

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6244609号  
(P6244609)

(45) 発行日 平成29年12月13日(2017.12.13)

(24) 登録日 平成29年11月24日(2017.11.24)

(51) Int.Cl.	F 1
<b>F 16 D</b> 3/18 (2006.01)	F 16 D 3/18 B
<b>F 16 D</b> 3/84 (2006.01)	F 16 D 3/84 U
<b>F 16 J</b> 15/52 (2006.01)	F 16 J 15/52 D
<b>F 16 J</b> 3/04 (2006.01)	F 16 J 3/04 B
<b>F 03 B</b> 13/10 (2006.01)	F 03 B 13/10

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2015-28495 (P2015-28495)
(22) 出願日	平成27年2月17日 (2015.2.17)
(65) 公開番号	特開2016-151307 (P2016-151307A)
(43) 公開日	平成28年8月22日 (2016.8.22)
審査請求日	平成28年10月5日 (2016.10.5)

(出願人による申告) 平成26年度、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 風力等自然エネルギー技術研究開発／海洋エネルギー技術研究開発／次世代海洋エネルギー発電技術研究開発(海中浮体式海流発電)事業、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(73) 特許権者	000006208 三菱重工業株式会社 東京都港区港南二丁目16番5号
(74) 代理人	100134544 弁理士 森 隆一郎
(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
(74) 代理人	100108578 弁理士 高橋 詔男
(74) 代理人	100126893 弁理士 山崎 哲男
(74) 代理人	100149548 弁理士 松沼 泰史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】水中カップリング継手、水流発電機

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

第一ギヤ歯を有する第一の軸部材と、

前記第一ギヤ歯と噛み合う第二ギヤ歯を有し、前記第一ギヤ歯と前記第二ギヤ歯を介して前記第一の軸部材との間で回転力を伝達する第二の軸部材と、

前記第一の軸部材と前記第二の軸部材との間で、前記第一ギヤ歯と前記第二ギヤ歯の歯合部を含む空間を外部から閉塞するシール部材と、

前記空間に充填された潤滑剤と、

前記空間の一部に面して設けられ、前記外部の圧力に応じて変形して前記空間の体積を変化させることによって、前記潤滑剤の圧力と前記外部の圧力を均等化させる均圧機構と、

を備え、

前記第一の軸部材および前記第二の軸部材の一方に、前記空間に前記外部から潤滑剤を注入する注入口が設けられ、

前記均圧機構は前記注入口に設けられている水中カップリング継手。

## 【請求項2】

前記均圧機構は、一端が開口し、他端が閉塞した筒状で、前記一端と前記他端とが接離する方向に伸縮可能なベローズである請求項1に記載の水中カップリング継手。

## 【請求項3】

前記ベローズは、少なくともその内周面に螺旋状の溝を有している請求項2に記載の水

中カップリング継手。

【請求項 4】

前記シール部材が前記第一の軸部材および前記第二の軸部材に接合されている請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の水中カップリング継手。

【請求項 5】

複数の翼を備えた羽根車と、

前記羽根車によって駆動される発電機と、

前記羽根車の回転軸と前記発電機の入力軸とを連結する請求項 1 から 4 の何れか一項に記載の水中カップリング継手と、

を備える水流発電機。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、水中カップリング継手、水流発電機に関する。

【背景技術】

【0002】

海や河川等における海流や水流を利用して発電を行う水流発電機は、羽根車と、発電機と、を備えている。羽根車は、外周側に向かって延びる複数のブレード（羽根）を有している。発電機は、回転軸の一端が羽根車に連結され、海流や水流によって回転する羽根車とともに回転軸が回転することで発電を行う。

20

【0003】

水中において、羽根車の羽根には海流や水流によって大きな力が作用する。すると、羽根車の中心に連結された回転軸には、軸方向や径方向の力やモーメントが作用する。

発電効率を高めるためには、羽根車の直径、すなわち羽根の長さを大きくする方法が挙げられる。しかし、羽根車から回転軸に作用する力やモーメントが非常に大きくなってしまう。

【0004】

羽根車から発電機に前記の力やモーメントによる影響が及ぶことを防ぐため、羽根車と発電機の回転軸との間に、例えば特許文献 1 記載のようなカップリング装置が用いられる場合がある。このようなカップリング装置は、羽根車側と発電機側の軸方向、径方向、傾き方向の相対変位を許容しつつ、羽根車と発電機の回転軸との間で回転力の伝達を行う。このカップリング装置においては、回転力の伝達にギヤを用いるため、ギヤの歯合部には摩耗抑制のために潤滑剤が必要となる。

30

また、特許文献 1 記載のカップリング装置においては、外部からの高い圧力を有する流体が進入することを防ぐために、シール部材が設けられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2011-21619 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、水中発電機を海中深くに沈めて設置する場合、例えば 30 気圧（約 3 M Pa）といった高い水圧が作用する。そのため、シール部材によるシール部を通して外部から海水が流入してしまう可能性がある。この場合、ギヤの歯合部の潤滑剤が流出して、歯合部の摩擦増大によるギヤの損傷等が生じ、水中発電機を利用できなくなってしまうことが想定される。

これに対し、シール部におけるシール性を維持するために、定期的にシール部材の交換や潤滑剤の供給等を行うことが考えられる。しかし、この場合、メンテナンスに掛かる負担が増大してしまう。また、潤滑剤の流出による海洋汚染も懸念される。

50

この発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、水中カップリング継手における潤滑状態を維持し、メンテナンスに掛かる負担を抑えることができる水中カップリング継手、水流発電機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】

【0007】

この発明は、上記課題を解決するため、以下の手段を採用する。

この発明の第一態様によれば、水中カップリング継手は、第一ギヤ歯を有する第一の軸部材と、前記第一ギヤ歯と噛み合う第二ギヤ歯を有し、前記第一ギヤ歯と前記第二ギヤ歯を介して前記第一の軸部材との間で回転力を伝達する第二の軸部材と、前記第一の軸部材と前記第二の軸部材との間で、前記第一ギヤ歯と前記第二ギヤ歯の歯合部を含む空間を外部から閉塞するシール部材と、前記空間に充填された潤滑剤と、前記空間の一部に面して設けられ、前記外部の圧力に応じて変形して前記空間の体積を変化させることによって、前記潤滑剤の圧力と前記外部の圧力を均等化させる均圧機構と、を備え、前記第一の軸部材および前記第二の軸部材の一方に、前記空間に前記外部から潤滑剤を注入する注入口が設けられ、前記均圧機構は前記注入口に設けられている。

【0008】

このように構成することで、水中カップリング継手を水中に沈めたときに、水中カップリング装置の外部、すなわち周囲の圧力に応じて、均圧機構を変形させることができる。この均圧機構の変形により、潤滑剤が充填された空間の体積を変化させて、空間内の潤滑剤の圧力と外部の圧力を均等化し、シール部材と、第一の軸部材、第二の軸部材のそれぞれとの間に大きな差圧が生じることを抑制できる。その結果、潤滑剤が充填された空間に外部から水が浸入したり、潤滑剤が空間から外部に漏出したりすることを抑制できる。

さらに、均圧機構を潤滑剤の注入口に設けると、外部の圧力は注入口を介して均圧機構に作用し、外部の水と空間内の潤滑剤との圧力の均等化を図ることができる。これにより、均圧機構を設けるための部位を別途設ける必要がない。

【0009】

この発明の第二態様によれば、水中カップリング継手は、第一態様における均圧機構が、一端が開口し、他端が閉塞した筒状で、前記一端と前記他端とが接離する方向に伸縮可能なベローズであってもよい。

このようなベローズを用いることで、外部の圧力を閉塞された他端に作用させることができる。これにより、ベローズを、その開口した一端に対して他端が接近する方向に短縮させることができるとともに、ベローズを、その一端に対して他端側が離間する方向に伸長させることができる。これにより、空間の体積が変動し、外部の水と空間内の潤滑剤との各圧力の均等化を図ることができる。

【0010】

この発明の第三態様によれば、水中カップリング継手は、第二態様におけるベローズが、内周面に螺旋状の溝を有しているようにしてもよい。

このように構成することで、空間内に潤滑剤を充填した際に、ベローズを中心軸周りに回転させることで、溝の内側に残存した気泡を螺旋状の溝に沿って移動させ、開口した一端から排出させることができる。

【0011】

この発明の第四態様によれば、水中カップリング継手は、第一から第三態様の何れか一つの態様において、前記第一の軸部材および前記第二の軸部材の一方の内部に、前記外部の圧力が導入される外圧導入部が設けられ、前記均圧機構は前記外圧導入部に設けられているようにしてもよい。

このように構成することで、外部の圧力を、外圧導入部を介して均圧機構に作用させることができる。そのため、外部の水と空間内の潤滑剤との圧力の均等化を図ることができる。

また、外圧導入部を、第一の軸部材および第二の軸部材の一方の内部に設けることで、スペースの有効利用を図ることができる。さらに、均圧機構を外圧導入部に設けることで

10

20

30

40

50

、均圧機構が外部に露出しないため、不用意な接触等により均圧機構が損傷することを抑制できる。

【0014】

この発明の第四態様によれば、水中カップリング継手は、第一から第三態様の何れか一つの態様において、前記シール部材が前記第一の軸部材および前記第二の軸部材に接合されているようにしてもよい。

このように、シール部材を第一の軸部材、第二の軸部材に接合することで、潤滑剤が充填された空間に外部から水が浸入したり、潤滑剤が空間から外部に漏出したりすることを抑制できる。

【0015】

この発明の第五態様によれば、水流発電機は、第一から第四態様の何れか一つの態様において、複数の翼を備えた羽根車と、前記羽根車によって駆動される発電機と、前記羽根車の回転軸と前記発電機の入力軸とを連結する、上記したような水中カップリング継手と、を備える。

このように構成することで、水中カップリング継手において、潤滑剤が充填された空間に外部から水が浸入したり、潤滑剤が空間から外部に漏出したりすることを抑制できる。

【発明の効果】

【0016】

この発明に係る水中カップリング継手、水流発電機によれば、水中カップリング継手における潤滑状態を維持し、メンテナンスに掛かる負担を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】この発明の実施形態に係る水流発電機を示す斜視図である。

【図2】上記水流発電機の実施形態における羽根車とナセルとの連結部分の構成を示す断面図である。

【図3】この発明の第一実施形態における水中カップリング継手の構成を示す断面図である。

【図4】この発明の第二実施形態における水中カップリング継手の構成を示す断面図である。

【図5】この発明の第三実施形態における水中カップリング継手の構成を示す断面図である。

【図6】この発明の第四実施形態における水中カップリング継手の構成を示す断面図である。

【図7】水中カップリング継手に備えたシール部材の変形例を示す断面図である。

【図8】シール部材、均圧部材の蛇腹を螺旋状とした変形例を示す断面図である。

【図9】歯合部をテーパー状とした変形例を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、この発明の一実施形態に係る水中カップリング継手、水流発電機を図面に基づき説明する。

(第一実施形態)

図1は、この実施形態の水流発電機を示す斜視図である。図2は、上記水流発電機の実施形態における羽根車とナセルとの連結部分の構成を示す断面図である。

図1に示すように、この実施形態における水流発電機10は、海底や水中構造物等に、係留索(図示無し)を介して係留されることで、深度の大きい海水中に設置されている。この水流発電機10は、羽根車20と、ナセル30と、を備えている。羽根車20は、ハブ21と、ブレード22と、を備えている。

【0019】

図1、図2に示すように、ハブ21は、羽根車20の中央部に配置されている。ハブ21は、先端21aに向かって外径が漸次縮小するいわゆる砲弾状に形成されている。この

10

20

30

40

50

ハブ21は、先端21aと反対側に、羽根車20の回転中心軸C（以下、単に軸線Cと称する）に直交する端面21bを有している。また、ハブ21の端面21bの外周部には、回転中心軸Cの延びる方向（以下、単に軸線C方向と称する）で先端21aと反対側に向かって延びる円筒状の筒状部21cが一体に設けられている。また、ハブ21の端面21bには、シャフト（回転軸）23が一体に取り付けられている。このシャフト23は、軸線C方向で先端21aとは反対側に向けて突出している。

#### 【0020】

ブレード22は、ハブ21の外周部に、周方向に間隔をあけて複数本設けられている。この実施形態においては、2本のブレード22が設けられ、それぞれ回転対称な位置に配されている。各ブレード22は、その基端部22aがハブ21の筒状部21cに一体に固定され、その先端部22bに向かってハブ21から放射方向外側に延びている。

10

#### 【0021】

ナセル30は、ケーシング31と、発電機32と、メインシャフト33と、を備えている。

ケーシング31は、軸線C方向に延びる円筒状に形成されている。このケーシング31は、その一端部31aに羽根車20を回転自在に支持する羽根車支持部34が設けられている。羽根車支持部34の外周面には、軸線C方向に間隔をあけて、一対の外部軸受35が設けられている。羽根車20は、これら外部軸受35を介して、羽根車支持部34に回転自在に支持されている。各外部軸受35は、例えば、樹脂で形成され、周囲の海水を潤滑剤として羽根車20を回転自在に支持する、いわゆる滑り軸受として機能する。

20

#### 【0022】

ケーシング31内には、隔壁36が設けられている。この隔壁36は、軸線Cに直交し、軸線C方向で一端部31aとは反対側（以下、単に他端側と称する）を向く平面を有している。ケーシング31内には、軸線C方向で隔壁36よりも他端側に、密閉された発電機室37が形成されている。この発電機室37内は、空気雰囲気とされ、発電機32が収容されている。

#### 【0023】

発電機32は、軸線Cに沿って隔壁36側に突出する入力軸32aを備えている。この発電機32は、入力軸32aと一体に設けられたロータ（図示無し）と、ロータに対向するステータ（図示無し）と、を備え、入力軸32aとともにロータがステータに対して相対的に回転することで発電する。この発電機32によって発電された電力は、送電線（図示せず）を介して外部に供給される。

30

#### 【0024】

発電機32の入力軸32aには、増速器（図示無し）、ブレーキ（図示無し）等を介してメインシャフト33が連結される。

メインシャフト33は、隔壁36に形成されたシャフト孔36hを通じて羽根車支持部34内に延びている。これらメインシャフト33とシャフト孔36hとの間には、リング状のシール部材38が設けられ、メインシャフト33周囲から発電機室37内への浸水を防止している。

40

#### 【0025】

メインシャフト33と、羽根車20のハブ21に設けられたシャフト23との間には、カップリング継手（水中カップリング継手）50が設けられている。このカップリング継手50を介してメインシャフト33とシャフト23とが接続されている。

#### 【0026】

図3は、第一実施形態における水中カップリング継手の構成を示す断面図である。

図3に示すように、カップリング継手50は、センターチューブ（第二の軸部材）51と、センターチューブ51の両端にそれぞれ設けられたジョイント部材（第一の軸部材）52と、シール部60Aと、を備えている。

#### 【0027】

センターチューブ51は、筒状で、その両端部にインナーギヤ54が一体に設けられて

50

いる。インナーギヤ 5 4 は、センターチューブ 5 1 の外周面に沿って連続する円環状に形成され、その外周部にギヤ歯（第二ギヤ歯）5 4 g を備えている。ここで、ギヤ歯 5 4 g は、外周部に形成された歯面 5 4 t の断面形状が、軸線 C に沿うギヤ幅方向両端部 5 4 a に対し、中央部 5 4 b が外周側に向かって凸状に湾曲するように膨出している。

【0028】

ジョイント部材 5 2 は、円板状の 2 つのジョイントプレート 5 5 と、筒状の 2 つのアウタースリーブ 5 6 と、を一体に備えている。

2 つのジョイントプレート 5 5 のうち一方は、メインシャフト 3 3 に一体に連結されている。また、2 つのジョイントプレート 5 5 のうち他方は、シャフト 2 3 に一体に連結されている。

10

【0029】

アウタースリーブ 5 6 は、ジョイントプレート 5 5 においてそれぞれセンターチューブ 5 1 に対向する側に一体に設けられている。これらアウタースリーブ 5 6 の内周側には、センターチューブ 5 1 のインナーギヤ 5 4 が配されている。アウタースリーブ 5 6 は、その内周面に、インナーギヤ 5 4 のギヤ歯 5 4 g に噛み合う平歯状のギヤ歯（第一ギヤ歯）5 6 g を有している。

【0030】

ジョイント部材 5 2 は、凸状に湾曲したギヤ歯 5 4 g と平歯状のギヤ歯 5 6 g との噛み合いにより、センターチューブ 5 1 に対して軸線 C 方向に相対変位可能とされる。さらに、ジョイント部材 5 2 は、上記ギヤ歯 5 4 g とギヤ歯 5 6 g との噛み合いにより、互いに軸線 C に対して傾斜する方向に変位可能となる。

20

【0031】

つまり、メインシャフト 3 3 に対してシャフト 2 3 を有した羽根車 2 0 が軸線 C 方向に相対変位すること、および、互いに傾斜することが許容されている。また、センターチューブ 5 1 の両端のギヤ歯 5 4 g にそれぞれジョイント部材 5 2 が連結されることで、一方のジョイント部材 5 2 の中心軸に対し、他方のジョイント部材 5 2 の中心軸が平行状態を保ったまま、メインシャフト 3 3 に対してシャフト 2 3 が径方向に偏心することを許容している。

【0032】

シール部 6 0 A は、それぞれ、シール部材 6 1 A と、外圧導入部 6 2 A と、均圧部材（均圧機構）6 3 A と、を備えている。

30

シール部材 6 1 A は、センターチューブ 5 1 の外周面 5 1 f と、センターチューブ 5 1 の両端部の外周側に位置するアウタースリーブ 5 6 との間を、水密性を保って塞ぐように設けられている。シール部材 6 1 A は、軸線 C 方向に伸縮可能な蛇腹状に形成されている。これらシール部材 6 1 A は、金属製で、その一端 6 1 a がセンターチューブ 5 1 の外周面 5 1 f に対して、シール溶接や摩擦接合等により接合されている。同様に、シール部材 6 1 A の他端 6 1 b は、アウタースリーブ 5 6 に対して、シール溶接や摩擦接合等により接合されている。これらシール部材 6 1 A は、メインシャフト 3 3 に対するシャフト 2 3 の軸方向、径方向、および、傾斜方向の相対変位に追従して変形し、シール状態を維持することが可能となっている。

40

【0033】

外圧導入部 6 2 A は、海水導入部 6 4 A と、導圧孔 6 5 A とを備えている。

海水導入部 6 4 A は、外圧導入部 6 2 A の中心軸に沿って延びる円柱状の通路である。

導圧孔 6 5 A は、海水導入部 6 4 A をその厚さ方向に貫通するように形成されている。この導圧孔 6 5 A によって、センターチューブ 5 1 の外部と海水導入部 6 4 A とが連通されている。これにより、水流発電機 1 0 を水中に沈めた状態では、導圧孔 6 5 A を介して海水導入部 6 4 A に海水が流れ込むようになっている。

【0034】

均圧部材 6 3 A は、金属製の蛇腹状に形成されている。均圧部材 6 3 A は、その一端 6 3 a 側が閉塞される一方で、他端 6 3 b 側が開口している。均圧部材 6 3 A は、軸線 C 方

50

向における海水導入部 64A の両端部にそれぞれ配置されている。これら均圧部材 63A の他端 63b は、それぞれ海水導入部 64A の両端部を塞ぐようにして嵌め込まれている。また、均圧部材 63A の一端 63a は、センターチューブ 51 の中心軸に直交する平坦面とされている。

【0035】

ジョイント部材 52 のアウタースリーブ 56 は、その外周面 56a と内周面 56b とを連通する 2 つの注入口 66 を備えている。例えば、水流発電機 10 の組立時においては、このアウタースリーブ 56 の外周面 56a 側から、注入口 66 を通して、ジョイント部材 52 のジョイントプレート 55 と、アウタースリーブ 56 と、インナーギヤ 54 との間の隙間 S1 に、潤滑剤 J が注入充填される。この隙間 S1 は、ギヤ歯 54g およびギヤ歯 56g の歯合部 S2 を通してシール部材 61A 内の空間 S3 に連通している。また、隙間 S1 は、均圧部材 63A 内の空間 S4 に連通している。これらの隙間 S1 と、歯合部 S2 と、空間 S3 と、空間 S4 とから潤滑空間（空間）S が構成され、潤滑剤 J は、この潤滑空間 S に充填されている。注入口 66 は、潤滑剤 J の充填後、キャップ（図示無し）の装着、溶接等によって閉塞される。

【0036】

このような構成のシール部 60Aにおいては、水流発電機 10 のナセル 30 を水中に沈めると、導圧孔 65A から海水導入部 64A に海水が流れ込む。すると、海水導入部 64A 内の海水の圧力 P1 が、均圧部材 63A の一端 63a に作用する。均圧部材 63A は、一端 63a に作用する海水の圧力 P1 と、均圧部材 63A 内の空間 S4 の潤滑剤 J の圧力 P2 とがバランスするように、一端 63a が他端 63b に対して接近および離間する方向に伸縮する。例えば、ナセル 30 の水中深度が大きくなり、海水の圧力 P1 が潤滑剤 J の圧力 P2 よりも大きくなると、蛇腹状の均圧部材 63A は、その一端 63a が他端 63b に接近するように縮む。これにより、ナセル 30 の周囲の海水の圧力 P1 と、潤滑空間 S に充填されている潤滑剤 J の圧力 P2 とが均等になる。

【0037】

したがって、上述した第一実施形態の水中カップリング継手、水流発電機によれば、カップリング継手 50 を水中に沈めたときに、海水から作用する圧力に応じて均圧部材 63A が変形するため、潤滑空間 S の圧力と外部の圧力を均等化することができる。これにより、シール部材 61A に対して外部から大きな圧力が作用することを抑制できる。そのため、潤滑剤 J が充填された潤滑空間 S に外部から水が浸入したり、潤滑剤 J が潤滑空間 S から外部に漏出したりすることを抑制できる。その結果、カップリング継手 50 における潤滑状態を維持し、メンテナンスに掛かる負担を抑えることが可能となる。

【0038】

また、外圧導入部 62A をセンターチューブ 51 の内部に設けることで、スペースの有効利用を図ることができる。さらに、均圧部材 63A を外圧導入部 62A に設けることで、均圧部材 63A が外部に露出せず、不用意な接触等による均圧部材 63A の損傷を抑制できる。

【0039】

また、均圧部材 63A が、金属製であるため、十分な強度を容易に確保できる。これにより、海水の高い圧力 P1 による均圧部材 63A の破損を抑制できる。

さらに、均圧部材 63A は蛇腹状をなしているので、一端 63a が他端 63b に対して接近および離間することによる内部の空間 S4 の体積変動量を大きくすることができる。これにより、水流発電機 10 の設置深度が大きい場合にも、その水中深度に応じて高くなる海水の圧力 P1 に応じて均圧部材 63A を縮ませて、潤滑剤 J の圧力 P2 との均等化を容易に図ることができる。そのため、O リング等によりシールする場合と比較して、より大きな調整代を確保することができる。

【0040】

また、シール部材 61A がアウタースリーブ 56 およびセンターチューブ 51 に接合されているため、潤滑剤 J が充填された潤滑空間 S に外部から水が浸入したり、潤滑剤 J が

10

20

30

40

50

潤滑空間 S から外部に漏出したりすることを低減できる。

【 0 0 4 1 】

( 第二実施形態 )

次に、この発明の第二実施形態における水中カップリング継手、水流発電機を図面に基づき説明する。この第二実施形態は、第一実施形態と外圧導入部 62B、均圧部材 63B の構成のみが異なるので、第一実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

【 0 0 4 2 】

図 4 は、この発明の第二実施形態における水中カップリング継手の構成を示す断面図である。

10

図 4 に示すように、この実施形態におけるカップリング継手 50 は、センターチューブ 51 と、ジョイント部材 52 と、シール部材 60B と、を備えている。

シール部材 60B は、シール部材 61A と、外圧導入部 62B と、均圧部材（均圧機構）63B と、を備えている。

【 0 0 4 3 】

シール部材 61A は、センターチューブ 51 の外周面 51f と、センターチューブ 51 の両端部の外周側に位置するアウタースリーブ 56 との間を、水密性を保って塞ぐように設けられている。

【 0 0 4 4 】

外圧導入部 62B は、海水導入部 64B と、導圧孔 65B とを有している。

20

海水導入部 64B は、カップリング継手 50 の両側のジョイントプレート 55 と、各ジョイントプレート 55 に接合されたメインシャフト 33、および、シャフト 23 とに渡って、それぞれ軸線 C 方向に連続するように形成されている。

導圧孔 65B は、メインシャフト 33、および、シャフト 23 をそれぞれ貫通して形成されている。この導圧孔 65B によって、メインシャフト 33、および、シャフト 23 の外部と、海水導入部 64B と、が連通されている。

【 0 0 4 5 】

また、均圧部材 63B は、金属製の蛇腹状で、一端 63a 側が閉塞され、他端 63b 側が開放されている。均圧部材 63B は、他端 63b が隙間 S 1 に臨むようにして海水導入部 64B の端部に設けられている。

30

【 0 0 4 6 】

このような構成のシール部材 60B においては、水流発電機 10 のナセル 30 を水中に沈めると、導圧孔 65B から海水導入部 64B に海水が流れ込む。すると、海水導入部 64B 内の海水の圧力が、均圧部材 63B の一端 63a に作用する。ナセル 30 の水中深度が大きくなり、海水の圧力 P1 が潤滑剤 J の圧力 P2 よりも大きくなると、蛇腹状の均圧部材 63B は、一端 63a が他端 63b に接近する方向に縮む。これにより、ナセル 30 の周囲の海水の圧力 P1 と、潤滑空間 S に充填されている潤滑剤 J の圧力 P2 とが均等となる。

【 0 0 4 7 】

したがって、上述した第二実施形態の水中カップリング継手、水流発電機によれば、外部の水が外圧導入部 62B に導入されることによって、外部の圧力が均圧部材 63B に作用し、外部の水と潤滑空間 S 内の潤滑剤 J との圧力の均等化を図ることができる。

40

これにより、シール部材 61A に対して外部から大きな圧力が作用することを抑制できる。そのため、潤滑剤 J が充填された潤滑空間 S に外部から水が浸入したり、潤滑剤 J が潤滑空間 S から外部に漏出したりすることを抑制できる。その結果、カップリング継手 50 における潤滑状態を維持し、メンテナンスに掛かる負担を抑えることが可能となる。

【 0 0 4 8 】

また、外圧導入部 62B を、ジョイント部材 52 と、メインシャフト 33、および、シャフト 23 との内部にそれぞれ設けることで、スペースの有効利用を図ることができる。また、均圧部材 63B を外圧導入部 62B に設けることで、均圧部材 63B が外部に露出

50

せず、不用意な接触等による均圧部材 63C の損傷を抑制できる。

【0049】

(第三実施形態)

次に、この発明にかかる水中カップリング継手、水流発電機の第三実施形態について説明する。この第三実施形態は、第一実施形態と外圧導入部 62C、および、均圧部材 63C の構成のみが異なる。そのため、第一、第二実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

【0050】

図5は、この発明の第三実施形態における水中カップリング継手の構成を示す断面図である。

10

図5に示すように、この実施形態におけるカップリング継手 50 は、センターチューブ 51 と、ジョイント部材 52 と、シール部材 60C と、を備えている。

シール部材 60C は、シール部材 61A と、外圧導入部 62C と、均圧部材（均圧機構） 63C と、を備えている。

【0051】

シール部材 61A は、センターチューブ 51 の外周面 51f と、センターチューブ 51 の両端部の外周側に位置するアウタースリーブ 56 との間を、水密性を保って塞ぐように設けられている。

【0052】

この実施形態における外圧導入部 62C は、潤滑空間 S に潤滑剤 J を注入するために形成された注入口 66 を兼ねる。この注入口 66 は、ジョイント部材 52 のアウタースリーブ 56 に形成されている。

20

均圧部材 63C は、蛇腹状に形成されている。均圧部材 63C は、金属製で、その一端 63a 側が閉塞されるとともに、他端 63b 側が開放されている。均圧部材 63C は、開放された他端 63b がアウタースリーブ 56 の外周側を向くようにして、注入口 66 に設けられている。この均圧部材 63C は、潤滑剤 J の注入後に注入口 66 を閉塞するキャップとしても機能している。

【0053】

このような構成のシール部材 60C においては、水流発電機 10 のナセル 30 を水中に沈めると、外圧導入部 62C である注入口 66 に海水が流れ込む。すると、海水導入部 64C 内の海水の圧力が、均圧部材 63C の一端 63a に作用する。ナセル 30 の水中深度が大きくなり、海水の圧力 P1 が潤滑剤 J の圧力 P2 よりも大きくなると、蛇腹状の均圧部材 63C は、一端 63a が他端 63b から離間する方向に伸びる。これにより、ナセル 30 の周囲の海水の圧力 P1 と、潤滑空間 S に充填されている潤滑剤 J の圧力 P2 とが均等となる。

30

【0054】

したがって、上述した第三実施形態の水中カップリング継手、水流発電機によれば、カップリング継手 50 を水中に沈めたときに、海水の圧力 P1 に応じて、均圧部材 63C が変形する。これにより、潤滑空間 S 内の潤滑剤 J の圧力と外部の圧力とが均等化するので、シール部材 61A に対して外部から大きな圧力が作用することを抑制できる。そのため、潤滑剤 J が充填された潤滑空間 S に外部から水が浸入したり、潤滑剤 J が潤滑空間 S から外部に漏出したりすることを抑制できる。その結果、カップリング継手 50 における潤滑状態を維持し、メンテナンスに掛かる負担を抑えることが可能となる。

40

【0055】

また、均圧部材 63C が潤滑剤 J の注入口 66 に設けられていることで、均圧部材 63C を設けるための部位を別途設ける必要がない。すなわち、上記第一、第二実施形態に示した構成のように、導圧孔 65A, 65B、海水導入部 64A, 64B を形成する必要がない。さらに、均圧部材 63C が注入口 66 を閉塞するキャップを兼ねている。その結果、シール部材 60C を構成する部品点数を減らすことができるとともに、漏洩が発生する可能性のある箇所を減らして漏洩の可能性をさらに低減することができる。

50

## 【0056】

なお、上記第一から第三実施形態においては、シール部材 61A を伸縮可能な蛇腹状としたが、Oリング等、他のシール部材に代替してもよい。

## 【0057】

## (第四実施形態)

次に、この発明にかかる水中カップリング継手、水流発電機の第四実施形態について説明する。以下に説明する第四実施形態においては、第一から第三実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

## 【0058】

図6は、この発明の第四実施形態における水中カップリング継手の構成を示す断面図である。 10

図6に示すように、この実施形態におけるカップリング継手50は、センターチューブ51と、ジョイント部材52と、シール部60Dと、を備えている。

シール部60Dは、シール部材61Dを備えている。

## 【0059】

シール部材61Dは、軸線C方向に伸縮可能な蛇腹状に形成されている。これらシール部材61Dは、金属製であり、センターチューブ51の外周面51fと、センターチューブ51の両端部の外周側に位置するアウタースリーブ56との間を、水密性を保って塞ぐように取り付けられている。 20

## 【0060】

シール部材61Dは、アウタースリーブ56に近づくに従って、その外径が漸次拡大するテーパー状に形成されている。このようにテーパー状をなしたシール部材61Dでは、海水の圧力P1が、センターチューブ51の軸方向にも作用する。 20

## 【0061】

この実施形態においては、このシール部材61Dが、均圧部材(均圧機構)63Dを兼ねている。すなわち、水流発電機10のナセル30を水中に沈めると、シール部材61Dに作用する海水の圧力P1により、シール部材61Dが軸方向に僅かに押圧されて、例えば、一端61aが他端61bに接近する方向に縮む。これにより、ナセル30の周囲の海水の圧力P1と、シール部材61D内の潤滑空間S5内の潤滑剤Jの圧力P2とが均等となる。 30

## 【0062】

したがって、上述した第四実施形態の水中カップリング継手、水流発電機によれば、シール部材61Dが外部の圧力に応じて変形可能とされて、均圧部材63Dを兼ねている。これにより、上記第一、第二実施形態に示した構成のように、導圧孔65A, 65B、海水導入部64A, 64Bを形成したり、均圧部材63A～63Cを設けたりする必要がない。その結果、シール部60Dを構成する部品点数を減らすことができるとともに、漏洩が発生する可能性のある箇所を減らして漏洩の可能性をさらに低減することができる。 30

## 【0063】

また、上記第一実施形態と同様、カップリング継手50を水中に沈めたときには、海水の圧力P1に応じて、シール部材61Dが変形することにより、潤滑空間S内の潤滑剤Jの圧力P2と外部の圧力P1とを均等化することができる。これにより、シール部材61Dに外部から大きな圧力が作用することを抑制できる。その結果、潤滑剤Jが充填された潤滑空間Sに外部から水が浸入したり、潤滑剤Jが潤滑空間Sから外部に漏出したりすることを抑制できる。 40

## 【0064】

なお、上記第四実施形態においては、シール部材61Dを蛇腹状としたが、これに限らない。海水の圧力P1に応じて、シール部材61Dの内側の体積が変化するのであれば、いかなる構成のものを用いてもよい。

例えば、図7に示すように、蛇腹状のシール部材61Dの外径を、海水の圧力P1が作用する方向に向かって段階的に拡大し、海水の圧力P1を受ける受圧面70を設けるよう 50

にしてもよい。

この構成により、海水の圧力  $P_1$  によるシール部材 6 1 D の伸縮変形を効率よく行うことができる。このように、外径を段階的に拡大する構成は、均圧部材 6 3 A ~ 6 3 C についても同様に適用することが可能である。

#### 【0065】

##### (その他の変形例)

この発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、この発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上述した実施形態に種々の変更を加えたものを含む。すなわち、実施形態で挙げた具体的な形状や構成等は一例にすぎず、適宜変更が可能である。

第一から第三実施形態では、蛇腹状のシール部材 6 1 A、および均圧部材 6 3 A ~ 6 3 C を用いるようにしたが、これらを、海水の圧力  $P_1$  が作用する方向に蛇腹状のシール部材 6 1 A、および均圧部材 6 3 A ~ 6 3 C の外径が、漸次拡大するようにしてもよい。

#### 【0066】

また、図 8 に示すように、シール部材 6 1 A, 6 1 D、および均圧部材 6 3 A ~ 6 3 C を蛇腹状とし、その内周面に形成される溝 8 0 を、螺旋状に形成してもよい。このような構成にすることで、潤滑剤 J の注入時に溝 8 0 内に残存する気泡 K を、シール部材 6 1 A, 6 1 D、および均圧部材 6 3 A ~ 6 3 C を各中心軸周りに回転させることで、容易に排出することができる。ここで、シール部材 6 1 A, 6 1 D、および均圧部材 6 3 A ~ 6 3 C は、気泡 K が溝 8 0 に沿って注入口 6 6 側に移動するように回転させる。これにより、シール部材 6 1 A, 6 1 D、および均圧部材 6 3 A ~ 6 3 C から排出した気泡 K を、注入口 6 6 に導いて、注入口 6 6 (図 3 参照) から外部に排出することができる。

仮に気泡 K が残存している場合、海水の圧力  $P_1$  によって均圧部材 6 3 A ~ 6 3 C、シール部材 6 1 D が縮んでも、潤滑剤 J よりも密度の低い気泡が潰れるので、潤滑剤 J の圧力  $P_2$  が効率よく上昇しない。しかし、上述したように気泡 K を排出することによって、海水の圧力  $P_1$  と潤滑剤 J の圧力  $P_2$  との均等化を効率よく図ることが可能となる。

#### 【0067】

さらには、螺旋状の溝 8 0 を有したシール部材 6 1 A, 6 1 D は、図 9 に示すように、テーパー状の内周面 5 6 c を有したアウタースリーブ 5 6 に装着してもよい。このようにすることで、シール部材 6 1 A, 6 1 D から抜けた気泡を、歯合部 S 2 を円滑に通り抜けさせて注入口 6 6 側に移動させることができるために、気泡 K の残存をより一層低減できる。

#### 【0068】

上述した各実施形態、および、各変形例においては、水流発電機 1 0 が深海に設置される場合について説明したが、深海に限られるものではない。

さらに、上述した各実施形態、および、各変形例においては、発電ユニット 1 1 が 2 つ設けられている場合について説明したが、発電ユニット 1 1 の個数は 2 つに限られない。また羽根車 2 0 のブレード 2 2 の枚数も複数枚であれば、上述した枚数に限られない。

また、これ以外にも、例えば、水流発電機 1 0 の各部の構成等については、適宜他の構成を採用することが可能である。

#### 【符号の説明】

#### 【0069】

1 0 水流発電機

2 0 羽根車

2 1 ハブ

2 1 a 先端

2 1 b 端面

2 1 c 筒状部

2 2 ブレード

2 2 a 基端部

2 2 b 先端部

10

20

30

40

50

2 3	シャフト (回転軸)	
3 0	ナセル	
3 1	ケーシング	
3 1 a	一端部	
3 1 b	他端部	
3 2	発電機	
3 2 a	入力軸	
3 3	メインシャフト	
3 3 a	一端	10
3 3 b	他端	
3 4	羽根車支持部	
3 5	外部軸受	
3 6	隔壁	
3 6 h	シャフト孔	
3 7	発電機室	
3 8	シール部材	
5 0	カップリング継手 (水中カップリング継手)	
5 1	センターチューブ (第二の軸部材)	
5 1 f	外周面	
5 2	ジョイント部材 (第一の軸部材)	20
5 4	インナーギヤ	
5 4 a	端部	
5 4 b	中央部	
5 4 g	ギヤ歯	
5 4 t	歯面	
5 5	ジョイントプレート	
5 6	アウタースリーブ	
5 6 a	外周面	
5 6 b	内周面	
5 6 g	ギヤ歯 (第一ギヤ歯)	30
5 6 v	内周面	
6 0 A , 6 0 B , 6 0 C , 6 0 D	シール部	
6 1 A , 6 1 D	シール部材	
6 1 a	一端	
6 1 b	他端	
6 2 A , 6 2 B , 6 2 C	外圧導入部	
6 3 A , 6 3 B , 6 3 C , 6 3 D	均圧部材 (均圧機構)	
6 3 a	一端	
6 3 b	他端	
6 4 A , 6 4 B , 6 4 C	海水導入部	40
6 5 A , 6 5 B	導圧孔	
6 5 a	一端	
6 5 b	他端	
6 6	注入口	
6 7	キャップ	
7 0	受圧面	
8 0	溝	
J	潤滑剤	
P 1	海水の圧力	
P 2	潤滑剤の圧力	50

## S 潤滑空間 ( 空間 )

S 1 隙間

S 2 齒合部

S 3 空間

S 4 空間

S 5 潤滑空間

【図1】

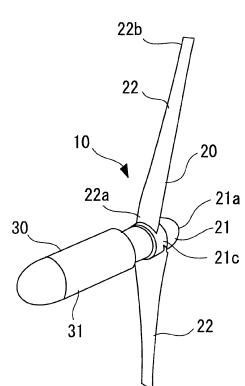
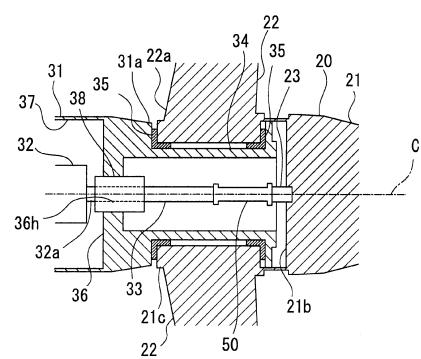


図1

【図2】



【図3】

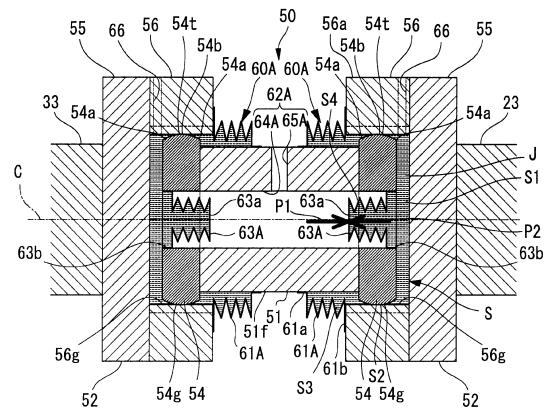


図3

【図4】

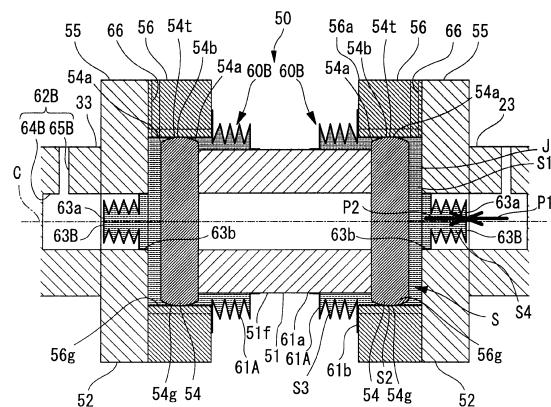


図4

【図5】

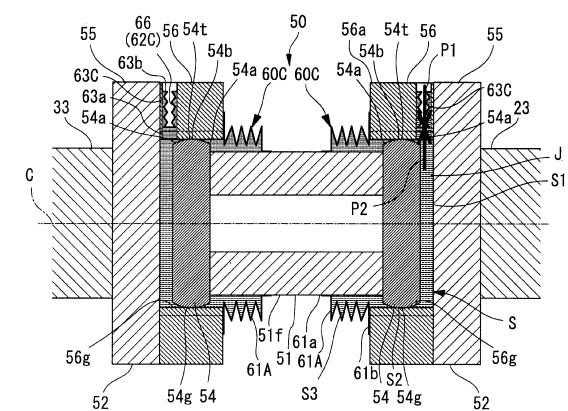


図5

【図6】

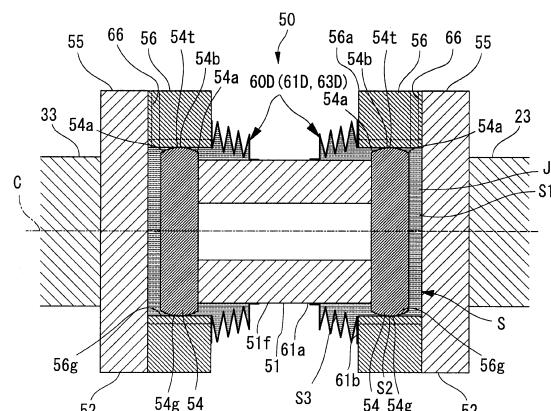
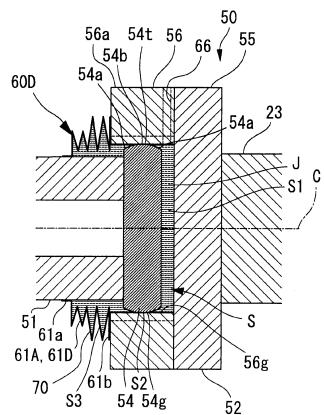


図6

【図7】



【図9】

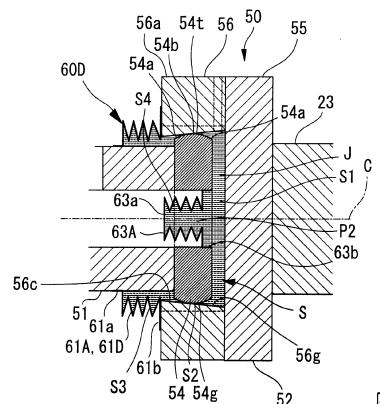


図9

図7

【図8】

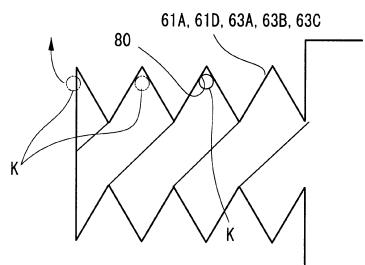


図8

---

フロントページの続き

(72)発明者 梅田 彰彦  
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 浅野 伸  
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 野田 善友  
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 西藤 直人

(56)参考文献 特開2006-144965(JP,A)  
特開2011-021619(JP,A)  
特開2008-099373(JP,A)  
特開2007-239878(JP,A)  
特開2005-331018(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 16 D 3 / 18  
F 16 D 3 / 84  
F 16 J 15 / 52  
F 16 J 3 / 04  
F 03 B 13 / 10