることができる。即ち、孔 8 3 となる各径方向貫通孔が異なる周波数に対応した長さを有することにより、キャピテーションによる圧力波が広範囲の周波数帯を有していたとしても、圧力波を効果的に減衰させることができる。これにより、気泡の消滅およびエロージョンの発生を抑制でき、エロージョンに対する弁装置（方向制御弁 3 1 ）、管継手 7 1 の寿命を向上できる。

【 0 0 9 7 】

次に、図 1 4 は、第 6 の実施の形態を示している。第 6 の実施の形態の特徴は、弁ハウジングの油路の開口と減衰スリーブとの間に接続スリーブを設ける構成としたことにある。なお、第 6 の実施の形態では、上述した第 4 の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【 0 0 9 8 】

第 6 の実施の形態も、第 4 および第 5 の実施の形態と同様に、管継手 9 1 の油路 9 2 の内周面に、孔 9 3 が設けられている。第 6 の実施の形態では、管継手 9 1 は、外側筒部材 9 4、減衰スリーブ 9 5、抑えプラグ 9 6 に加え、筒状の接続スリーブ 9 7 を備えている。外側筒部材 9 4 は、内径寸法が大きい大径部 9 4 A と、大径部 9 4 A よりも内径寸法が小さい小径部 9 4 B とにより構成されている。外側筒部材 9 4 内には、接続スリーブ 9 7 および減衰スリーブ 9 5 が挿通されている。減衰スリーブ 9 5 には、内周面と外周面との間を貫通する径方向貫通孔、即ち、孔 9 3 が設けられている。抑えプラグ 9 6 は、外側筒部材 9 4 の大径部 9 4 A 内に挿通された減衰スリーブ 9 5 および接続スリーブ 9 7 を外側筒部材 9 4 の小径部 9 4 B 側に向けて抑えるものである。

【 0 0 9 9 】

接続スリーブ 9 7 は、外側筒部材 9 4 の内周側で、かつ、弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 の開口と減衰スリーブ 9 5 との間に、小径部 9 4 B と大径部 9 4 A とにわたって挿通されている。接続スリーブ 9 7 の内周面は、弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 の開口と減衰スリーブ 9 5 の内周面とを滑らかに接続するテーパ面となっている。即ち、第 6 の実施の形態では、弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 の内径寸法に対して、減衰スリーブ 9 5 の内径寸法が大きくなっている。そして、弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 の内周面と減衰スリーブ 9 5 の内周面との間を、接続スリーブ 9 7 のテーパ状の内周面により滑らかに連続させている。

【 0 1 0 0 】

このように、第 6 の実施の形態では、管継手 9 1 の外側筒部材 9 4 内に接続スリーブ 9 7 と減衰スリーブ 9 5 とが挿入される。接続スリーブ 9 7 の内径は、一端側が接続先の弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 の内径と同じ寸法であり、他端側が減衰スリーブ 9 5 の内径と同じ寸法である。そして、接続スリーブ 9 7 の内周面は、異なる内径寸法の両端に向かって比例的に変化するように形成されている。このため、キャピテーションによる気泡は、弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 から接続スリーブ 9 7 を介して減衰スリーブ 9 5 に流入する。このとき、キャピテーションに伴って発生する圧力波も同様に弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 から減衰スリーブ 9 5 に伝播するが、接続スリーブ 9 7 によって油路断面積が徐々に変化するため、圧力波が増幅されずに減衰スリーブ 9 5 へと伝播する。従って、弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 の内径寸法が管継手 9 1 の内径寸法および戻り管路 1 6 の内径寸法と異なる場合でも、接続スリーブ 9 7 の形状を変更、交換するだけで、油路断面積の急拡大部をなくすことができる。この結果、油路断面積の急拡大部での圧力波の増幅による気泡の崩壊を抑制することができる。

【 0 1 0 1 】

第 6 の実施の形態は、上述のような接続スリーブ 9 7 を用いるもので、その基本的作用については、上述した第 4 の実施の形態によるものと格別差異はない。特に、第 6 の実施の形態では、外側筒部材 9 4 の内周側で、かつ、弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 の開口と

減衰スリーブ 9 5 との間に接続スリーブ 9 7 が挿通されている。そして、接続スリーブ 9 7 の内周面は、弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 の開口と減衰スリーブ 9 5 の内周面とを滑らかに接続するテーパ面となっている。このため、管継手 9 1 の内径（減衰スリーブ 9 5 の内径）が接続先の油路の内径（弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 の内径）と異なる場合でも、接続スリーブ 9 7 によって緩やかに油路 9 2 の内径を拡大することができる。

【 0 1 0 2 】

即ち、弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 と管継手 9 1 の減衰スリーブ 9 5 との間の急激な油路断面積の変化を抑制できる。これにより、弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 と管継手 9 1 の減衰スリーブ 9 5 との間の油路断面積の変化に基づく気泡の圧潰を抑制することができる。また、弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 および接続スリーブ 9 7 の内周面でエロージョンが発生することを抑制できる。しかも、接続先となる弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 の内径寸法が異なる場合でも、その内径に応じた接続スリーブ 9 7 に変更するだけで、弁ハウジング 3 2 の油路 1 0 1 と管継手 9 1 の減衰スリーブ 9 5 の内周面とを滑らかに連続させることができる。このため、接続先の油路 1 0 1 の内径に合せて複数の種類の管継手を用意する場合と比較して、コストを低減することができる。

【 0 1 0 3 】

なお、各実施の形態では、弁装置として、ブームシリンダ 5 D に対する圧油の供給と排出を切換える方向制御弁 3 1 を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、例えば、アームシリンダ 5 E、バケットシリンダ 5 F、走行用油圧モータ、旋回用油圧モータ等に用いる方向制御弁に適用してもよい。また、これ以外にも、例えば、圧力制御弁、流量制御弁、リリーフ弁、絞り弁等、弁体と弁体収容穴との開口部の流路面積が他の部分よりも小さい絞り部となることによりキャビテーション（気泡および圧力波）が発生する可能性のある各種の弁装置に適用することができる。

【 0 1 0 4 】

各実施の形態では、建設機械として、エンジン 1 2 により駆動されるエンジン式の油圧ショベル 1 を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、例えば、エンジンと電動モータとにより駆動されるハイブリッド式の油圧ショベル、電動モータにより駆動される電動式の油圧ショベルに適用することができる。また、油圧ショベルに限らず、ホイールローダ、油圧クレーン、ブルドーザ等、各種の建設機械に広く適用することができる。さらに、各実施の形態は例示であり、異なる実施の形態で示した構成の部分的な置換または組み合わせが可能であることは言うまでもない。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 5 】

- 1 油圧ショベル（建設機械）
- 5 D ブームシリンダ（油圧アクチュエータ）
- 1 1 油圧回路
- 1 1 A メイン油圧回路
- 1 1 B パイロット油圧回路
- 1 6 戻り管路（管路）
- 3 1 方向制御弁（弁装置）
- 3 2 弁ハウジング
- 3 3 スプール摺動穴（弁収容穴）
- 3 9 スプール（弁体）
- 4 3 , 7 2 , 9 2 , 1 0 1 油路
- 4 7 油路形成体
- 4 8 , 5 1 , 6 3 , 7 3 , 9 3 孔
- 4 8 A , 5 1 A 貫通孔
- 4 8 B , 5 1 B プラグ
- 6 1 大径貫通孔
- 6 2 大径プラグ

10

20

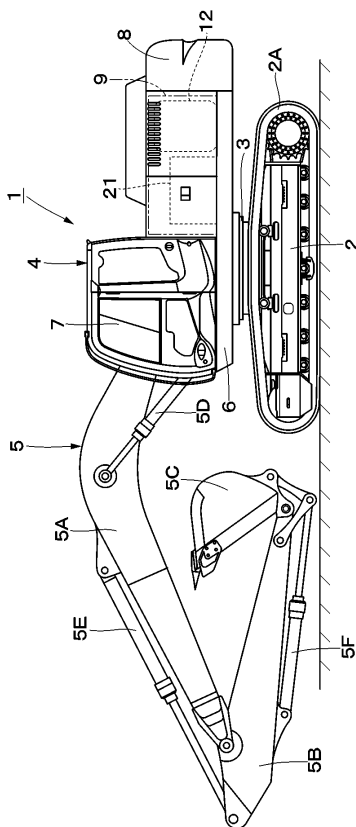
30

40

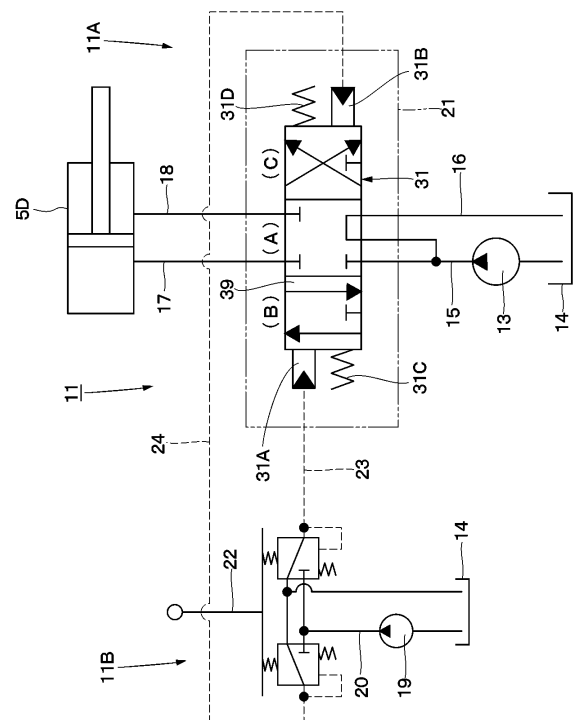
50

- 7 1 , 9 1 管継手 (油路形成体)
- 7 4 , 9 4 外側筒部材
- 7 4 A , 9 4 A 大径部
- 7 4 B , 9 4 B 小径部
- 7 5 , 8 1 , 9 5 減衰スリーブ
- 7 6 , 9 6 抑えプラグ
- 8 2 A , 8 2 B , 8 3 C 減衰スリーブ体
- 8 4 A , 8 4 B スペーサ

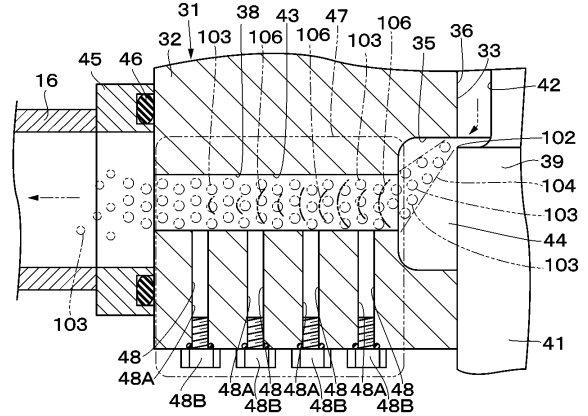
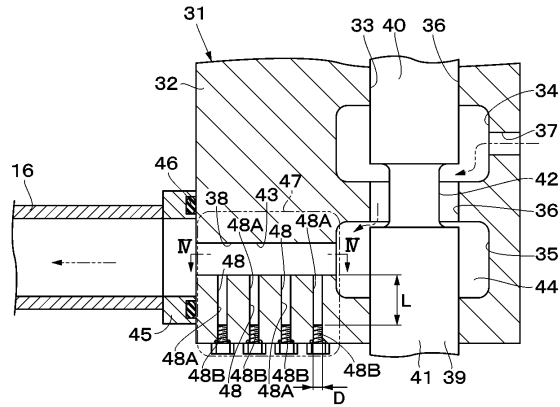
【 図 1 】



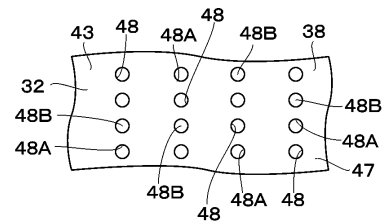
【 図 2 】



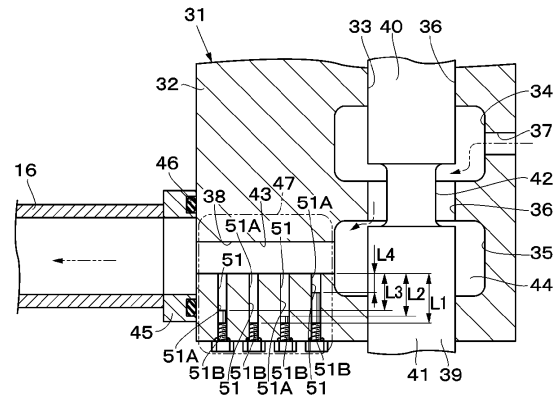
【 図 5 】



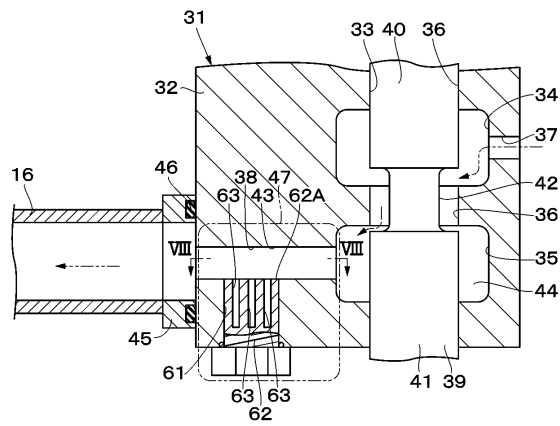
【圖 4】



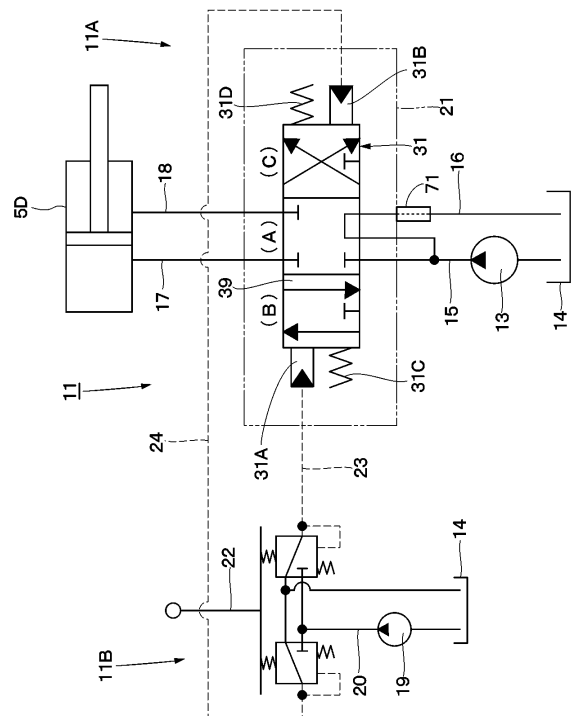
【 図 6 】



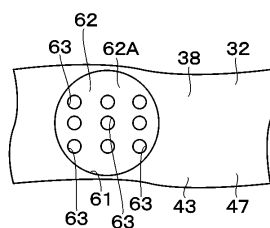
【圖 7】



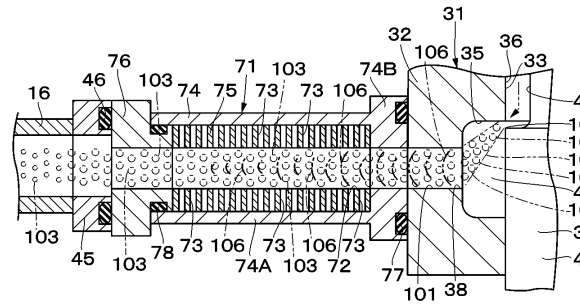
【 図 9 】



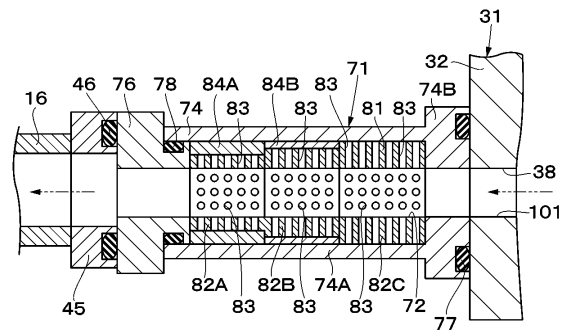
【 図 8 】



【圖 12】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭56-018184(JP,A)
特表2002-540362(JP,A)
実開昭52-075937(JP,U)
国際公開第2017/077769(WO,A1)
特開平09-170668(JP,A)
実開昭48-100418(JP,U)
特開2019-049284(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16K	3/00	-	3/26
F16K	27/00	-	27/12
F16K	39/00	-	51/02