

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6097134号
(P6097134)

(45) 発行日 平成29年3月15日(2017.3.15)

(24) 登録日 平成29年2月24日(2017.2.24)

(51) Int.Cl.		F I	
F 0 4 B	1/04	(2006.01)	F O 4 B 1/04
F 0 3 D	9/28	(2016.01)	F O 3 D 9/28
F 0 3 C	1/04	(2006.01)	F O 3 C 1/04

請求項の数 11 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2013-93262 (P2013-93262)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成25年4月26日(2013.4.26)		三菱重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2014-214683 (P2014-214683A)		東京都港区港南二丁目16番5号
(43) 公開日	平成26年11月17日(2014.11.17)	(74) 代理人	110000785
審査請求日	平成27年6月15日(2015.6.15)		誠真 I P 特許業務法人
		(72) 発明者	佐々木 将志
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
		(72) 発明者	吉見 壮司
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
		審査官	加藤 一彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ラジアルピストン式油圧機械及び油圧トランスミッション、並びに風力発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ラジアルピストン式の油圧機械であって、
 前記油圧機械の半径方向に沿って配置された複数のピストンと、
 前記複数のピストンのそれぞれに回転自在に設けられた複数のローラと、
 前記複数のローラに当接するカム面を有するカムとを備え、
 前記カムは、前記油圧機械の回転軸を中心として前記ローラに対して相対的に回転可能に構成され、

前記カム面の研磨方向は、前記回転軸に沿った方向、又は、前記回転軸に対して傾斜した第1方向および該第1方向と交わり且つ前記回転軸に対して傾斜した第2方向であることを特徴とするラジアルピストン式の油圧機械。

【請求項 2】

ラジアルピストン式の油圧機械であって、
 前記カム面と前記ローラとの間にすべりが生じないように、前記カム面に対する前記ローラの摩擦係数が、前記ピストンに対するローラの摩擦係数より大きく設定されることを特徴とする請求項1に記載のラジアルピストン式の油圧機械。

【請求項 3】

前記カム面には、複数のディンプルが形成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載のラジアルピストン式の油圧機械。

【請求項 4】

前記カム面は、ブリネル硬さが600以上であることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載のラジアルピストン式の油圧機械。

【請求項5】

前記カム面は、ブリネル硬さが800以下であることを特徴とする請求項4に記載のラジアルピストン式の油圧機械。

【請求項6】

前記カム面は、表面粗さRaが0.1以上0.3以下であることを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載のラジアルピストン式の油圧機械。

【請求項7】

ラジアルピストン式の油圧機械であって、
前記油圧機械の半径方向に沿って配置された複数のピストンと、
前記複数のピストンのそれぞれに回転自在に設けられた複数のローラと、
前記複数のローラに当接するカム面を有するカムとを備え、
前記カムは、前記油圧機械の回転軸を中心として前記ローラに対して相対的に回転可能に構成され、

10

前記カムは、前記ピストンがシリンダ内で往復動するサイクルのうち前記ピストン及びシリンダで囲まれる油圧室内の圧力が高圧となる期間に該油圧室に対応する前記ローラと接する前記カム面の高圧領域と、前記サイクルのうち前記油圧室内の圧力が低圧となる期間に該油圧室に対応する前記ローラと接する前記カム面の低圧領域とを含み、

前記高圧領域よりも前記低圧領域の表面粗さRaの方が大きいことを特徴とするラジアルピストン式の油圧機械。

20

【請求項8】

回転シャフトの回転によって駆動されるように構成された油圧ポンプと、
前記油圧ポンプで生成された圧油によって駆動されるように構成された油圧モータとを備える油圧トランスミッションであって、

前記油圧ポンプ及び前記油圧モータの少なくとも一方は、ラジアルピストン式の油圧機械であり、

前記油圧機械は、前記油圧機械の半径方向に沿って配置された複数のピストンと、前記複数のピストンのそれぞれに回転自在に設けられた複数のローラと、前記複数のローラに当接するカム面を有するカムとを備え、前記カムは、前記油圧機械の回転軸を中心として前記ローラに対して相対的に回転可能に構成され、前記カム面の研磨方向は、前記回転軸に沿った方向、又は、前記回転軸に対して傾斜した第1方向および該第1方向と交わり且つ前記回転軸に対して傾斜した第2方向であることを特徴とする油圧トランスミッション。

30

【請求項9】

前記カム面と前記ローラとの間にすべりが生じないように、前記カム面に対する前記ローラの摩擦係数が、前記ピストンに対するローラの摩擦係数より大きく設定されることを特徴とする請求項8に記載の油圧トランスミッション。

【請求項10】

少なくとも一本のブレードと、
前記少なくとも一本のブレードが取付けられるハブと、
前記ハブの回転によって駆動されるように構成された油圧ポンプと、
前記油圧ポンプで生成された圧油によって駆動されるように構成された油圧モータと、
前記油圧モータによって駆動される発電機とを備える風力発電装置であって、
前記油圧ポンプ及び前記油圧モータの少なくとも一方は、ラジアルピストン式の油圧機械であり、

40

前記油圧機械は、前記油圧機械の半径方向に沿って配置された複数のピストンと、前記複数のピストンのそれぞれに回転自在に設けられた複数のローラと、前記複数のローラに当接するカム面を有するカムとを備え、前記カムは、前記油圧機械の回転軸を中心として前記ローラに対して相対的に回転可能に構成され、前記カム面の研磨方向は、前記回転軸

50

に沿った方向、又は、前記回転軸に対して傾斜した第 1 方向および該第 1 方向と交わり且つ前記回転軸に対して傾斜した第 2 方向であることを特徴とする風力発電装置。

【請求項 1 1】

前記カム面と前記ローラとの間にすべりが生じないように、前記カム面に対する前記ローラの摩擦係数が、前記ピストンに対するローラの摩擦係数より大きく設定されることを特徴とする請求項 1 0 に記載の風力発電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ラジアルピストン式油圧機械及び油圧トランスミッション、並びに風力発電装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、複数のピストンが放射状に並んだラジアルピストン式の油圧機械が知られている。

例えば、特許文献 1 には、シリンダ内を往復運動するピストンと、ピストンに回転自在に取り付けられたローラと、ローラが転動するカム面を有するリングカムとを備えたラジアルピストン式油圧機械が開示されている。また、特許文献 2 には、風力発電装置のドライブレインとして機能するラジアルピストン式油圧機械も開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】英国特許出願公開第 2 4 8 4 8 9 0 号明細書

【特許文献 2】英国特許出願公開第 2 4 8 2 8 7 9 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、ラジアルピストン式油圧機械においては、カム面の劣化を抑制するために、ローラとカム面の間には潤滑油が供給されることがある。通常、カム面は、研磨によってローラとの摩擦が低減可能なように平滑に形成されているが、研磨で形成された微小な溝によって、カム面とローラとの間に保持されるべき潤滑油が流出してしまい、カム面とローラとの間に潤滑油を十分に保持できないことがある。そしてカム面の油膜が薄くなると表面損傷しやすくなり、カムの寿命が低下する可能性がある。

この点、特許文献 1 及び 2 には、ラジアルピストン式油圧機械においてローラがカム面を転動する構成については開示されているものの、カムとローラとの潤滑性については何ら開示されていない。

【0005】

本発明の少なくとも一実施形態の目的は、カム面とローラとの間の潤滑性を良好に維持し、カムの長寿命化を可能としたラジアルピストン式油圧機械及び油圧トランスミッション、並びに風力発電装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の少なくとも一実施形態に係る油圧機械は、ラジアルピストン式の油圧機械であって、前記油圧機械の半径方向に沿って配置された複数のピストンと、前記複数のピストンのそれぞれに回転自在に設けられた複数のローラと、前記複数のローラに当接するカム面を有するカムとを備え、前記カムは、前記油圧機械の回転軸を中心として前記ローラに対して相対的に回転可能に構成され、

前記カム面の研磨方向は、前記回転軸の回転方向とは異なっている。

【 0 0 0 7 】

上記油圧機械によれば、カム面とローラとの間に潤滑油を保持でき、カム面とローラの潤滑性を良好に維持することができる。

カム面の研磨方向が、回転軸の回転方向と一致する場合、研磨により形成された微小な溝の方向と、カム面に対するローラの転動方向とが一致する。そのため、カム面上をローラが転動する際、研磨によって生じた微小な溝に沿って潤滑油が逃げてしまい、カム面とローラとの接触部において油膜を十分に厚く保持することは難しい。そこで、上記油圧機械のようにカム面の研磨方向を回転軸の回転方向とは異ならせることにより、潤滑油が微小な溝の中に保持されることからカム面の油膜を確保でき、カム面とローラの潤滑性を良好に保つことができる。よって、カム面の劣化を抑制でき、カムの長寿命化を図ることができる。

10

なお、「カム面の研磨方向が回転軸の回転方向とは異なる」とは、回転軸の回転方向と一致する研磨方向を有しないという意味であって、研磨方向と認められる一以上の特定の方向をそもそも有しないような場合（研磨方向が等方性を有する場合）をも含む。

【 0 0 0 8 】

幾つかの実施形態では、前記カム面と前記ローラとの間にすべりが生じないように、前記カム面に対する前記ローラの摩擦係数が、前記ピストンに対するローラの摩擦係数より大きく設定される。

上記ラジアルピストン式油圧機械は、カム面上をローラが転動するように構成されるが、ローラがカム面上をすべってしまうことがあり、その場合、焼き付きやスミアリングが発生するおそれがある。そこで、上記実施形態のように、カム面とローラとの間にすべりが生じないように、カム面に対するローラの摩擦係数が、ピストンに対するローラの摩擦係数より大きく設定された構成とする。これにより、ローラがカム面を滑ることなく円滑に転動するようになり、焼き付きやスミアリング等の不具合の発生を防止できる。よって、カムのより一層の長寿命化が可能となる。

20

【 0 0 0 9 】

一実施形態において、前記カム面の研磨方向は、前記回転軸に沿った方向である。

これにより、カム面とローラとの接触部に確実に油膜を形成することができ、カムとローラの潤滑性を良好に保つことができる。

30

【 0 0 1 0 】

他の実施形態において、前記カム面の研磨方向は、前記回転軸に対して傾斜した第1方向と、該第1方向と交わり且つ前記回転軸に対して傾斜した第2方向とを含む。

これにより、カム面とローラとの接触部に確実に油膜を形成することができ、カムとローラの潤滑状態を良好に保つことができる。

【 0 0 1 1 】

さらに他の実施形態では、前記カム面の研磨方向は、等方性を有する。

これにより、カム面とローラとの接触部に確実に油膜を形成することができ、カムとローラの潤滑性を良好に保つことができる。

40

【 0 0 1 2 】

幾つかの実施形態において、前記カム面には、複数のディンプルが形成されている。

これにより、カム面に形成された複数のディンプルの内部に潤滑油が保持され、カム面とローラとの接触部に確実に油膜を形成することができ、カムとローラの潤滑性を良好に保つことができる。

【 0 0 1 3 】

一実施形態において、前記カム面は、ブリネル硬さが600以上である。

これにより、カム面を損傷しにくい構造とすることができ、カムのより一層の寿命向上が図れる。

【 0 0 1 4 】

一実施形態において、前記カム面は、ブリネル硬さが800以下である。

50

【 0 0 1 5 】

幾つかの実施形態において、前記カム面は、表面粗さ R_a が 0.1 以上 0.3 以下である。

一般に、2 物体間の接触部における摩耗を抑制するためには、表面を平滑にして潤滑性を向上させることが望ましいとされる。そのため、カム面の表面粗さ R_a が小さいほど、カムの寿命は長くなると考えられる。しかし、本発明者の知見によれば、カム面の表面粗さが 0.1 未満の場合、カム面とローラとの接触部における潤滑性は向上するものの、潤滑油をカム面に保持しにくくなり十分な油膜厚さを確保できなくなり、耐焼付き性が悪化してしまう可能性がある。一方、カム面の表面粗さが 0.3 を超える場合、油膜厚さは十分に確保できてもカム面とローラとの接触部における潤滑性は低下してしまう。そこで、

上記実施形態のように、カム面の表面粗さ R_a を 0.1 以上 0.3 以下とすることにより、カム面に十分な油膜厚さの潤滑油を保持して耐焼付き性を維持しながら、カム面とローラとの接触部における潤滑性を良好に維持できる。

10

【 0 0 1 6 】

幾つかの実施形態において、前記カムは、前記ピストンがシリンダ内で往復動するサイクルのうち前記ピストン及びシリンダで囲まれる油圧室内の圧力が高圧となる期間に該油圧室に対応する前記ローラと接する前記カム面の高圧領域と、前記サイクルのうち前記油圧室内の圧力が低圧となる期間に該油圧室に対応する前記ローラと接する前記カム面の低圧領域とを含み、前記高圧領域よりも前記低圧領域の表面粗さ R_a の方が大きい。

油圧室内からの作動油を用いてピストンとローラとの間の摺動部を潤滑する場合、ローラがカム面の高圧領域上に位置する間、ピストン - ローラ間の摺動部に作動油が確実に供給されてピストン - ローラ間の摩擦係数が大幅に低減される。一方、ローラがカム面の低圧領域上に位置する間、油圧室内の作動油の圧力が小さいためにピストン - ローラ間の摺動部に十分な作動油が供給されず、ピストン - ローラ間の摩擦係数は大きいままである。そのため、ローラがカム面の高圧領域上に位置するときと比べ、ローラがカム面の低圧領域上に位置するときの方がローラとカム面との間のすべりが発生しやすい。

20

そこで、カム面の高圧領域の表面粗さに比べて低圧領域の表面粗さを大きく設定することで、ローラとカム面（低圧領域）との間の摩擦係数を十分に確保し、ローラがカム面の低圧領域上に位置するときと生じやすいローラとカム面との間のすべりを防止できる。よって、すべりに起因したスミアリングや焼き付き等に対する耐久性を向上させることができる。また、カム面の表面粗さ R_a に分布を持たせて高圧領域の表面粗さを選択的に小さくすることで、カム面全体の表面粗さを均一に小さくする場合に比べて、過剰な設計を回避でき、油圧機械の大型化を防止できるとともに、油圧機械の信頼性を向上させることができる。

30

【 0 0 1 7 】

また、本発明の少なくとも一実施形態に係る油圧トランスミッションは、回転シャフトの回転によって駆動されるように構成された油圧ポンプと、前記油圧ポンプで生成された圧油によって駆動されるように構成された油圧モータとを備える油圧トランスミッションであって、

前記油圧ポンプ及び前記油圧モータの少なくとも一方は、ラジアルピストン式の油圧機械であり、

40

前記油圧機械は、前記油圧機械の半径方向に沿って配置された複数のピストンと、前記複数のピストンのそれぞれに回転自在に設けられた複数のローラと、前記複数のローラに当接するカム面を有するカムとを備え、前記カムは、前記油圧機械の回転軸を中心として前記ローラに対して相対的に回転可能に構成され、前記カム面の研磨方向は、前記回転軸の回転方向とは異なっている。

【 0 0 1 8 】

上記油圧トランスミッションによれば、カム面の研磨方向を回転軸の回転方向とは異ならせることにより、研磨で形成されたカム面の微小な溝の中に潤滑油が保持されることからカム面の油膜を確保でき、カム面とローラの潤滑性を良好に保つことができる。よって

50

、カム面の劣化を抑制でき、カムの長寿命化を図ることができる。

【 0 0 1 9 】

幾つかの実施形態では、前記カム面と前記ローラとの間にすべりが生じないように、前記カム面に対する前記ローラの摩擦係数が、前記ピストンに対するローラの摩擦係数より大きく設定される。

カム面とローラとの間にすべりが生じないように、カム面に対するローラの摩擦係数が、ピストンに対するローラの摩擦係数より大きく設定される構成とすれば、カム面とローラとの間のすべりを抑制できることから焼き付きやスミアリング等の不具合の発生を防止できる。よって、カムの長寿命化が図れる。

【 0 0 2 0 】

また、本発明の少なくとも一実施形態に係る風力発電装置は、
少なくとも一本のブレードと、
前記少なくとも一本のブレードが取付けられるハブと、
前記ハブの回転によって駆動されるように構成された油圧ポンプと、
前記油圧ポンプで生成された圧油によって駆動されるように構成された油圧モータと、
前記油圧モータによって駆動される発電機とを備える風力発電装置であって、
前記油圧ポンプ及び前記油圧モータの少なくとも一方は、ラジアルピストン式の油圧機械であり、

前記油圧機械は、前記油圧機械の半径方向に沿って配置された複数のピストンと、前記複数のピストンのそれぞれに回転自在に設けられた複数のローラと、前記複数のローラに当接するカム面を有するカムとを備え、前記カムは、前記油圧機械の回転軸を中心として前記ローラに対して相対的に回転可能に構成され、前記カム面の研磨方向は、前記回転軸の回転方向とは異なっている。

【 0 0 2 1 】

上記風力発電装置によれば、カム面の研磨方向を回転軸の回転方向とは異ならせることにより、研磨で形成されたカム面の微小な溝の中に潤滑油が保持されることからカム面の油膜を確保でき、カム面とローラの潤滑性を良好に保つことができる。よって、カム面の劣化を抑制でき、カムの長寿命化を図ることができる。

【 0 0 2 2 】

幾つかの実施形態では、前記カム面と前記ローラとの間にすべりが生じないように、前記カム面に対する前記ローラの摩擦係数が、前記ピストンに対するローラの摩擦係数より大きく設定される

カム面とローラとの間にすべりが生じないように、カム面に対するローラの摩擦係数が、ピストンに対するローラの摩擦係数より大きく設定される構成とすれば、カム面とローラとの間のすべりを抑制できることから焼き付きやスミアリング等の不具合の発生を防止できる。よって、カムの長寿命化が図れる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 3 】

本発明の少なくとも一実施形態によれば、カム面の研磨方向を回転軸の回転方向とは異ならせることにより、研磨で形成されたカム面の微小な溝の中に潤滑油が保持されることからカム面の油膜を確保でき、カム面とローラの潤滑性を良好に保つことができる。よって、カム面の劣化を抑制でき、カムの長寿命化を図ることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 4 】

【 図 1 】一実施形態に係る風力発電装置を示す図である。

【 図 2 】一実施形態に係る油圧機械の半径方向に沿った断面図である。

【 図 3 】一実施形態に係る油圧機械のシリンダ周辺の構造を示す断面図である。

【 図 4 】一実施形態に係るカム面の研磨方向を説明するためのカムの斜視図である。

【 図 5 】他の実施形態に係るカム面の研磨方向を説明するためのカムの斜視図である。

【 図 6 】（ A ）は一実施形態に係るピストンの断面図で、（ B ）は（ A ）に示すピストン

10

20

30

40

50

をカムの径方向内側から見た図である。

【図 7】(A) は一実施形態に係るカムプロファイル及び接触荷重を示すグラフで、(B) は一実施形態に係るカムプロファイル、カム/ローラ摩擦係数及びピストン/ローラ摩擦係数を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、添付図面に従って本発明の実施形態について説明する。ただし、この実施形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

【0026】

以下の実施形態では、油圧機械又は油圧トランスミッションが適用される装置の一例として風力発電装置について説明する。ただし、本発明の油圧機械又は油圧トランスミッションの用途は、例えば、潮流発電装置、海流発電装置、河流発電装置等の他の再生エネルギー発電装置であってもよいし、あるいは建設機械等の他の装置であってもよく、その用途は特に限定されない。

また、以下では、主として外向きカムを備えた油圧機械の実施形態について説明するが、油圧機械は内向きカムを備えていてもよく、その場合、下記内容の方向に関する記載を適宜逆方向に読み替えたものも本発明の実施形態に含まれる。さらに、以下では、主としてカムが回転する場合について例示しているが、カムは固定でシリンダ及びピストンが回転する構成としてもよい。

【0027】

図 1 は、一実施形態に係る風力発電装置を示す図である。同図に示すように、風力発電装置 1 は、少なくとも一本のブレード 2 及びハブ 4 で構成されるロータ 3 を備える。なお、ハブ 4 はハブカバー（スピナー）5 によって覆われていてもよい。

【0028】

一実施形態では、ロータ 3 には、回転シャフト 6 を介して油圧ポンプ 8 が連結される。油圧ポンプ 8 には、高圧油ライン 12 及び低圧油ライン 14 を介して油圧モータ 10 が接続される。具体的には、油圧ポンプ 8 の出口が高圧油ライン 12 を介して油圧モータ 10 の入口に接続され、油圧ポンプ 8 の入口が低圧油ライン 14 を介して油圧モータ 10 の出口に接続される。油圧ポンプ 8 は、回転シャフト 6 によって駆動されて作動油を昇圧し、高圧の作動油（圧油）を生成する。油圧ポンプ 8 で生成された圧油は高圧油ライン 12 を介して油圧モータ 10 に供給され、この圧油によって油圧モータ 10 が駆動される。油圧モータ 10 で仕事をした後の低圧の作動油は、油圧モータ 10 の出口と油圧ポンプ 8 の入口との間に設けられた低圧油ライン 14 を経由して、油圧ポンプ 8 に再び戻される。なお、本実施形態においては、油圧ポンプ 8 及び油圧モータ 10 を含んで油圧トランスミッションが構成される。

【0029】

油圧モータ 10 には発電機 16 が連結される。一実施形態では、発電機 16 は、電力系統に連系されるとともに、油圧モータ 10 によって駆動される同期発電機である。

【0030】

なお、回転シャフト 6 の少なくとも一部は、タワー 19 上に設置されたナセル 18 によって覆われている。一実施形態では、油圧ポンプ 8、油圧モータ 10 及び発電機 16 は、ナセル 18 の内部に設置される。

【0031】

幾つかの実施形態では、油圧ポンプ 8 又は油圧モータ 10 の少なくとも一方は、以下で説明するラジアルピストン式の油圧機械である。

【0032】

図 2 は、一実施形態に係る油圧機械の半径方向に沿った断面図である。図 3 は、一実施形態に係る油圧機械のシリンダ周辺の構造を示す断面図である。

【0033】

10

20

30

40

50

図 2 に示す油圧機械 20 は、複数のシリンダ 22 と、シリンダ 22 内にそれぞれ設けられる複数のピストン 24 と、ピストン 24 にそれぞれ設けられるローラ 26 とを備える。また、油圧機械 20 は、回転シャフト 30 と、回転シャフト 30 とともに回転するように構成されたカム 32 をさらに備える。

なお、図 2 及び 3 に示す例示的な実施形態では、回転シャフト 30 の外周側に環状の外向きカム 32 が設けられ、さらに外向きカム 32 の外周側にシリンダ 22、ピストン 24 及びローラ 26 が配置されている。ここで、外向きカムとは、ローラ 26 と接触するカム面を外周側に有するカムをいう。他の実施形態では、回転シャフト 30 の内周側に環状の内向きカム 32 が設けられ、さらに内向きカム 32 の内周側にシリンダ 22、ピストン 24 及びローラ 26 が配置される。ここで、内向きカムとは、ローラ 26 と接触するカム面を内周側に有するカムをいう。

10

【0034】

複数のシリンダ 22 は、シリンダブロック 21 内において油圧機械 20 の周方向に配列される。一実施形態では、図 3 に示すように、シリンダ 22 は、シリンダブロック 21 のスリーブ穴 21H に挿入されたシリンダスリーブ 23 によって形成される。他の実施形態では、シリンダ 22 は、シリンダスリーブ 23 を用いずにシリンダブロック 21 に直接形成される。なお、シリンダブロック 21 は、油圧機械 20 の周方向において複数のセグメント 21S に分割されていてもよい。

【0035】

各々のピストン 24 は、各々のシリンダ 22 内に摺動可能に設けられる。各ピストン 24 は、各シリンダ 22 によって案内され、シリンダ 22 の中心軸に沿って、下死点と上死点との間で往復運動するようになっている。ピストン 24 の往復運動の結果、各々のシリンダ 22 と各々のピストン 24 とで囲まれた油圧室 25 の容積は周期的に変化する。

20

【0036】

こうした油圧室 25 の周期的な容積変化を伴うピストン 24 の往復運動は、カム 32 の回転運動との間で運動モードが変換されるようになっている。

例えば、油圧機械 20 が油圧ポンプ 8 である場合、油圧機械 20 の回転シャフト 30 とともに回転するカム 32 の回転運動がピストン 24 の往復運動に変換され、油圧室 25 の周期的な容積変化が起こり、油圧室 25 で高圧の作動油（圧油）が生成される。これに対し、油圧機械 20 が油圧モータ 10 である場合、油圧室 25 への圧油の導入によってピストン 24 の往復運動が起こり、この往復運動がカム 32 の回転運動に変換される結果、カム 32 とともに油圧機械 20 の回転シャフト 30 が回転する。

30

こうして、カム 32 の働きにより、油圧機械 20 の回転シャフト 30 の回転エネルギー（機械的エネルギー）と作動油の流体エネルギーとの間でエネルギーが変換され、油圧機械 20 が油圧ポンプ 8 又は油圧モータ 10 としての所期の役割を果たすようになっている。

【0037】

各々のローラ 26 は、ローラ回転軸 A 周りに回転可能に各々のピストン 24 に係合しており、カム 32 のカム面 33 に当接している。カム 32 が回転シャフト 30 とともにカム中心 O（油圧機械 20 の中心軸）周りに回転すると、各々のローラ 26 はローラ回転軸 A 周りに回転しながら、カム 32 のカム面 33 上を走行する。

40

【0038】

カム 32 のカム面 33 は、油圧機械 20 の周方向に沿って並ぶ複数のローブ 34 によって形成される。各々のローブ 34 は、シリンダ 22 に向かって突出している。各々のローブ 34 は、一对の底点 38 と、該一对の底点 38 間に位置する 1 個の頂点 36 とを通る滑らかな曲線によって形成される。ローブ 34 の頂点 36 及び底点 38 は、油圧機械 20 の回転軸（rotation axis）O からの距離が最大又は最小となるカム面 33 上の位置であり、頂点 36 は底点 38 よりもシリンダ 22 寄りに位置する。ローブ 34 の頂点 36 は、ピストン 24 の往復運動の周期における上死点に対応するカム面 33 上の点である。一方、ローブ 34 の底点 38 は、ピストン 24 の往復運動の周期における下死点に対応するカム

50

面 3 3 上の点である。

図 2 及び 3 に示す例示的な実施形態では、外向きカム 3 2 の外周側にシリンダ 2 2 が配置されており、ローブ 3 4 の頂点 3 6 で外向きカム 3 2 の中心軸（油圧機械 2 0 の回転軸）O からの距離（カム径）が最大となり、ローブ 3 4 の底点 3 8 で中心軸 O からの距離（カム径）が最小となる。これに対し、内向きカムの内周側にシリンダ 2 2 が配置された他の実施形態では、ローブ 3 4 の頂点 3 6 で内向きカムの中心軸 O からカム面 3 3 までの距離は最小となり、ローブ 3 4 の底点 3 8 で内向きカムの中心軸 O からカム面 3 3 までの距離は最大となる。なお、各々のローブ 3 4 の頂点 3 6 及び底点 3 8 では、カム面 3 3 の法線が油圧機械 2 0 の半径方向と一致する。

【 0 0 3 9 】

幾つかの実施形態では、図 3 に示すように、油圧機械 2 0 は、各々の油圧室 2 5 と低压油ライン 1 4 との間に設けられる低压弁 4 0 と、各々の油圧室 2 5 と高压油ライン 1 2 との間に設けられる高压弁 5 0 とをさらに備える。油圧機械 2 0 が油圧ポンプである場合、低压弁 4 0 は低压油ライン 1 4 から油圧室 2 5 に低压の作動油を供給するために用いられ、高压弁 5 0 は油圧室 2 5 で生成された高压の作動油を高压ライン 1 2 に供給するために用いられる。

低压弁 4 0 は、図 3 に示すように、第 1 シート 4 1 と、第 1 シート 4 1 に当接可能な第 1 弁体 4 2 と、該第 1 弁体 4 2 に連結された第 1 ステム 4 4 と、第 1 ステム 4 4 を駆動するための磁力を生成するように構成されたソレノイド 4 6 と、第 1 弁体 4 2 を第 1 シート 4 1 とは反対側に付勢するための第 1 付勢部材 4 8 とを含むノーマルオープン式電磁弁であつてもよい。この場合、ソレノイド 4 6 を励磁すれば、ソレノイド 4 6 の磁力によって第 1 付勢部材 4 8 による付勢力に抗して第 1 ステム 4 4 が動き、第 1 弁体 4 2 が第 1 シート 4 1 に当接し、低压弁 4 0 は閉じられる。また、ソレノイド 4 6 を非励磁とすれば、第 1 付勢部材 4 8 による付勢力によって、第 1 ステム 4 4 が動いて第 1 弁体 4 2 が第 1 シート 4 1 から離れ、低压弁 4 0 は開かれる。なお、第 1 弁体 4 2 は、フェイス・シーリング・ポベット弁体であつてもよい。

一方、油圧機械 2 0 が油圧ポンプである場合、高压弁 5 0 は、図 3 に示すように、第 2 シート 5 1 と、第 2 シート 5 1 に当接可能な第 2 弁体 5 2 と、該第 2 弁体 5 2 を第 2 シート 5 1 側に付勢するための第 2 付勢部材 5 8 とを含むチェック弁であつてもよい。この場合、油圧室 2 5 内の圧力が上昇して第 2 弁体 5 2 の両側の圧力差が第 2 付勢部材 5 8 による付勢力を上回れば、該圧力差によって第 2 弁体 5 2 が第 2 シート 5 1 から離れ、高压弁 5 0 は開かれる。また、第 2 弁体 5 2 の両側の圧力差が第 2 付勢部材 5 8 による付勢力より小さければ、第 2 付勢部材 5 8 による付勢力によって第 2 弁体 5 2 が第 2 シート 5 1 に当接し、高压弁 5 0 は閉じられる。第 2 弁体 5 2 は、図 3 に示すような球形弁体であつてもよい。

【 0 0 4 0 】

図 4 は、一実施形態に係るカム面の研磨方向を説明するためのカムの斜視図である。

同図に示すように、一実施形態において、カム 3 2 のカム面 3 3 の研磨方向は、油圧機械 2 0 の回転軸 O の回転方向とは異なっている。ここで、研磨とは、機械的研磨、化学的研磨、電気的研磨、及びこれらの少なくとも 2 つを組み合わせた研磨を含む。

図 4 では一例として、カム面の研磨方向が油圧機械 2 0 の回転軸 O に沿った方向である場合を示している。なお、「カム面 3 3 の研磨方向が回転軸 O の回転方向とは異なる」とは、回転軸 O の回転方向と一致する研磨方向を有しないという意味であつて、研磨方向と認められる一以上の特定の方向をそもそも有しないような場合（研磨方向が等方性を有する場合）をも含む。例えば、カム 3 2 を機械的に研磨する場合、研削材を用いた研削工程によってカム 3 2 の形状が整えられた後、研磨材を用いた粗研磨、仕上げ研磨（例えばバフ研磨）を含む研磨工程がカム面 3 3 に施されることがある。研磨工程では、回転する研磨材をカム面 3 3 に当接させ、カム面 3 3 を平滑にする。その際、研磨方向（研磨材の回転方向）を、回転軸 O の回転方向とは異なる方向とする。なお、粗研磨や仕上げ研磨を含む複数の研磨工程を行う場合には、少なくともいずれかの研磨において、上記方向に研磨

10

20

30

40

50

材を動かし、最終的に、研磨によりカム面 3 3 に形成された微小な溝が、回転軸 O の回転方向とは異なるようにする。または、研削工程にてカム面 3 3 に形成された微小な溝が残存する程度に研磨を行う場合、研削材の動作方向が回転軸 O の回転方向と異なるようにしてもよい。さらに、仕上げ研磨で超仕上げ (Superfinish) を行う場合、薬液処理や粉の吹き付け加工等を用いてもよい。超仕上げでは、カム面 3 3 の表面粗さ R_a が 0.06 以下となるように研磨を行ってもよく、その場合、カム面 3 3 に十分な厚さの油膜を確保する観点から、後述するようにカム面 3 3 にディンプルを設けたり、カム面 3 3 に等方性を持たせたりしてもよい。勿論、仕上げ研磨では通常研磨を行ってもよい。

【0041】

例えば、カム面 3 3 の研磨方向が回転軸 O の回転方向と一致する場合、研磨により形成された微小な溝の方向と、カム面 3 3 に対するローラ 2 6 の転動方向とが一致する。そのため、カム面 3 3 上をローラ 2 6 が転動する際、研磨によって生じた微小な溝に沿って潤滑油が逃げてしまい、カム面 3 3 とローラ 2 6 との接触部において油膜を十分に厚く保持することは難しい。そこで、カム面 3 3 の研磨方向を回転軸 O の回転方向とは異ならせることにより、潤滑油が微小な溝の中に保持されることからカム面 3 3 の油膜を確保でき、カム面 3 3 とローラ 2 6 の潤滑性を良好に保つことができる。よって、カム面 3 3 の劣化を抑制でき、カム 3 2 の長寿命化を図ることができる。

【0042】

図 5 は、他の実施形態に係るカム面の研磨方向を説明するためのカムの斜視図である。

同図に示すように、他の実施形態において、カム 3 2 のカム面 3 3 の研磨方向は、油圧機械 2 0 の回転軸 O に対して傾斜した第 1 方向と、この第 1 方向と交わり且つ回転軸 O に対して傾斜した第 2 方向とを含む。これにより、カム面 3 3 とローラ 2 6 との接触部に確実に油膜を形成することができ、カム 3 2 とローラ 2 6 の潤滑状態を良好に保つことができる。

【0043】

また、カム 3 2 のカム面 3 3 の研磨方向は、等方性を有してもよい。例えば、カム面 3 3 を溶剤に浸漬し、化学反応によってカム面 3 3 を溶解して平滑処理する。これによりカム面 3 3 が特定の研磨方向をもたず、等方性を有するようになる。

このようにカム面 3 3 の研磨方向が等方性を有するように構成することで、カム面 3 3 とローラ 2 6 との接触部に確実に油膜を形成することができ、カム 3 2 とローラ 2 6 の潤滑性を良好に保つことができる。

【0044】

さらに、カム 3 2 のカム面 3 3 には、複数のディンプルが形成されていてもよい。例えば、粗研磨によって回転軸 O の回転方向とは異なる方向に微小な溝を形成した後、仕上げ研磨によりカム面 3 3 の表面を削って、複数のディンプルを形成する。

これにより、カム面 3 3 に形成された複数のディンプルの内部に潤滑油が保持され、カム面 3 3 とローラ 2 6 との接触部に確実に油膜を形成することができ、カム 3 3 とローラ 2 6 の潤滑性を良好に保つことができる。

【0045】

幾つかの実施形態では、カム 3 2 のカム面 3 3 は、ブリネル硬さが 600 以上である。

一実施形態では、カム 3 2 のカム面 3 3 は、ブリネル硬さが 800 以下である。

これにより、カム面 3 3 を損傷しにくい構造とすることができ、カム 3 2 のより一層の寿命向上が図れる。

【0046】

また、幾つかの実施形態において、カム面 3 3 の表面粗さ R_a は 0.1 以上 0.3 以下である。なお、表面粗さ R_a とは、JIS B0601 で規定される算術平均粗さのことである。

このように、カム面 3 3 の表面粗さ R_a を 0.1 以上 0.3 以下とすることにより、カム面 3 3 に十分な油膜厚さの潤滑油を保持して耐焼付き性を維持しながら、カム面 3 3 とローラ 2 6 との接触部における潤滑性を良好に維持できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

上記油圧機械 2 0 では、カム面 3 3 上をローラ 2 6 が転動することによりピストン 2 4 がシリンダ 2 2 内を往復動するように構成されるが、ローラ 2 6 がカム面 3 3 上をすべってしまうことがあり、その場合、焼き付きやスミアリングが発生するおそれがある。

そこで、幾つかの実施形態では、カム面 3 3 とローラ 2 6 との間にすべりが生じないように、カム面 3 3 に対するローラ 2 6 の摩擦係数が、ピストン 2 4 に対するローラ 2 6 の摩擦係数より大きく設定された構成とする。これにより、ローラ 2 6 がカム面 3 3 をすべることなく円滑に転動するようになり、焼き付きやスミアリング等の不具合の発生を防止できる。よって、カム 3 2 のより一層の長寿命化が可能となる。

【 0 0 4 8 】

一実施形態では、図 6 (A)、(B) に示すように、ピストン 2 4 は、そのローラ摺動面 2 4 3 に静圧軸受が形成されるように構成される。静圧軸受は、ピストン 2 4 のローラ摺動面 2 4 3 に設けられた静圧パッド 6 0 A , 6 0 B に、油圧室 2 5 内の作動油が供給されることによって機能する。静圧軸受の構成については後で詳述する。

油圧室 2 5 内の作動油圧力が高いとき、静圧パッド 6 0 A , 6 0 B の負荷能力が高いためローラ摺動面 2 4 3 とローラ 2 6 とは流体潤滑の状態にある。したがって、ローラ摺動面 2 4 3 に対するローラ 2 6 の摩擦係数は非常に低くなる。一方、カム面 3 3 とローラ 2 6 との間には潤滑油は存在するものの静圧軸受は設けられていない。そのため、ローラ摺動面 2 4 3 とローラ 2 6 とが流体潤滑の状態にあるときは、通常、カム面 3 3 に対するローラ 2 6 の摩擦係数の方が、静圧軸受を介したローラ摺動面 2 4 3 に対するローラ 2 6 の摩擦係数よりも大きくなる。ローラ 2 6 がカム面 3 3 を円滑に転動するためには、ピストン 2 4 のローラ摺動面 2 4 3 とローラ 2 6 の外周面とが円滑に摺動する必要がある。よって、ローラ摺動面 2 4 3 とローラ 2 6 とは流体潤滑の状態にあるときは、ローラ 2 6 がカム面 3 3 を円滑に転動する。

ところが、油圧室 2 5 内の作動油圧力が低いとき、静圧パッド 6 0 A , 6 0 B の負荷能力は低下し、ローラ摺動面 2 4 3 とローラ 2 6 とは境界潤滑に近づくこととなる。このとき、ピストン 2 4 に対するローラ 2 6 の摩擦係数の方が、カム 3 2 に対するローラ 2 6 の摩擦係数よりも大きくなると、ローラ 2 6 はピストン 2 4 のローラ摺動面 2 4 3 で円滑に摺動しないことがあり、よってカム面 3 3 側でもローラ 2 6 のすべりが発生するおそれがある。

そこで、上記したように、ピストン 2 4 が静圧軸受を有する場合であっても、カム面 3 3 に対するローラ 2 6 の摩擦係数が、ピストン 2 4 に対するローラ 2 6 の摩擦係数より大きく設定された構成とすることによって、低圧領域 L A においてもローラ 2 6 がカム面 3 3 をすべることなく円滑に転動するようになり、焼き付きやスミアリング等の不具合の発生を防止できる。

【 0 0 4 9 】

ここで、ピストン 2 4 の静圧軸受について詳細に説明する。

図 6 (A) に示すピストン 2 4 は、油圧室形成部 2 4 1 とローラ保持部 2 4 2 とを含んで構成されている。油圧室形成部 2 4 1 は、シリンダ 2 2 内で往復運動するように構成され、シリンダ 2 2 とともに油圧室 2 5 を形成する。一方、ローラ保持部 2 4 2 は、ローラ 2 6 を回転可能に保持しており、ローラ 2 6 と係合するローラ摺動面 2 4 3 を有している。ローラ摺動面 2 4 3 は、ローラ 2 6 の外周面に沿うようにローラ 2 6 と略等しい又はわずかに大きな曲率を有する曲面として形成されており、ローラ 2 6 の外周面を部分的に囲むように配置される。そして、ピストン 2 4 は、カム 3 2 からの押圧力をローラ 2 6 を介して受けて、シリンダ 2 2 内で往復運動するようになっている。なお、カム 3 2 からの押圧力に耐えうる耐久性を確保する観点から、ローラ保持部 2 4 2 を油圧室形成部 2 4 1 に比べて大径に形成してもよい。

【 0 0 5 0 】

また、ピストン 2 4 には、油圧室 2 5 からの作動油が流れる内部流路 2 4 5 が設けられている。内部流路 2 4 5 は、ピストン 2 4 に 2 本以上設けられてもよい。例えば、図 6 (

10

20

30

40

50

A) に示すローラ 26 の幅方向 (紙面奥行き方向) に 2 本の内部流路 245 が設けられる。この内部流路 245 は、一端側が油圧室 25 に開口して油圧室形成部 241 をピストン 24 の軸方向に貫通するように形成された流路部位 245A と、一端側が流路部位 245A に連通してローラ保持部 242 を貫通し、他端側がローラ摺動面 243 に開口するように形成された流路部位 245B とを含む。なお、内部流路 245 には、油圧室 25 から供給される作動油の流量を調整するためのオリフィスが設けられてもよい。

図 6 (B) に示すように、ピストン 24 のローラ摺動面 243 には、少なくとも一つの静圧パッド 60A, 60B が設けられている。静圧パッド 60A, 60B は、ピストン 24 に形成された内部流路 245 を介して油圧室 25 に連通する環状溝 61A, 61B と、環状溝 61A, 61B によって囲まれるランド 65A, 65B とを有している。なお、同図では一例として、環状溝 61A, 61B を横切るようにローラ 26 の回転方向に沿って形成された連通溝 62A, 62B を有する場合を示している。そのため、ランド 65A, 65B は環状溝 61A, 61B の内側に 2 つずつ設けられた構成となっている。さらに、内部流路 245 は、連通溝 62A, 62B 上に設けられた供給口 63A, 63B にそれぞれ連通している。作動油は、油圧室 25 から内部流路 245 を介して、溝 60A, 60B のうち連通溝 62A, 62B に供給される。そして、内部流路 245 から供給された作動油は、連通溝 62A, 62B を介して環状溝 61A, 61B の異なる箇所にそれぞれ導かれる。

上記構成によりピストン 24 のローラ摺動面 243 に静圧軸受が形成される。すなわち、ローラ 26 が回転すると、環状溝 61A, 61B 及び連通溝 62A, 62B 内の作動油はローラ摺動面 243 に引き込まれて油圧による静圧が発生して、この油圧による静圧によってカム 32 からローラ 26 に加わる大きな荷重を支える。そして、環状溝 61A, 61B 及び連通溝 62A, 62B から係合面 30 に引き込まれた分だけ、作動油を静圧パッド 60A, 60B に補充すれば、油圧による静圧を常に得ることができる。

【0051】

また、ピストン 24 は、シリンダ 22 との摺動面に静圧パッド 70 を有していてもよい。その場合、図 6 (A) に示すように、ピストン 24 には、油圧室 25 からの作動油が流れる内部流路 246 が設けられる。この内部流路 246 は、一端側が油圧室 25 に開口して油圧室形成部 241 をピストン 24 の軸方向に貫通するように形成された流路部位 246A と、一端側が流路部位 246A に連通してローラ保持部 242 を貫通し、他端側がシリンダ 22 の内周面と摺動するピストン 24 の表面に開口するように形成された流路部位 246B とを含む。シリンダ 22 の内周面と摺動するピストン 24 の表面には、図 6 (B) と同様に、環状溝を含む静圧パッド 70 が設けられており、油圧室 25 から内部流路 246 を介して静圧パッド 70 に作動油が供給される。そして、シリンダ 22 の内周面とピストン 24 の外周面との間に静圧軸受が形成される。

【0052】

図 3 及び図 7 (A)、(B) に示すように、一実施形態では、カム面 33 には、カム 32 とローラ 26 との接触荷重が高い高圧領域 HA と、カム 32 とローラ 26 との接触荷重が低い低圧領域 LA とが存在する。なお、図 7 は (A) は一実施形態に係るカムプロファイル及び接触荷重を示すグラフで、(B) は一実施形態に係るカムプロファイル、カム/ローラ摩擦係数及びピストン/ローラ摩擦係数を示すグラフである。

【0053】

油圧機械 20 が油圧ポンプである場合、ピストン 24 が上死点に位置するとき、ローラ 26 はカム面 33 の頂点 36 に位置する。図 7 (A)、(B) に示すカムプロファイルにおいて、頂点 36 はカム径が最大となる位置である。一方、ピストン 24 が下死点に位置する時、ローラ 26 はカム面の底点 38 に位置する。図 7 (A)、(B) に示すカムプロファイルにおいて、底点 38 はカム径が最小となる位置である。基本的には、ピストン 24 が下死点から上死点に向かって移動中のとき、すなわち、ローラ 26 がカム面 33 の高圧領域 HA 上に位置するとき、油圧室 25 内の作動油の圧力は高い。これに対し、ローラ 26 がカム面 33 の低圧領域 LA 上に位置するとき、油圧室 25 内の作動油の圧力は低い

。なお、油圧機械 20 が油圧ポンプの場合、基本的には、図 3 に示すように、高圧領域 H A は各々のローブ 34 のうち頂点 36 よりもカム回転方向の下流側の領域であり、低圧領域 L A は各々のローブ 34 のうち頂点 36 よりもカム回転方向の上流側の領域である。なお、高圧弁 50 又は低圧弁 40 の開閉タイミング等の関係から、カム面 33 に対するローラ 26 の進行方向に対して頂点 36 よりも後流側へずれた切替点 37 を境界にして高圧領域 H A と低圧領域 L A とが設定されてもよい。

一方、油圧機械 20 が油圧モータである場合、ローラ 26 がカム面 33 の高圧領域 H A 上に位置するとき、基本的には、ピストン 24 は上死点から下死点に向かって移動中であり、油圧室 25 内の作動油の圧力は高い。これに対し、ローラ 26 がカム面 33 の低圧領域 L A 上に位置するとき、基本的には、ピストン 24 は下死点から上死点に向かって移動中であり、油圧室 25 内の作動油の圧力は低い。なお、油圧機械 20 が油圧モータの場合、基本的には、高圧領域 H A は各々のローブ 34 のうち頂点 36 よりもカム回転方向の上流側の領域であり、低圧領域 L A は各々のローブ 34 のうち頂点 36 よりもカム回転方向の下流側の領域である。

【0054】

一実施形態において、カム面 33 は、低圧領域 L A の方が高圧領域 H A よりも表面粗さ R a が大きい。油圧室 25 内からの作動油を用いてピストン 24 とローラ 26 との間の摺動部を潤滑する場合、ローラ 26 がカム面 33 の高圧領域 H A 上に位置する間、ピストン 24 - ローラ 26 間の摺動部に作動油が確実に供給されてピストン 24 - ローラ 26 間の摩擦係数が大幅に低減される。一方、ローラ 26 がカム面 33 の低圧領域 L A 上に位置する間、油圧室 25 内の作動油の圧力が小さいためにピストン 24 - ローラ 26 間の摺動部に十分な作動油が供給されず、ピストン 24 - ローラ 26 間の摩擦係数は大きいままである。そのため、ローラ 26 がカム面 33 の高圧領域 H A 上に位置するときに比べ、ローラ 26 がカム面 33 の低圧領域 L A 上に位置するときの方がローラ 26 とカム面 24 との間のすべりが発生しやすい。

【0055】

そこで、カム面 33 の高圧領域 H A の表面粗さ R a に比べて低圧領域 L A の表面粗さ R a を大きく設定する。その場合、各領域における摩擦係数は図 7 (B) に示すようになる。すなわち、高圧領域 H A において、カム 32 - ローラ 26 間の接触荷重が大きい分、カム 32 - ローラ 26 間の摩擦係数 (図 7 (B) における「カム - ローラ摩擦係数」) はもととも低圧領域 L A よりも大きい。このとき、ピストン 24 - ローラ 26 間の摩擦係数 (図 7 (B) における「ピストン - ローラ摩擦係数」) は、静圧軸受が適切に機能するので極めて低くなる。よって、カム 32 - ローラ 26 間の摩擦係数がピストン 24 - ローラ 26 間の摩擦係数よりも大きくなり、ローラ 26 がカム面 33 上を円滑に転動することとなる。

一方、低圧領域 L A においては、カム 32 - ローラ 26 間の接触荷重は小さくなるが、カム面 33 の表面粗さ R a が高圧領域 H A よりも大きく設定されているので、カム 32 - ローラ 26 間の摩擦係数は増大する。よって、ピストン 24 の静圧軸受が適切に機能していない場合であっても、カム 32 - ローラ 26 間の摩擦係数がピストン 24 - ローラ 26 間の摩擦係数よりも大きくなり、やはり低圧領域 L A においてもローラ 26 がカム面 33 上を円滑に転動する。

【0056】

このように、上記構成とすることにより、ローラ 26 とカム面 33 (低圧領域 L A) との間の摩擦係数を十分に確保し、ローラ 26 がカム面 33 の低圧領域 L A 上に位置するときに生じやすいローラ 26 とカム面 33 との間のすべりを防止できる。よって、すべりに起因したスミアリングや焼き付き等に対する耐久性を向上させることができる。また、カム面 33 の表面粗さ R a に分布を持たせて高圧領域 H A の表面粗さを選択的に小さくすることで、カム面 33 全体の表面粗さを均一に小さくする場合に比べて、過剰な設計を回避でき、油圧機械 20 の大型化を防止できるとともに、油圧機械 20 の信頼性を向上させることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 7 】

以上説明したように、上述の実施形態によれば、カム面 3 3 の研磨方向を回転軸 O の回転方向とは異ならせることにより、研磨で形成されたカム面 3 3 の微小な溝の中に潤滑油が保持されることからカム面 3 3 の油膜を確保でき、カム面 3 3 とローラ 2 6 の潤滑性を良好に保つことができる。よって、カム面 3 3 の劣化を抑制でき、カム 3 2 の長寿命化を図ることができる。

【 0 0 5 8 】

以上、本発明の実施形態について詳細に説明したが、本発明はこれに限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変形を行ってもよいのはいうまでもない。例えば、上述した実施形態のうち複数を適宜組み合わせてもよい。

10

【 符号の説明 】

【 0 0 5 9 】

1	風力発電装置
2	ブレード
3	ロータ
4	ハブ
5	ハブカバー
6	回転シャフト
8	油圧ポンプ
1 0	油圧モータ
1 2	高圧油ライン
1 4	低圧油ライン
1 6	発電機
1 8	ナセル
1 9	タワー
2 0	油圧機械
2 1	シリンダブロック
2 1 S	セグメント
2 1 H	スリーブ穴
2 2	シリンダ
2 3	シリンダスリーブ
2 4	ピストン
2 5	油圧室
2 6	ローラ
3 0	回転シャフト
3 2	カム
3 3	カム面
3 4	ローブ
3 6	頂点
3 8	底点
4 0	低圧弁
4 1	第 1 シート
4 2	第 1 弁体
4 4	第 1 ステム
4 6	ソレノイド
4 8	第 1 付勢部材
5 0	高圧弁
5 1	第 2 シート
5 2	第 2 弁体
5 8	第 2 付勢部材

20

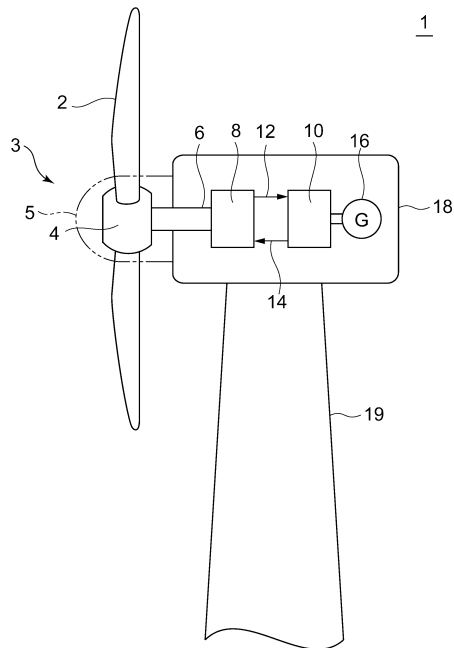
30

40

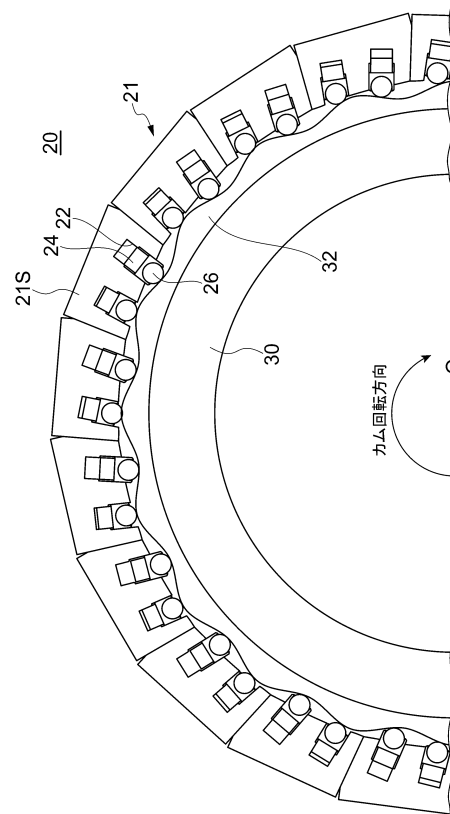
50

6 0 A , 6 0 B	静圧パッド
6 1 A , 6 1 B	環状溝
6 2 A , 6 2 B	連通溝
6 3 A , 6 3 B	供給口
6 5 A , 6 5 B	ランド
2 4 1	作動室形成部
2 4 2	ローラ保持部
2 4 3	ローラ摺動面
2 4 5 , 2 4 6	内部流路

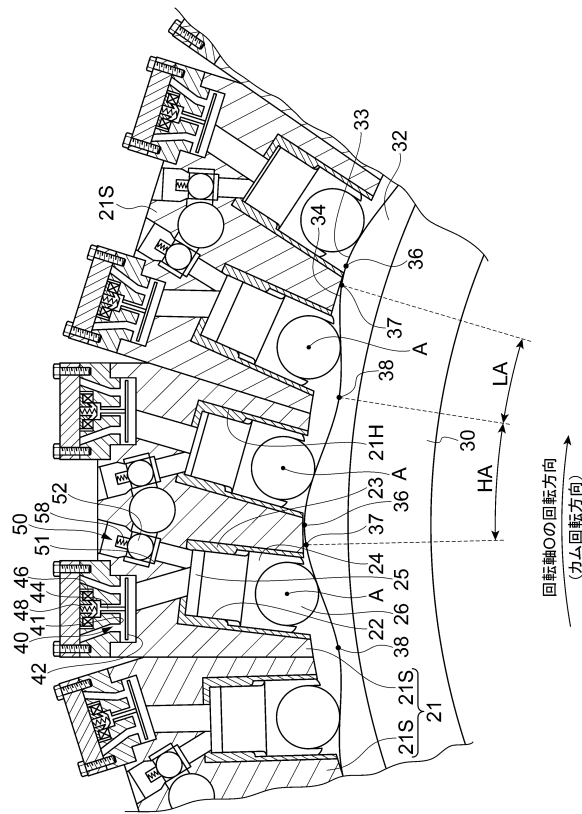
【図 1】



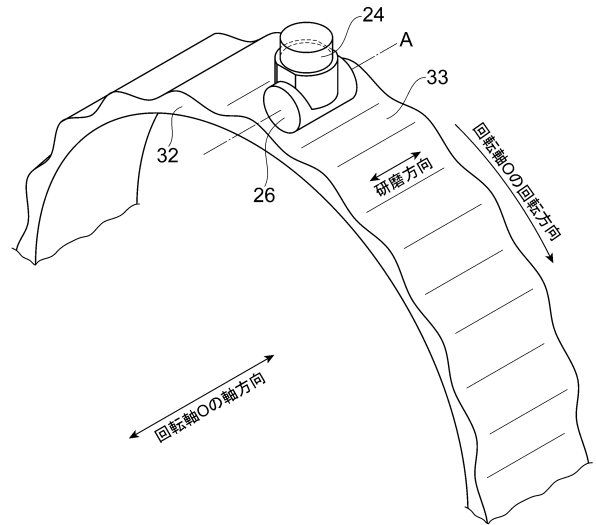
【図 2】



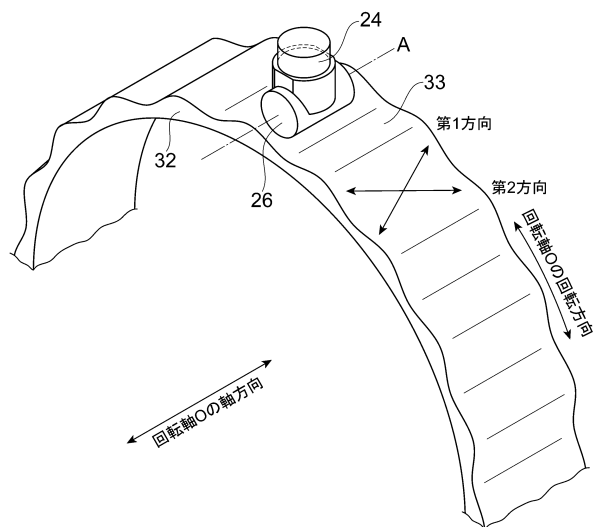
【図 3】



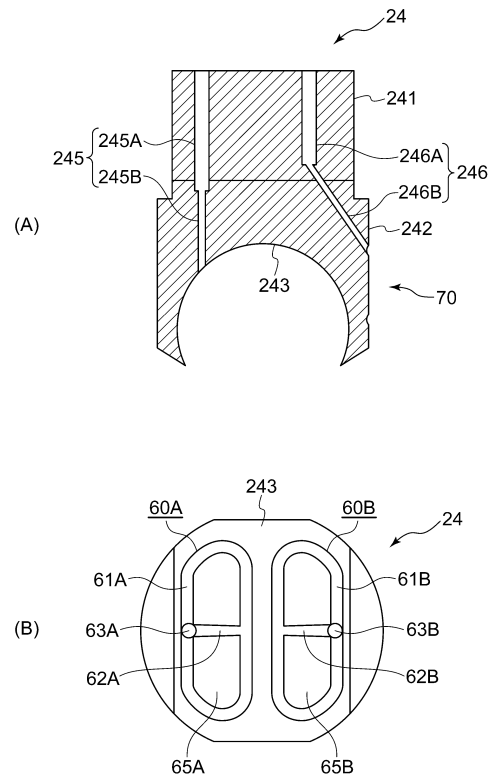
【図 4】



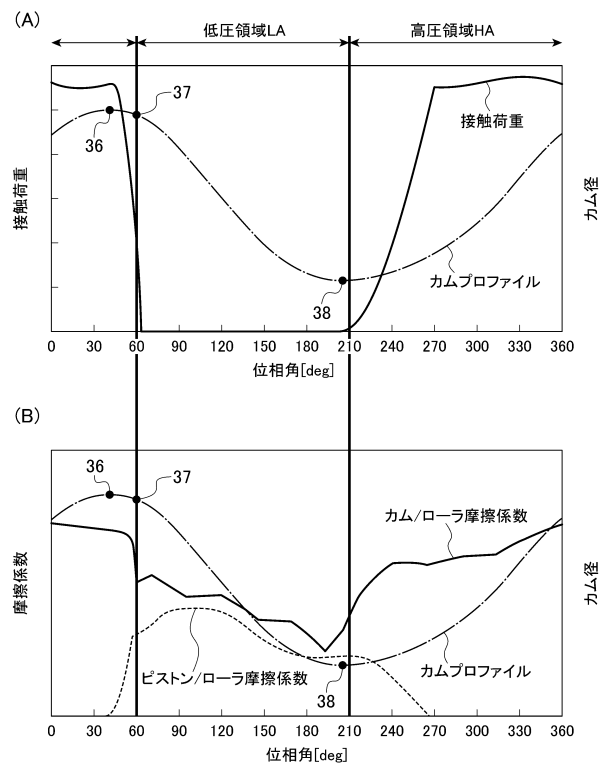
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 実開昭56-077664(JP,U)
特開昭56-146080(JP,A)
英国特許出願公開第02480684(GB,A)
特開昭50-082442(JP,A)
実開昭56-050783(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04B	1/04
F03C	1/04
F03D	9/28