

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年9月8日(08.09.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/150501 A1

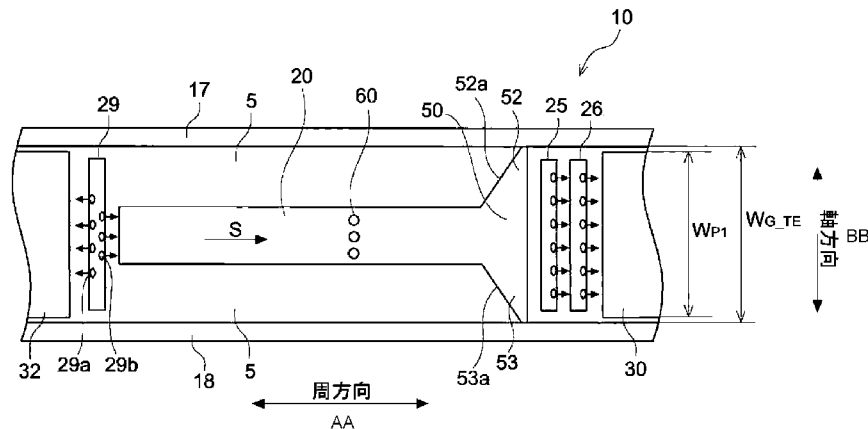
- (51) 国際特許分類:
F16C 33/10 (2006.01) *F02C 7/06* (2006.01)
F01D 25/16 (2006.01) *F16C 17/03* (2006.01)
F01D 25/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/007679
- (22) 国際出願日: 2017年2月28日(28.02.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-036929 2016年2月29日(29.02.2016) JP
- (71) 出願人: 三菱日立パワーシステムズ株式会社
(**MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.**)
[JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 篠原 種宏(**SHINOHARA, Tanehiro**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 貝漕 高明(**KAIKOGI, Takaaki**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 中野 隆(**NAKANO, Takashi**); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa

- (JP). 脇 勇一朗(**WAKI, Yuichiro**); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 小澤 豊(**OZAWA, Yutaka**); 〒6760017 兵庫県高砂市荒井町東本町1番7号 三陽テクノサービス株式会社内 Hyogo (JP). 杼谷 直人(**TOCHITANI, Naoto**); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 誠真 I P 特許業務法人(**SEISHIN IP PATENT FIRM, P.C.**); 〒1080073 東京都港区三田三丁目13番16号 三田43MTビル13階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: JOURNAL BEARING AND ROTARY MACHINE

(54) 発明の名称: ジャーナル軸受および回転機械



AA Circumferential direction
BB Axial direction

(57) Abstract: A journal bearing according to the present invention is provided with a carrier ring, a plurality of bearing pads provided on an internal peripheral side of a lower half region of the carrier ring and configured so as to support a rotor shaft from below, and a guide metal disposed in an upper half region of the carrier ring and provided in the center in the axial direction of the rotor shaft so as to cover a top-side region of the external peripheral face of the rotor shaft.

(57) 要約: ジャーナル軸受は、キャリアリングと、前記キャリアリングの下半領域の内周側に設けられ、ロータ軸を下方から支持するように構成された複数の軸受パッドと、前記キャリアリングの上半領域に配置され、前記ロータ軸の外周面のうち上側領域を覆うように、前記ロータ軸の軸方向における中央に設けられたガイドメタルと、を備える。



WO 2017/150501 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： ジャーナル軸受および回転機械

技術分野

[0001] 本開示は、ロータ軸を回転可能に支持するためのジャーナル軸受および回転機械に関する。

背景技術

[0002] 一般に、蒸気タービンやガスタービン等の回転機械に用いられる軸受装置として、ジャーナル軸受が知られている。

例えば特許文献１には、複数の軸受パッドによってロータ軸を支持するジャーナル軸受が記載されている。具体的には、特許文献１のジャーナル軸受は、キャリアリングと、キャリアリングに支持される上流側軸受パッド及び下流側軸受パッドと、各軸受パッドとロータ軸との間に潤滑油を供給する複数の給油ノズルと、を備えている。複数の給油ノズルは、上流側軸受パッドよりも上流側に配置された第１の給油ノズル（最上流ノズル）と、上流側軸受パッドの両端部に配置された第２及び第３の給油ノズルと、下流側軸受パッドの上流側端部に配置された第４の給油ノズルと、を含む。また、下半部キャリアリングの両端面にはサイドプレートが配置されており、給油ノズルから供給された潤滑油の軸受外部への漏出を抑制するようになっている。

また、特許文献１には、ロータ軸の跳ね上がりを防止することを目的として、上半部キャリアリングの内周側において軸方向に互いに離間して配置された一対のガイドメタルを備えた構成も記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特許第４７６４４８６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、特許文献１に記載されるように複数の軸受パッドを備えるジャ

ーナル軸受においては、正常動作時、回転数の上昇に伴ってロータ軸と各軸受パッドの間にそれぞれ適正な厚さの油膜が形成され、これらの油膜圧力によってロータ軸が略直上に浮き上がるようになっている。

しかしながら、本発明者らの知見によれば、複数の軸受パッド間における負荷能力の適正なバランスを維持できないために、軸受性能が低下したり、異常振動が発生したりすることが起こり得る。例えば、上流側軸受パッドにおける油膜圧力が不足して上流側領域での十分な負荷能力を確保できず、ロータ軸が浮上する際に上流側へ寄ってしまうと、このことが異常振動の発生原因になり得る。

[0005] 上述の事情に鑑みて、本発明の少なくとも一実施形態は、複数の軸受パッド間における負荷能力のバランスを維持し、異常振動の発生を防止するとともに軸受性能を向上し得るジャーナル軸受および回転機械を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] (1) 本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係るジャーナル軸受は、
キャリアリングと、
前記キャリアリングの下半領域の内周側に設けられ、ロータ軸を下方から支持するように構成された複数の軸受パッドと、
前記キャリアリングの上半領域に配置され、前記ロータ軸の外周面のうち上側領域を覆うように、前記ロータ軸の軸方向における中央に設けられたガイドメタルと、
を備える。

[0007] (2) また、幾つかの実施形態では、上記(1)の構成において、
前記軸方向における前記複数の軸受パッドの両側に設けられた一対のサイドプレートとをさらに備え、
各々の前記サイドプレートの内周面と前記ロータ軸の外周面との間に前記一対のサイドプレートによって囲まれた軸受内部空間と外部とを連通させるための隙間が設けられている。

[0008] 本発明者らによる鋭意検討の結果、最上流側に位置する第1軸受パッドとロータ軸との間の油膜圧力が不足する原因として、第1軸受パッドにキャリアオーバーバされる潤滑油への空気の混入があることを見出した。

すなわち、上記(2)の構成のように、各々のサイドプレートの内周面とロータ軸の外周面との間に、一对のサイドプレートによって囲まれた軸受内部空間と軸受外部とを連通させるための隙間(サイドプレート隙間)を有するジャーナル軸受では、下流側に配置された第2軸受パッドから第1軸受パッドに至る領域で該隙間から吸い込まれた空気が潤滑油に混入し得る。このため、第1軸受パッドにキャリアオーバーバされる潤滑油には多くの空気が含まれ、実質の潤滑油の油量が少ないと考えられる。したがって、第1軸受パッドの上流側直前の給油ユニットと、第2軸受パッドの上流側直前の給油ユニットとの吐出油量が同じであっても、第2軸受パッドに比べて第1軸受パッドでは潤滑油不足となりやすい。また、潤滑油は非圧縮性流体であるのに対して、潤滑油に含まれる空気は圧縮性流体であるため、上流側の第1軸受パッド(特に前縁近傍)において潤滑油に含まれる気泡が押しつぶされ、第1軸受パッドの前縁側において動圧が生じにくくなる。

これにより、第1軸受パッドの負荷能力が低下し、複数の軸受パッド間における負荷能力の適正なバランスが維持できなくなる。そのため、回転数の上昇に伴いロータ軸の軸心軌跡が鉛直線上から逸れてしまい、異常振動が発生したり、軸受性能が低下したりする可能性が高くなる。

[0009] さらに本発明者らが鋭意検討を重ねた結果、キャリアリングの上半領域に設けられた一对のガイドメタルによって挟まれる半環状空間がロータ軸の回転に伴って負圧となり、ガイドメタルとロータ軸の外周面との間の微小隙間を介して外気が前記半環状空間に流入することがキャリアオーバーバ油への空気混入の原因の一つであることが分かってきた。すなわち、キャリアリングの上半領域においてガイドメタル間の半環状空間に流入する外気が、前記微小隙間に存在する油(ロータ軸の外周面又はガイドメタルの内周面に付着した油)に混入し、空気を含むキャリアオーバーバ油が生じると考えられる。

そこで、上記（１）のジャーナル軸受は、キャリアリングの上半領域に配置され、ロータ軸の外周面のうち上側領域を覆うように、ロータ軸の軸方向における中央に設けられたガイドメタルを備える構成としている。そのため、一对のガイドメタルを設ける場合とは異なり、キャリアオーバ油への空気混入の原因となる負圧空間（一对のガイドメタル間の半環状空間）が存在せず、空気を多く含んだキャリアオーバ油が発生することを抑制できる。

したがって、上記（２）の構成のように、軸受内部空間と外部とを連通させるためのサイドプレート隙間が設けられている場合であっても、複数の軸受パッド間における負荷能力のバランスを適正に保つことができ、ジャーナル軸受における異常振動の発生防止および軸受性能の向上が図れる。

[0010] （３）幾つかの実施形態では、上記（１）又は（２）の構成において、

前記ガイドメタルの下流側に設けられ、前記ガイドメタルよりも前記軸方向に沿った幅が大きいダムをさらに備える。

[0011] 上記（３）の構成によれば、ガイドメタルよりもロータ軸方向における幅が大きいダムをガイドメタルの下流側に設けることで、ガイドメタルの両側の空間を搬送されるキャリアオーバ油の下流側への流れをダムによって効果的に抑制することができる。

[0012] （４）幾つかの実施形態では、上記（３）の構成において、

前記ガイドメタル及び前記ダムは一体に形成されている。

[0013] 上記（４）の構成によれば、ガイドメタルとダムが一体に形成されており、ガイドメタルとダムとが連続的に設けられているため、ガイドメタルの下流側且つダムの上流側に、キャリアオーバ油への空気の混入が起き得るスペースが存在しない。このため、空気を含むキャリアオーバ油の発生を効果的に防止できる。

[0014] （５）幾つかの実施形態では、上記（３）又は（４）の構成において、

前記ダムの下流側端の前記軸方向に沿った幅 W_{GTE} は、前記複数の軸受パッドのうち最上流側の第１軸受パッドの前記軸方向における幅を W_{P1} としたとき、 $W_{GTE} \geq 0.8 \times W_{P1}$ を満たす。

[0015] 上記（５）の構成によれば、ダムの下流側端の軸方向に沿った幅 W_{GTE} を、最上流側の第１軸受パッドの軸方向における幅 W_{P1} の０．８倍以上としたので、ダムによって、ガイドメタルの両側を通して第１軸受パッドまで到達するキャリアオーバー油を確実に低減することができる。

[0016] （６）幾つかの実施形態では、上記（３）乃至（５）の何れかの構成において、

前記ダムは、前記軸方向における前記ダムの両端を形成するとともに、上流側からのキャリアオーバー油を前記軸方向の外側に向けて導くように構成された一对の整流部を有する。

[0017] 上記（６）の構成では、ガイドメタルの両側の空間をロータ軸の回転方向に沿って流れるキャリアオーバー油を、一对の整流部によって、軸受外部へ向けた流れに転向させるようにしたので、キャリアオーバー油が最上流の軸受パッドまで到達することを効果的に抑制できる。

[0018] （７）幾つかの実施形態では、上記（６）の構成において、

各々の前記整流部の前縁は、下流側に向かうにつれて前記軸方向の外側に向かうように前記ロータ軸の回転方向に対して傾斜している。

[0019] キャリアオーバー油の流れが整流部において急激に転向する場合、キャリアオーバー油が円滑に軸受外部へ排出されない可能性がある。

この点、上記（７）の構成によれば、整流部の前縁が、下流側に向かうにつれて軸方向の外側に向かうようにロータ軸の回転方向に対して傾斜しているので、キャリアオーバー油が整流部に沿って滑らかに転向され、キャリアオーバー油を軸受外部へ円滑に排出することができる。

[0020] （８）幾つかの実施形態では、上記（１）乃至（７）の何れかの構成において、

前記ガイドメタルには、該ガイドメタルの前記ロータ軸に対向する表面に開口するとともに、前記ガイドメタルの前記表面に潤滑油を供給するように構成された少なくとも一つの給油口が形成されている。

[0021] 上記（８）の構成によれば、ガイドメタルのロータ軸に対向する表面に設

けられた給油口を介してガイドメタルの表面に潤滑油が供給されるようにしたので、ガイドメタルとロータ軸とが接触した際にこれらの間の潤滑性を保つことができる。

また、ガイドメタルとロータ軸の外周面との間の微小隙間に給油口から供給された潤滑油は、空気と触れ合うことなく、前記微小隙間を下流側に流れていくと考えられる。そのため、給油口からの潤滑油は、ガイドメタルの両側を通して下流側に向かうキャリーオーバー油とは異なり、空気の混入の可能性が低い。そこで、上記（８）の構成のように、ガイドメタルの表面に給油口を設け、該給油口から潤滑油を供給することで、ガイドメタルの下流側に位置する最上流パッドに対して、空気混入のリスクが少ない潤滑油を供給することができる。

[0022] （９）一実施形態では、上記（８）の構成において、

前記少なくとも一つの給油口は、前記ガイドメタルの最上部又は該最上部よりも下流側に位置する。

[0023] 典型的なジャーナル軸受では、ロータ軸の回転時において、ロータ軸の中心軸線がキャリアリングの中心軸線に対して低い位置に存在する。このため、キャリアリングの上半領域は、ロータ軸の回転方向の上流側から下流側に向かって、ガイドメタルとロータ軸の外周面との隙間が徐々に広がって、ガイドメタルの最上部において該隙間が最大となった後、該隙間は徐々に狭くなっていく。

そこで、上記（９）の構成では、ガイドメタルの表面に開口する給油口をガイドメタルの最上部又は該最上部の下流側に設けている。これにより、ガイドメタルとロータ軸の外周面との間の隙間がロータ軸の回転方向下流側に向かって徐々に狭くなる領域に給油口が存在するため、給油口からの潤滑油への空気混入の可能性をさらに低減することができる。

[0024] （１０）本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係る回転機械は、

上記（１）乃至（９）の何れかに記載のジャーナル軸受と、

前記ジャーナル軸受によって支持されるロータ軸と、

を備える。

[0025] 上記（１０）の回転機械によれば、異常振動が発生しにくく且つ優れた軸受性能を有するジャーナル軸受を備えているので、信頼性の高い回転機械を提供することができる。

発明の効果

[0026] 本発明の少なくとも一実施形態によれば、ロータ軸の軸方向における中央にガイドメタルを設ける構成としたので、一对のガイドメタルを設ける場合とは異なり、キャリアオーバ油への空気混入の原因となる負圧空間（一对のガイドメタル間の環状空間）が存在せず、空気を多く含んだキャリアオーバ油が発生することを抑制できる。

したがって、軸受内部空間と外部とを連通させるためのサイドプレート隙間が設けられている場合であっても、複数の軸受パッド間における負荷能力のバランスを適正に保つことができ、ジャーナル軸受における異常振動の発生防止および軸受性能の向上が図れる。

図面の簡単な説明

[0027] [図１]一実施形態に係るジャーナル軸受の軸方向に沿った断面図である。

[図２]図１のＡ－Ａ線断面図である。

[図３]図１のＢ－Ｂ線矢視図である。

[図４]一実施形態に係るジャーナル軸受の上半領域の展開図（図１に示したジャーナル軸受をＣ方向から視た展開図）である。

[図５]一実施形態におけるガイドメタル及び給油口を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0028] 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。

[0029] 最初に、図１～図３を参照して、幾つかの実施形態に係るジャーナル軸受１０の全体構成について説明する。

図 1 は、一実施形態に係るジャーナル軸受 10 の軸方向に沿った断面図である。図 2 は、図 1 の A-A 線断面図である。図 3 は、図 1 の B-B 線矢視図である。

[0030] 本実施形態の説明において、「軸方向」は、ジャーナル軸受 10 に支持されるロータ軸 2 の中心軸線 O の方向であり、「径方向」はロータ軸 2 の半径方向であり、「周方向」はロータ軸 2 の周方向である。なお、「周方向」は、キャリアリング 12, 13 の周方向であってもよいし、サイドプレート 17, 18 の周方向であってもよい。さらに、本実施形態において「上流側」又は「下流側」とは、ロータ軸 2 の回転方向における上流側又は下流側のことを言う。

[0031] 図 1～図 3 に示す実施形態において、ジャーナル軸受 10 は、潤滑方式（給油方式）として直接潤滑方式を採用しており、キャリアリング 11 の下半領域に第 1 軸受パッド 30 及び第 2 軸受パッド 32 が配置された構成となっている。例えば、ジャーナル軸受 10 は、ティルティングパッド軸受である。なお、第 1 軸受パッド 30 の前縁 30a は上流側に位置し、後縁 30b は下流側に位置する。また、第 2 軸受パッド 32 の前縁 32a は上流側に位置し、後縁 32b は下流側に位置する。

以下、図示されるジャーナル軸受 10 について例示的に説明するが、本実施形態に係るジャーナル軸受 10 はこの構成に限定されるものではない。例えば、他の実施形態においては、キャリアリング 11 の下半領域に 3 個以上の軸受パッドが取り付けられた構成であってもよい。

[0032] 幾つかの実施形態において、ジャーナル軸受 10 は、キャリアリング 11 と、キャリアリング 11 の下半領域の内周側に設けられ、ロータ軸 2 を下方から支持するように構成された複数の軸受パッド 30, 32 と、ロータ軸 2 の軸方向における複数の軸受パッド 30, 32 の両側に設けられる一対のサイドプレート 17, 18 と、を備える。

[0033] 以下、ジャーナル軸受 10 の各部材の具体的な構成例について説明する。
キャリアリング 11 は、不図示の軸受ケーシングに支持されており、上半

部キャリアリング１２及び下半部キャリアリング１３を含む。上半部キャリアリング１２及び下半部キャリアリング１３は、それぞれ、軸方向に直交する断面が半円弧状となるような内周面及び外周面を有している。なお、図示される例では、キャリアリング１１が上半部キャリアリング１２及び下半部キャリアリング１３に分割された構成を示しているが、キャリアリング１１は一体構造であってもよいし、３以上に分割された構成であってもよい。また、図示されない他の構成のキャリアリング１１においても、中心軸線Ｏを通る水平面より上方側の領域を上方領域と言い、下方側の領域を下方領域と言う。

[0034] キャリアリング１１の軸方向の両端側には、ロータ軸２の外周に沿って、一对のサイドプレート１７，１８が配置されている。サイドプレート１７，１８は、円板状に形成されており、中央にロータ軸２が貫通する穴が形成されている。図３に示すように、サイドプレート１７，１８は、上半部サイドプレート１７Ａ，１８Ａ及び下半部サイドプレート１７Ｂ，１８Ｂを含む分割構成であってもよい。

これらのサイドプレート１７，１８によって、後述する給油ユニット２５～２９から供給される潤滑油の外部への漏出を適度に抑制するようになっている。

[0035] 上半部キャリアリング１２及び下半部キャリアリング１３には、少なくとも一本の給油ユニット２５～２９が設けられている。例えば、給油ユニット２５～２９は、給油ノズルである。

図２に示す例では、ロータ軸２が図中矢印Ｓに示すように時計回りに回転する場合、ロータ軸２の回転方向Ｓにおいて上流側から第１給油ユニット２５、第２給油ユニット２６、第３給油ユニット２７、第４給油ユニット２８、第５給油ユニット２９を含む計５本の給油ユニットが設けられている。

具体的には、第１給油ユニット２５及び第２給油ユニット２６は、最上流に位置する第１軸受パッド３０よりも上流側に、周方向に並んで配置されている。第３給油ユニット２７及び第４給油ユニット２８は、第１軸受パッド

30と、該第1軸受パッド30よりも下流側に位置する第2軸受パッド32との間に、周方向に並んで配置されている。第5給油ユニット29は、第2軸受パッド32よりも下流側に配置されている。なお、図4に示すように、第5給油ユニット29は、潤滑油の噴射向きの異なる第1噴射孔29a及び第2噴射孔29bを有していてもよい。この場合、第1噴射孔29aは、第2軸受パッド（最下流パッド）32を冷却する目的で、第2軸受パッド32に向けて上流側に潤滑油を噴射するように構成される。また、第2噴射孔29bは、後述するガイドメタル20とロータ軸2とが接触した際の潤滑性を保持する目的で、ガイドメタル20に向けて下流側に潤滑油を噴射するように構成される。

[0036] 図1～図3に戻り、キャリアリング11の内部には、潤滑油供給路（不図示）が形成されている。潤滑油供給路に供給された潤滑油は各給油ユニット25～29に送られて、各給油ユニット25～29から各軸受パッド30、32の近傍に噴出される。

[0037] 第1軸受パッド30および第2軸受パッド32は、下半部キャリアリング13の内周側に設けられ、ロータ軸2を下方から支えるように構成されている。

第1軸受パッド30は、下半部キャリアリング13の内周側においてロータ軸2の外周に沿って設けられている。

第2軸受パッド32は、下半部キャリアリング13の内周側において第1軸受パッド30よりもロータ軸2の回転方向Sの下流側にロータ軸2の外周に沿って設けられている。

このように、下半部キャリアリング13に第1軸受パッド30および第2軸受パッド32が設けられているので、第1軸受パッド30および第2軸受パッド32によってロータ軸2を適切に支持できる。

[0038] なお、キャリアリング11が、上半部キャリアリング12及び下半部キャリアリング13に分割された構造ではなく一体構造である場合、あるいは3以上に分割された構造である場合、第1軸受パッド30および第2軸受パッ

ド32は、キャリアリング11の下半領域に設けられていればよい。

[0039] 次に、図1、図2、図4及び図5を参照して、ガイドメタル20とのその周辺構造の具体的な構成について説明する。なお、図4は、一実施形態に係るジャーナル軸受10の上半領域の展開図（図1に示したジャーナル軸受10をC方向から視た展開図）である。図5は、一実施形態におけるガイドメタル20及び給油口60を示す断面図である。

[0040] 図1、図2及び図4に例示するように幾つかの実施形態において、ジャーナル軸受10は、キャリアリング11の上半領域（図示される例では上半部キャリアリング12）に配置され、ロータ軸2の外周面のうち上側領域を覆うように、ロータ軸2の軸方向における中央に設けられたガイドメタル（半円環軸受部）20を備える。

例えば、ジャーナル軸受10は、ロータ軸2の軸方向における中央に設けられ、周方向に延在する一本のガイドメタル20を備える。なお、ガイドメタル20の幅（ロータ軸2の軸方向における長さ）は特に限定されないが、ロータ軸2が跳ね上がった際にその荷重を支持し得る幅であればよい。また、ガイドメタル20は、図2に示すように半円形状に形成されていてもよい。このガイドメタル20によってロータ軸2の跳ね上がりを押さえ込むことができ、ロータ軸2の跳ね上がりによる部品の破損等を防止できる。

[0041] また、上述したように、ジャーナル軸受10が、軸方向における複数の軸受パッド30、32の両側に設けられた一对のサイドプレート17、18を備える場合、各々のサイドプレート17、18の内周面とロータ軸2の外周面との間に一对のサイドプレート17、18によって囲まれた軸受内部空間と外部とを連通させるための隙間（サイドプレート隙間）42が設けられている。

[0042] 本発明者らによる鋭意検討の結果、最上流側に位置する第1軸受パッド30とロータ軸2との間の油膜圧力が不足する原因として、第1軸受パッド30にキャリーオーバーされる潤滑油への空気の混入があることを見出した。

すなわち、各々のサイドプレート17、18の内周面とロータ軸2の外周

面との間に、一对のサイドプレート 17, 18 によって囲まれた軸受内部空間と軸受外部とを連通させるためのサイドプレート隙間 42 (図 1 及び図 3 参照) を有するジャーナル軸受 10 では、下流側に配置された第 2 軸受パッド 32 から第 1 軸受パッド 30 に至る領域で該隙間 42 から吸い込まれた空気が潤滑油に混入し得る。このため、第 1 軸受パッド 30 にキャリーオーバーされる潤滑油には多くの空気が含まれ、実質の潤滑油の油量が少ないと考えられる。したがって、第 1 軸受パッド 30 の上流側直前の給油ユニット 25, 26 と、第 2 軸受パッド 32 の上流側直前の給油ユニット 27, 28 との吐出油量が同じであっても、第 2 軸受パッド 32 に比べて第 1 軸受パッド 30 では潤滑油不足となりやすい。また、潤滑油は非圧縮性流体であるのに対して、潤滑油に含まれる空気は圧縮性流体であるため、上流側の第 1 軸受パッド 30 (特に前縁近傍) において潤滑油に含まれる気泡が押しつぶされ、第 1 軸受パッド 30 の前縁 30a 側において動圧が生じにくくなる。

これにより、第 1 軸受パッド 30 の負荷能力が低下し、複数の軸受パッド 30, 32 間における負荷能力の適正なバランスが維持できなくなる。そのため、回転数の上昇に伴いロータ軸 2 の軸心軌跡が鉛直線上から逸れてしまい、異常振動が発生したり、軸受性能が低下したりする可能性が高くなる。

[0043] さらに本発明者らが鋭意検討を重ねた結果、キャリアリングの上半領域に一对のガイドメタルが設けられた構成 (不図示) においては、一对のガイドメタルによって挟まれる半環状空間がロータ軸の回転に伴って負圧となり、ガイドメタルとロータ軸の外周面との間の微小隙間を介して外気が前記半環状空間に流入することがキャリーオーバー油への空気混入の原因の一つであることが分かってきた。すなわち、キャリアリングの上半領域において一对のガイドメタル間の半環状空間に流入する外気が、前記微小隙間に存在する油 (ロータ軸の外周面又はガイドメタルの内周面に付着した油) に混入し、空気を含むキャリーオーバー油が生じると考えられる。

[0044] そこで、上記実施形態に係るジャーナル軸受 10 は、キャリアリング 11 の上半領域に配置され、ロータ軸 2 の外周面のうち上側領域を覆うように、

ロータ軸 2 の軸方向における中央に設けられたガイドメタル 20 を備える構成としている。そのため、一对のガイドメタルを設ける場合とは異なり、キャリアオーバ油への空気混入の原因となる負圧空間（一对のガイドメタル間の半環状空間）が存在せず、空気を多く含んだキャリアオーバ油が発生することを抑制できる。

したがって、上記実施形態のように、軸受内部空間と外部とを連通させるためのサイドプレート隙間 42 が設けられている場合であっても、複数の軸受パッド 30、32 間における負荷能力のバランスを適正に保つことができ、ジャーナル軸受 10 における異常振動の発生防止および軸受性能の向上が図れる。

[0045] 図 4 に例示するように幾つかの実施形態では、ジャーナル軸受 10 は、ガイドメタル 20 の下流側に設けられ、ガイドメタル 20 よりも軸方向に沿った幅が大きいダム 50 をさらに備える。

上記実施形態によれば、ダム 50 によって、ガイドメタル 20 の両側の空間 5 を搬送されるキャリアオーバ油の下流側への流れを効果的に抑制することができる。

[0046] 一実施形態において、ガイドメタル 20 及びダム 50 は一体に形成されていてもよい。

この実施形態によれば、ガイドメタル 20 とダム 50 が一体に形成されており、ガイドメタル 20 とダム 50 とが連続的に設けられているため、ガイドメタル 20 の下流側且つダム 50 の上流側に、キャリアオーバ油への空気の混入が起き得るスペースが存在しない。このため、空気を含むキャリアオーバ油の発生を効果的に防止できる。

なお、図示は省略するが他の実施形態として、ガイドメタル 20 及びダム 50 が別体で構成されていてもよい。

[0047] 幾つかの実施形態では、ダム 50 の下流側端の軸方向に沿った幅 W_{GTE} は、複数の軸受パッド 30、32 のうち最上流側の第 1 軸受パッド 30 の軸方向における幅を W_{P1} としたとき、 $W_{GTE} \geq 0.8 \times W_{P1}$ を満たす。

[0048] 上記実施形態によれば、ダム50の下流側端の軸方向に沿った幅 W_{GTE} を、最上流側の第1軸受パッド30の軸方向における幅 W_{P1} の0.8倍以上としたので、ダム50によって、ガイドメタル20の両側の空間5を通して第1軸受パッド30まで到達するキャリーオーバー油を確実に低減することができる。

[0049] 幾つかの実施形態では、ダム50は、軸方向におけるダム50の両端を形成するとともに、上流側からのキャリーオーバー油を軸方向の外側に向けて導くように構成された一对の整流部52, 53を有する。

[0050] 上記実施形態では、ガイドメタル20の両側の空間5をロータ軸2の回転方向に沿って流れるキャリーオーバー油を、一对の整流部52, 53によって、軸受外部へ向けて流れるように転向させるようにしたので、キャリーオーバー油が最上流の第1軸受パッド30まで到達することを効果的に抑制することができる。

[0051] 一実施形態では、各々の整流部52, 53の前縁52a, 53aは、下流側に向かうにつれて軸方向の外側に向かうようにロータ軸2の回転方向に対して傾斜している。すなわち、各々の整流部52, 53の前縁52a, 53aは、軸方向中央部が上流側に位置し、軸方向両端側が下流側に位置するように傾斜している。なお、「前縁」52a, 53aとは、ロータ軸2の回転方向において上流側に位置する縁部を言う。

[0052] キャリーオーバー油の流れが整流部52, 53において急激に転向する場合、キャリーオーバー油が円滑に軸受外部へ排出されない可能性がある。

この点、上記構成によれば、整流部52, 53の前縁52a, 53aが、下流側に向かうにつれて軸方向の外側に向かうようにロータ軸2の回転方向に対して傾斜しているので、キャリーオーバー油が整流部52, 53に沿って滑らかに転向され、キャリーオーバー油を軸受外部へ円滑に排出することができる。

[0053] ガイドメタル20は、上述したようにロータ軸2の跳ね上がりを防止する目的で設置されるため、通常、ガイドメタル20の内周面がサイドプレート

17, 18の内周面よりもロータ軸2の近くに位置するように設けられる。すなわち、サイドプレート17, 18の内周面とロータ軸2の外周面との間の隙間42（図1及び図3参照）は、ガイドメタル20の内周面とロータ軸2の外周面との間の隙間40（図1及び図2参照）よりも大きい。そのため、サイドプレート17, 18に潤滑油の排出路を設けなくても、整流部52, 53に沿ってサイドプレート17, 18側へ導かれた潤滑油は、サイドプレート17, 18の内周面とロータ軸2の外周面との間の隙間42（図1参照）から軸受外部へ排出し得る。ただし、整流部52, 53に対応した排出路をサイドプレート17, 18に形成してもよいことは勿論である。

[0054] 図4及び図5に例示する幾つかの実施形態において、ガイドメタル20には、該ガイドメタル20のロータ軸2に対向する表面に開口するとともに、ガイドメタル20の表面に潤滑油を供給するように構成された少なくとも一つの給油口60が形成されている。

図4には、軸方向に複数の給油口60が設けられた構成を示している。なお、第5給油ユニット29が上述した第2噴射孔29bを備える場合、この第2噴射孔29bは、ガイドメタル20の位置に対応して軸方向中央領域に設けられていてもよい。この第2噴射孔29bから供給される潤滑油によって、給油口60よりも上流側のガイドメタル20の潤滑性を確保できる。

[0055] 上記実施形態によれば、ガイドメタル20のロータ軸2に対向する表面に設けられた給油口60を介してガイドメタル20の表面に潤滑油が供給されるようにしたので、ガイドメタル20とロータ軸2とが接触した際にこれらの間の潤滑性を保つことができる。

また、ガイドメタル20とロータ軸2の外周面との間の微小隙間40（図1及び図2参照）に給油口60から供給された潤滑油は、空気と触れ合うことなく、微小隙間40を下流側に流れていくと考えられる。そのため、給油口60からの潤滑油は、ガイドメタル20の両側を通して下流側に向かうキャリーオーバー油とは異なり、空気の混入の可能性が低い。そこで、上記実施形態のように、ガイドメタル20の表面に給油口60を設け、該給油口60

から潤滑油を供給することで、ガイドメタル 20 の下流側に位置する第 1 軸受パッド 30 に対して、空気混入のリスクが少ない潤滑油を供給することができる。

[0056] 図 5 に例示するように、少なくとも一つの給油口 60 は、ガイドメタル 20 の最上部 H 又は該最上部 H よりも下流側の領域 D に位置してもよい。

典型的なジャーナル軸受 10 では、ロータ軸 2 の回転時において、ロータ軸 2 の中心軸線 O がキャリアリングの中心軸線 P に対して低い位置に存在する。このため、キャリアリング 11 の上半領域は、ロータ軸 2 の回転方向の上流側から下流側に向かって、ガイドメタル 20 とロータ軸 2 の外周面との隙間 40 が徐々に広がって、ガイドメタル 20 の最上部 H において該隙間 40 が最大となった後、該隙間 40 は徐々に狭くなっていく。

そこで、上記構成では、ガイドメタル 20 の表面に開口する給油口 60 をガイドメタル 20 の最上部 H 又は該最上部 H の下流側に設けている。これにより、ガイドメタル 20 とロータ軸 2 の外周面との間の隙間 40 がロータ軸 2 の回転方向下流側に向かって徐々に狭くなる領域 D に給油口 60 が存在するため、給油口 60 からの潤滑油への空気混入の可能性をさらに低減することができる。

[0057] 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、ロータ軸 2 の軸方向における中央にガイドメタル 20 を設ける構成としたので、一対のガイドメタルを設ける場合とは異なり、キャリアオーバー油への空気混入の原因となる負圧空間（一対のガイドメタル間の環状空間）が存在せず、空気を多く含んだキャリアオーバー油が発生することを抑制できる。

したがって、軸受内部空間と外部とを連通させるためのサイドプレート隙間 42 が設けられている場合であっても、複数の軸受パッド 30, 32 間における負荷能力のバランスを適正に保つことができ、ジャーナル軸受 10 における異常振動の発生防止および軸受性能の向上が図れる。

[0058] なお、図 1 に示すように、本実施形態に係るジャーナル軸受 10 が適用される回転機械 1 としては、ガスタービンや蒸気タービン（例えば原子力プラ

ントの蒸気タービン)や機械駆動用タービン等のタービン、風力発電装置等の風力機械、送風機、過給機、又は圧縮機などが挙げられる。

[0059] ここで、回転機械 1 は、回転駆動されるロータ軸 2 と、ロータ軸 2 を収容する軸受ハウジング (不図示) と、ロータ軸 2 を支持するためのジャーナル軸受 10 と、を備える。

この回転機械 1 によれば、異常振動が発生しにくく且つ優れた軸受性能を有するジャーナル軸受 10 を備えているので、信頼性の高い回転機械 1 を提供することができる。

[0060] 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。

[0061] 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

[0062] 1 回転機械
2 ロータ軸
5 空間
10 ジャーナル軸受

- 1 1 キャリアリング
- 1 2 上半部キャリアリング
- 1 3 下半部キャリアリング
- 1 7, 1 8 サイドプレート
- 2 0 ガイドメタル
- 2 5 第1給油ユニット
- 2 6 第2給油ユニット
- 2 7 第3給油ユニット
- 2 8 第4給油ユニット
- 2 9 第5給油ユニット
- 2 9 a 第1噴射孔
- 2 9 b 第2噴射孔
- 3 0 第1軸受パッド
- 3 2 第2軸受パッド
- 5 0 ダム
- 5 2, 5 3 整流部
- 5 2 a, 5 3 a 前縁
- 6 0 給油口

請求の範囲

- [請求項1] キャリアリングと、
 前記キャリアリングの下半領域の内周側に設けられ、ロータ軸を下方から支持するように構成された複数の軸受パッドと、
 前記キャリアリングの上半領域に配置され、前記ロータ軸の外周面のうち上側領域を覆うように、前記ロータ軸の軸方向における中央に設けられたガイドメタルと、
 を備えることを特徴とするジャーナル軸受。
- [請求項2] 前記軸方向における前記複数の軸受パッドの両側に設けられた一対のサイドプレートとをさらに備え、
 各々の前記サイドプレートの内周面と前記ロータ軸の外周面との間に前記一対のサイドプレートによって囲まれた軸受内部空間と外部とを連通させるための隙間が設けられたことを特徴とする請求項1に記載のジャーナル軸受。
- [請求項3] 前記ガイドメタルの下流側に設けられ、前記ガイドメタルよりも前記軸方向に沿った幅が大きいダムをさらに備えることを特徴とする請求項1又は2に記載のジャーナル軸受。
- [請求項4] 前記ガイドメタル及び前記ダムは一体に形成されていることを特徴とする請求項3に記載のジャーナル軸受。
- [請求項5] 前記ダムの下流側端の前記軸方向に沿った幅 W_{GTE} は、前記複数の軸受パッドのうち最上流側の第1軸受パッドの前記軸方向における幅を W_{P1} としたとき、 $W_{GTE} \geq 0.8 \times W_{P1}$ を満たすことを特徴とする請求項3又は4に記載のジャーナル軸受。
- [請求項6] 前記ダムは、前記軸方向における前記ダムの両端を形成するとともに、上流側からのキャリーオーバー油を前記軸方向の外側に向けて導くように構成された一対の整流部を有することを特徴とする請求項3乃至5の何れか一項に記載のジャーナル軸受。
- [請求項7] 各々の前記整流部の前縁は、下流側に向かうにつれて前記軸方向の

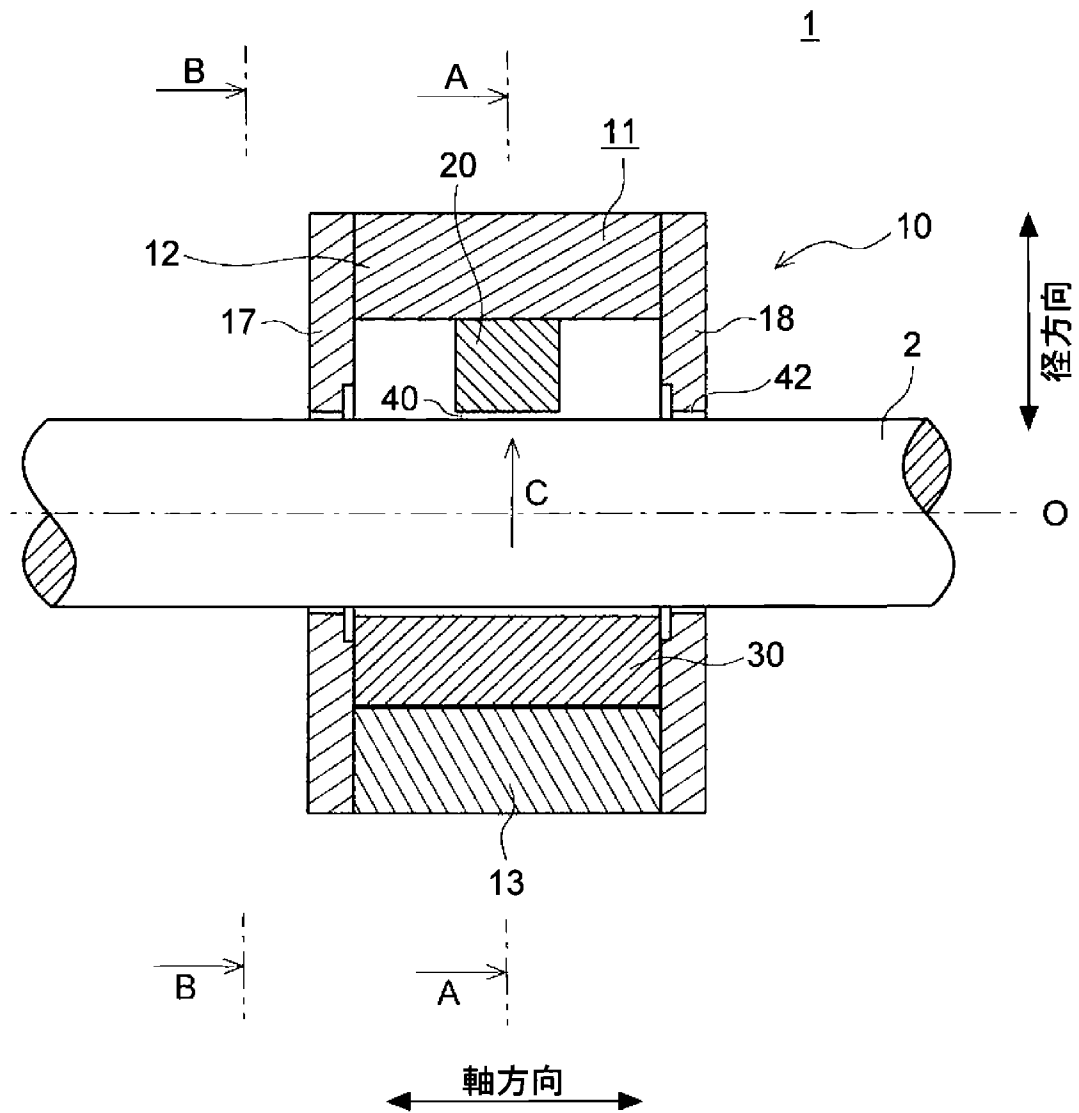
外側に向かうように前記ロータ軸の回転方向に対して傾斜していることを特徴とする請求項 6 に記載のジャーナル軸受。

[請求項 8] 前記ガイドメタルには、該ガイドメタルの前記ロータ軸に対向する表面に開口するとともに、前記ガイドメタルの前記表面に潤滑油を供給するように構成された少なくとも一つの給油口が形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載のジャーナル軸受。

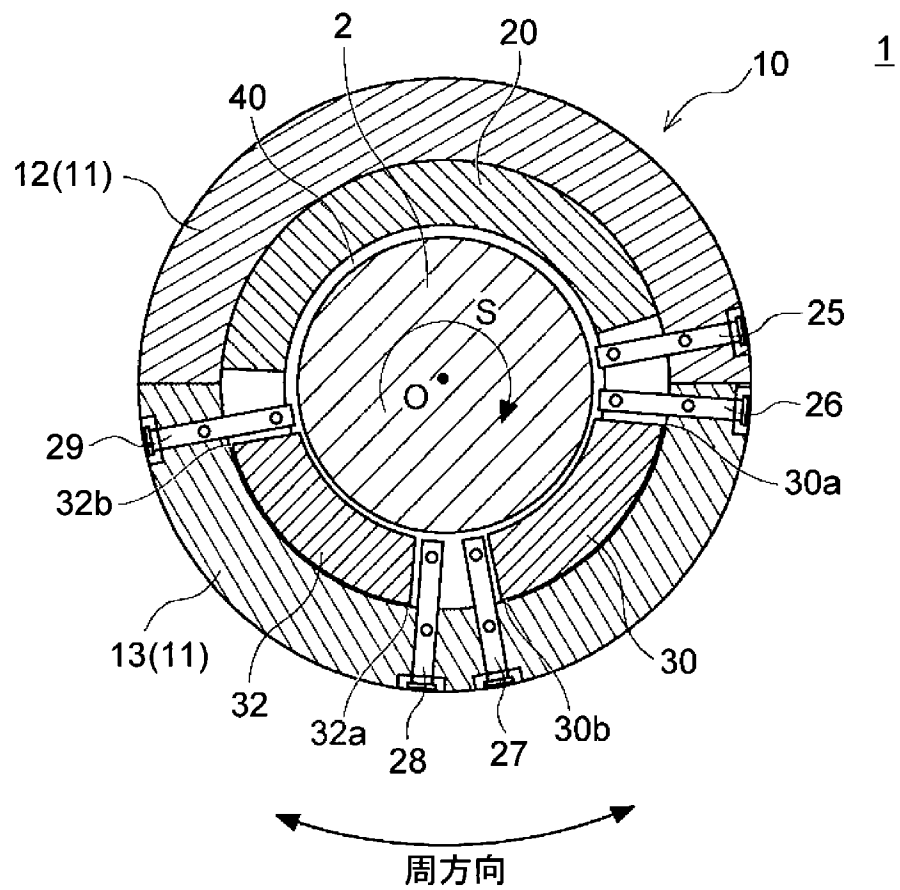
[請求項 9] 前記少なくとも一つの給油口は、前記ガイドメタルの最上部又は該最上部よりも下流側に位置することを特徴とする請求項 8 に記載のジャーナル軸受。

[請求項 10] 請求項 1 乃至 9 の何れか一項に記載のジャーナル軸受と、
前記ジャーナル軸受によって支持されるロータ軸と、
を備えることを特徴とする回転機械。

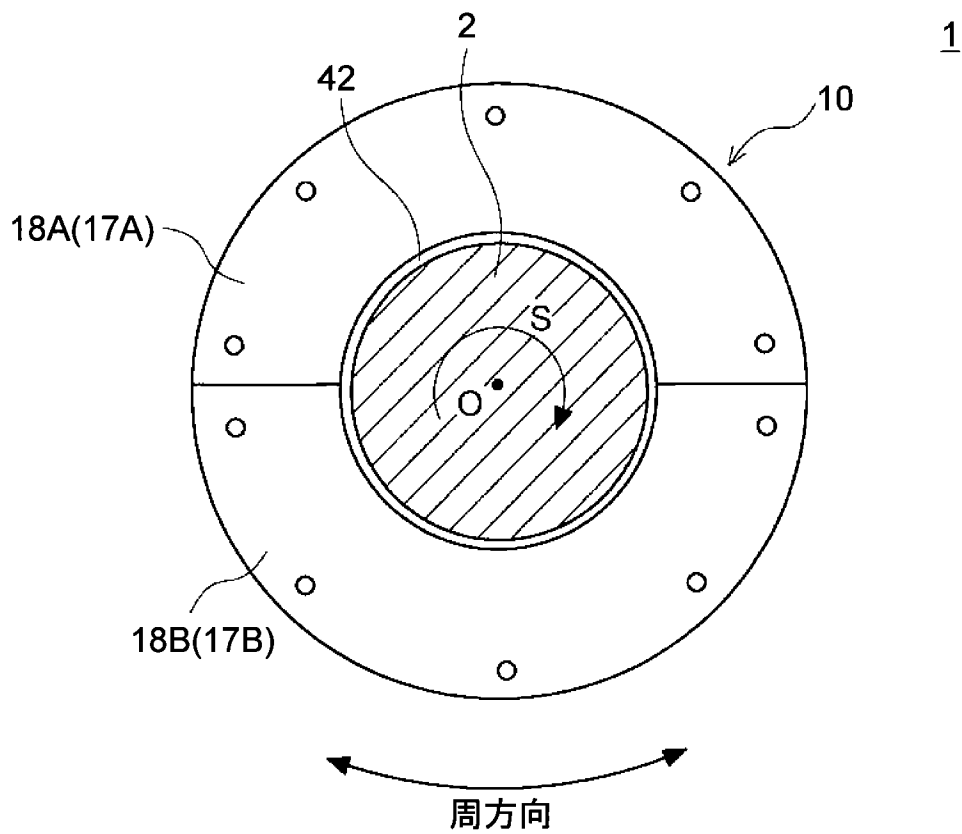
[図1]



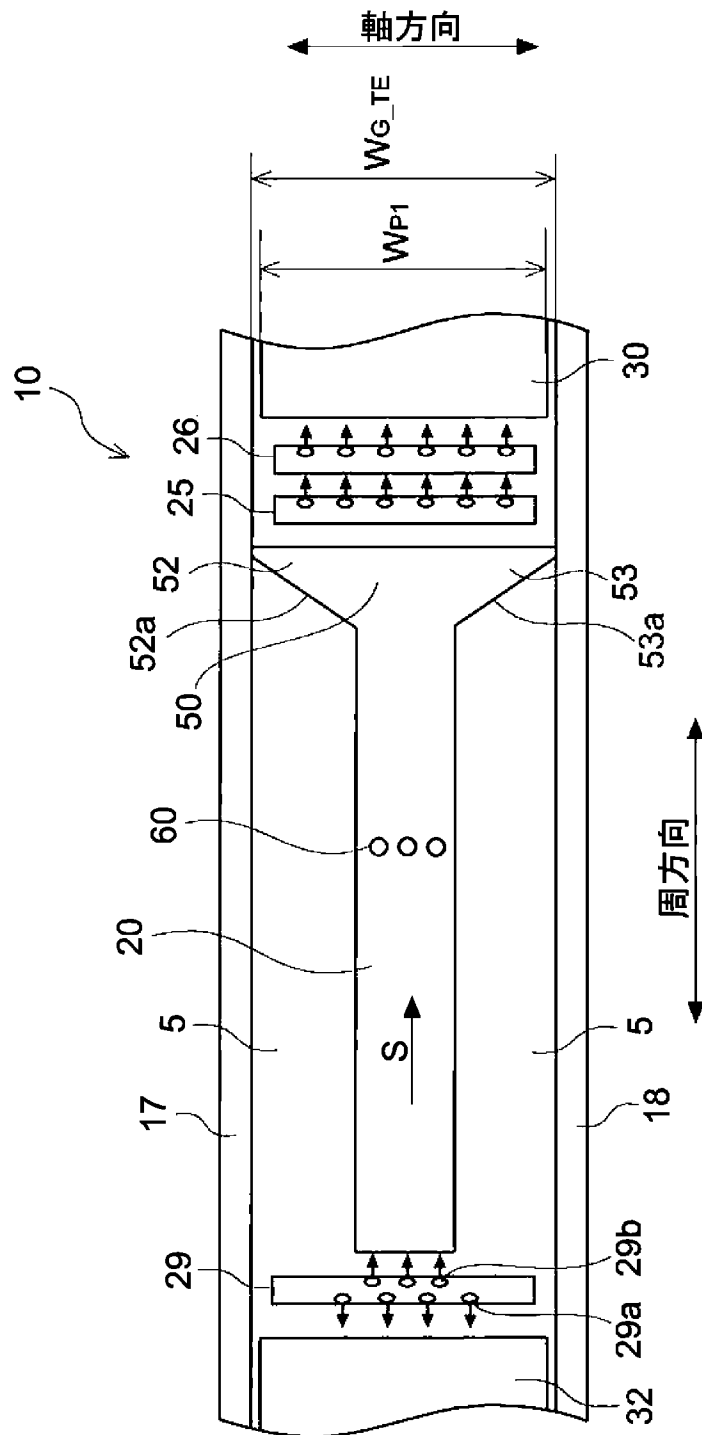
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/007679

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16C33/10(2006.01)i, F01D25/16(2006.01)i, F01D25/18(2006.01)i, F02C7/06(2006.01)i, F16C17/03(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16C33/10, F01D25/16, F01D25/18, F02C7/06, F16C17/03

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 22842/1987(Laid-open No. 132114/1988) (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 30 August 1988 (30.08.1988), specification, page 1, lines 13 to 14; page 5, line 3 to page 6, line 20; fig. 1 to 3 (Family: none)	1, 10 1-3, 5-8, 10 4, 9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
19 May 2017 (19.05.17)

Date of mailing of the international search report
30 May 2017 (30.05.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/007679

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2013-177942 A (Hitachi, Ltd.), 09 September 2013 (09.09.2013), paragraphs [0032] to [0034], [0036] to [0038], [0040]; fig. 5 to 6, 8 to 9 & US 2013/0223775 A1 paragraphs [0045] to [0048], [0050] to [0053], [0055]; fig. 5 to 6, 8 to 9 & EP 2634440 A1 & CN 103291738 A	1-3, 5-8, 10 4, 9
Y A	JP 5-332355 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 14 December 1993 (14.12.1993), paragraphs [0001], [0016] to [0022]; fig. 3 to 4 (Family: none)	1-3, 5-8, 10 4, 9
Y A	WO 2010/055847 A1 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 20 May 2010 (20.05.2010), paragraph [0037]; fig. 2 & US 2010/0142870 A1 paragraph [0060]; fig. 2 & EP 2345819 A1 & CN 101981333 A	2-3, 5-8, 10 4, 9
Y A	JP 2015-31372 A (Mitsubishi Hitachi Power Systems, Ltd.), 16 February 2015 (16.02.2015), paragraphs [0024] to [0028]; fig. 3 to 5 (Family: none)	3, 5-8, 10 4, 9
P, X	JP 2016-142312 A (Mitsubishi Hitachi Power Systems, Ltd.), 08 August 2016 (08.08.2016), paragraphs [0052] to [0053]; fig. 7, 9 (Family: none)	1, 10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16C33/10(2006.01)i, F01D25/16(2006.01)i, F01D25/18(2006.01)i, F02C7/06(2006.01)i,
F16C17/03(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16C33/10, F01D25/16, F01D25/18, F02C7/06, F16C17/03

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	日本国実用新案登録出願 62-22842 号(日本国実用新案登録出願公開 63-132114 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影した マイクロフィルム (三菱重工業株式会社) 1988.08.30, 明細書第1ページ第13-14行, 第5ページ第3行-第6ページ第20行, 第1-3図 (ファミリーなし)	1, 10 1-3, 5-8, 10 4, 9

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19.05.2017

国際調査報告の発送日

30.05.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中村 大輔

3 J

3 6 2 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3328

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2013-177942 A (株式会社日立製作所) 2013. 09. 09, 段落【0032】－【0034】、【0036】－【0038】、 【0040】、図5－6、図8－9 & US 2013/0223775 A1, 段落[0045]－[0048]、[0050]－[0053]、 [0055]、FIG. 5－6、8－9 & EP 2634440 A1 & CN 103291738 A	1-3, 5-8, 10 4, 9
Y A	JP 5-332355 A (三菱重工業株式会社) 1993. 12. 14, 段落【0001】、【0016】－【0022】、図3－4 (ファミリーなし)	1-3, 5-8, 10 4, 9
Y A	WO 2010/055847 A1 (三菱重工業株式会社) 2010. 05. 20, 段落[0037]、図2 & US 2010/0142870 A1、段落[0060]、 FIG. 2 & EP 2345819 A1 & CN 101981333 A	2-3, 5-8, 10 4, 9
Y A	JP 2015-31372 A (三菱日立パワーシステムズ株式会社) 2015. 02. 16、段落【0024】－【0028】、図3－5 (ファミリーなし)	3, 5-8, 10 4, 9
P, X	JP 2016-142312 A (三菱日立パワーシステムズ株式会社) 2016. 08. 08、段落【0052】－【0053】、図7、図9 (ファミリーなし)	1, 10