

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-8975

(P2017-8975A)

(43) 公開日 平成29年1月12日(2017.1.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 1 6 K 31/06 (2006.01)	F 1 6 K 31/06 3 0 5 J	3 H 0 6 6
F 1 6 K 47/02 (2006.01)	F 1 6 K 47/02 A	3 H 0 8 4
F 0 3 C 1/053 (2006.01)	F 0 3 C 1/053	3 H 1 0 6
F 0 3 D 9/25 (2016.01)	F 0 3 D 9/00 B	3 H 1 7 8

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2015-122528 (P2015-122528)	(71) 出願人	000006208
(22) 出願日	平成27年6月18日 (2015. 6. 18)		三菱重工業株式会社
			東京都港区港南二丁目16番5号
		(71) 出願人	513325650
			アルテミス・インテリジェント・パワー・
			リミテッド
			イギリス国 EH209TB ロジアン
			ミッドロジアン ローンヘッド エッジフ
			ィールド・ロード エッジフィールド・イ
			ンダストリアル・エステート ユニット3
		(74) 代理人	110000785
			誠真 I P 特許業務法人
		(72) 発明者	野口 俊英
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重
			工業株式会社内

最終頁に続く

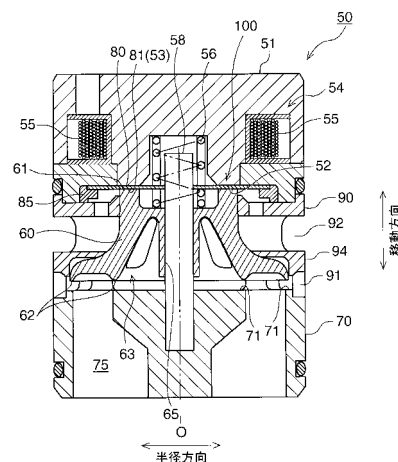
(54) 【発明の名称】 ポペット弁、油圧機械および再生エネルギー型発電装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 弁動作の応答性の低下を抑制し得るポペット弁、油圧機械および再生エネルギー型発電装置を提供する。

【解決手段】 弁座 7 1 と、弁座に対向して設けられるポペット 6 0 と、ポペットを駆動するためのアクチュエータ 5 4 と、アクチュエータが収納される第 1 バルブケーシング 5 1 と、を備え、ポペットと第 1 バルブケーシングとの間に介在する板部材 8 0 又は第 1 バルブケーシングは、ポペットの弁座とは反対側の端面 6 1 と部分的に当接可能な当接面を有し、当接面又は前記ポペットの前記端面の少なくとも一方は凹凸を有し、ポペットの端面が当接面に部分的に当接した状態で、前記凹凸によって、板部材又は第 1 バルブケーシングと前記ポペットの端面との間に空間が形成され、ポペットの中心軸を通り半径方向に平行な直線が空間と交差する、ポペットの周方向における角度範囲の合計値が 1 8 0 度以上である。

【選択図】 図 4 A



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

弁座と、
前記弁座に対向して設けられるポペットと、
前記ポペットを駆動するためのアクチュエータと、
前記アクチュエータが収納される第 1 バルブケーシングと、を備え、
前記ポペットと前記第 1 バルブケーシングとの間に介在する板部材又は前記第 1 バルブケーシングは、前記ポペットの前記弁座とは反対側の端面と部分的に当接可能な当接面を有し、

前記当接面又は前記ポペットの前記端面の少なくとも一方は凹凸を有し、前記ポペットの前記端面が前記当接面に部分的に当接した状態で、前記凹凸によって、前記板部材又は前記第 1 バルブケーシングと前記ポペットの前記端面との間に空間が形成され、

前記ポペットの中心軸を通り半径方向に平行な直線が前記空間と交差する、前記ポペットの周方向における角度範囲の合計値が 180 度以上であることを特徴とするポペット弁。

10

【請求項 2】

前記ポペットを前記弁座に向けて付勢するための付勢部材をさらに備え、
前記ポペット及び前記第 1 バルブケーシングは、それぞれ少なくとも一部が磁性体で形成され、

前記アクチュエータは、励磁状態において、前記付勢部材による付勢力に抗して前記第 1 バルブケーシングに向かって前記ポペットを引き付ける電磁力を生成するように構成されたソレノイドを含むことを特徴とする請求項 1 に記載のポペット弁。

20

【請求項 3】

前記ポペットの前記端面と前記第 1 バルブケーシングとの間に設けられる非磁性体部をさらに備え、

前記非磁性体部は、前記ポペットの前記端面を形成する非磁性体層、または、非磁性体の前記板部材であることを特徴とする請求項 2 に記載のポペット弁。

【請求項 4】

前記ポペットの前記端面と前記当接面との接触面積 S_1 は、前記ポペットの前記端面のうち前記当接面と非接触である非接触面積 S_2 よりも小さいことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載のポペット弁。

30

【請求項 5】

前記凹凸は、複数の第 1 溝と、該第 1 溝と交差する複数の第 2 溝とによってメッシュ状に形成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載のポペット弁。

【請求項 6】

前記凹凸は、前記ポペットの前記端面または前記当接面の少なくとも一つに設けられた突出部によって形成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載のポペット弁。

【請求項 7】

前記ポペット弁は、油圧機械の作動室内の圧力を切り替えるように開閉可能に構成され、

40

前記凹凸は、前記ポペットの前記端面または前記当接面の少なくとも一つに対して設けられた前記油圧機械の作動油のドレン溝によって形成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載のポペット弁。

【請求項 8】

前記凹凸は、前記ポペットの前記端面または前記当接面の少なくとも一つに設けられたクラウニング処理が施された表面によって形成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載のポペット弁。

【請求項 9】

前記弁座を形成する第 2 バルブケーシングと、

50

前記第 1 バルブケーシングと前記第 2 バルブケーシングとの間において前記ポペットの外周側に設けられ、前記ポペットが収容される内部空間と外部空間とを連通させる少なくとも一つの連通窓が形成された環状スペーサと、をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載のポペット弁。

【請求項 10】

前記環状スペーサは、前記第 2 バルブケーシングに向けて延在する複数の脚部を含み、前記複数の脚部は、前記環状スペーサの周方向において互いに間隔を空けて配置され、前記少なくとも一つの連通窓は、隣り合う一對の前記脚部間の周方向位置に設けられることを特徴とする請求項 9 の記載のポペット弁。

【請求項 11】

前記環状スペーサのうち前記連通窓からみて前記第 1 バルブケーシング側の部位は、前記ポペットの移動方向における厚さ t が、前記ポペットのシート外径を D としたとき、 $t \geq 0.03D$ を満たすことを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載のポペット弁。

【請求項 12】

シリンダと、
前記シリンダ内を往復動するピストンと、
前記シリンダ及び前記ピストンによって形成される作動室と外部流路との間の連通状態を制御するように構成された請求項 1 乃至 11 の何れか一項に記載のポペット弁と、を備えることを特徴とする油圧機械。

【請求項 13】

前記油圧機械は、高圧油が流れる高圧油流路および低圧油が流れる低圧油流路に接続され、

前記ポペット弁は、前記作動室と前記高圧油流路との間の連通状態を制御するように構成されたことを特徴とする請求項 12 に記載の油圧機械。

【請求項 14】

前記油圧機械は、発電機を駆動するための油圧モータであることを特徴とする請求項 12 又は 13 に記載の油圧機械。

【請求項 15】

再生エネルギーを受け取って回転するように構成されたロータと、
前記ロータによって駆動されて作動油を昇圧するように構成された油圧ポンプと、
前記作動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ように構成された発電機と、を備え、
前記油圧ポンプ又は油圧モータの少なくとも一方は、請求項 12 又は 13 の油圧機械であることを特徴とする再生可能エネルギー発電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ポペット弁、油圧機械および再生エネルギー型発電装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ポペット弁として、弁座のシート面とバルブケーシングの内壁面との間においてポペットが直線状に移動する構成が知られている。この種のポペット弁においては、ポペット弁の閉弁時、ポペットの一端側がシート面に当接した状態となって流路が塞がれ、開弁時、ポペットの一端側がシート面から離れて他端側がバルブケーシングに当接した状態となって流路が開かれる。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、ポペットがガイド部材に沿って弁座のシート面とバルブケーシングの内壁面との間で移動するように構成されたポペット弁が記載されている。このポペット弁においては、開弁時、ポペットのシート面に当接する側とは反対側の端面と、バ

10

20

30

40

50

ルブケーシングの内壁面とが面接触した状態でボペットが保持される。

また、特許文献 2 には、油圧機械において高圧弁として用いられるボペット弁が記載されている。このボペット弁においても、ガイド部材として機能するボペットロッドに沿ってボペットが移動するようになっており、開弁時、ソレノイドを収容したバルブケーシングの内壁面とボペットのソレノイド当接面とが面接触した状態でボペットが保持される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】国際公開第 2013/118182 号

【特許文献 2】国際公開第 2014/024232 号

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 及び 2 に記載されるように、開弁時にバルブケーシングの内壁面とボペットの端面とが面接触した状態でボペットが保持されるボペット弁においては、弁動作の応答性が低下してしまうという問題があった。例えば、ボペットが開いた状態ではバルブケーシングの内壁面とボペットの端面とが面接触により密着しているが、閉弁動作時にボペットの端面がバルブケーシングの内壁面から離れる際に、ボペットの端面とバルブケーシングの内壁面との隙間が開いてこれらの面の間の空間に短時間の膨張が生じて前記空間の圧力が低下し、ボペットの前記端面とボペットの弁座側の面との間に差圧が発生する。この差圧によって閉弁動作の応答性が低下してしまうこととなる。同様に、開弁動作時には、ボペットの端面がバルブケーシングの内壁面に近づく際に、これらの面の間の空間に短時間の圧縮が生じて前記空間の圧力が上昇し、ボペットの前記端面とボペットの弁座側の面との間に発生した差圧によって開弁動作の応答性が低下する場合がある。

20

【0006】

本発明の少なくとも幾つかの実施形態の目的は、ボペット弁の動作時にボペットのバルブケーシング側の端面と弁座側の面との間に発生する差圧に起因した弁動作の応答性の低下を抑制し得るボペット弁、油圧機械および再生エネルギー型発電装置を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

(1) 本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係るボペット弁は、
弁座と、

前記弁座に対向して設けられるボペットと、

前記ボペットを駆動するためのアクチュエータと、

前記アクチュエータが収納される第 1 バルブケーシングと、を備え、

前記ボペットと前記第 1 バルブケーシングとの間に介在する板部材又は前記第 1 バルブケーシングは、前記ボペットの前記弁座とは反対側の端面と部分的に当接可能な当接面を有し、

40

前記当接面又は前記ボペットの前記端面の少なくとも一方は凹凸を有し、前記ボペットの前記端面が前記当接面に部分的に当接した状態で、前記凹凸によって、前記板部材又は前記第 1 バルブケーシングと前記ボペットの前記端面との間に空間が形成され、

前記ボペットの中心軸を通り半径方向に平行な直線が前記空間と交差する、前記ボペットの周方向における角度範囲の合計値が 180 度以上である。

なお、本実施形態において、「前記ボペットの前記弁座とは反対側の端面」とは、ボペットの移動方向におけるボペットの 2 つの端面のうち弁座から遠い側の端面をいう。また、本実施形態において、前記第 1 バルブケーシングに前記当接面が設けられる場合、すなわち前記第 1 バルブケーシングが前記ボペットの前記端面に当接する場合、前記ボペット弁は前記板部材を備えていなくてもよい。

50

【 0 0 0 8 】

上記（１）のボペット弁において、前記板部材又は前記第１バルブケーシングは、前記ボペットの前記弁座とは反対側の端面と部分的に当接可能な当接面を有する。また、前記当接面又は前記ボペットの前記端面の少なくとも一方は凹凸を有し、前記ボペットの前記端面が前記当接面に部分的に当接した状態で、前記凹凸によって、前記板部材又は前記第１バルブケーシングと前記ボペットの前記端面との間に空間が形成される。さらに、前記ボペットの中心軸を通り半径方向に平行な直線が前記空間と交差する、前記ボペットの周方向における角度範囲の合計値が１８０度以上である。この構成により、ボペット弁の動作時にボペットの前記端面と弁座側の面との間に発生する差圧に起因した弁動作の応答性の低下を抑制できる。すなわち、閉弁動作においては、ボペットの前記端面が板部材又は第１バルブケーシングの前記当接面から離れる際に、前記空間の存在によって、ボペットの前記端面と前記当接面の間の隙間における急激な圧力低下を抑制でき、ボペットの前記端面と弁座側の面との間の差圧を小さくできる。これにより、ボペットの前記端面と弁座側の面との間の差圧に起因した閉弁動作の応答性の低下を抑制できる。また、前記空間によってボペットの前記端面と前記当接面との接触面積を小さくできるので、前記端面と前記当接面とが密着し難い構造とすることができ、このことによっても閉弁動作の応答性低下の抑制が図れる。同様に、開弁動作においては、ボペットの前記端面が前記当接面に近づく際に、前記空間の存在によって、ボペットの前記端面と前記当接面の間の隙間における急激な圧力上昇を抑制でき、ボペットの前記端面と弁座側の面との間の差圧を小さくできる。これにより、ボペットの前記端面と弁座側の面との間の差圧に起因した開弁動作の応答性の低下を抑制できる。なお、ボペットの前記端面と前記当接面とが接触した状態において、前記空間にボペット周囲の流体が流入可能な構成である場合には、ボペットの前記端面と弁座側の面との間の差圧をより小さくでき、弁動作の応答性をより効果的に改善できる。

10

20

【 0 0 0 9 】

（２）幾つかの実施形態では、上記（１）の構成において、

前記ボペットを前記弁座に向けて付勢するための付勢部材をさらに備え、

前記ボペット及び前記第１バルブケーシングは、それぞれ少なくとも一部が磁性体で形成され、

前記アクチュエータは、励磁状態において、前記付勢部材による付勢力に抗して前記第１バルブケーシングに向かって前記ボペットを引き付ける電磁力を生成するように構成されたソレノイドを含む。

30

【 0 0 1 0 】

ボペット弁が上記（２）に記載されるようなノーマルクローズ式の電磁弁の場合、上述したように、閉弁動作時にソレノイドへの通電を停止しても、バルブケーシングの残留磁気起因した吸着力によって、閉弁応答速度が低下してしまうことがある。

そこで、ノーマルクローズ式の電磁弁に対して上記（１）の構成を適用すれば、開弁位置にあるボペットの前記端面と、第１バルブケーシング又は板部材の磁気吸着面（上記（１）の当接面）との間に前記空間が形成され、また凹凸がない場合に比べてこれらの面の接触面積が低減されることから、残留磁気起因した吸着力を低減でき、弁動作の応答性（例えば閉弁応答速度）をさらに改善することができる。

40

【 0 0 1 1 】

（３）一実施形態では、上記（２）の構成において、

前記ボペットの前記端面と前記第１バルブケーシングとの間に設けられる非磁性体部をさらに備え、

前記非磁性体部は、前記ボペットの前記端面を形成する非磁性体層、または、非磁性体の前記板部材である。

【 0 0 1 2 】

上記（３）の構成によれば、開弁位置にあるボペットの前記端面と第１バルブケーシングの前記壁面とは直接接触しておらず、これらの面の間に非磁性体部が介在している。そ

50

のため、ソレノイドへの通電を停止した直後における第 1 バルブケーシングの残留磁気がポペット弁の閉弁動作に与える影響をさらに抑制でき、弁動作の応答性をより一層向上させることができる。

【0013】

(4) 一実施形態では、上記(1)乃至(3)の何れかの構成において、

前記ポペットの前記端面と前記当接面との接触面積 S_1 は、前記ポペットの前記端面のうち前記当接面と非接触である非接触面積 S_2 よりも小さい。

【0014】

上記(4)の構成においては、前記ポペットの前記端面と前記当接面との接触面積 S_1 が、前記ポペットの前記端面のうち前記当接面と非接触である非接触面積 S_2 よりも小さいので、弁動作時にポペットの前記端面と弁座側の面との間に発生する差圧をより一層小さくでき、弁動作の応答性をより効果的に改善できる。

【0015】

(5) 幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(4)の何れかの構成において、

前記凹凸は、複数の第 1 溝と、該第 1 溝と交差する複数の第 2 溝とによってメッシュ状に形成される。

【0016】

上記(5)の構成によれば、多数の微小な凹凸を容易に形成でき、また一様な凹凸を広範囲に形成することもできるので、弁動作時にポペットの前記端面と弁座側の面との間に発生する差圧を確実に小さくでき、弁動作の応答性を効果的に改善できる。さらに、ポ

【0017】

(6) 幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(4)の何れかの構成において、

前記凹凸は、前記ポペットの前記端面または前記当接面の少なくとも一つに設けられた突出部によって形成される。

【0018】

上記(6)の構成によれば、ポペットの前記端面と前記当接面との接触面積を大幅に低減できるため、弁動作の応答性をより効果的に改善できる。また、突出部の高さによって凹凸の深さも容易に調整可能である。

【0019】

(7) 幾つかの実施形態では、上記(2)乃至(4)の何れかの構成において、

前記ポペット弁は、油圧機械の作動室内の圧力を切り替えるように開閉可能に構成され、

前記凹凸は、前記ポペットの前記端面または前記当接面の少なくとも一つに対して設けられた前記油圧機械の作動油のドレン溝によって形成される。

【0020】

上記(7)の構成によれば、ドレン溝によって、ポペットの前記端面と、第 1 バルブケーシングの前記壁面または板部材の前記当接面との接触面積を低減でき、また油圧機械の作動油がドレン溝に流れることにより、弁動作時にポペットの前記端面と弁座側の面との間に発生する差圧をより一層小さくでき、弁動作の応答性をより効果的に改善できる。

【0021】

(8) 幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(4)の何れかの構成において、

前記凹凸は、前記ポペットの前記端面または前記当接面の少なくとも一つに設けられたクラウニング処理が施された表面によって形成される。

【0022】

上記(8)の構成によれば、弁動作時にポペットの前記端面と弁座側の面との間に発生する差圧をより一層小さくでき、弁動作の応答性をより効果的に改善できる。また、ポペットの前記端面と、第 1 バルブケーシングの前記壁面または板部材の前記表面との衝突によっても、凹凸形成面が損傷し難い構造とすることができる。

【0023】

(9) 幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(8)の何れかの構成において、前記弁座を形成する第2バルブケーシングと、

前記第1バルブケーシングと前記第2バルブケーシングとの間において前記ボペットの外周側に設けられ、前記ボペットが収容される内部空間と外部空間とを連通させる少なくとも一つの連通窓が形成された環状スペースと、をさらに備える。

【0024】

上記(9)の構成においては、第1バルブケーシングと、弁座を形成する第2バルブケーシングとの間に環状スペースが設けられ、環状スペースの内周側にボペットが配置されているので、ボペットが移動する空間を適正に確保できる。また、環状スペースに形成された連通窓によって、環状スペースの内部空間と外部空間とを連通する内部流路が形成され、ボペットにより開閉される流路(開口)と、ボペット弁の外部流路との間で流体の円滑な流れを形成できる。

10

【0025】

(10) 幾つかの実施形態では、上記(9)の構成において、

前記環状スペースは、前記第2バルブケーシングに向けて延在する複数の脚部を含み、前記複数の脚部は、前記環状スペースの周方向において互いに間隔を空けて配置され、前記少なくとも一つの連通窓は、隣り合う一対の前記脚部間の周方向位置に設けられる。

【0026】

上記(9)に示した構成においては、ボペットが開弁位置にあるとき、流体は、環状スペースの連通窓を通った後、ボペットと第2バルブケーシングとの間から流路(開口)に流入する。そして、ボペットが開弁位置から閉弁位置に移動すると、環状スペースの連通窓がボペットにより閉じられ、流体の流れはボペットの外周面に衝突する。この衝突の衝撃によって、連通窓の第2バルブケーシング側の縁部(以下、ケーシング側縁部と称する)には、第2バルブケーシング側へ向かう応力が作用する。具体的には、ボペットの外周面と連通窓とで形成される空間は上記衝突の衝撃により高圧となり、連通窓のケーシング側縁部と第2バルブケーシングとで形成される空間(隙間)は低圧となり、連通窓のケーシング側縁部を挟む2つの空間の間に圧力差が生じる。この圧力差に起因した応力によって、連通窓のケーシング側縁部が損傷してしまう可能性がある。

20

30

【0027】

そこで、上記(10)の構成では、環状スペースは、第2バルブケーシングに向けて延在する複数の脚部を含んでおり、連通窓が、隣り合う一対の脚部間の周方向位置に設けられた構成としている。すなわち、連通窓は一対の脚部によって画成され、連通窓の第2バルブケーシング側は縁部(上記ケーシング側縁部)を有さず開放されている。

このように、ケーシング側縁部を設けない構成としたので、ボペットが開弁位置から閉弁位置に移動したとき、流体の流れがボペットの外周面に衝突した衝撃によって、環状スペースが損傷してしまうことを回避できる。

【0028】

(11) 幾つかの実施形態では、上記(9)又は(10)の構成において、

前記環状スペースのうち前記連通窓からみて前記第1バルブケーシング側の部位は、前記ボペットの移動方向における厚さ t が、前記ボペットのシート外径を D としたとき、 $t \geq 0.03D$ を満たす。

40

【0029】

上述したように、閉弁動作時におけるボペット外周面への流体の衝突による衝撃の影響は、上記ケーシング側縁部以外の部位にも及ぶことが考えられる。

そこで、上記(11)の構成では、環状スペースのうち連通窓からみて第1バルブケーシング側の部位の厚さ t を、ボペットのシート外径 D の 0.03 倍以上としている。なお、厚さ t はボペットの移動方向における長さである。

これにより、環状スペースに、上記衝突の衝撃によって生じる応力に耐え得る強度をも

50

たせることができる。

【 0 0 3 0 】

(1 2) 本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係る油圧機械は、
シリンダと、

前記シリンダ内を往復動するピストンと、

前記シリンダ及び前記ピストンによって形成される作動室と外部流路との間の連通状態を制御するように構成された上記 (1) 乃至 (1 1) の何れかに記載のポペット弁と、
を備える。

【 0 0 3 1 】

(1 3) 幾つかの実施形態では、上記 (1 2) の構成において、

前記油圧機械は、高圧油が流れる高圧油流路および低圧油が流れる低圧油流路に接続され、

前記ポペット弁は、前記作動室と前記高圧油流路との間の連通状態を制御するように構成される。

【 0 0 3 2 】

上記 (1 2) 又は (1 3) の油圧機械によれば、上述したように応答性に優れたポペット弁を備えているので、油圧機械の信頼性を向上させることができる。

【 0 0 3 3 】

(1 4) 幾つかの実施形態では、上記 (1 2) 又は (1 3) の構成において、

前記油圧機械は、発電機を駆動するための油圧モータである。

【 0 0 3 4 】

一般に、発電機駆動用の油圧モータは、例えば 1 0 0 0 r p m 程度の過酷な運転条件下において高い信頼性で動作することが要求される。そのため、上述したように応答性に優れたポペット弁を備えることで、発電機駆動用の油圧モータの要求に応え得る高信頼性を確保することができる。

【 0 0 3 5 】

(1 5) 本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係る再生エネルギー型発電装置は、
再生エネルギーを受け取って回転するように構成されたロータと、

前記ロータによって駆動されて作動油を昇圧するように構成された油圧ポンプと、

前記作動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ように構成された発電機と、を備え、

前記油圧ポンプ又は油圧モータの少なくとも一方は、上記 (1 2) 又は (1 3) の油圧機械である。

【 0 0 3 6 】

上記 (1 5) の再生エネルギー型発電装置によれば、油圧ポンプ又は油圧モータの少なくとも一方において、上記 (1 2) 又は (1 3) の油圧機械を採用している。上述したように、この油圧機械は信頼性に優れているので、再生エネルギー型発電装置の安定した稼働が可能となる。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 7 】

本発明の少なくとも一実施形態によれば、ポペット弁の動作時にポペットの前記端面と弁座側の面との間に発生する差圧に起因した弁動作の応答性の低下を抑制できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 8 】

【 図 1 】 一実施形態に係る風力発電装置の全体構成を示す図である。

【 図 2 】 一実施形態に係る油圧機械の概略構成を示す断面図である。

【 図 3 】 一実施形態に係る高圧弁 (ポペット弁) および低圧弁とその周辺構造を示す断面図である。

【 図 4 A 】 一実施形態に係るポペット弁の断面図である。

【 図 4 B 】 他の実施形態に係るポペット弁の断面図である。

10

20

30

40

50

【図 5】第 1 端面または当接面を示す平面図である。

【図 6 A】一実施形態に係るボペットの第 1 端面側から見た平面図である。

【図 6 B】図 6 A に示したボペットの A - A 線断面図である。

【図 6 C】図 6 B に示したボペットの第 1 端面の拡大断面図である。

【図 7 A】他の実施形態に係るボペットの第 1 端面側から見た平面図である。

【図 7 B】図 7 A に示したボペットの B - B 線断面図である。

【図 7 C】図 7 B に示したボペットの C - C 線断面図（第 1 端面のみを示す部分断面図）である。

【図 8 A】さらに他の実施形態に係るボペットの第 1 端面側から見た平面図である。

【図 8 B】図 8 A に示したボペットの D - D 線断面図である。

10

【図 8 C】図 8 B に示したボペットの第 1 端面の拡大断面図である。

【図 9 A】さらに他の実施形態に係るボペットの第 1 端面側から見た平面図である。

【図 9 B】図 9 A に示したボペットの E - E 線断面図である。

【図 9 C】図 9 B に示したボペットの第 1 端面の拡大断面図である。

【図 10 A】一実施形態に係る環状スペーサの斜視図である。

【図 10 B】他の実施形態に係る環状スペーサの斜視図である。

【図 11 A】油撃事象を説明するための図であり、開弁位置のボペット及び環状スペーサの連通路を模式的に示す断面図である。

【図 11 B】油撃事象を説明するための図であり、閉弁位置のボペット及び環状スペーサの連通路を模式的に示す断面図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0039】

以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示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。

【0040】

図 1 は、一実施形態に係る風力発電装置 1 の全体構成を示す図である。

なお、以下の説明では、本実施形態に係るボペット弁の適用対象として、再生エネルギー型発電装置である風力発電装置 1 を例示している。ただし、本実施形態に係るボペット弁の適用対象はこれに限定されるものではなく、他の種類の再生エネルギー型発電装置であってもよいし、あるいは産業車両や産業機械や船用装置等の再生エネルギー型発電装置以外の装置であってもよい。

30

【0041】

図 1 に示されるように、一実施形態に係る風力発電装置 1 は、少なくとも一本のブレード 2 と、ブレード 2 が取り付けられたハブ 3 と、ハブ 3 に一体的に回転可能に構成された回転シャフト 4 と、を含むロータ 5 を備えている。ロータ 5 は、主軸受を介してナセル 12 に回転可能に支持されており、ブレード 2 が風を受けることによって回転するように構成されている。ナセル 12 は、洋上又は陸上に立設されたタワー 13 の上端部に取り付けられている。

【0042】

40

ロータ 5 には、回転シャフト 4 を介して油圧ポンプ 6 が連結されている。油圧ポンプ 6 には、高圧油ライン 8 及び低圧油ライン 9 を介して油圧モータ 7 が接続されている。具体的には、油圧ポンプ 6 の出口が高圧油ライン 8 を介して油圧モータ 7 の入口に接続され、油圧ポンプ 6 の入口が低圧油ライン 9 を介して油圧モータ 7 の出口に接続されている。油圧ポンプ 6 は、ロータ 5 によって駆動されて作動油を昇圧し、高圧の作動油（圧油）を生成するように構成されている。油圧ポンプ 6 で生成された圧油は高圧油ライン 8 を介して油圧モータ 7 に供給される。油圧モータ 7 は、油圧ポンプ 6 で昇圧された圧油によって駆動されるように構成されている。油圧モータ 7 で仕事をした後の低圧の作動油は、油圧モータ 7 の出口と油圧ポンプ 6 の入口との間に設けられた低圧油ライン 9 を経由して、油圧ポンプ 6 に再び戻される。また、油圧モータ 7 には出力軸 11 を介して発電機 10 が連結

50

されている。そして、発電機 10 は、油圧モータ 7 によって駆動されて、発電を行うように構成されている。

【0043】

図 2 は、一実施形態に係る油圧機械 7 の概略構成を示す断面図である。図 3 は、一実施形態に係る油圧機械 7 の高圧弁 50 および低圧弁 40 とその周辺構造を示す断面図である。

なお、図 2 では、油圧機械 7 として油圧モータを例示しているが、本実施形態が適用される油圧機械はこれに限定されるものではなく、例えば油圧ポンプであってもよい。

【0044】

幾つかの実施形態において、油圧機械 7 は、シリンダ 22 およびピストン 24 によって形成される作動室 26 と、油圧ポンプ 6 及び油圧モータ 7 間に設けられた外部流路（例えば図 1 の高圧油ライン 8 又は低圧油ライン 9）と作動室 26 とを連通可能に構成された内部流路 16, 18 と、内部流路 16, 18 上に設けられ、作動室 26 と外部流路との連通状態を切り替え可能に構成されたポペット弁（例えば低圧弁 40 又は高圧弁 50）と、を備える。

【0045】

回転軸 14 は、油圧モータ 7 の場合は出力軸 11（図 1 参照）に連結され、油圧ポンプ 6 の場合は回転シャフト 4（図 1 参照）に連結される。

シリンダブロック 20 は、回転軸 14 の全周に亘って環状に延在しており、回転軸 14 の回転軸線 15 を中心として半径方向に延在する複数のシリンダ 22 と、各々のシリンダ 22 内において往復動可能に設けられた複数のピストン 24 と、シリンダ 22 およびピストン 24 によって形成される作動室 26 と、を含む。

バルブブロック 30 は、シリンダ 22 の位置に対応して、シリンダブロック 20 の外周側に複数設けられている。バルブブロック 30 には、低圧弁 40 および高圧弁 50 が設けられている。

【0046】

シリンダブロック 20 及びバルブブロック 30 には、高圧油ライン 8（図 1 参照）に接続される高圧油内部流路 18 と、低圧油ライン 9 に接続される低圧油内部流路 16 と、が形成されている。高圧油内部流路 18 および低圧油内部流路 16 は、それぞれ、作動室 26 に接続されている。高圧油内部流路 18 上に配置された高圧弁 50 を開閉することによって、高圧油内部流路 18 と作動室 26 との連通状態が切り替えられるようになっている。また、低圧油内部流路 16 上に配置された低圧弁 40 を開閉することによって、低圧油内部流路 16 と作動室 26 との連通状態が切り替えられるようになっている。

【0047】

油圧機械 7 では、低圧弁 40 および高圧弁 50 の切り替えによって、作動室 26 内に作動油が流出入し、作動室 26 内の作動油の圧力エネルギーとピストン 24 の往復運動エネルギーとが変換されるとともに、ピストン 24 の往復運動エネルギーと、回転軸 14 の回転エネルギーとが変換されるようになっている。例えば、油圧ポンプ 6 においては、低圧弁 40 および高圧弁 50 を適宜切り替えることによって、回転シャフト 4（図 1 参照）の回転エネルギーを用いて高圧の作動油を生成し、油圧モータ 7 においては、低圧弁 40 および高圧弁 50 を適宜切り替えることによって、高圧の作動油の圧力エネルギーを用いて出力軸 11（図 1 参照）を回転させるようになっている。

なお、本実施形態では、上記低圧弁 40 および高圧弁 50 の少なくとも一方が、後述するポペット弁によって構成される。

【0048】

ここで、油圧機械の一例として、油圧モータ 7 について具体的に説明する。

一実施形態において、油圧モータ 7 は、出力軸 11（図 1 参照）に連結される回転軸 14 と、回転軸 14 の外周側に配置されたシリンダブロック 20 と、シリンダブロック 20 の外周側に配置されたバルブブロック 30 と、を備える。

【0049】

10

20

30

40

50

油圧モータ 7 は、回転軸 1 4 として、回転軸線 1 5 に沿った方向に複数配列された偏心カムを有するカムシャフト 1 4 を備えている。

シリンダブロック 2 0 は、カムシャフト 1 4 の全周に亘って環状に延在する。なお、シリンダブロック 2 0 は、周方向に配列された複数のセクションが互いに接続されて構成されていてもよい。また、シリンダブロック 2 0 は、回転軸 1 4 の回転軸線 1 5 を中心として半径方向に延在する複数のシリンダ 2 2 と、各々のシリンダ 2 2 内において往復動可能に設けられた複数のピストン 2 4 と、シリンダ 2 2 およびピストン 2 4 によって形成される作動室 2 6 と、を含む。図示される例では、周方向に 6 個のシリンダ 2 2 およびピストン 2 4 が配列された構成を示している。

【 0 0 5 0 】

バルブブロック 3 0 は、シリンダ 2 2 の位置に対応して、シリンダブロック 2 0 の外周側に複数設けられている。図示される例では、周方向に 6 個のバルブブロック 3 0 が配列された構成を示している。バルブブロック 3 0 は、シリンダブロック 2 0 に対してボルト等によって固定される。

【 0 0 5 1 】

シリンダブロック 2 0 及びバルブブロック 3 0 には、それぞれ、高圧油ライン 8 (図 1 参照) に接続される高圧油内部流路 1 8 と、低圧油ライン 9 (図 1 参照) に接続される低圧油内部流路 1 6 と、が形成されている。すなわち、シリンダブロック 2 0 の内部に形成された高圧油内部流路 1 8 a と、バルブブロック 3 0 の内部に形成された高圧油内部流路 1 8 b とが、シリンダブロック 2 0 の高圧ポート 1 8 c を介して接続されている。また、シリンダブロック 2 0 の内部に形成された低圧油内部流路 1 6 a と、バルブブロック 3 0 の内部に形成された低圧油内部流路 1 6 b とが、シリンダブロック 2 0 の低圧ポート 1 6 c を介して接続されている。

バルブブロック 3 0 には、例えば低圧油の脈動を抑制する目的で、低圧油内部流路 1 6 b に接続される低圧油アキュムレータ 1 7 が取り付けられていてもよい。

【 0 0 5 2 】

上記構成を有する油圧モータ 7 においては、高圧弁 5 0 を開いて低圧弁 4 0 が閉じた状態で、高圧油内部流路 1 8 を介して作動室 2 6 に高圧の作動油が供給されると、作動油の圧力エネルギーによってピストン 2 4 がシリンダ 2 2 内で往復運動し、これに伴い回転軸 1 4 が回転する。そして、圧力が低下した作動油は、高圧弁 5 0 を閉じて低圧弁 4 0 を開くことによって作動室 2 6 から低圧油内部流路 1 6 に排油される。

なお、本実施形態では、上記低圧弁 4 0 又は高圧弁 5 0 の少なくとも一方が、後述するポペット弁によって構成される。

【 0 0 5 3 】

一構成例において、低圧弁 4 0 は、低圧油内部流路 1 6 に連通する環状流路 3 6 を開閉するように構成される。この低圧弁 4 0 は、環状弁座 4 1 と、ロッド 4 3 と、環状弁体 4 4 と、弁体移動ユニット 4 5 と、を備える。環状弁座 4 1 は、環状流路 3 6 の一端側に形成される環状開口 3 4 の外周側および内周側に設けられている。ロッド 4 3 は、環状弁座 4 1 の中心軸に沿って移動可能に構成されている。環状弁体 4 4 は、ロッド 4 3 に固定されて、ロッド 4 3 と共に軸方向に沿って移動可能に構成されている。弁体移動ユニット 4 5 は、アーマチュア 4 6 と付勢部材 4 7 と電磁石 4 8 とを含み、ロッド 4 3 および環状弁体 4 4 を、開弁位置と閉弁位置との間で移動させるように構成されている。

なお、高圧弁 5 0 については、図 4 ~ 図 1 1 を用いて以下で説明する。

【 0 0 5 4 】

図 4 A、図 4 B および図 5 を参照して、高圧弁 5 0 として用いられるポペット弁 5 0 について詳細に説明する。図 4 A は、一実施形態に係るポペット弁 5 0 の断面図である。図 4 B は、他の実施形態に係るポペット弁 5 0 の断面図である。図 5 は、第 1 端面 6 1 または当接面 5 3 を示す平面図である。なお、図 4 A および図 4 B は、ポペット弁 5 0 の開弁状態を示している。

また、図示される例では、本実施形態に係るポペット弁 5 0 が高圧弁 5 0 に適用された

10

20

30

40

50

構成を示しているが、ボペット弁 50 の適用先はこれに限定されるものではない。

【0055】

幾つかの実施形態において、ボペット弁 50 は、弁座 71 と、弁座 71 に対向して設けられるボペット 60 と、ボペット 60 を駆動するためのアクチュエータ 54 と、アクチュエータ 54 が収納される第 1 バルブケーシング 51 と、を備える。

一実施形態では、ボペット弁 50 は、ボペット 60 を挟んで第 1 バルブケーシング 51 とは反対側に配置され、弁座 71 が形成される第 2 バルブケーシング 70 をさらに備えている。また、ボペット 60 には、該ボペット 60 の中心軸に沿って、ロッド貫通穴 65 が形成されている。ロッド貫通穴 65 には、ボペット 60 の移動をガイドするためのロッド 58 が挿入されている。ロッド 58 の一端側は第 2 バルブケーシング 70 に固定されており、他端側は第 1 バルブケーシング 51 内に非固定状態で配置されている。他の構成例では、ロッド 58 の一端側が第 2 バルブケーシング 70 に固定され、他端側が第 1 バルブケーシング 51 に固定されていてもよい。

10

【0056】

ボペット弁 50 は、電磁力によってボペット 60 を駆動するように構成された電磁弁であってもよい。図示される例では、ボペット弁 50 は、ノーマルクローズ式の電磁弁である。すなわち、ノーマルクローズ式の電磁弁であるボペット弁 50 は、電磁弁の消磁時（非通電時）には常時閉の状態を保ち、電磁弁の励磁時（通電時）にのみ開の状態となる。なお、不図示の他の構成例では、ボペット弁は、電磁弁の励磁時（通電時）に閉の状態となるノーマルオープン式の電磁弁であってもよい。

20

【0057】

一実施形態では、ノーマルクローズ式の電磁弁であるボペット弁 50 は、ボペット 60 を弁座 71 に向けて付勢するための付勢部材 56 をさらに備える。付勢部材 56 は、例えばスプリングであってもよい。

ボペット 60 及び第 1 バルブケーシング 51 は磁性体である。

アクチュエータ 54 は、励磁状態において、付勢部材 56 による付勢力に抗して第 1 バルブケーシング 51 に向かってボペット 60 を引き付ける電磁力を生成するように構成されたソレノイド 55 を含む。

【0058】

このボペット弁 50 においては、ソレノイド 55 に通電しない状態では、ボペット 60 が付勢部材 56 により弁座 71 に対して付勢されて閉弁状態となり、第 2 バルブケーシング 70 に形成された流路 75 が閉じられる。

30

一方、ソレノイド 55 に通電するとボペット弁 50 が励磁され、ソレノイド 55 の電磁力によってボペット 60 のアーマチュアが吸引されて、ボペット 60 は、電磁力によって付勢部材 56 の付勢力に抗して弁座 71 から離れる方向に移動して開弁状態となり、流路 75 が開かれる。

【0059】

上記構成を有するボペット弁 50 は、以下の特徴的な構成をさらに備えている。

幾つかの実施形態において、ボペット弁 50 は、ボペット 60 と第 1 バルブケーシング 51 との間に介在する板部材 80 又は第 1 バルブケーシング 51 は、ボペット 60 の弁座 71 とは反対側の第 1 端面 61 と部分的に当接可能な当接面 53 を有する。当接面 53 又はボペット 60 の第 1 端面 61 の少なくとも一方は凹凸 100 を有し、ボペット 60 の第 1 端面 61 が当接面 53 に部分的に当接した状態で、凹凸 100 によって、板部材 80 又は第 1 バルブケーシング 51 とボペット 60 の第 1 端面 61 との間に空間 105 が形成される。そして、ボペット 60 の中心軸 O を通り半径方向に平行な直線 110 が空間 105 と交差する、ボペット 60 の周方向における角度範囲 θ の合計値が 180 度以上である。また、角度範囲 θ の合計値は、180 度以上 360 度以下であってもよい。図 5 に示される例では、ボペット 60 の周方向において互いに離間して位置するように 4 つの空間 105 が形成されており、各空間 105 の角度範囲 $\theta_1 \sim \theta_4$ の合計値が 180 度以上となる。

40

50

なお、本実施形態において、第 1 バルブケーシング 5 1 に当接面 5 3 が設けられる場合、すなわち第 1 バルブケーシング 5 1 がポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 に当接する場合、ポペット弁 5 0 は板部材 8 0 を備えていなくてもよい（図 4 B 参照）。

【0060】

上記構成を有するポペット弁 5 0 により、ポペット弁 5 0 の動作時にポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 と弁座 7 1 側のポペット面 6 3 との間に発生する差圧に起因した弁動作の応答性の低下を抑制できる。すなわち、閉弁動作においては、ポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 が板部材 8 0 又は第 1 バルブケーシング 5 1 の当接面 5 3 から離れる際に、空間 1 0 5 の存在によって、ポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 と当接面 5 3 の間の間隙における急激な圧力低下を抑制でき、ポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 と弁座 7 1 側のポペット面 6 3 との間の差圧を小さくできる。これにより、ポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 と弁座 7 1 側のポペット面 6 3 との間の差圧に起因した閉弁動作の応答性の低下を抑制できる。また、空間 1 0 5 によってポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 と当接面 5 3 との接触面積を小さくできるので、第 1 端面 6 1 と当接面 5 3 とが密着し難い構造とすることができ、このことによって閉弁動作の応答性低下の抑制が図れる。同様に、開弁動作においては、ポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 が当接面 5 3 に近づく際に、空間 1 0 5 の存在によって、ポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 と当接面 5 3 の間の間隙における急激な圧力上昇を抑制でき、ポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 と弁座 7 1 側のポペット面 6 3 との間の差圧を小さくできる。これにより、ポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 と弁座 7 1 側のポペット面 6 3 との間の差圧に起因した開弁動作の応答性の低下を抑制できる。また、ポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 と当接面 5 3 とが接触した状態において、空間 1 0 5 にポペット周囲の流体が流入可能な構成である場合には、ポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 と弁座 7 1 側のポペット面 6 3 との間の差圧をより小さくでき、弁動作の応答性をより効果的に改善できる。なお、弁座 7 1 側のポペット面 6 3 とは、ポペット 6 0 の面のうち、弁座 7 1 に当接する第 2 端面 6 2 と、弁座 7 1 に対向して位置するが弁座 7 1 に当接しない面とを含み、開弁位置にあるポペット 6 0 が流体から圧力（中心軸 O に沿って第 2 バルブケーシング 7 0 から第 1 バルブケーシング 5 1 側へ向く圧力）を受ける面をいう。

また、角度範囲 θ の合計値が 180 度以上 360 度以下であってもよい。

あるいは、角度範囲 θ の合計値が 180 度以上 360 度未満であってもよい。この場合、弁動作の応答性の低下を抑制するとともに、着座時において当接面 5 3 と第 1 端面 6 1 の衝撃が大きい場合であってもこれらの面の耐久性を確保できる。

【0061】

さらに、他の実施形態では、角度範囲 θ の合計値が 270 度以上であってもよい。これにより、ポペット弁 5 0 の動作時にポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 と弁座 7 1 側のポペット面 6 3 との間に発生する差圧に起因した弁動作の応答性の低下をより効果的に抑制できる。

あるいは、角度範囲 θ の合計値が 270 度以上 360 度以下であってもよい。この場合、弁動作の応答性の低下をより一層効果的に抑制できる。あるいは、角度範囲 θ の合計値が 270 度以上 360 度未満であってもよい。この場合、弁動作の応答性の低下を抑制するとともに、着座時において当接面 5 3 と第 1 端面 6 1 の衝撃が大きい場合であってもこれらの面の耐久性を確保できる。

【0062】

また、ノーマルクローズ式の電磁弁に対して上記構成を適用すれば、開弁位置にあるポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 と、第 1 バルブケーシング 5 1 又は板部材 8 0 の磁気吸着面（当接面 5 3）との間に空間 1 0 5 が形成され、また凹凸 1 0 0 がない場合に比べてこれらの面の接触面積が低減されることから、残留磁気起因した吸着力を低減でき、弁動作の応答性（例えば閉弁応答速度）をさらに改善することができる。

【0063】

また、ポペット弁 5 0 は、ポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 と第 1 バルブケーシング 5 1 の壁面 5 2 との間に設けられる非磁性体部をさらに備えていてもよい。図 4 A に示される構

成例では、この非磁性体部は、非磁性体の板部材 80 である。あるいは、不図示の例では、この非磁性体部は、ボペット 60 の第 1 端面 61 を形成する非磁性体層であってもよい。

図 4 A に示される構成例において、板部材 80 は、一面側が第 1 バルブケーシング 51 に当接した状態で、クランプ 85 によって第 1 バルブケーシング 51 に固定される。

この構成においては、開弁位置にあるボペット 60 の第 1 端面 61 と第 1 バルブケーシング 51 の壁面 52 とは直接接触しておらず、これらの面の間に非磁性体部（板部材 80）が介在している。そのため、ソレノイド 55 への通電を停止した直後における第 1 バルブケーシング 51 の残留磁気がボペット弁 50 の閉弁動作に与える影響をさらに抑制でき、弁動作の応答性をより一層向上させることができる。

10

【0064】

一実施形態では、ボペット 60 の第 1 端面 61 と当接面 53 との接触面積 S_1 は、ボペットの端面のうち当接面と非接触である非接触面積 S_2 よりも小さい。なお、第 1 端面 61 と当接面 53 との接触面積 S_1 または非接触面積 S_2 とは、いずれも合計値をいう。

この構成においては、ボペット 60 の第 1 端面 61 と当接面 53 との接触面積 S_1 が、ボペット 60 の第 1 端面 61 のうち当接面 53 と非接触である非接触面積 S_2 よりも小さいので、弁動作時にボペット 60 の第 1 端面 61 と弁座 71 側のボペット面 63 との間に発生する差圧をより一層小さくでき、弁動作の応答性をより効果的に改善できる。

【0065】

一実施形態では、ボペット 60 の第 1 端面 61 または当接面 53 に線状（例えば図 8 A 参照）またはメッシュ形状（例えば図 6 A 参照）の凸部が設けられており、開弁位置にボペット 60 があるとき、この凸部によって互いに接触するように構成される。この場合、線状またはメッシュ形状（線状ドット状）の凸部の全面積は、ボペット弁 50 の操作圧力が 20 MPa 以上 35 MPa 以下において、ボペット 60 の第 1 端面 61 または当接面 53 のいずれかの全表面上で、非接触領域の全面積よりも小さくてもよい。

20

この構成によれば、弁動作時にボペット 60 の第 1 端面 61 と弁座 71 側のボペット面 63 との間に発生する差圧をより一層小さくでき、弁動作の応答性をより一層効果的に改善できる。

【0066】

また、図 4 A に示す構成例においては、凹凸 100 は、ボペット 60 の第 1 端面 61、または、ボペット 60 の第 1 端面 61 に対向する非磁性体の板部材 80 の表面 81 の少なくとも一方に設けられている。

30

ボペット 60 の第 1 端面 61 と板部材 80 の表面 81 とは、閉弁動作時に互いに離反する。そのため、ボペット 60 の第 1 端面 61 または板部材 80 の表面 81 の少なくとも一方に凹凸 100 を設けることによって、残留磁気に起因した吸着力を確実に低減でき、弁動作の応答性を効果的に改善することができる。

【0067】

図 4 B に示される構成例では、図 4 A に示した板部材 80 は有しておらず、ボペット 60 の第 1 端面 61 と第 1 バルブケーシング 51 の壁面 52 とが直接接触するようになっている。

40

この構成例においては、凹凸 100 は、ボペット 60 の第 1 端面 61、または、第 1 バルブケーシング 51 の壁面 52 の少なくとも一方に設けられている。

【0068】

ここで、図 6 ~ 図 9 を参照して、凹凸 100 の具体的な各実施形態について説明する。

なお、図 6 ~ 図 9 においては、一例として、ボペット 60 の第 1 端面 61 に凹凸 100 が形成された場合を示しているが、ここで説明する凹凸 100 の構成は、第 1 バルブケーシング 51 の壁面 52 又は板部材 80 の表面 81 にも適用可能である。

【0069】

図 6 A ~ 図 6 C は、一実施形態に係るボペット 60 の第 1 端面 61 の構成を示している。図 6 A は、一実施形態に係るボペット 60 を第 1 端面 61 側から見た平面図である。図

50

6 B は、図 6 A に示したポペット 6 0 の A - A 線断面図である。図 6 C は、図 6 B に示したポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 の拡大断面図である。

これらの図に示されるように、一実施形態において、凹凸 1 0 0 は、複数の第 1 溝 1 0 1 と、該第 1 溝 1 0 1 と交差する複数の第 2 溝 1 0 2 とによってメッシュ状に形成される。

第 1 溝 1 0 1 および第 2 溝 1 0 2 は、例えば電子ビーム溶接加工又は化学エッチングによって形成されてもよい。これにより、弁動作の応答性低下の抑制に有効な深さの溝を容易に形成することができる。

第 1 溝 1 0 1 と第 2 溝 1 0 2 は、同一の深さ及び幅で形成されていてもよいし、異なる深さ又は幅で形成されていてもよい。

第 1 溝 1 0 1 および第 2 溝 1 0 2 は、それぞれ、均等のピッチで複数形成されていてもよい。この場合、隣り合う第 1 溝 1 0 1 又は第 2 溝 1 0 2 のピッチは、第 1 溝 1 0 1 又は第 2 溝 1 0 2 の幅の 3 倍以上 7 倍以下であってもよい。これにより、ポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 と当接面 5 3 との接触面積を適切に低減でき、弁動作の応答性の低下を効果的に抑制できる。

【0070】

また、凹凸 1 0 0 が形成される面（図示される例ではポペット 6 0 の第 1 端面 6 1、あるいは不図示の例では、第 1 パルプケーシング 5 1 の壁面 5 2 又は板部材 8 0 の表面 8 1）に、他の部位よりも硬度が大きい硬質層を設けておき、この硬質層に第 1 溝 1 0 1 および第 2 溝 1 0 2 が形成されてもよい。例えば、硬質層は、硬質クロムメッキ等のメッキにより構成されてもよい。これにより、ポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 が当接面 5 3 に対して繰り返し衝突しても、ポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 が損傷することを抑制できる。

【0071】

上記構成によれば、凹凸 1 0 0 が、複数の第 1 溝 1 0 1 と、該第 1 溝 1 0 1 と交差する複数の第 2 溝 1 0 2 とによってメッシュ状に形成されるので、多数の微小な凹凸 1 0 0 を容易に形成でき、また一様な凹凸 1 0 0 を広範囲に形成することもできる。このため、弁動作時にポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 と弁座 7 1 側のポペット面 6 3 との間に発生する差圧を確実に小さくでき、弁動作の応答性を効果的に改善できる。さらに、ポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 と、第 1 パルプケーシング 5 1 の壁面 5 2 または板部材 8 0 の表面 8 1 との衝突によっても、凹凸形成面が損傷し難い構造とすることができる。

【0072】

なお、図 6 A ~ 図 6 C に示す実施形態では、任意の方向に対して角度の異なる第 1 溝 1 0 1 および第 2 溝 1 0 2 を交差させてメッシュ状に形成した構成を示しているが、同一角度の第 1 溝 1 0 1 又は第 2 溝 1 0 2 のみが形成されていてもよい。あるいは、任意の方向に対して角度の異なる 3 種類の溝が互いに交差するように形成されていてもよい。

【0073】

図 7 A ~ 図 7 C は、他の実施形態に係るポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 の構成を示している。図 7 A は、他の実施形態に係るポペット 6 0 を第 1 端面 6 1 側から見た平面図である。図 7 B は、図 7 A に示したポペット 6 0 の B - B 線断面図である。図 7 C は、図 7 B に示したポペット 6 0 の C - C 線断面図（第 1 端面 6 1 のみを示す部分断面図）である。

これらの図に示されるように、他の実施形態において、凹凸 1 0 0 は、ポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 または当接面 5 3（第 1 パルプケーシング 5 1 の壁面 5 2 または板部材 8 0 の表面 8 1）に設けられた突出部 1 0 4 によって形成される。なお、図示される例では、ポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 に突出部 1 0 4 が設けられた構成を示している。

突出部 1 0 4 は、周方向に複数設けられていてもよい。この場合、複数の突出部 1 0 4 は、等間隔で配置されてもよい。図示される例では、突出部 1 0 4 が周方向に等間隔（90 度間隔）で 4 つ設けられている。

【0074】

上記構成によれば、ポペット 6 0 の第 1 端面 6 1 と、当接面 5 3（第 1 パルプケーシング 5 1 の壁面 5 2 または板部材 8 0 の表面 8 1）との接触面積を大幅に低減できるため、

10

20

30

40

50

弁動作の応答性をより効果的に改善できる。また、突出部 104 の高さによって凹凸 100 の深さも容易に調整可能である。

【0075】

図 8 A ~ 図 8 C は、さらに他の実施形態に係るボペット 60 の第 1 端面 61 の構成を示している。図 8 A は、さらに他の実施形態に係るボペット 60 を第 1 端面 61 側から見た平面図である。図 8 B は、図 8 A に示したボペット 60 の D - D 線断面図である。図 8 C は、図 8 B に示したボペット 60 の第 1 端面 61 の拡大断面図である。

これらの図に示されるように、さらに他の実施形態において、ボペット弁 50 は、油圧機械（例えば図 1 に示す油圧モータ 7 又は油圧ポンプ 6）の作動室（例えば図 2 及び図 3 に示す油圧モータ 7 の作動室 26）内の圧力を切り替えるように開閉可能に構成されている。この場合、凹凸 100 は、ボペット 60 の第 1 端面 61 または当接面 53（第 1 バルブケーシング 51 の壁面 52 または板部材 80 の表面 81）に設けられた油圧機械の作動油のドレン溝 106 によって形成される。ドレン溝 106 は、作動油の油供給路 107 に連通していてもよい。

図示される例では、ドレン溝 106 は、ボペット 60 の第 1 端面 61 において、ロッド貫通穴 65 を中心として環状に形成されている。

【0076】

上記構成によれば、ドレン溝 106 によって、ボペット 60 の第 1 端面 61 と、当接面 53（第 1 バルブケーシング 51 の壁面 52 または板部材 80 の表面 81）との接触面積を低減でき、また油圧機械の作動油がドレン溝に流れることにより、弁動作時にボペット 60 の第 1 端面 61 と弁座 71 側のボペット面 63 との間に発生する差圧をより一層小さくでき、弁動作の応答性をより効果的に改善できる。

【0077】

図 9 A ~ 図 9 C は、さらに他の実施形態に係るボペット 60 の第 1 端面 61 の構成を示している。図 9 A は、さらに他の実施形態に係るボペット 60 を第 1 端面側から見た平面図である。図 9 B は、図 9 A に示したボペット 60 の E - E 線断面図である。図 9 C は、図 9 B に示したボペット 60 の第 1 端面の拡大断面図である。

これらの図に示されるように、さらに他の実施形態において、凹凸 100 は、ボペット 60 の端面 61 または当接面 53（第 1 バルブケーシング 51 の壁面 52 または板部材 80 の表面 81）に設けられたクラウニング処理が施された表面 108 によって形成される。

図示される例では、クラウニング処理が施される表面 108 は、ボペット 60 の第 1 端面 61 の径方向の全領域である。あるいは、不図示の例として、クラウニング処理が施される表面は、ボペット 60 の第 1 端面 61 の径方向における一部の領域であってもよい。

【0078】

上記構成によれば、弁動作時にボペット 60 の第 1 端面 61 と弁座 71 側のボペット面 63 との間に発生する差圧をより一層小さくでき、弁動作の応答性をより効果的に改善できる。また、ボペット 60 の第 1 端面 61 と、当接面 53（第 1 バルブケーシング 51 の壁面 52 または板部材 80 の表面 81）との衝突によっても、凹凸形成面が損傷し難い構造とすることができる。

【0079】

図 4 A、図 4 B 及び図 5 に戻り、一実施形態では、第 1 バルブケーシング 51 と第 2 バルブケーシング 70 との間においてボペット 60 の外周側に設けられ、ボペット 60 が收容される内部空間 66 と外部空間 67 とを連通させる少なくとも一つの連通窓 91、92 が形成された環状スペーサ 90 と、をさらに備える。

図示される例では、環状スペーサ 90 は、弁座 71（第 2 バルブケーシング 70）側に設けられた連通窓 91 と、第 1 バルブケーシング 51 側に設けられた連通窓 92 と、を有する。

【0080】

上記構成によれば、第 1 バルブケーシング 51 と、弁座 71 を形成する第 2 バルブケー

10

20

30

40

50

シング70との間に環状スペーサ90が設けられ、環状スペーサ90の内周側にポペット60が配置されているので、ポペット60が移動する空間を適正に確保できる。また、環状スペーサ90に形成された連通路91, 92によって、環状スペーサ90の内部空間96と外部空間97とを連通する内部流路が形成され、ポペット60により開閉される流路(開口)75と、ポペット弁50の外部流路(例えば図3に示す高圧油内部流路18)との間で流体の円滑な流れを形成できる。

【0081】

図10Aは、一実施形態に係る環状スペーサ90の斜視図である。

一実施形態において、環状スペーサ90は、第2バルブケーシング70(図4A、図4B、図5参照)に向けて延在する複数の脚部93を含む。複数の脚部93は、環状スペーサ90の周方向において互いに間隔を空けて配置される。また、少なくとも一つの連通路91は、隣り合う一対の脚部93間の周方向位置に設けられる。すなわち、第2バルブケーシング70(図4A、図4B、図5参照)の連通路91は、第2バルブケーシング70側の縁部が開放した状態となっている。これにより、環状スペーサ90が流体の流れによって損傷してしまうことを回避できる。

【0082】

図10Bは、他の実施形態に係る環状スペーサ90の斜視図である。

他の実施形態において、環状スペーサ90は、図10Aに示した脚部93の代わりに、連通路91の第2バルブケーシング70(図4A、図4B、図5参照)側に第2バルブケーシング70(図4A、図4B、図5参照)が設けられており、連通路91はその縁部が全周に亘って閉じた状態となっている。

【0083】

図11Aは、油撃事象を説明するための図であり、開弁位置のポペット60及び環状スペーサ90の連通路を模式的に示す断面図である。図11Bは、油撃事象を説明するための図であり、閉弁位置のポペット60及び環状スペーサ90の連通路を模式的に示す断面図である。

図11Aに示すように、ポペット60が開弁位置にあるとき、流体(例えば作動油)は、環状スペーサ90の連通路91を通った後、ポペット60と第2バルブケーシング70との間から流路(開口)75に流入する。そして、ポペット60が開弁位置から閉弁位置に移動すると、環状スペーサ90の連通路91がポペット60により閉じられ、流体の流れはポペット60の外周面に衝突する。この衝突の衝撃によって、連通路91の第2バルブケーシング70側の縁部95(以下、ケーシング側縁部95と称する)には、第2バルブケーシング70側へ向かう応力(図中F方向)が作用する。具体的には、ポペット60の外周面と連通路91とで形成される空間98は上記衝突の衝撃により高圧となり、連通路91のケーシング側縁部95と第2バルブケーシング70とで形成される空間(隙間)99は低圧となり、連通路91のケーシング側縁部95を挟む2つの空間98, 99の間に圧力差が生じる。この圧力差に起因した応力(図中F方向)によって、連通路91のケーシング側縁部95が損傷してしまう可能性がある。

【0084】

そこで、図10Aに示すように、環状スペーサ90は、第2バルブケーシング70に向けて延在する複数の脚部93を含み、連通路91が、隣り合う一対の脚部93間の周方向位置に設けられた構成とすることによって、ポペット60が開弁位置から閉弁位置に移動したとき、流体の流れがポペット60の外周面に衝突した衝撃によって、環状スペーサ90が損傷してしまうことを回避できる。

【0085】

また、図10Aに示すように、環状スペーサ90のうち連通路91からみて第1バルブケーシング51側の部位94は、ポペット60の移動方向における厚さ t が、ポペット60のシート外径を D (図8B参照)としたとき、 $t \geq 0.03D$ を満たすようにしてもよい。

【0086】

上記したように、閉弁動作時におけるポペット外周面への流体の衝突による衝撃の影響は、上記ケーシング側縁部 95 以外の部位にも及ぶことが考えられる。

そこで、上記構成では、環状スペーサ 90 のうち連通窓 91 からみて第 1 バルブケーシング 51 側の部位の厚さ t を、ポペット 60 のシート外径 D の 0.03 倍以上としている。なお、厚さ t はポペット 60 の移動方向における長さである。

これにより、環状スペーサ 90 に、上記衝突の衝撃によって生じる応力に耐え得る強度をもたせることができる。

【0087】

上述したように、本発明の少なくとも幾つかの実施形態によれば、ポペット弁 50 の動作時にポペット 60 の第 1 端面 61 と弁座 71 側のポペット面 63 との間に発生する差圧に起因した弁動作の応答性の低下を抑制できる。

【0088】

また、油圧機械（例えば図 1 に示す油圧モータ 7 又は油圧ポンプ 6）が上述のポペット弁 50 を備えることにより、油圧機械の信頼性を向上させることができる。

この油圧機械は、発電機を駆動するための油圧モータ 7（図 2、図 3 参照）であってもよい。

一般に、発電機駆動用の油圧モータ 7 は、例えば 1000 rpm 程度の過酷な運転条件下において高い信頼性で動作することが要求される。そのため、上述したように応答性に優れたポペット弁 50 を備えることで、発電機駆動用の油圧モータ 7 の要求に応え得る高信頼性を確保することができる。

【0089】

さらに、再生エネルギー型発電装置 1（図 1 参照）が上記油圧機械を備えることにより、再生エネルギー型発電装置の安定した稼働が可能となる。

【0090】

本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変形を加えた形態や、これらの形態を適宜組み合わせた形態も含む。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一の構成要素を「備える」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

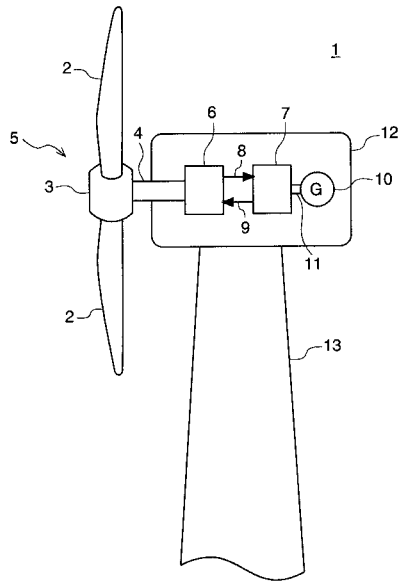
【符号の説明】

【0091】

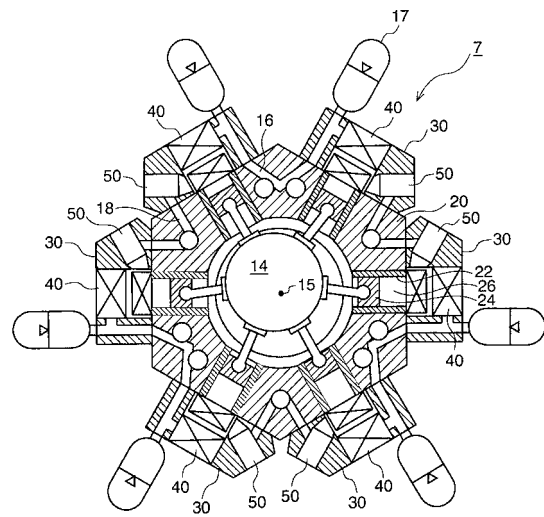
- | | |
|----|----------------------|
| 1 | 再生エネルギー型発電装置（風力発電装置） |
| 2 | ブレード |
| 3 | ハブ |
| 4 | 回転シャフト |
| 5 | ロータ |
| 6 | 油圧ポンプ |
| 7 | 油圧機械（油圧モータ） |
| 8 | 高圧油ライン |
| 9 | 低圧油ライン |
| 10 | 発電機 |

1 4	回 転 軸	
1 6 (1 6 a , 1 6 b)	低 圧 油 内 部 流 路	
1 6 c	低 圧 ポ ー ト	
1 7	低 圧 油 ア キ ュ ム レ ー タ	
1 8 (1 8 a , 1 8 b , 1 8 d)	高 圧 油 内 部 流 路	
1 8 c	高 圧 ポ ー ト	
2 0	シ リ ン ダ ブ ロ ッ ク	
2 2	シ リ ン ダ	
2 4	ピ ス ト ン	
2 6	作 動 室	10
3 0	バ ル ブ ブ ロ ッ ク	
4 0	低 圧 弁	
5 0	ポ ペ ッ ト 弁 (高 圧 弁)	
5 1	第 1 バ ル ブ ケ ー シ ン グ	
5 2	壁 面	
5 3	当 接 面	
5 4	ア ク チ ュ エ ー タ	
5 5	ソ レ ノ イ ド	
5 6	付 勢 部 材	
5 8	ロ ッ ド	20
6 0	ポ ペ ッ ト	
6 1	第 1 端 面	
6 2	第 2 端 面	
6 3	ポ ペ ッ ト 面	
6 5	ロ ッ ド 貫 通 穴	
6 6	内 部 空 間	
6 7	外 部 空 間	
7 0	第 2 バ ル ブ ケ ー シ ン グ	
7 1	弁 座	
7 5	流 路	30
8 0	板 部 材	
8 1	表 面	
9 0	環 状 ス ペ ー サ	
9 1 , 9 2	連 通 窓	
9 3	脚 部	
9 5	ケ ー シ ン グ 側 縁 部	
1 0 0	凹 凸	
1 0 1	第 1 溝	
1 0 2	第 2 溝	
1 0 4	突 出 部	40
1 0 5	空 間	
1 0 6	ド レ ン 溝	
1 1 0	直 線	

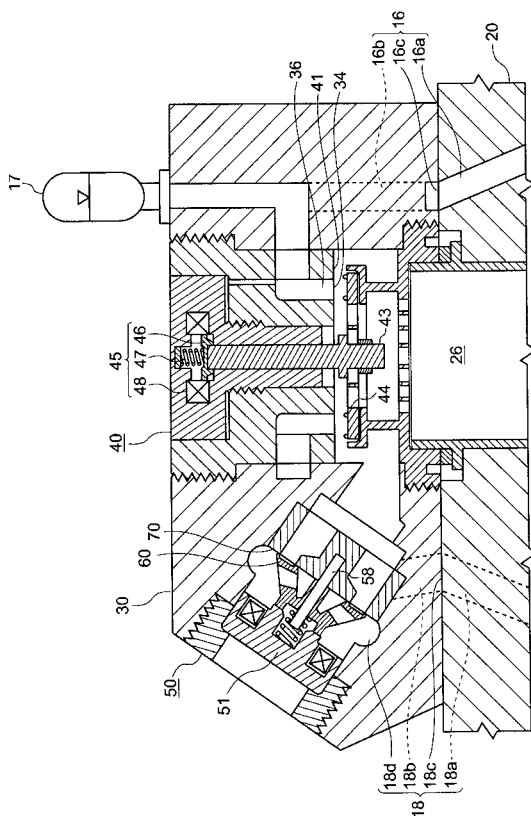
【図 1】



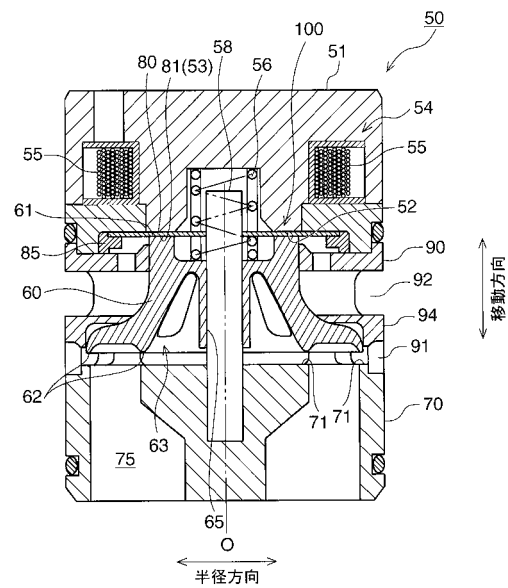
【図 2】



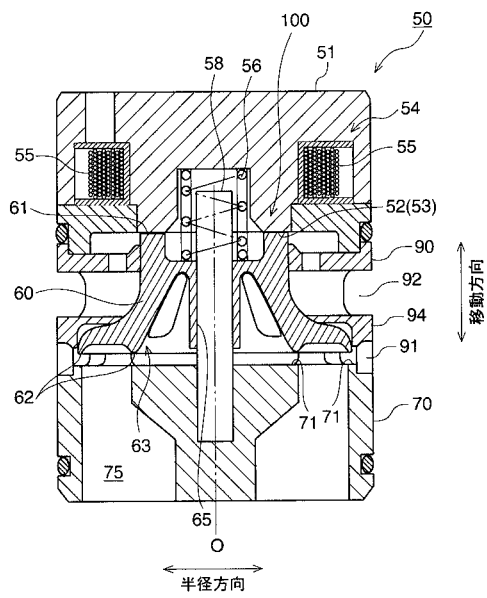
【図 3】



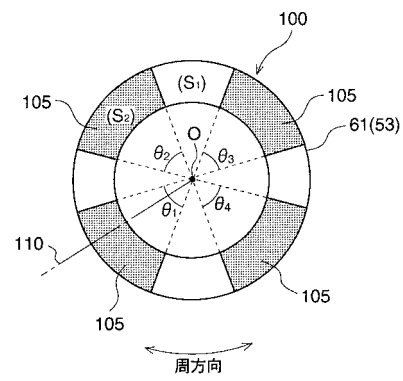
【図 4 A】



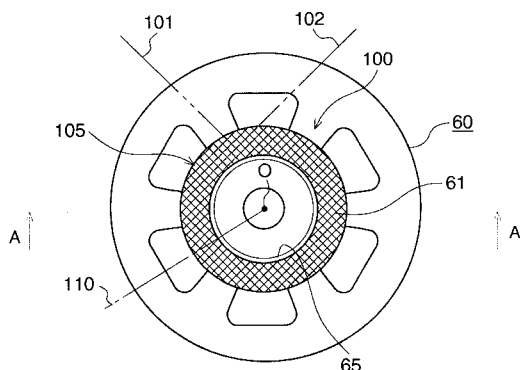
【図 4 B】



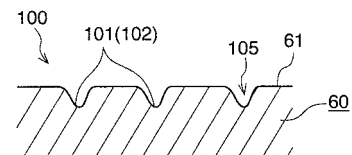
【図 5】



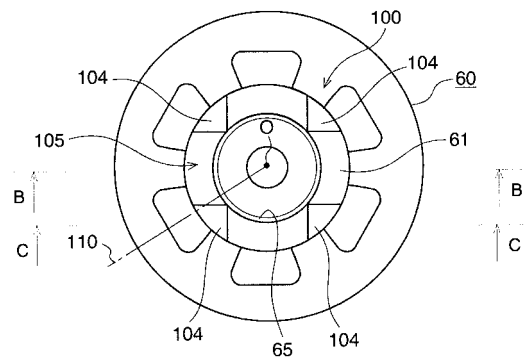
【図 6 A】



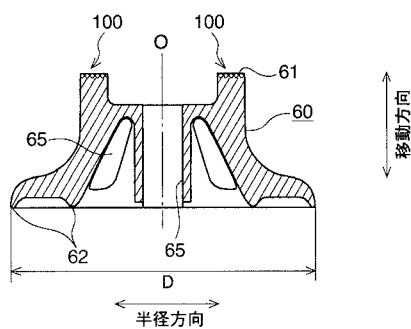
【図 6 C】



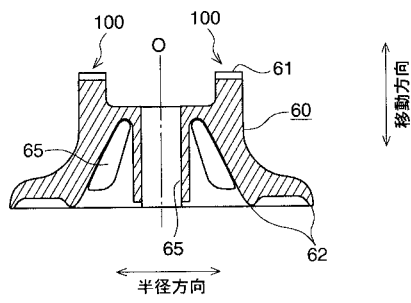
【図 7 A】



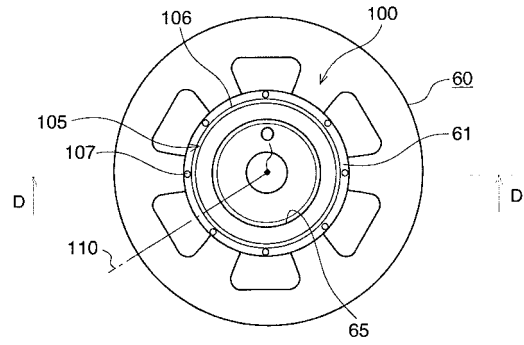
【図 6 B】



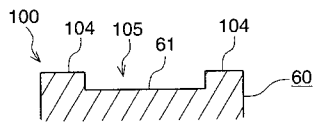
【図 7 B】



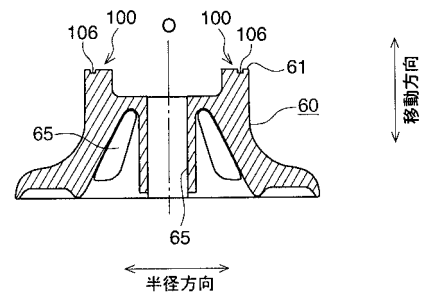
【図 8 A】



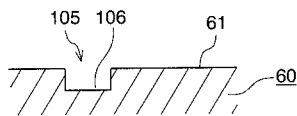
【図 7 C】



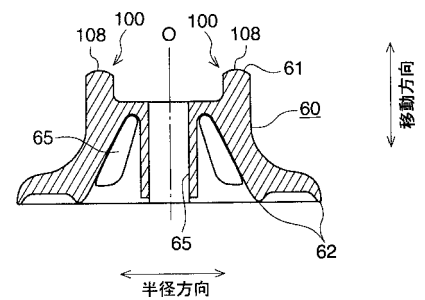
【図 8 B】



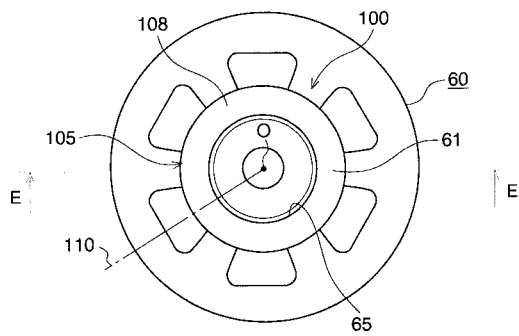
【図 8 C】



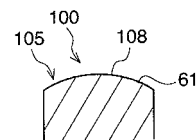
【図 9 B】



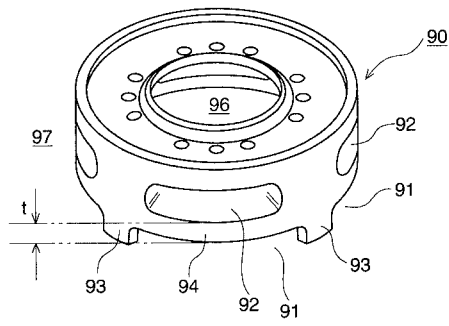
【図 9 A】



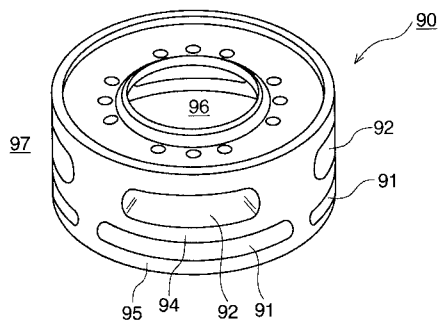
【図 9 C】



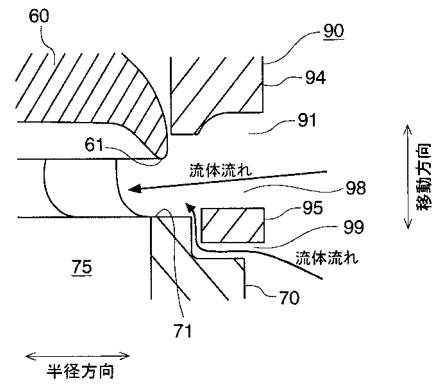
【図 1 0 A】



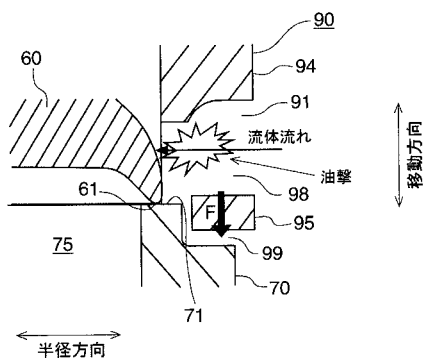
【図 1 0 B】



【図 1 1 A】



【図 1 1 B】



フロントページの続き

- (72)発明者 平野 晴彦
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 川畑 真司
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 清水 将之
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 林 利和
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 フェラー・ゴードン
イギリス国 E H 2 0 9 T B ロジアン ミッドロジアン ローンヘッド エッジフィールド・ロード エッジフィールド・インダストリアル・エステート ユニット 3 アルテミス・インテリジェント・パワー・リミテッド内
- (72)発明者 ランペン・ウィリアム
イギリス国 E H 2 0 9 T B ロジアン ミッドロジアン ローンヘッド エッジフィールド・ロード エッジフィールド・インダストリアル・エステート ユニット 3 アルテミス・インテリジェント・パワー・リミテッド内
- (72)発明者 シュタイン・ウヴェ
イギリス国 E H 2 0 9 T B ロジアン ミッドロジアン ローンヘッド エッジフィールド・ロード エッジフィールド・インダストリアル・エステート ユニット 3 アルテミス・インテリジェント・パワー・リミテッド内

F ターム(参考) 3H066 AA01 BA04 BA05

3H084 AA05 AA15 AA45 BB30 CC38 CC49

3H106 DA23 DB02 DB12 DB32 DC02 DD02 EE04 EE17 GA18 GA23

KK03

3H178 AA03 AA40 AA44 AA47 BB10 BB90 DD12Z DD18X