

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7005547号  
(P7005547)

(45)発行日 令和4年1月21日(2022.1.21)

(24)登録日 令和4年1月7日(2022.1.7)

(51)国際特許分類	F I
F 0 4 B 53/14 (2006.01)	F 0 4 B 53/14 Z
F 0 4 B 1/24 (2006.01)	F 0 4 B 1/24

請求項の数 4 (全14頁)

(21)出願番号	特願2019-53790(P2019-53790)	(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
(22)出願日	平成31年3月20日(2019.3.20)	(74)代理人	110001829 特許業務法人開知国際特許事務所
(65)公開番号	特開2020-153326(P2020-153326 A)	(72)発明者	曾布川 栄太郎 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
(43)公開日	令和2年9月24日(2020.9.24)	(72)発明者	海野 豪 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
審査請求日	令和2年11月6日(2020.11.6)	(72)発明者	福島 俊輔 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	吹留 隼人 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 斜軸式アキシャルピストンポンプ

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

ケーシング内に回転可能に設けられ、一端側が前記ケーシング外へ延出された駆動シャフトと、  
前記ケーシング内に位置する前記駆動シャフトの他端側に設けられた駆動ディスクと、  
シリンダブロックと、  
前記シリンダブロックの回転中心軸に沿って形成されたセンタ穴と、  
一端側が前記駆動ディスクの回転中心に揺動可能に支持されると共に、他端側が前記シリンダブロックの前記センタ穴に嵌合されて、前記シリンダブロックの回転中心軸が前記駆動シャフトに対して傾斜するように前記シリンダブロックを支持するセンタシャフトと、  
前記シリンダブロックにおける前記センタ穴の周囲に形成され、前記シリンダブロックにおける周方向に互いに離間して前記シリンダブロックの軸方向に延在する複数のシリンダ穴と、  
基端側が前記駆動ディスクに揺動可能に支持されると共に、先端側が前記複数のシリンダ穴にそれぞれ挿入される複数のピストンと、  
前記シリンダブロックの回転に伴い前記シリンダ穴に対して交互に連通する吸入ポート及び吐出ポートを有する弁板とを備え、  
前記複数のピストンの各々は、  
基端側から先端側に向かって径寸法が徐々に拡大するテーパ軸部と、  
前記テーパ軸部の先端側に形成され、前記シリンダ穴の内面に対して摺動する小球部と、

前記小球部より先端側に形成され、ピストンリングを装着したリング溝とを有し、  
 前記シリンダ穴が前記吸入ポートに連通する吸入行程の一定区間と前記シリンダ穴が前記吐出ポートに連通する吐出行程の一定区間にて、前記ピストンが前記シリンダ穴に対し大きく傾いて前記ピストンの前記テーパ軸部が前記シリンダ穴の内面に接触するように構成された斜軸式アキシャルピストンポンプにおいて、  
 前記複数のピストンの各々は、  
 前記小球部と前記リング溝の間であって前記シリンダ穴の内面との摺動範囲外に形成され、前記ピストンリングの一端面と接触する前記リング溝の一側面を構成する一端面を有する供給流量調整部を更に有し、  
 前記供給流量調整部は、前記ピストンが前記シリンダ穴に対し最も大きく傾いたときに、  
 前記供給流量調整部の前記一端面の外縁が全周に亘って前記ピストンリングの前記一端面の外縁より径方向内側に位置して、前記ピストンリングの前記一端面と前記供給流量調整部の前記一端面との接触範囲における全ての半径方向の幅が前記ピストンリングの前記一端面の半径方向の幅より小さくなるように構成され、  
 前記小球部は、前記ピストンの軸方向断面における表面の輪郭が、所定の曲率を有する曲線であり、かつ前記ピストンの軸方向に垂直な線に対し線対称であり、当該曲線の中心が半径方向外側に突出した形状になるように構成されており、  
 前記供給流量調整部は、前記小球部における当該線対称の範囲の外側に形成されていることを特徴とする斜軸式アキシャルピストンポンプ。

10

【請求項 2】

20

請求項 1 に記載の斜軸式アキシャルピストンポンプにおいて、  
 前記ピストンの軸方向断面における前記供給流量調整部の表面の輪郭は、前記ピストンの軸方向断面における前記小球部の表面の輪郭と同じ曲率を有する曲線であることを特徴とする斜軸式アキシャルピストンポンプ。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の斜軸式アキシャルピストンポンプにおいて、  
 前記ピストンの軸方向断面における前記供給流量調整部の表面の輪郭は、前記ピストンの軸方向断面における前記小球部の表面の輪郭と異なる曲率を有する曲線であることを特徴とする斜軸式アキシャルピストンポンプ。

【請求項 4】

30

請求項 1 に記載の斜軸式アキシャルピストンポンプにおいて、  
 前記ピストンの軸方向断面における前記供給流量調整部の表面の輪郭は、直線であることを特徴とする斜軸式アキシャルピストンポンプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、斜軸式アキシャルピストンポンプに係わり、特にテーパ軸部を備えたピストンの改良に関する。

【背景技術】

【0002】

40

特許文献 1 に記載の斜軸式アキシャルピストンポンプは、ケーシング内に回転可能に設けられ、一端側がケーシング外へ延出された駆動シャフト（駆動軸）と、ケーシング内に位置する駆動シャフトの他端側に設けられた駆動ディスク（駆動板）と、シリンダブロックと、シリンダブロックの回転中心軸に沿って形成されたセンタ穴と、一端側が駆動ディスクの回転中心に揺動可能に支持されると共に、他端側がシリンダブロックのセンタ穴に嵌合されて、シリンダブロックの回転中心軸が駆動シャフトに対して傾斜するようにシリンダブロックを支持するセンタシャフトと、シリンダブロックにおけるセンタ穴の周囲に形成され、シリンダブロックにおける周方向に互いに離間してシリンダブロックの軸方向に延在する複数のシリンダ穴と、基端側が駆動ディスクに揺動可能に支持されると共に、先端側が複数のシリンダ穴にそれぞれ挿入される複数のピストン（ピストン部材）と、シリ

50

ンダブロックの回転に伴いシリンダ穴に対して交互に連通する吸入ポート（低圧ポート）及び吐出ポート（高圧ポート）を有する弁板とを備えている。

【0003】

各ピストンは、基端側から先端側に向かって径寸法が徐々に拡大するテーパ軸部（ピストン棒部分）と、テーパ軸部の先端側に形成され、シリンダ穴の内面に対して摺動する小球部（接触部分）とを備えている。

【0004】

また、各ピストンは、小球部に対し先端側に形成されたリング溝を備え、このリング溝にはピストンリング（以降、先端側のピストンリングという）が装着されている。また、各ピストンは、小球部に対し基端側に形成されたリング溝を備え、このリング溝にはピストンリング（以降、基端側のピストンリングという）が装着されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開平05-099129号公報（図2、図3等参照）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1には明確に記載されていないものの、先端側のピストンリングは、絞り機能を有している。すなわち、シリンダ穴内の作動液体の一部は、先端側のピストンリングと周囲の部材が互いに接触する部分を通過する際に減圧されて、ピストンの小球部に供給される。これにより、ピストンの小球部とシリンダ穴の内面との隙間には、液膜が形成されるようになっている。

20

【0007】

また、特許文献1には明確に記載されていないものの、ピストンは、その回転位置に応じてシリンダ穴に対する傾きが変化しており、大きく傾いたときに、小球部だけでなく、テーパ軸部もシリンダ穴の内面と接触する。そして、複数のピストンのうちの、例えば2つのピストンは、それらのテーパ軸部がシリンダ穴の内面と接触することで、駆動ディスクの回転力をシリンダブロックに伝達するようになっている。そのため、ピストンのテーパ軸部がシリンダ穴の内面と接触したときに、ピストンの小球部には回転力の分力が生じる。

30

【0008】

したがって、ピストンの小球部の耐荷重性及び耐焼付性の向上を図るためには、特に、ピストンがシリンダ穴に対し最も大きく傾いたときに着目して、ピストンの小球部とシリンダ穴の内面との隙間における液膜の形成を促進することが好ましい。すなわち、先端側のピストンリングを介しピストンの小球部に供給する液体の量を高めることが好ましい。

【0009】

なお、仮に、先端側のピストンリングを設けず、基端側のピストンリングのみを設ければ、ピストンの小球部に供給する液体の量を高めることが可能である。しかし、この場合、ピストンの小球部に供給する液体が減圧されないため、ピストンの小球部で生じる液圧荷重の分力が大きくなる。したがって、ピストン部材の小球部の耐荷重性及び耐焼付性の向上を図ることができない。

40

【0010】

本発明は、上記事柄に鑑みてなされたものであり、その目的は、ピストンの小球部の耐荷重性及び耐焼付性の向上を図ることができる斜軸式アキシャルピストンポンプを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を解決するために、本発明は、ケーシング内に回転可能に設けられ、一端側が前

50

記ケーシング外へ延出された駆動シャフトと、前記ケーシング内に位置する前記駆動シャフトの他端側に設けられた駆動ディスクと、シリンダブロックと、前記シリンダブロックの回転中心軸に沿って形成されたセンタ穴と、一端側が前記駆動ディスクの回転中心に揺動可能に支持されると共に、他端側が前記シリンダブロックの前記センタ穴に嵌合されて、前記シリンダブロックの回転中心軸が前記駆動シャフトに対して傾斜するように前記シリンダブロックを支持するセンタシャフトと、前記シリンダブロックにおける前記センタ穴の周囲に形成され、前記シリンダブロックにおける周方向に互いに離間して前記シリンダブロックの軸方向に延在する複数のシリンダ穴と、基端側が前記駆動ディスクに揺動可能に支持されると共に、先端側が前記複数のシリンダ穴にそれぞれ挿入される複数のピストンと、前記シリンダブロックの回転に伴い前記シリンダ穴に対して交互に連通する吸入ポート及び吐出ポートを有する弁板とを備え、前記複数のピストンの各々は、基端側から先端側に向かって径寸法が徐々に拡大するテーパ軸部と、前記テーパ軸部の先端側に形成され、前記シリンダ穴の内面に対して摺動する小球部と、前記小球部より先端側に形成され、ピストンリングを装着したリング溝とを有し、前記シリンダ穴が前記吸入ポートに連通する吸入行程の一定区間と前記シリンダ穴が前記吐出ポートに連通する吐出行程の一定区間にて、前記ピストンが前記シリンダ穴に対し大きく傾いて前記ピストンの前記テーパ軸部が前記シリンダ穴の内面に接触するように構成された斜軸式アキシャルピストンポンプにおいて、前記複数のピストンの各々は、前記小球部と前記リング溝の間であって前記シリンダ穴の内面との摺動範囲外に形成され、前記ピストンリングの一端面と接触する前記リング溝の一側面を構成する一端面を有する供給流量調整部を更に有し、前記供給流量調整部は、前記ピストンが前記シリンダ穴に対し最も大きく傾いたときに、前記供給流量調整部の前記一端面の外縁が全周に亘って前記ピストンリングの前記一端面の外縁より径方向内側に位置して、前記ピストンリングの前記一端面と前記供給流量調整部の前記一端面との接触範囲における全ての半径方向の幅が前記ピストンリングの前記一端面の半径方向の幅より小さくなるように構成され、前記小球部は、前記ピストンの軸方向断面における表面の輪郭が、所定の曲率を有する曲線であり、かつ前記ピストンの軸方向に垂直な線に対し線対称であり、当該曲線の中心が半径方向外側に突出した形状になるように構成されており、前記供給流量調整部は、前記小球部における当該線対称の範囲の外側に形成されている。

10

20

【発明の効果】

30

【0012】

本発明によれば、ピストンの小球部の耐荷重性及び耐焼付性の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の一実施形態における斜軸式アキシャルピストンポンプの構造を表す断面図である。

【図2】本発明の一実施形態におけるピストンの構造を表す断面図である。

【図3】図1中断面矢視III-IIIによる断面図であり、本発明の一実施形態における複数のピストンの状態を表す。

【図4】図3中断面矢視IV-IVによる断面図であり、本発明の一実施形態における吐出行程の接触区間中のピストンの状態を表す。

40

【図5】従来技術におけるピストンの構造を表す部分拡大断面図である。

【図6】従来技術における吐出行程の接触区間中のピストンのリング溝の一側面とピストンリングの一端面との位置関係を表す部分拡大断面図である。

【図7】従来技術における吐出行程の接触区間中のピストンのリング溝の一側面とピストンリングの一端面との接触範囲を表す図である。

【図8】本発明の一実施形態におけるピストンの構造を表す部分拡大断面図である。

【図9】本発明の一実施形態における吐出行程の接触区間中のピストンのリング溝の一側面とピストンリングの一端面との位置関係を表す部分拡大断面図である。

【図10】本発明の一実施形態における吐出行程の接触区間中のピストンのリング溝の一

50

側面とピストンリングの一端面との接触範囲を表す図である。

【図 1 1】本発明の一変形例におけるピストンの構造を表す部分拡大断面図である。

【図 1 2】本発明の他の変形例におけるピストンの構造を表す部分拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の一実施形態の斜軸式アキシャルピストンポンプを、油圧ショベル等の建設機械に搭載されて固定容量型の油圧ポンプとして使用される場合を例にとり、図面を参照しつつ説明する。

【0015】

まず、本実施形態の斜軸式アキシャルピストンポンプの構造について、図 1 ~ 図 3 を用いて説明する。図 1 は、本実施形態における斜軸式アキシャルピストンポンプの構造を表す断面図である。図 2 は、本実施形態におけるピストンの構造を表す断面図である。図 3 は、図 1 中断面矢視 III - III による断面図（但し、便宜上、ケーシング及びセンタシャフト等を図示せず）であり、本実施形態における複数のピストンの状態を表す。

10

【0016】

本実施形態の斜軸式アキシャルピストンポンプは、ケーシング 1、駆動シャフト 2、駆動ディスク 3、シリンダブロック 4、センタシャフト 5、複数（本実施形態では 7 つ）のピストン 6、及び弁板 7 を備えている。

【0017】

ケーシング 1 は、ケーシング本体 8 とヘッドケーシング 9 で構成されており、ヘッドケーシング 9 には、吸入流路（図示せず）及び吐出流路（図示せず）が形成されている。弁板 7 は、ヘッドケーシング 9 の内側に固定されており、前述した吸入流路に連通する吸入ポート 10（図 3 参照）と、前述した吐出流路に連通する吐出ポート 11（図 3 参照）とを有している。

20

【0018】

駆動シャフト 2 は、ケーシング本体 8 内に複数の軸受 12 で回転可能に支持されている。駆動シャフト 2 の一端側（図 1 の右側）は、ケーシング本体 8 外へ延出しており、図示しない原動機（詳細には、エンジン又は電動モータ等）に接続されている。ケーシング本体 8 内に位置する駆動シャフト 2 の他端側（図 1 の左側）には、駆動ディスク 3 が一体的に設けられている。したがって、駆動シャフト 2 及び駆動ディスク 3 は、原動機によって回転するようになっている。

30

【0019】

駆動ディスク 3 の回転中心には、半球状の窪み部 13 が形成され、駆動ディスク 3 の窪み部 13 の周囲には、複数（本実施形態では 7 つ）の半球状の窪み部 14 が形成されている。複数の窪み部 14 は、駆動ディスク 3 の回転中心を中心として所定の半径を有する円周上に配置され、周方向に所定の間隔で互いに離間されている。

【0020】

シリンダブロック 4 には、その回転中心軸に沿ってセンタ穴 15 が形成され、シリンダブロック 4 におけるセンタ穴 15 の周囲には、シリンダブロック 4 の軸方向に延在する複数（本実施形態では 7 つ）のシリンダ穴 16 が形成されている。複数のシリンダ穴 16 は、シリンダブロック 4 の回転中心を中心として所定の半径を有する円周上に配置され、周方向に所定の間隔で互いに離間されている。

40

【0021】

センタシャフト 5 の一端側（図 1 の右側）には球形部 17 が形成されており、この球形部 17 が駆動ディスク 3 の窪み部 13 に嵌合されている。これにより、センタシャフト 5 の一端側が駆動ディスク 3 の回転中心に揺動可能に支持されている。センタシャフト 5 の他端側（図 1 の左側）は、シリンダブロック 4 のセンタ穴 15 に嵌合されている。センタシャフト 5 の他端側にはバネ収容穴 18 が形成され、このバネ収容穴 18 にバネ 19 が設けられている。バネ 19 は、弁板 7 に対してシリンダブロック 4 が摺動可能なようにシリンダブロック 4 を押し付けている。したがって、センタシャフト 5 は、シリンダブロック 4

50

の回転中心軸が駆動シャフト 2 に対して傾斜するように、シリンダブロック 4 を支持している。

【 0 0 2 2 】

各ピストン 6 の基端側（図 1 の右側）には大球部 2 0 が形成されており、この大球部 2 0 が駆動ディスク 3 の窪み部 1 4 に嵌合されている。これにより、各ピストン 6 の基端側が駆動ディスク 3 に揺動可能に支持されている。各ピストン 6 の先端側（図 1 の左側）は、各シリンダ穴 1 6 に挿入されている。

【 0 0 2 3 】

シリンダブロック 4 は、上述したセンタシャフト 5 及びピストン 6 を介して駆動ディスク 3 に接続されている。そのため、駆動シャフト 2 及び駆動ディスク 3 と共に、シリンダブロック 4 が回転する。これに伴い、各シリンダ穴 1 6 と駆動ディスク 3 との距離が変化して、各シリンダ穴 1 6 内のピストン 6 が往復するようになっている。

10

【 0 0 2 4 】

シリンダ穴 1 6 内のピストン 6 が駆動ディスク 3 側に移動したときに、弁板 7 の吸入ポート 1 0 及びヘッドケーシングの吸入流路を介してシリンダ穴 1 6 に油（作動液体）が吸入される（吸入行程）。その後、シリンダ穴 1 6 内のピストン 6 が弁板 7 側に移動したときに、弁板 7 の吐出ポート 1 1 及びヘッドケーシングの吐出流路を介してシリンダ穴 1 6 から圧油が吐出される（吐出行程）。すなわち、吸入ポート 1 0 及び吐出ポート 1 1 は、シリンダブロック 4 の回転に伴い、シリンダ穴 1 6 に対して交互に連通する。吸入行程では、シリンダ穴 1 6 が吸入ポート 1 0 に連通し、吐出行程では、シリンダ穴 1 6 が吐出ポート 1 1 に連通する。

20

【 0 0 2 5 】

各ピストン 6 は、基端側から先端側に向かって径寸法が徐々に拡大するテーパ軸部 2 1 と、テーパ軸部 2 1 の基端側に形成された大球部 2 0 と、テーパ軸部 2 1 の先端側に形成され、シリンダ穴 1 6 の内面に対して摺動する（言い換えれば、シリンダ穴 1 6 の内面との摺動範囲に形成された）小球部 2 2 とを有している。

【 0 0 2 6 】

上述した通り、シリンダブロック 4 の回転中心軸は、駆動シャフト 2 及び駆動ディスク 3 に対し傾斜している。そのため、ピストン 6 の回転位置に応じて、ピストン 6 の基端側と先端側で角速度差が生じる。ピストン 6 のテーパ軸部 2 1 は、この角速度差に対応するための遊びの部分である。ピストン 6 は、その回転位置に応じてシリンダ穴 1 6 に対する傾きが変化し、大きく傾いたときに、小球部 2 2 だけでなく、テーパ軸部 2 1 もシリンダ穴 1 6 の内面と接触する。そして、7 つのピストン 6 のうちの、2 つのピストン 6 は、それらのテーパ軸部 2 1 がシリンダ穴 1 6 の内面（詳細には、駆動ディスク 3 側の開口の縁部）と接触することで、駆動ディスク 3 の回転力をシリンダブロック 4 に伝達するようになっている。

30

【 0 0 2 7 】

シリンダ穴 1 6 に対するピストン 6 の傾きが小さくて、ピストン 6 のテーパ軸部 2 1 がシリンダ穴 1 6 の内面に接触しないときのピストン 6 の回転位置の範囲を、「非接触区間」と称し、シリンダ穴 1 6 に対するピストン 6 の傾きが大きくて、ピストン 6 のテーパ軸部 2 1 がシリンダ穴 1 6 の内面に接触するときのピストン 6 の回転位置の範囲を、「接触区間」と称す。図 3 で示すように、ピストン 6 は、吸入行程の非接触区間から吸入行程の接触区間に移行し、その後、吸入行程の非接触区間に移行する。また、ピストン 6 は、吐出行程の非接触区間から吐出行程の接触区間に移行し、その後、吐出行程の非接触区間に移行する。

40

【 0 0 2 8 】

なお、ピストン 6 が弁板 7 に最も近づくとときのピストン 6 の回転位置を 0 度（上死点）とし、ピストン 6 が弁板 7 から最も離れるときのピストン 6 の回転位置を 1 8 0 度（下死点）とすれば、吸入行程の接触区間は、例えば 4 0 度～7 0 度の範囲である。吐出行程の接触区間は、例えば 2 2 0 度～2 5 0 度の範囲である。

50

## 【 0 0 2 9 】

各ピストン 6 は、小球部 2 2 より先端側に形成されたリング溝 2 3 を更に有し、リング溝 2 3 にはピストンリング 2 4 が装着されている。ピストンリング 2 4 は、図示しないものの、周方向の一部が切断されており、弾性変形してピストン 6 のリング溝 2 3 に着脱可能となっている。

## 【 0 0 3 0 】

ピストンリング 2 4 は、絞り機能を有している。シリンダ穴 1 6 内の圧油の作用により、ピストンリング 2 4 の外周面が全周に亘ってシリンダ穴 1 6 の内面と接触すると共に、ピストンリング 2 4 の一端面 2 5 が全周に亘ってリング溝 2 3 の一側面と接触する（後述の図 4 等参照）。そして、シリンダ穴 1 6 内の圧油の一部は、前述した接触部分を通過する際に減圧されて、ピストン 6 の小球部 2 2 に供給される。これにより、ピストン 6 の小球部 2 2 とシリンダ穴 1 6 の内面との隙間には、油膜（液膜）が形成されるようになっている。

10

## 【 0 0 3 1 】

ピストン 6 の軸方向断面における小球部 2 2 の表面の輪郭は、所定の曲率を有する曲線であり、且つ、ピストン 6 の軸方向に垂直な線 M 1 に対し線対称であって、その中心が半径方向外側に突出した形状である（後述の図 8 等参照）。また、ピストン 6 の軸方向断面におけるピストンリング 2 4 の外周面の輪郭は、所定の曲率を有する曲線であり、且つ、ピストン 6 の軸方向に垂直な線 M 2 に対し線対称であって、その中心が半径方向外側に突出した形状である（後述の図 8 等参照）。

20

## 【 0 0 3 2 】

次に、本実施形態のピストン 6 の小球部 2 2 で生じる力について、図 4 を用いて説明する。図 4 は、図 3 中断面矢視 IV - IV による断面図であり、本実施形態における吐出行程の接触区間中のピストンの状態を表す。

## 【 0 0 3 3 】

本実施形態のピストン 6 の小球部 2 2 で生じる力は、3 つある。1 つ目は、ピストン 6 に作用する遠心力（詳細には、シリンダブロック 4 の半径方向の外側へ向いた力）の分力 F 1 である。

## 【 0 0 3 4 】

2 つ目は、吐出行程にて、シリンダ穴 1 6 内の圧油の一部がピストンリング 2 4 を介し減圧されてピストン 6 の小球部 2 2 に供給されており、その油圧荷重によって生じる力である。詳しく説明すると、ピストン 6 の傾斜方向の一方側（図 4 の下側）では、シリンダ穴 1 6 の内面に対してピストン 6 の小球部 2 2 が接触しておらず、シリンダ穴 1 6 の内面とピストン 6 との隙間が大きく、この隙間の油圧が作用するピストン 6 の範囲が大きくなる。ピストン 6 の傾斜方向の反対側（図 4 の上側）では、シリンダ穴 1 6 の内面に対してピストン 6 の小球部 2 2 が接触しており、シリンダ穴 1 6 の内面とピストン 6 の小球部 2 2 との隙間が小さく、この隙間の油圧が作用するピストン 6 の範囲が小さくなる。そのため、ピストン 6 の傾斜方向の一方側からの油圧荷重と反対側からの油圧荷重との差分である力（以降、油圧荷重の分力 F 2 という）が生じる。

30

## 【 0 0 3 5 】

3 つ目は、ピストン 6 のテーパ軸部 2 1 とシリンダ穴 1 6 の内面との接触時にピストン 6 のテーパ軸部 2 1 に作用する回転力 F a に対し、ピストン 6 の小球部で生じる分力 F 3 である。なお、前述した回転力 F a は、ピストン 6 の小球部で生じる分力 F 3 とピストン 6 の大球部 2 0 で生じる分力 F b に分配される。そのため、シリンダ穴 1 6 と駆動ディスク 3 の間の距離 L が大きくなるほど、回転力 F a に対する分力 F 3 の割合が大きくなり、回転力 F a に対する分力 F b の割合が小さくなる。

40

## 【 0 0 3 6 】

吸入行程の非接触区間中のピストン 6 の小球部 2 2 で生じる力は、遠心力の分力 F 1 のみである。吐出行程の非接触区間中のピストン 6 の小球部 2 2 で生じる力は、遠心力の分力 F 1 と油圧荷重の分力 F 2 である。吸入行程の接触区間中のピストン 6 の小球部 2 2 で生

50

じる力は、遠心力の分力  $F_1$  と回転力の分力  $F_3$  である。吐出行程の接触区間中のピストン 6 の小球部 22 で生じる力は、遠心力の分力  $F_1$  と油圧荷重の分力  $F_2$  と回転力の分力  $F_3$  である（図 4 参照）。なお、吐出行程の接触区間では、吐出行程の非接触区間と比べ、ピストン 6 の傾きが大きいため、ピストン 6 の傾斜方向の一方側からの油圧荷重と反対側からの油圧荷重との差分が大きい。すなわち、吐出行程の接触区間中のピストン 6 の小球部 22 で生じる油圧荷重の分力  $F_2$  は、吐出行程の非接触区間中のピストン 6 の小球部 22 で生じる油圧荷重の分力  $F_2$  より大きい。また、吐出行程の接触区間中のピストン 6 の小球部 22 で生じる回転力の分力  $F_3$  は、吸入行程の接触区間中のピストン 6 の小球部 22 で生じる回転力の分力  $F_3$  より大きい。

【0037】

したがって、吐出行程の接触区間中のピストン 6 の小球部 22 で生じる力が最も大きい。そのため、ピストン 6 の小球部 22 の耐焼付性及び耐荷重性を高めるためには、吐出行程の接触区間に着目して、ピストン 6 の小球部 22 とシリンダ穴 16 の内面との隙間における油膜の形成を促進することが好ましい。別の言い方をすれば、ピストン 6 がシリンダ穴 16 に対し最も大きく傾いたときに着目して、ピストン 6 の小球部 22 とシリンダ穴 16 の内面との隙間における油膜の形成を促進することが好ましい。具体的には、ピストンリング 24 を介しピストン 6 の小球部 22 に供給する油の量を高めることが好ましい。そのため、本実施形態のピストン 6 は、小球部 22 とリング溝 23 の間であってシリンダ穴 16 の内面との摺動範囲外（本実施形態では、小球部 22 の線対称範囲の外側）に形成された供給流量調整部 26 を更に有している。

【0038】

次に、従来技術のピストンと比較しながら、本実施形態のピストンの構造及び作用効果を説明する。

【0039】

図 5 は、従来技術におけるピストンの構造を表す部分拡大断面図であり、図 2 の A 部に対応する。図 6 は、従来技術における吐出行程の接触区間中のピストンのリング溝の一端面とピストンリングの一端面との位置関係を表す部分拡大断面図であり、図 4 の B 部に対応する。図 7 は、従来技術における吐出行程の接触区間中のピストンのリング溝の一端面とピストンリングの一端面との接触範囲を表す図である。

【0040】

従来技術のピストン 100 は、小球部 22 とリング溝 23 の間に供給流量調整部 26 を備えていない。すなわち、小球部 22 の一端面 101 が、ピストンリング 24 の一端面 25 と接触するリング溝 23 の一端面を構成している。そして、図 5 で示すように、ピストン 100 がシリンダ穴 16 に対し傾いていないときに、小球部 22 の一端面 101 の外縁が全周に亘ってピストンリング 24 の一端面 25 の外縁と同じ径方向位置となる。

【0041】

ピストン 100 がシリンダ穴 16 に対し最も大きく傾いたときに、ピストン 100 の傾斜方向の一方側では、小球部 22 の一端面 101 の外縁がピストンリング 24 の一端面 25 の外縁より径方向内側に位置し、且つピストンリング 24 の一端面 25 の内縁より径方向外側に位置する（上述の図 4 参照）。しかし、図 6 で示すように、ピストン 100 の傾斜方向の反対側では、小球部 22 の一端面 101 の外縁がピストンリング 24 の一端面 25 の外縁より径方向外側に位置する。

【0042】

そのため、図 7 で示す接触範囲  $S_1$ （図中ハッチングで示す範囲）にて、ピストンリング 24 の一端面 25 と小球部 22 の一端面 101 が接触する。詳しく説明すると、ピストン 100 の傾斜方向の一方側（図 7 の下側）における接触範囲  $S_1$  の半径方向の幅は、ピストンリング 24 の一端面 25 の半径方向の幅より小さい。一方、ピストン 100 の傾斜方向の反対側（図 7 の上側）における接触範囲  $S_1$  の半径方向の幅は、ピストンリング 24 の一端面 25 の半径方向の幅と同じになる。

【0043】

10

20

30

40

50

図 8 は、本実施形態におけるピストンの構造を表す部分拡大断面図であり、図 2 の A 部に対応する。図 9 は、本実施形態における吐出行程の接触区間中のピストンのリング溝の一側面とピストンリングの一端面との位置関係を表す部分拡大断面図であり、図 4 の B 部に対応する。図 10 は、本実施形態における吐出行程の接触区間中のピストンのリング溝の一端面とピストンリングの一端面との接触範囲を表す図である。

【 0 0 4 4 】

本実施形態のピストン 6 は、小球部 2 2 とリング溝 2 3 の間に供給流量調整部 2 6 を備えている。すなわち、供給流量調整部 2 6 の一端面 2 7 が、ピストンリング 2 4 の一端面 2 5 と接触するリング溝 2 3 の一側面を構成している。供給流量調整部 2 6 は、小球部 2 2 に連続するものの、ピストン 6 の先端側に向かうに従って径寸法が徐々に小さくなるように構成されている。本実施形態では、ピストン 6 の軸方向断面における供給流量調整部 2 6 の表面の輪郭は、ピストン 6 の軸方向断面における小球部 2 2 の表面の輪郭と同じ曲率を有する曲線である。そして、図 8 で示すように、ピストン 6 がシリンダ穴 1 6 に対し傾いていないときに、供給流量調整部 2 6 の一端面 2 7 が全周に亘ってピストンリング 2 4 の一端面 2 5 の外縁より径方向内側に位置し、且つピストンリング 2 4 の一端面 2 5 の内縁より径方向外側に位置する。

10

【 0 0 4 5 】

また、ピストン 6 がシリンダ穴 1 6 に対し最も大きく傾いたときも、供給流量調整部 2 6 の一端面 2 7 の外縁が全周に亘ってピストンリング 2 4 の一端面 2 5 の外縁より径方向内側に位置し、且つピストンリング 2 4 の一端面 2 5 の内縁より径方向外側に位置する。すなわち、従来技術とは異なり、図 9 で示すように、ピストン 6 の傾斜方向の反対側では、供給流量調整部 2 6 の一端面 2 7 の外縁がピストンリング 2 4 の一端面 2 5 の外縁より径方向内側に位置し、且つピストンリング 2 4 の一端面 2 5 の内縁より径方向外側に位置する。

20

【 0 0 4 6 】

そのため、図 10 で示す接触範囲 S 2 ( 図中ハッチングで示す範囲 ) にて、ピストンリング 2 4 の一端面 2 5 と供給流量調整部 2 6 の一端面 2 7 が接触する。詳しく説明すると、ピストンリング 2 4 の一端面 2 5 と供給流量調整部 2 6 の一端面 2 7 との接触範囲 S 2 における全ての半径方向の幅が、ピストンリング 2 4 の一端面 2 5 の半径方向の幅より小さくなる。別の言い方をすれば、接触範囲 S 2 の各半径方向の幅が、対応する従来技術の接触範囲 S 1 の各半径方向の幅より小さくなる。

30

【 0 0 4 7 】

そのため、本実施形態では、従来技術と比べ、ピストン 6 の小球部 2 2 に供給する油の量を高めることができる。これにより、ピストン 6 の小球部 2 2 とシリンダ穴 1 6 の内面との隙間における油膜の形成を促進することができ、特に、ピストン 6 の小球部 2 2 のうちのピストン 6 の傾斜方向の反対側 ( 言い換えれば、シリンダ穴 1 6 と接触する部分 ) における油膜の圧力を高めることができる。また、供給流量調整部 2 6 があることで、受圧面積を大きくすることができる。したがって、ピストン 6 の小球部 2 2 の耐荷重性及び耐焼付性の向上を図ることができる。

【 0 0 4 8 】

なお、上記一実施形態において、ピストン 6 の軸方向断面における供給流量調整部 2 6 の表面の輪郭は、ピストン 6 の軸方向断面における小球部 2 2 の表面の輪郭と同じ曲率を有する曲線である場合を例にとって説明したが、これに限られず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で変形が可能である。例えば図 11 で示す変形例のように、ピストン 6 の軸方向断面における供給流量調整部 2 6 A の表面の輪郭は、ピストン 6 の軸方向断面における小球部 2 2 の表面の輪郭と異なる曲率を有する曲線であってもよい。また、例えば図 12 で示す変形例のように、ピストン 6 の軸方向断面における供給流量調整部 2 6 B の表面の輪郭は、直線であってもよい。これらの変形においても、上記同様の効果を得ることができる。

40

【 0 0 4 9 】

50

また、上記一実施形態等において、ピストンリング24は、ピストン6の小球部22より先端側だけに設けられた場合を例にとって説明したが、これに限られず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で変形が可能である。すなわち、ピストンリング24は、ピストン6の小球部22より先端側だけでなく、基端側にも設けられてもよい。

【0050】

また、上記一実施形態等において、斜軸式アキシャルピストンポンプは、7つのピストン6を備えた場合を例にとって説明したが、これに限られず、例えば5つ又は9つのピストン6を備えてもよい。

【0051】

また、上記一実施形態等において、斜軸式アキシャルピストンポンプは、固定容量型の油圧ポンプとして使用される（言い換えれば、作動液体として油を用いる）場合を例にとって説明したが、これに限られない。斜軸式アキシャルピストンポンプは、作動液体として油以外のものを用いてもよい。また、斜軸式アキシャルピストンポンプは、可変容量型であってよい。

10

【符号の説明】

【0052】

- 1 ケーシング
- 2 駆動シャフト
- 3 駆動ディスク
- 4 シリンダブロック
- 5 センタシャフト
- 6 ピストン
- 7 弁板
- 10 吸入ポート
- 11 吐出ポート
- 16 シリンダ穴
- 21 テーパ軸部
- 22 小球部
- 23 リング溝
- 24 ピストンリング
- 25 ピストンリングの一端面
- 26, 26A, 26B 供給流量調整部
- 27 供給流量調整部の一端面

20

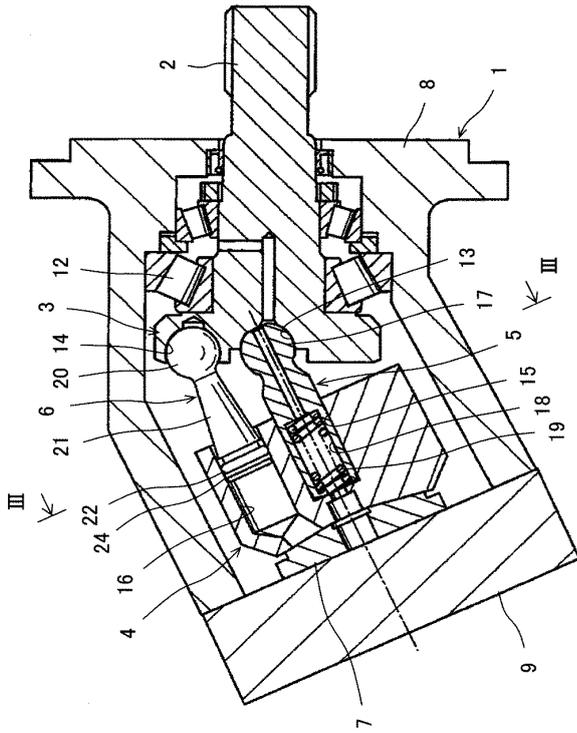
30

40

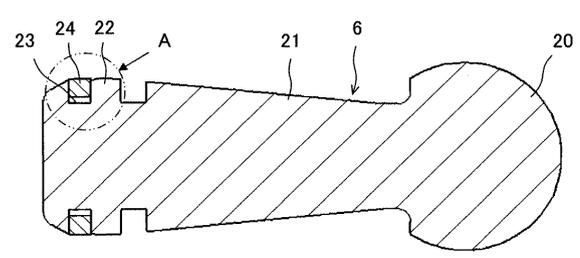
50

【図面】

【図 1】



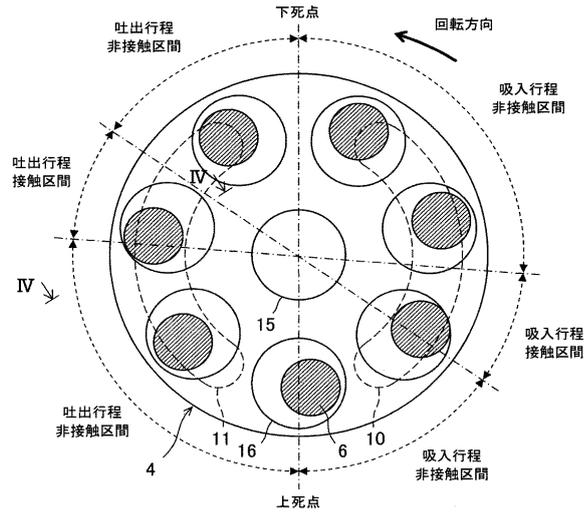
【図 2】



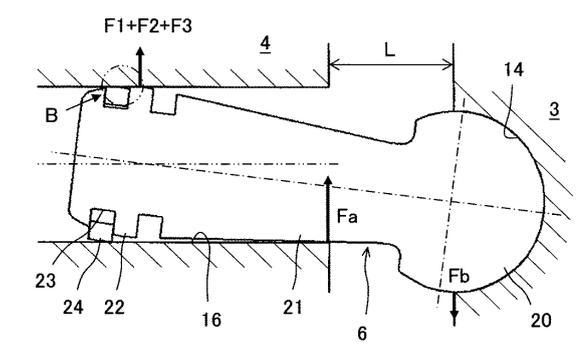
10

20

【図 3】



【図 4】



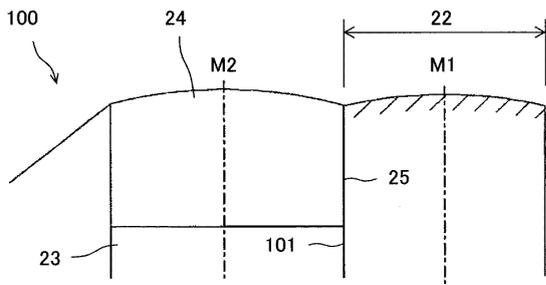
30

40

50

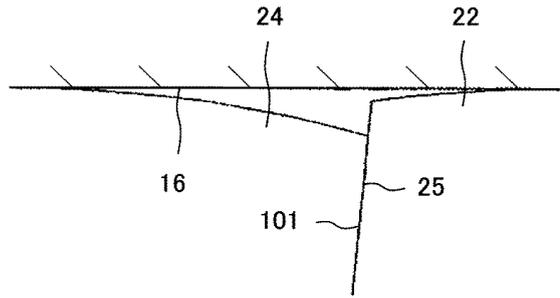
【図5】

従来技術



【図6】

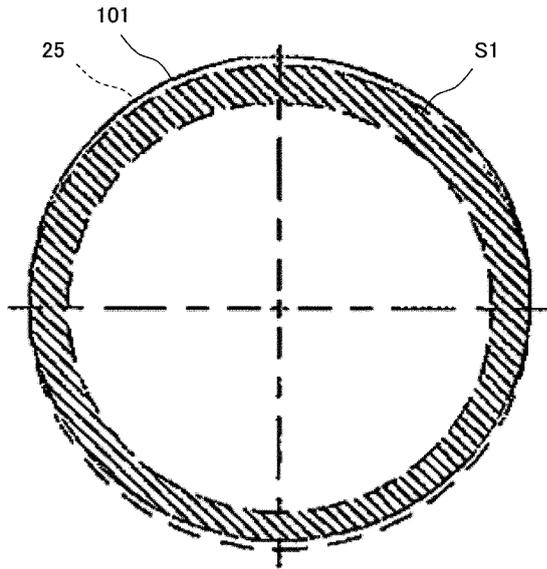
従来技術



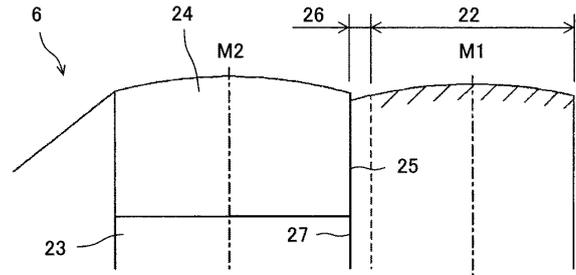
10

【図7】

従来技術



【図8】



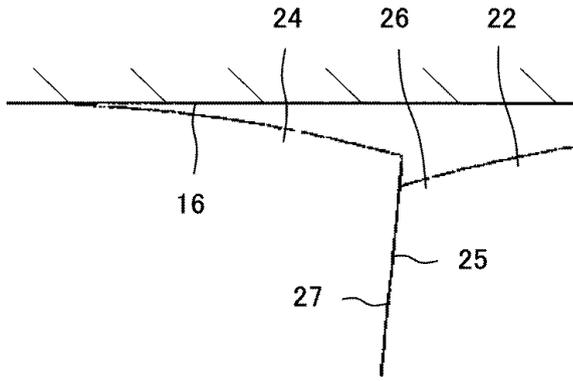
20

30

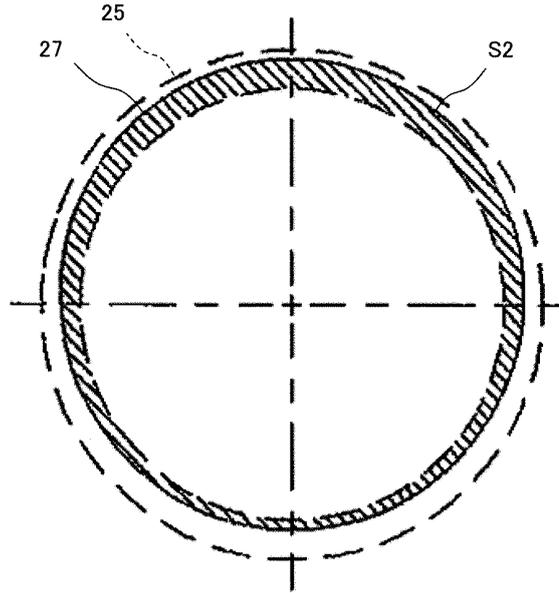
40

50

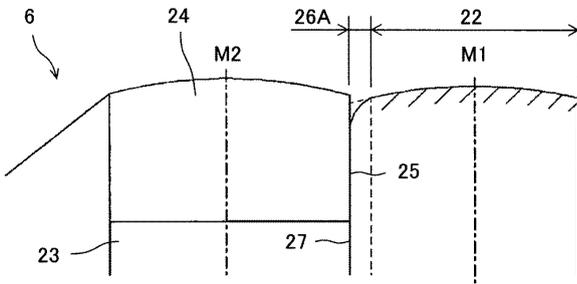
【図 9】



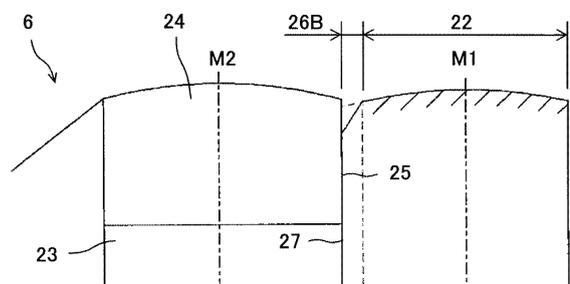
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

茨城県土浦市神立町 6 5 0 番地 日立建機株式会社 土浦工場内  
(72)発明者 鈴木 基司  
茨城県土浦市神立町 6 5 0 番地 日立建機株式会社 土浦工場内  
審査官 大瀬 円  
(56)参考文献 特開昭 5 0 - 0 8 4 9 0 7 ( J P , A )  
特開 2 0 1 8 - 1 3 5 8 3 8 ( J P , A )  
中国実用新案第 2 0 5 4 4 5 9 2 6 ( C N , U )  
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
F 0 4 B 1 / 2 4