

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6777577号  
(P6777577)

(45) 発行日 令和2年10月28日 (2020. 10. 28)

(24) 登録日 令和2年10月12日 (2020. 10. 12)

(51) Int. Cl.		F 1	
<b>F 0 4 B</b>	<b>1/22</b>	<b>(2006. 01)</b>	F 0 4 B 1/22
<b>F 0 3 C</b>	<b>1/253</b>	<b>(2006. 01)</b>	F 0 3 C 1/253

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2017-60963 (P2017-60963)	(73) 特許権者	000005522
(22) 出願日	平成29年3月27日 (2017. 3. 27)		日立建機株式会社
(65) 公開番号	特開2018-162753 (P2018-162753A)		東京都台東区東上野二丁目16番1号
(43) 公開日	平成30年10月18日 (2018. 10. 18)	(74) 代理人	110002457
審査請求日	令和1年8月29日 (2019. 8. 29)		特許業務法人広和特許事務所
		(72) 発明者	吉田 智弘
			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	田谷 宗隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アキシナルピストン型液圧回転機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ケーシングと、

前記ケーシング内に回転可能に設けられた回転軸と、

前記回転軸と一体に回転するように前記ケーシング内に設けられ、周方向に離間して軸方向に延びる複数のシリンダを有するシリンダブロックと、

前記シリンダブロックの各シリンダ内に上死点と下死点との間で往復動可能に挿嵌された複数のピストンとを備えてなるアキシナルピストン型液圧回転機において、

前記シリンダの内周面のうち前記ピストンの往復動中に前記ピストンの先端側の角部となる先端縁と接触する範囲をAとし、

前記シリンダの内周面のうち前記ピストンの往復動中に前記ピストンの基端側の角部となる境界縁と接触する範囲をBとし、

前記シリンダの内周面のうち前記Aと前記Bとの間の範囲をCとし、

前記ピストンの外周面のうち前記ピストンの往復動中に前記シリンダの奥側の角部となる段差縁と接触する範囲をDとし、

前記ピストンの外周面のうち前記ピストンの往復動中に前記シリンダの開口側の角部となる開口縁と接触する範囲をEとし、

前記ピストンの外周面のうち前記Dと前記Eとの間の範囲をFとした場合に、

前記C及び前記Fのいずれか又は両方の、少なくとも一部の範囲には、多孔質の材料からなる多孔質部が設けられており、

10

20

前記 A と前記 B と前記 D と前記 E には、前記多孔質の材料からなる多孔質部が設けられていないことを特徴とするアキシャルピストン型液圧回転機。

【請求項 2】

前記多孔質部は、前記ピストンと前記シリンダとが摺動する周面の全周にわたって設けられた環状の部材であることを特徴とする請求項 1 に記載のアキシャルピストン型液圧回転機。

【請求項 3】

前記多孔質部の周面および前記多孔質部と隣り合う隣接部の周面は、連続した円周面であることを特徴とする請求項 1 に記載のアキシャルピストン型液圧回転機。

【請求項 4】

前記多孔質部は、前記ピストンの前記 F に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のアキシャルピストン型液圧回転機。

【請求項 5】

前記多孔質部は、前記シリンダの前記 C に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のアキシャルピストン型液圧回転機。

【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、油圧クレーン、ホイールローダ等の建設機械に搭載され、油圧ポンプまたは油圧モータとして好適に用いられるアキシャルピストン型液圧回転機に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、油圧ショベル等の建設機械に搭載されるアキシャルピストン型液圧回転機は、例えば、タンクと共に油圧源を構成する油圧ポンプ、または、走行用、旋回用の油圧アクチュエータを構成する油圧モータとして使用されている。

【0003】

この種の従来技術によるアキシャルピストン型液圧回転機は、シリンダ内に取付けられたピストンが、シリンダブロックの回転に伴ってシリンダ内で往復運動する。このとき、ピストンとシリンダとの摺動部の隙間（即ち、ピストンの外周面とシリンダの内周面との間）には、油膜が形成される。この場合、ピストンとシリンダとの摺動部の隙間には、シリンダ内の圧力とケーシング内の圧力との圧力差によって生じる流れと、ピストンとシリンダの相対運動と油の粘性とにより生じるクエット流れとによって、油膜が形成される。そして、この油膜が摺動部を潤滑することにより、ピストンとシリンダとの焼き付きおよびかじりを抑制している。

【0004】

一方、摺動部の隙間に油膜が形成されないと、液圧回転機の動作中にピストンとシリンダとの金属部が直接接触し、焼き付きおよびかじりの原因となる。このような焼き付きおよびかじりを抑制すべく、例えば、特許文献 1 には、ピストンの外周面に油溝を設けた油圧ポンプ・モータが記載されている。また、特許文献 2 には、ピストンの外周の全体を多孔質の金属とした油圧ポンプが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 6 - 26447 号公報

【特許文献 2】特開平 11 - 93829 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、アキシャルピストン型液圧回転機の動作中、ピストンは、シリンダ内でシリ

10

20

30

40

50

ンダとの隙間分傾いた状態で、シリンダと摺動する。そして、ピストンの傾きにより、ピストンとシリンダは、互いに角部で接触し、当該接触部位での接触面圧が高くなる可能性がある。一方、多孔質の金属は、内部の空孔に油を溜めることができるため、この油によりピストンとシリンダとの摺動部の隙間に油膜を保持することができる。しかし、多孔質の金属は、内部が密でないため、機械的な強度が低い。このため、例えば、特許文献2のようにピストン外周部全体を多孔質の金属とした場合、シリンダの角部と接触する部位の摩耗が増大する可能性がある。

【0007】

本発明の目的は、ピストンとシリンダとの摺動部の隙間の油膜を確保することと摩耗を抑制することとを両立できるアキシャルピストン型液圧回転機を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のアキシャルピストン型液圧回転機は、ケーシングと、前記ケーシング内に回転可能に設けられた回転軸と、前記回転軸と一体に回転するように前記ケーシング内に設けられ、周方向に離間して軸方向に延びる複数のシリンダを有するシリンダブロックと、前記シリンダブロックの各シリンダ内に上死点と下死点との間で往復動可能に挿嵌された複数のピストンとを備えてなるアキシャルピストン型液圧回転機において、前記シリンダの内周面のうち前記ピストンの往復動中に前記ピストンの先端側の角部となる先端縁と接触する範囲をAとし、前記シリンダの内周面のうち前記ピストンの往復動中に前記ピストンの基端側の角部となる境界縁と接触する範囲をBとし、前記シリンダの内周面のうち前記Aと前記Bとの間の範囲をCとし、前記ピストンの外周面のうち前記ピストンの往復動中に前記シリンダの奥側の角部となる段差縁と接触する範囲をDとし、前記ピストンの外周面のうち前記ピストンの往復動中に前記シリンダの開口側の角部となる開口縁と接触する範囲をEとし、前記ピストンの外周面のうち前記Dと前記Eとの間の範囲をFとした場合に、前記C及び前記Fのいずれか又は両方の、少なくとも一部の範囲には、多孔質の材料からなる多孔質部が設けられており、前記Aと前記Bと前記Dと前記Eには、前記多孔質の材料からなる多孔質部が設けられていない。

20

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、ピストンとシリンダとの摺動部の隙間の油膜を確保することと摩耗を抑制することとを両立できる。

30

【0010】

即ち、ピストンとシリンダとが互いに摺動する周面には、多孔質部が設けられている。このため、多孔質部の内部の空孔に、潤滑のための油を保持（貯溜）することができる。これにより、ピストンとシリンダとの摺動部の隙間に油膜を確保することができ、焼き付きおよびかじりを抑制することができる。一方、多孔質部を設ける部位は、ピストンが上死点と下死点との間で往復動中にシリンダ周面と常時摺接し続ける範囲（より具体的には、Cの少なくとも一部の範囲、および/または、Fの少なくとも一部の範囲）としている。この範囲は、ピストンの角部またはシリンダの角部が接触しない部位に対応する。このため、多孔質部の接触面圧を低くすることができ、多孔質部の強度が低くても、摩耗を抑制することができる。これにより、ピストンとシリンダとの摺動部の隙間の油膜を確保することと摩耗を抑制することとを両立できる。

40

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施の形態による斜板式アキシャルピストン型油圧ポンプを示す縦断面図である。

【図2】図1中の斜板、シリンダブロック、ピストン、シュー等を拡大して示す断面図である。

【図3】図1中のシリンダブロックを拡大して示す断面図である。

【図4】図1中のピストンおよびシューを拡大して示す断面図である。

50

【図 5】ピストンの角部がシリンダと接触する状態を誇張して示す断面図である。

【図 6】ピストンの動きと多孔質部に保持された油の流れとの関係を示す説明図（断面図）である。

【図 7】第 1 の変形例による斜軸式アキシャルピストン型油圧ポンプのピストンを示す側面図である。

【図 8】第 2 の変形例による斜軸式アキシャルピストン型油圧ポンプのシリンダブロックを示す断面図である。

【図 9】第 3 の変形例による斜板式アキシャルピストン型油圧ポンプのピストンを分解して示す断面図である。

【図 10】第 4 の変形例による斜板式アキシャルピストン型油圧ポンプを示す縦断面図である。

10

【図 11】第 5 の変形例による斜板式アキシャルピストン型油圧ポンプを示す縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態によるアキシャルピストン型液圧回転機を、例えば斜板式アキシャルピストン型油圧ポンプ（可変容量型斜板式油圧ポンプ）として用いる場合を例に挙げ、添付図面に従って詳細に説明する。

【0013】

図 1 ないし図 6 は、実施の形態を示している。図 1 において、斜板式アキシャルピストン型油圧ポンプ 1（以下、油圧ポンプ 1 という）は、ケーシング 2、回転軸 4、シリンダブロック 5、複数のシリンダ 6、複数のピストン 7、複数のシュー 8、リテーナ 9、弁板 12、斜板 13、クレードル 14、傾転アクチュエータ 15 を含んで構成されている。油圧ポンプ 1 は、例えば油圧ショベルの原動機（駆動源となるエンジンや電動モータ）によって回転駆動され、タンク内から吸込んだ作動油を高圧の圧油として吐出する。

20

【0014】

ケーシング 2 は、中空に形成され、油圧ポンプ 1 の外殻を構成している。ケーシング 2 は、有底筒状のケーシング本体 2A と、ケーシング本体 2A の開口を閉塞したフロントケーシング 2B とから構成されている。ケーシング 2 の一側（図 1 の左側）に位置するフロントケーシング 2B には、クレードル 14 が斜板 13 の裏面側に対向して設けられている。

30

【0015】

一方、ケーシング本体 2A の他側には、図 1 中に破線で示すように、一对の給排通路 3A、3B が設けられている。給排通路 3A、3B のうち一方の給排通路 3A は、低圧側の吸込通路となってタンク（図示せず）に接続され、他方の給排通路 3B は、吐出通路となって高圧側の吐出配管（図示せず）に接続される。

【0016】

回転軸 4 は、ケーシング 2 内に回転可能に設けられている。即ち、回転軸 4 は、ケーシング 2 内を軸方向に延び、ケーシング本体 2A とフロントケーシング 2B とにそれぞれ軸受を介して回転可能に支持されている。例えば、回転軸 4 の一端側は、フロントケーシング 2B から軸方向に突出しており、エンジン等の原動機が動力伝達機構（いずれも図示せず）等を介して連結される。

40

【0017】

シリンダブロック 5 は、回転軸 4 と一体的に回転するようにケーシング 2 内に設けられている。シリンダブロック 5 には、その周方向に離間して軸方向に延びる複数のシリンダ 6 を有している。シリンダブロック 5 の各シリンダ 6 には、弁板 12 の給排ポート 12A、12B と間欠的に連通するシリンダポート 6A が形成されている。図 2 および図 3 に示すように、シリンダ 6 の内周面とシリンダポート 6A との接続部は、角部となる段差縁 6B となっている。即ち、シリンダ 6 は、一方（奥側）の角部となる段差縁 6B と、他方（開口側）の角部となる開口縁 6C とを有している。

50

## 【 0 0 1 8 】

複数のピストン 7 は、シリンダブロック 5 の各シリンダ 6 内にそれぞれ往復動可能（摺動可能）に挿嵌されている。ピストン 7 は、シリンダブロック 5 の回転に伴ってシリンダ 6 内を上死点と下死点との間で往復動し、吸入行程と吐出行程とを繰返す。このため、斜板 1 3 には、高压側の給排ポート 1 2 B に連通している各シリンダ 6 内の圧力が、ピストン 7 を介して作用する。

## 【 0 0 1 9 】

図 4 に示すように、ピストン 7 は、全体として円筒状（または円柱状）のロッド（棒体）として形成されている。ピストン 7 の先端側（図 4 の右端側）は、平坦面 7 A となっている。一方、ピストン 7 の基端側（図 4 の左端側）は、シュー 8 の球形部 8 A が取付けられる球形凹部 7 B となっている。ピストン 7 は、外径寸法が一定の本体部 7 C と、基端側に向けて外径寸法が小さくなるように傾斜した円錐部 7 D とを含んで構成されている。

## 【 0 0 2 0 】

即ち、ピストン 7 は、図 4 中の破線 H を境として右側（先端側）が本体部 7 C となり左側（基端側）が円錐部 7 D となっている。この場合、本体部 7 C の外周面と円錐部 7 D の外周面は、角部となる境界縁 7 E によって接続されている。即ち、ピストン 7 は、一方（先端側）の角部となる先端縁 7 G と、他方（基端側）の角部となる境界縁 7 E とを有している。さらに、ピストン 7 には、平坦面 7 A と球形凹部 7 B との間を貫通するように軸線方向に延びる給油孔 7 F が設けられている。

## 【 0 0 2 1 】

複数のシュー 8 は、各シリンダ 6 から突出する各ピストン 7 の突出端側（基端側）に、それぞれ揺動可能に装着されている。この場合、各シュー 8 は、球面軸受を構成する球形部 8 A を有しており、各シュー 8 の球形部 8 A は、ピストン 7 の球形凹部 7 B に取付けられている。シュー 8 は、斜板 1 3 の平滑面 1 3 A に対しピストン 7 からの押付力（油圧力）により押付けられ、この状態でリテーナ 9 等を介して保持される。各シュー 8 は、この状態で回転軸 4、シリンダブロック 5 およびピストン 7 と一緒に回転することにより、リング状の円軌跡を描くように斜板 1 3 の平滑面 1 3 A 上を摺動変位する。

## 【 0 0 2 2 】

リテーナ 9 は、環状に形成され、各シュー 8 を斜板 1 3 に対して保持している。即ち、リテーナ 9 は、斜板 1 3 の平滑面 1 3 A に向けてシュー 8 をそれぞれ押圧、保持し、斜板 1 3 の平滑面 1 3 A 上で各シュー 8 が環状軌跡を描くように摺動変位するのを補償する。この場合、リテーナ 9 は、ばね 1 0 により球状ガイド 1 1 を介して斜板 1 3（平滑面 1 3 A）に向けて付勢されている。

## 【 0 0 2 3 】

弁板 1 2 は、ケーシング 2 内に位置してケーシング本体 2 A の他側に固定して設けられている。即ち、弁板 1 2 は、ケーシング本体 2 A とシリンダブロック 5 との間に設けられている。弁板 1 2 は、回転軸 4 と一体に回転するシリンダブロック 5 を、ケーシング本体 2 A と一緒に回転可能に支持している。この状態で、弁板 1 2 は、シリンダブロック 5 の端面に摺接している。

## 【 0 0 2 4 】

弁板 1 2 には、眉形状をなす一对の給排ポート 1 2 A、1 2 B が形成されている。給排ポート 1 2 A、1 2 B は、ケーシング本体 2 A の給排通路 3 A、3 B と連通している。弁板 1 2 の給排ポート 1 2 A、1 2 B は、シリンダブロック 5 の回転時に各シリンダ 6 のシリンダポート 6 A と間欠的に連通する。このとき、各シリンダ 6 内を往復するピストン 7 は、その吸入行程で一方の給排通路 3 A 側から給排ポート 1 2 A を介して各シリンダ 6 内に作動油を吸込み、吐出行程では各シリンダ 6 内で高压状態となった圧油を給排ポート 1 2 B を介して他方の給排通路 3 B から吐出させる。

## 【 0 0 2 5 】

斜板 1 3 は、ケーシング 2 内にクレードル 1 4 を介して傾転可能に設けられている。斜板 1 3 は、図 1 中に示す矢示 A、B 方向に、傾転アクチュエータ 1 5（傾転ピストン 1 5

10

20

30

40

50

C)を用いて傾転駆動される。油圧ポンプ1の吐出容量(圧油の吐出流量)は、斜板13の傾転角に応じて可変に制御される。斜板13の表面側は、各シュー8を摺動可能に案内する平滑面13Aとなっている。これに対して、斜板13の裏面側は、クレードル14に傾転可能に支持される。

【0026】

クレードル14は、回転軸4の周囲に位置してケーシング2(より具体的には、フロントケーシング2B)に固定して設けられている。クレードル14は、ケーシング2の斜板支持部(斜板支持体)となるものである。クレードル14は、斜板13を、図1中の矢示A, B方向に傾転(摺動)可能に支持する。

【0027】

傾転アクチュエータ15は、斜板13を傾転駆動するものである。傾転アクチュエータ15は、ケーシング2に設けられている。この場合、傾転アクチュエータ15は、シリンダブロック5の径方向外側に位置してケーシング本体2Aに形成されたシリンダ穴15Aと、シリンダ穴15A内に摺動可能に挿嵌され、シリンダ穴15Aとの間に液圧室15Bを形成した傾転ピストン15Cとを含んで構成されている。そして、傾転アクチュエータ15は、ケーシング本体2Aに対しシリンダブロック5の径方向で互いに対向する位置に配設されている。

【0028】

傾転アクチュエータ15は、傾転ピストン15Cによって斜板13を矢示A, B方向に傾転駆動する。即ち、傾転アクチュエータ15の液圧室15Bには、外部から傾転制御圧が給排される。

【0029】

この傾転制御圧により、例えば、一方(例えば、図1の上方)の傾転アクチュエータ15の傾転ピストン15Cがシリンダ穴15A内から伸長し、他方(例えば、図1の下方)の傾転アクチュエータ15の傾転ピストン15Cがシリンダ穴15A内に縮小するときには、斜板13が矢示A方向(即ち、傾転角が大きくなる正方向)に傾転駆動される。

【0030】

これに対して、他方(例えば、図1の下方)の傾転アクチュエータ15の傾転ピストン15Cがシリンダ穴15A内から伸長し、一方(例えば、図1の上方)の傾転アクチュエータ15の傾転ピストン15Cがシリンダ穴15A内へと縮小するときには、斜板13が矢示B方向(即ち、傾転角が小さくなる逆方向)に傾転駆動される。

【0031】

ところで、ピストン7がシリンダ6内で往復運動をするとき、ピストン7とシリンダ6との摺動部の隙間には、ピストン7とシリンダ6の相対運動と油(作動油)の粘性とによって生じるクエット流れと、シリンダ6内の圧力とケーシング2内の圧力との圧力差により生じる流れとによって、油膜が形成される。そして、この油膜が摺動部を潤滑することで、ピストン7とシリンダ6との焼き付きおよびかじりを抑制している。しかし、摺動部の隙間に油膜が形成されないと、ピストン7の摺動部の金属とシリンダ6の摺動部の金属とが高い面圧で接触し、焼き付きおよびかじりが発生する可能性がある。特に、アキシャルピストン型液圧回転機は、シリンダ6内の圧力とケーシング2内の圧力との差が小さくなったときに、圧力差による油の流れが生じにくくなるため、油膜が形成されにくい特性がある。

【0032】

これに対して、例えば、前述の特許文献1の油圧ポンプ・モータは、ピストンの外周面に油溝が設けられている。即ち、油溝を油溜とすることにより、油膜を形成し易くしている。しかし、ピストンの外周部に油溝を設けることは、ピストンとシリンダとの摺動部の隙間が広がるため、ピストンとシリンダとの隙間からの油の漏出、即ち、シリンダ内からの作動流体の漏出が増大する。この漏出した油は、仕事を行わないため、油の漏出量が増大することは、液圧回転機の動力変換効率の低下(油圧ポンプであれば、ポンプ効率の低下)につながり、効率の面から好ましくない。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 3 】

一方、前述の特許文献 2 の油圧ポンプは、ピストンの外周の全体を多孔質の金属としている。多孔質の金属は、内部の空孔に油を溜めることができるため、この油によりピストンとシリンダとの摺動部の隙間に油膜を保持することができる。しかし、多孔質の金属は、内部が密でないため、機械的な強度が低い。

## 【 0 0 3 4 】

ここで、図 5 は、油圧ポンプ 1 が動作しているときのピストン 7 を示している。この図 5 に誇張して示すように、ピストン 7 は、シリンダ 6 内で往復運動するとき、シリンダ 6 との隙間分傾いている。この傾きは、シュー 8 が斜板 1 3 との摺動抵抗によって引っ張られる力、ピストン 7 とシリンダ 6 の摺動面に働く力等の作用に基づくものである。このピストン 7 の傾きの影響により、ピストン 7 とシリンダ 6 とのどちらかが角部で接触し、当該接触部での接触面圧が高い状態で摺動することになる。

10

## 【 0 0 3 5 】

即ち、図 5 に示すように、ピストン 7 の傾きによって、ピストン 7 の角部（ピストン 7 の先端縁 7 G、および、境界縁 7 E）がシリンダ 6 の内周面と接触し、当該接触部位での接触面圧が高くなる可能性がある。また、ピストン 7 の傾きによっては、シリンダ 6 の角部（シリンダ 6 の開口縁 6 C、および、シリンダポート 6 A との段差縁 6 B）がピストン 7 の外周面と接触し、当該接触部位での接触面圧が高くなる可能性がある。このため、シリンダ 6 の内周面のうちピストンの角部 7 E、7 G と接触する部位、および、ピストンの外周面のうちシリンダ 6 の角部 6 B、6 C と接触する部位は、接触面圧の高い摺動に耐えうる強度を確保しなければ、摩耗が増大する傾向となる。即ち、特許文献 2 のように、ピストン外周部全体を多孔質の金属とした場合、角部と接触する部位の摩耗が増大するおそれがある。

20

## 【 0 0 3 6 】

これに対して、実施の形態では、シリンダ 6 とピストン 7 とが互いに摺動する周面、即ち、シリンダ 6 の内周面とピストン 7 の外周面には、多孔質の材料からなる多孔質部 2 1、2 2 が設けられている。この場合、シリンダ 6 の内周面には、ピストン 7 が上死点と下死点との間で往復動中に相手側周面（ピストン 7 の外周面）と常時摺接し続ける範囲（C の範囲）に、多孔質部 2 1 が設けられている。また、ピストン 7 の外周面には、ピストン 7 が上死点と下死点との間で往復動中に相手側周面（シリンダ 6 の内周面）と常時摺接し続ける範囲（F の範囲）に、多孔質部 2 2 が設けられている。なお、常時摺接し続ける範囲は、例えば、斜板 1 3 を最も傾転させた状態（傾転角最大）での往復動中に常時摺接し続ける範囲（C、F）に対応する。

30

## 【 0 0 3 7 】

即ち、図 2 に示すように、シリンダ 6 の内周面のうちピストン 7 と高面圧で摺動し得る範囲は、ピストン 7 が上死点にあるときと下死点にあるときとの位置関係から幾何学的に求めることができる。また、ピストン 7 の外周面のうちシリンダ 6 と高面圧で摺動し得る範囲も、ピストン 7 が上死点にあるときと下死点にあるときとの位置関係から幾何学的に求めることができる。なお、図 2 では、上側のピストン 7 の位置が下死点に対応し、下側のピストン 7 の位置が上死点に対応する。

40

## 【 0 0 3 8 】

図 2 および図 3 に示すように、シリンダ 6 の内周面のうち「A」の範囲は、ピストン 7 の往復動中に、ピストン 7 の一方（先端側）の角部となる先端縁 7 G と接触する範囲である。シリンダ 6 の内周面のうち「B」の範囲は、ピストン 7 の往復動中に、ピストン 7 の他方（基端側）の角部となる境界縁 7 E と接触する範囲である。これら「A」の範囲および「B」の範囲は、シリンダ 6 の内周面のうちピストン 7 と高面圧で摺動し得る範囲となる。即ち、シリンダ 6 の内周面のうち「A」の範囲および「B」の範囲は、ピストン 7 が上死点と下死点との間で往復動中に、ピストン 7 の外周面が常時摺接し続けない範囲である。

## 【 0 0 3 9 】

50

これに対して、シリンダ 6 の内周面のうち「C」の範囲は、ピストン 7 の往復動中に、ピストン 7 の外周側の角部となる先端縁 7 G および境界縁 7 E の両方と接触しない範囲である。この「C」の範囲は、シリンダ 6 の内周面のうちピストン 7 と高面圧で摺動し得ない範囲となる。即ち、「C」の範囲は、シリンダ 6 の内周面のうちピストン 7 が上死点と下死点との間で往復動中にピストン 7 の外周面が常時摺接し続ける範囲となる。実施の形態では、シリンダ 6 の内周面のうち「C」の範囲にのみ多孔質部 2 1 が設けられている。

【0040】

一方、図 2 および図 4 に示すように、ピストン 7 の外周面のうち「D」の範囲は、ピストン 7 の往復動中に、シリンダ 6 の一方（奥側）の角部となる段差縁 6 B と接触する範囲である。ピストン 7 の外周面のうち「E」の範囲は、ピストン 7 の往復動中に、シリンダ 6 の他方（開口側）の角部となる開口縁 6 C と接触する範囲である。これら「D」の範囲および「E」の範囲は、ピストン 7 の外周面のうちシリンダ 6 と高面圧で摺動し得る範囲となる。即ち、ピストン 7 の外周面のうち「D」の範囲および「E」の範囲は、ピストン 7 が上死点と下死点との間で往復動中に、シリンダ 6 の内周面が常時摺接し続けない範囲である。

【0041】

これに対して、ピストン 7 の外周面のうち「F」の範囲は、ピストン 7 の往復動中に、シリンダ 6 の外周側の角部となる段差縁 6 B および開口縁 6 C の両方と接触しない範囲である。この「F」の範囲は、ピストン 7 の外周面のうちシリンダ 6 と高面圧で摺動し得ない範囲となる。即ち、「F」の範囲は、ピストン 7 の外周面のうちピストン 7 が上死点と下死点との間で往復動中にシリンダ 6 の内周面が常時摺接し続ける範囲となる。実施の形態では、ピストン 7 の外周面のうち「F」の範囲にのみ多孔質部 2 2 が設けられている。

【0042】

多孔質部 2 1, 2 2 は、例えば、粉末材料の焼結や溶射によって得ることができる。例えば、ピストン 7 の外周面のうち「F」の範囲には、「D」および「E」の範囲の外周面よりも小径の外周面となった環状凹部 7 H を予め形成する。ピストン 7 の多孔質部 2 2 は、例えば、ピストン 7 の環状凹部 7 H 内に粉末材料を焼結や溶射によって満たすことにより形成できる。この場合、環状凹部 7 H の深さ、即ち、多孔質部 2 2 の厚さは、例えば、 $500\text{ }\mu\text{m}$  ( $0.5\text{ mm}$ ) 以上とすることができる。環状凹部 7 H の深さ (= 多孔質部 2 2 の厚さ) は、例えば、多孔質部 2 2 に油を十分に保持することができ、かつ、ピストン 7 の強度を確保できる（強度に影響がない）範囲で設定することができる。

【0043】

シリンダ 6 の多孔質部 2 1 についても、同様である。例えば、シリンダ 6 の内周面のうち「C」の範囲には、「A」および「B」の範囲の内周面よりも大径の内周面となった環状凹部 6 D を予め形成する。シリンダ 6 の多孔質部 2 1 も、例えば、シリンダ 6 の環状凹部 6 D 内に粉末材料を焼結や溶射によって満たすことにより形成できる。この場合、環状凹部 6 D の深さ、即ち、多孔質部 2 1 の厚さは、例えば、 $500\text{ }\mu\text{m}$  ( $0.5\text{ mm}$ ) 以上とすることができる。環状凹部 6 D の深さ (= 多孔質部 2 1 の厚さ) は、例えば、多孔質部 2 1 に油を十分に保持することができ、かつ、シリンダ 6 の強度を確保できる（強度に影響がない）範囲で設定することができる。

【0044】

多孔質部 2 1, 2 2 は、例えば、油圧ポンプ 1 の作動流体の圧力に耐えられ、かつ、作動流体によって変質しない材料とすることができる。また、多孔質部 2 1, 2 2 は、シリンダ 6 およびピストン 7 と熱膨張率が近い（より好ましくは、同等の）材料とすることができる。例えば、多孔質部 2 1, 2 2 は、溶射被膜や焼結金属として用いることが可能な鉄系、銅系、アルミニウム合金系の材料により形成することができる。また、油および熱に対して変質しにくい材料であれば、例えば、合成樹脂等の樹脂材料（高分子化合物）を用いてもよい。

【0045】

図 6 に誇張して示すように、多孔質部 2 2 は、その内部に多数の空孔 2 3 を有しており

10

20

30

40

50



、各空孔 2 3 の内部には、油が浸透する。多孔質部 2 1 についても同様である。この場合、多孔質部 2 1 , 2 2 に占める空孔 2 3 の割合は、例えば、2 5 ~ 5 0 % 程度であり、空孔 2 3 の大きさは、数十  $\mu\text{m}$  から数百  $\mu\text{m}$  程度となる。図 6 に示すように、ピストン 7 とシリンダ 6 の相対運動と油の粘性とによってクエット流れが発生したときに、多孔質部 2 2 の空孔 2 3 の内部に浸透した油が、ピストン 7 とシリンダ 6 との摺動部の隙間に流れ込む。これにより、ピストン 7 とシリンダ 6 の摺動面に、油膜が形成され易くなり、焼き付きおよびかじりを抑制することができる。これは、シリンダ 6 内の圧力が低く、このシリンダ 6 内の圧力とケーシング 2 内の圧力との圧力差が小さいときの油膜の形成に特に有効である。

【 0 0 4 6 】

10

いずれにしても、実施の形態では、シリンダ 6 の内周面のうち、ピストン 7 の先端側となる一方の角部（先端縁 7 G）と接触する範囲を A とし、ピストン 7 の基端側となる他方の角部（境界縁 7 E）と接触する範囲を B とし、範囲 A と範囲 B との間の範囲を C としている。この場合に、シリンダ 6 の内周面には、範囲 C に多孔質部 2 1 を設け、範囲 A と範囲 B とには多孔質部 2 1 を設けていない。また、ピストン 7 の外周面のうち、シリンダ 6 の奥側となる一方の角部（段差縁 6 B）と接触する範囲を D とし、シリンダ 6 の開口側となる他方の角部（開口縁 6 C）と接触する範囲を E とし、範囲 D と範囲 E との間の範囲を F としている。この場合に、ピストン 7 の外周面には、範囲 F に多孔質部 2 2 を設け、範囲 D と範囲 E とには多孔質部 2 2 を設けていない。

【 0 0 4 7 】

20

この場合、多孔質部 2 1 , 2 2 は、ピストン 7 とシリンダ 6 とが摺動する周面の全周にわたって設けられている。即ち、シリンダ 6 の多孔質部 2 1 は、環状に形成された部材（円環状部材）であり、シリンダ 6 の内周面の周方向に全体にわたって設けられている。ピストン 7 の多孔質部 2 2 も、環状に形成された部材（円環状部材）であり、ピストン 7 の外周面の周方向に全体にわたって設けられている。

【 0 0 4 8 】

また、多孔質部 2 1 , 2 2 の周面および多孔質部 2 1 , 2 2 と隣り合う隣接部 2 4 A , 2 4 B , 2 5 A , 2 5 B の周面は、連続した円周面としている。即ち、図 3 に示すように、シリンダ 6 の内周面のうち「 A 」の範囲を、多孔質部 2 1 と隣り合う隣接部 2 4 A とし、シリンダ 6 の内周面のうち「 B 」の範囲を、隣接部 2 4 B とする。また、図 4 に示すように、ピストン 7 の外周面のうち「 D 」の範囲を、多孔質部 2 2 と隣り合う隣接部 2 5 A とし、ピストン 7 の外周面のうち「 E 」の範囲を、隣接部 2 5 B とする。

30

【 0 0 4 9 】

この場合、シリンダ 6 の多孔質部 2 1 の内周面と隣接部 2 4 A , 2 4 B の内周面は、滑らかに連続した周面としている。これと共に、多孔質部 2 1 および隣接部 2 4 A , 2 4 B は、溝（油溝）等の凹凸のない一様な連続した円周面としている。即ち、シリンダ 6 の多孔質部 2 1 の内径は、シリンダ 6 の内径と一様である。換言すれば、シリンダ 6 の内周面は、多孔質部 2 1 の内周面を含み、溝（油溝）等の凹凸のない平滑な内周面（凹凸のない一様な形状）としている。

【 0 0 5 0 】

40

また、ピストン 7 の多孔質部 2 2 の外周面と隣接部 2 5 A , 2 5 B の外周面も、滑らかに連続した周面としている。これと共に、多孔質部 2 2 および隣接部 2 5 A , 2 5 B は、溝（油溝）等の凹凸のない一様な連続した円周面としている。即ち、ピストン 7 の多孔質部 2 2 の外径は、ピストン 7 の外径と一様である。換言すれば、ピストン 7 の外周面は、多孔質部 2 2 の外周面を含み、溝（油溝）等の凹凸のない平滑な外周面（凹凸のない一様な形状）としている。

【 0 0 5 1 】

なお、実施の形態では、シリンダ 6 の多孔質部 2 1 は、シリンダ 6 の軸線方向の範囲 C の全体に設けられている。また、ピストン 7 の多孔質部 2 2 は、ピストン 7 の軸線方向の範囲 F の全体に設けられている。しかし、これに限らず、例えば、多孔質部 2 1 , 2 2 の

50

軸方向寸法を、相手側周面と常時摺接し続ける範囲C、Fよりも小さくしてもよい。即ち、シリンダ6の多孔質部21は、シリンダ6の範囲Cの一部、例えば、範囲Cの80%~99%(より好ましくは、95~98%)に設けてもよい。また、ピストン7の多孔質部22も、ピストン7の範囲Fの一部、例えば、範囲Fの80%~99%(より好ましくは、95~98%)に設けてもよい。要するに、多孔質部21、22は、ピストン7が往復動中に相手側周面と常時摺接し続ける範囲C、Fのうち、少なくとも一部(例えば、80%~100%、より好ましくは、90%~100%)に設けることができる。

#### 【0052】

即ち、シリンダ6およびピストン7は、油圧ポンプ1の作動時に弾性変形する。これに対して、シリンダ6の多孔質部21の範囲Cは、シリンダ6およびピストン7が弾性変形しない状態でピストン7を往復動させたときのピストン7の外周面と常時摺接し続ける範囲Cに対応する。そこで、この範囲Cの長さを $L_C$ とした場合、多孔質部21の軸方向長さ $L_{21}$ は、 $L_C$ の80%~99%( $L_{21} = L_C \times 0.80 \sim 0.99$ )、より好ましくは、 $L_C$ の95%~98%( $L_{21} = L_C \times 0.95 \sim 0.98$ )とすることができる。

10

#### 【0053】

また、ピストン7の多孔質部22の範囲Fは、シリンダ6およびピストン7が弾性変形しない状態でピストン7を往復動させたときのシリンダ6の内周面と常時摺接し続ける範囲Fに対応する。そこで、この範囲Fの長さを $L_F$ とした場合、多孔質部22の軸方向長さ $L_{22}$ は、 $L_F$ の80%~99%( $L_{22} = L_F \times 0.80 \sim 0.99$ )、より好ましくは、 $L_F$ の95%~98%( $L_{22} = L_F \times 0.95 \sim 0.98$ )とすることができる。

20

#### 【0054】

これにより、油圧ポンプ1の作動時の弾性変形に拘わらず、多孔質部21、22の接触面圧が高くなること(弾性変形に伴って多孔質部21、22に角部が接触してしまうこと)を抑制できる。即ち、多孔質部21、22の軸方向寸法は、範囲C、Fの全体よりも少し短く(狭く)し、弾性変形したときにも角部が多孔質部21、22に接触しないような余裕をもたせてもよい。

#### 【0055】

実施の形態による油圧ポンプ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。

30

#### 【0056】

油圧ポンプ1は、回転軸4(シリンダブロック5)の回転運動を油の運動に変換するものである。即ち、エンジン等の原動機によって回転軸4を回転駆動すると、ケーシング2内でシリンダブロック5が回転軸4と一体に回転する。これにより、斜板13の表面(平滑面13A)に沿って複数のシュー8がリング状軌跡を描くように摺動変位し、これに伴って夫々のピストン7が各シリンダ6内で往復動を繰り返す。

#### 【0057】

このとき、シリンダブロック5が1回転する間に、各ピストン7はシリンダ6内を上死点から下死点に向けて摺動変位する吸入行程と、下死点から上死点に向けて摺動変位する吐出行程とを繰り返す。そして、ピストン7の吸入行程では、例えば給排通路(吸込通路)3A側から弁板12の給排ポート(吸込ポート)12A、シリンダポート6Aを介してシリンダ6内に作動油を吸込み、ピストン7の吐出行程では、ピストン7が各シリンダ6内の油液を高圧の圧油として、これをシリンダポート6A、弁板12の給排ポート(吐出ポート)12Bを介して給排通路(吐出通路)3B側から吐出する。

40

#### 【0058】

また、ピストン7が往復動するとき、ピストン7とシリンダ6の相対運動と油の粘性とにより生じるクエット流れによって、多孔質部21、22の空孔23の内部に浸透(保持)した油がピストン7とシリンダ6との摺動部の隙間に流れ込む。これにより、ピストン7とシリンダ6の摺動面に油膜を形成し易くできる。

50

## 【 0 0 5 9 】

即ち、実施の形態によれば、ピストン 7 とシリンダ 6 とが互いに摺動する周面には、多孔質部 2 1 , 2 2 が設けられている。このため、多孔質部 2 1 , 2 2 の内部の空孔 2 3 に、潤滑のための油を保持（貯溜）することができる。これにより、ピストン 7 とシリンダ 6 との摺動部の隙間に油膜を確保することができ、焼き付きおよびかじりを抑制することができる。一方、多孔質部 2 1 , 2 2 を設ける部位は、ピストン 7 が上死点と下死点との間で往復動中にシリンダ周面と常時摺接し続ける範囲 C , F としている。この範囲 C , F は、ピストン 7 の角部（境界縁 7 E、先端縁 7 G）またはシリンダ 6 の角部（段差縁 6 B、開口縁 6 C）が接触しない部位に対応する。このため、多孔質部 2 1 , 2 2 の接触面圧を低くすることができ、多孔質部 2 1 , 2 2 の強度が低くても、摩耗を抑制することができる。これにより、ピストン 7 とシリンダ 6 との摺動部の隙間の油膜を確保することと摩耗を抑制することとを両立できる。しかも、多孔質部 2 1 , 2 2 の接触面圧を低くできる分、より強度の低い多孔質部を採用することもできる。

10

## 【 0 0 6 0 】

実施の形態によれば、多孔質部 2 1 , 2 2 は、ピストン 7 とシリンダ 6 とが摺動する周面の全周（周方向の全体）にわたって設けられた環状の部材としている。このため、ピストン 7 とシリンダ 6 との摺動部の隙間の全周にわたって油膜を確保することができる。即ち、摺動部の全周にわたって均一に油膜を確保することができる。これにより、この面からも、焼き付きおよびかじりを抑制することができる。

## 【 0 0 6 1 】

20

実施の形態によれば、多孔質部 2 1 , 2 2 の周面および多孔質部 2 1 , 2 2 と隣り合う隣接部 2 4 A , 2 4 B , 2 5 A , 2 5 B の周面は、連続した円周面としている。即ち、多孔質部 2 1 の周面（内周面）と隣接部 2 4 A , 2 4 B の周面（内周面）、および、多孔質部 2 2 の周面（外周面）と隣接部 2 5 A , 2 5 B の周面（外周面）とを滑らかに連続した周面としている。これと共に、多孔質部 2 1 , 2 2 および隣接部 2 4 A , 2 4 B , 2 5 A , 2 5 B を、溝（油溝）等の凹凸のない様な連続した円周面としている。このため、例えば、引用文献 1 のようなピストンの外周面に油溝を設ける構成と比較して、シリンダ 6 内の油（作動流体）がピストン 7 の外周面とシリンダ 6 の内周面との隙間から漏れ出ることを抑制できる。即ち、ピストン 7 とシリンダ 6 との隙間からケーシング 2 側に漏れ出る油（作動流体）の量を抑制することができ、液圧回転機である油圧ポンプ 1 の動力変換効率を確保できる（動力変換効率の良好にできる）。

30

## 【 0 0 6 2 】

実施の形態によれば、多孔質部 2 2 は、ピストン 7 の外周面に設けられている。このため、ピストン 7 の外周面に設けられた多孔質部 2 2 により、ピストン 7 とシリンダ 6 との摺動部の隙間の油膜を確保することができる。これに加えて、実施の形態によれば、多孔質部 2 1 は、シリンダ 6 の内周面に設けられている。このため、シリンダ 6 の内周面に設けられた多孔質部 2 1 により、ピストン 7 とシリンダ 6 との摺動部の隙間の油膜を確保することができる。

## 【 0 0 6 3 】

なお、実施の形態では、ピストン 7 の本体部 7 C を、軸方向のいずれの場所でも外径寸法が一定の円柱体（円筒体）とした場合を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、ピストンを、例えば、軸方向に進むに従って外径寸法が漸次（徐々に）拡径または縮径する形状（例えば、太鼓形状、樽形状、円錐形状）としてもよい。

40

## 【 0 0 6 4 】

実施の形態では、斜板式アキシャルピストン型油圧ポンプ 1 のピストン 7 に多孔質部 2 2 を設ける構成とした場合を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、例えば、図 7 に示す第 1 の変形例のように、斜軸式アキシャルピストン型油圧ポンプのピストン 3 1 に多孔質部 3 2 を設けてもよい。この場合も、多孔質部 3 2 は、ピストン 3 1 の外周面のうち、ピストン 3 1 が上死点と下死点との間で往復動中に相手側周面（シリンダの内周面）と常時摺接し続ける範囲に設けることができる。なお、図 7 中、3 1 A は平坦面であり、

50

31Bは一方（先端側）の角部となる先端縁であり、31Cは他方（基端側）の角部となる基端縁である。また、ピストン31には、球形部31Dが設けられている。

【0065】

実施の形態では、斜板式アキシャルピストン型油圧ポンプ1のシリンダ6に多孔質部21を設ける構成とした場合を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、例えば、図8に示す第2の変形例のように、斜軸式アキシャルピストン型油圧ポンプのシリンダブロック41のシリンダ42に多孔質部43を設けてもよい。この場合も、多孔質部43は、シリンダ42の外周面のうち、ピストンが上死点と下死点との間で往復動中に相手側周面（ピストンの外周面）と常時摺接し続ける範囲に設けることができる。なお、図8中、42Aはシリンダポートであり、42Bは一方（奥側）の角部となる段差縁であり、42Cは他方（開口側）の角部となる開口縁である。

10

【0066】

実施の形態では、ピストン7の外周面に環状凹部7Hを形成し、この環状凹部7H内に粉末材料を焼結や溶射によって満たすことにより、ピストン7の外周面に多孔質部22を設ける構成とした場合を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、例えば、図9に示す第3の変形例のように、ピストン51の先端側から中間部にわたり他の部分よりも小径の小径部52を設けると共に、小径部52の先端側に雄ねじ部53を設ける。そして、予め焼結等により環状に形成した多孔質部54を小径部52の中間部に嵌合し、さらに、雄ねじ部53に抑え部材55を螺着することにより、ピストン51の外周面に多孔質部54を設けてもよい。この場合、例えば、抑え部材55の端面には、抑え部材55を雄ねじ部53に螺合するとき用いる工具、即ち、抑え部材55を回転させるための工具に係合する工具係合穴56を設けることができる。このことは、第1の変形例についても同様である。

20

【0067】

実施の形態では、シリンダ6の内周面とピストン7の外周面との両方に多孔質部21, 22を設ける構成とした場合を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、シリンダ6の内周面とピストン7の外周面とのうちの一方にのみ設ける構成としてもよい。例えば、図10に示す第4の変形例のように、ピストン7の外周面に多孔質部22を設け、シリンダ6の内周面には多孔質部を設けない構成としてもよい。また、例えば、図11に示す第5の変形例のように、シリンダ6の内周面に多孔質部21を設け、ピストン7の外周面には多孔質部を設けない構成としてもよい。要するに、多孔質部は、シリンダの内周面とピストンの外周面とのうちの少なくとも一方に設けることができる。このことは、第1の変形例、第2の変形例の斜軸式アキシャルピストン型油圧ポンプについても同様である。

30

【0068】

上述した実施の形態では、2個の傾転アクチュエータ15により、斜板13を傾転動作させる構成とした場合を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、例えば1個の傾転アクチュエータにより傾転レバーを介して斜板を傾転動作させる構成としてもよい。このことは、第4の変形例、第5の変形例についても同様である。

【0069】

上述した実施の形態では、斜板13が一方に傾く片傾転の斜板式油圧ポンプ1を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、例えば、斜板が傾転角0を挟んで両方に傾く両傾転の斜板式油圧ポンプに用いてもよい。このことは、第4の変形例、第5の変形例についても同様である。

40

【0070】

上述した実施の形態では、斜板13の傾転角を可変とした可変容量型の斜板式油圧ポンプ1を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、例えば、斜板の傾転角が一定（固定）の固定容量型の斜板式油圧ポンプに用いてもよい。このことは、第4の変形例、第5の変形例についても同様である。また、斜軸式アキシャルピストン型油圧ポンプについても同様であり、可変容量型であるか固定容量型であるかを問わず用いることができる。

【0071】

50

上述した実施の形態では、液圧回転機として、シリンダブロック 5 の回転運動を油の運動に変換する油圧ポンプ 1 を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、例えば、油の運動をシリンダブロックの回転に変換する油圧モータ等、他の液圧回転機として用いてもよい。例えば、油圧モータの場合は、油圧ポンプ等の油圧源から弁板を介してシリンダブロック内に作動油を流入、流出させる。これにより、ピストンを斜板に沿って往復動させ、シリンダブロックの回転運動に変換させることで、油の運動を回転軸の回転運動に変換することができる。このことは、第 1 の変形例、第 2 の変形例の斜軸式アキシャルピストン型液圧回転機についても同様である。

#### 【 0 0 7 2 】

上述した実施の形態および各変形例では、油圧ポンプ 1 を油圧ショベルに適用する場合を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、例えば、油圧クレーン、ホイールローダ等の油圧ショベル以外の建設機械に適用してもよいものである。さらに、建設機械に限定されず、産業機械や一般機械に組み込まれる油圧ポンプ、油圧モータ等、各種の機械機器に用いられるアキシャルピストン型液圧回転機として広く適用できるものである。さらに、実施の形態および各変形例は例示であり、異なる実施の形態および変形例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 】

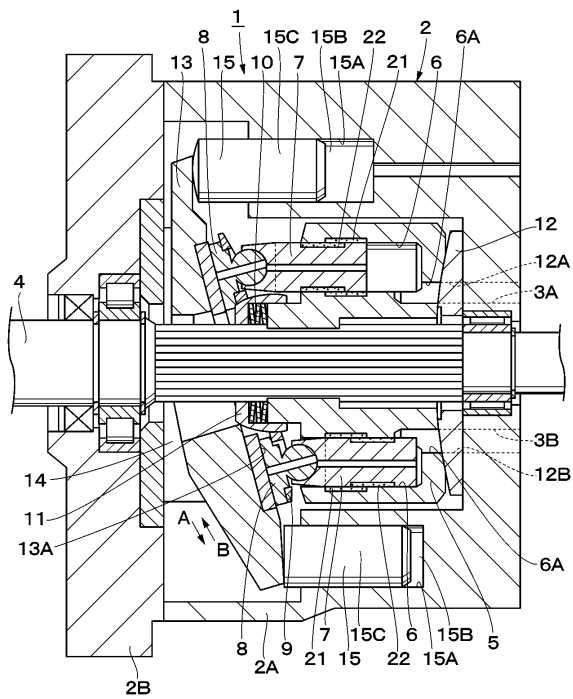
#### 【 0 0 7 3 】

- 1 油圧ポンプ（アキシャルピストン型液圧回転機）
- 2 ケーシング
- 4 回転軸
- 5 , 4 1 シリンダブロック
- 6 , 4 2 シリンダ
- 7 , 3 1 , 5 1 ピストン
- 2 1 , 2 2 , 3 2 , 4 3 , 5 4 多孔質部
- 2 3 空孔
- 2 4 A , 2 4 B , 2 5 A , 2 5 B 隣接部
- C , F 相手側周面と常時摺接し続ける範囲

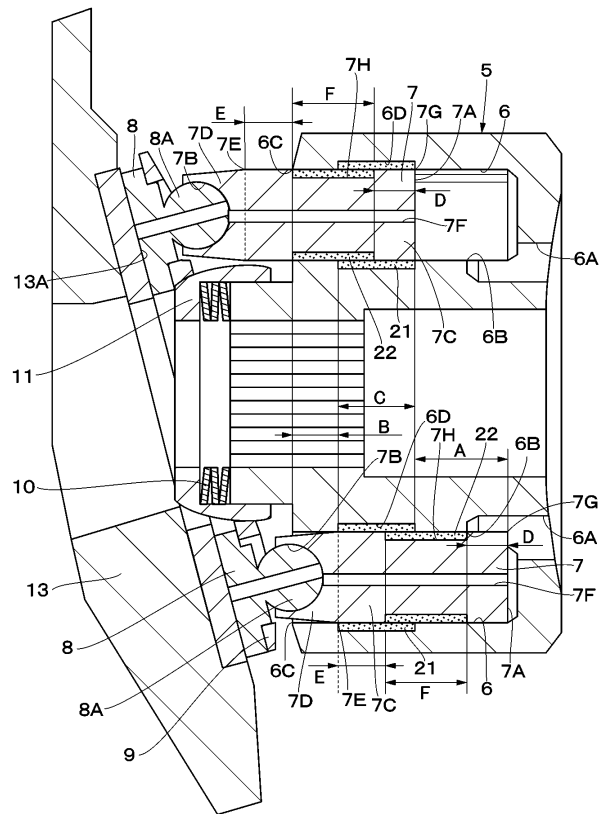
10

20

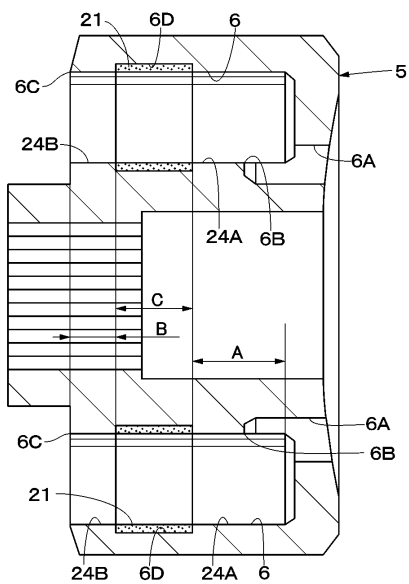
【図 1】



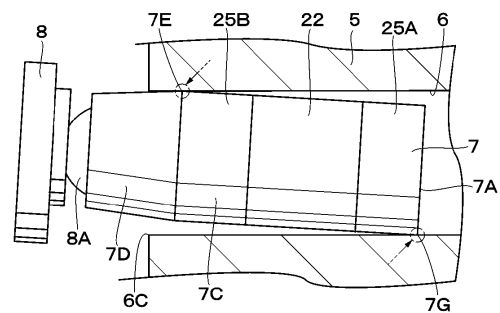
【図 2】



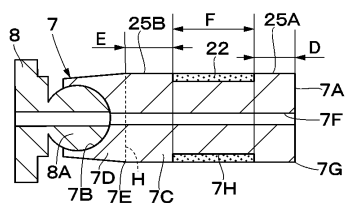
【図 3】



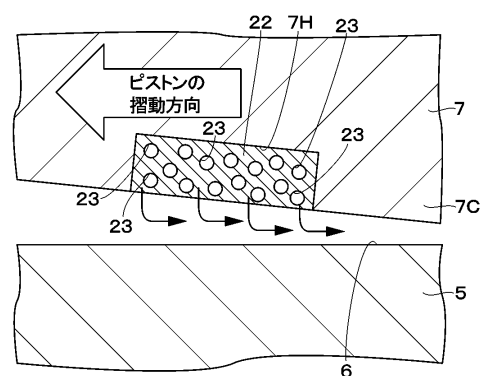
【図 5】



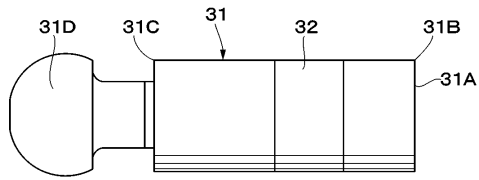
【図 4】



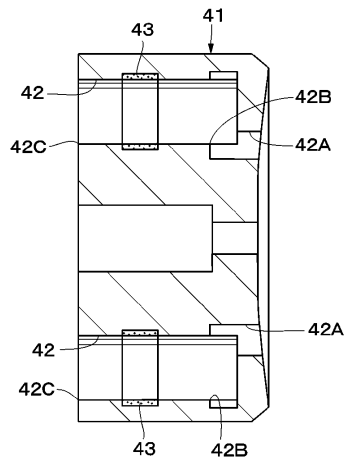
【図 6】



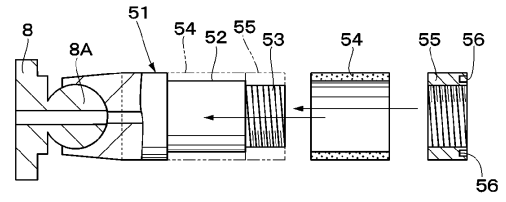
【図 7】



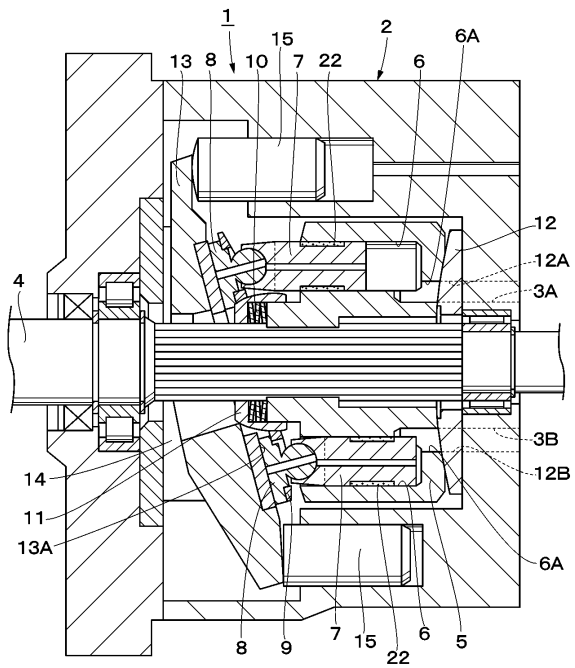
【図 8】



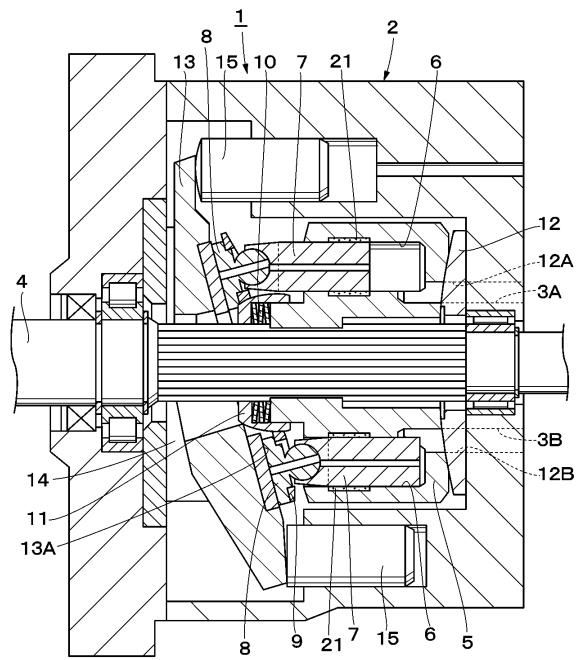
【図 9】



【図 10】



【図 11】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭61-019984(JP,A)  
特開2001-295772(JP,A)  
特開平11-093850(JP,A)  
特開2004-084660(JP,A)  
特開平07-217545(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 4 B	1 / 2 2
F 0 3 C	1 / 2 5 3