

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6065505号  
(P6065505)

(45) 発行日 平成29年1月25日 (2017. 1. 25)

(24) 登録日 平成29年1月6日 (2017. 1. 6)

(51) Int. Cl.

F I

F 0 3 D 15/00 (2016. 01)

F 0 3 D 15/00

F 1 6 D 41/06 (2006. 01)

F 1 6 D 41/06

F

F 1 6 D 63/00 (2006. 01)

F 1 6 D 63/00

R

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2012-221160 (P2012-221160)  
 (22) 出願日 平成24年10月3日 (2012. 10. 3)  
 (65) 公開番号 特開2014-74348 (P2014-74348A)  
 (43) 公開日 平成26年4月24日 (2014. 4. 24)  
 審査請求日 平成27年9月22日 (2015. 9. 22)

(73) 特許権者 000001247  
 株式会社ジェイテクト  
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号  
 (74) 代理人 110000280  
 特許業務法人サンクレスト国際特許事務所  
 (72) 発明者 藤原 英樹  
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号  
 株式会社ジェイテクト内  
 (72) 発明者 大塚 和茂  
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号  
 株式会社ジェイテクト内  
 (72) 発明者 上本 隆文  
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号  
 株式会社ジェイテクト内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外力により回転する主軸と、

前記主軸の回転を増速する回転伝達機構、この回転伝達機構により増速された回転を出力する出力軸、及び、この出力軸を回転自在に支持する軸受を有する増速機と、

前記出力軸の回転を入力として回転する駆動軸、及び、この駆動軸と一体回転するロータを有し、このロータの回転に伴って発電する発電機と、

を備えた発電装置であって、

前記出力軸に一体回転可能に設けられた入力回転体と、

前記駆動軸に一体回転可能に設けられ、前記入力回転体の径方向内側又は径方向外側に同心上に配置された出力回転体と、

前記入力回転体と前記出力回転体との間に配置され、前記主軸が正方向に回転し、当該入力回転体の回転速度が当該出力回転体の回転速度を上回ると、当該入力回転体と当該出力回転体とを一体回転可能に接続し、前記入力回転体の回転速度が前記出力回転体の回転速度を下回ると、当該入力回転体と当該出力回転体との接続を遮断するクラッチと、

前記主軸が前記正方向に回転すると、当該回転による力を前記入力回転体へ伝達可能とし、前記主軸が逆方向に回転しようとする、その回転を規制する逆回転防止装置と、

を備え、

前記逆回転防止装置は、前記増速機と、前記入力回転体との間に配置されており、

前記逆回転防止装置は、前記主軸が逆方向に回転しようとする、その回転を規制する

10

20

一方向クラッチであり、

前記一方向クラッチは、

前記主軸、前記出力軸及び前記増速機が有している他の回転動力伝達軸の内のいずれか一つの対象軸の径方向外側に設けられ内周面にカム面が複数形成されている外輪部材と

、  
前記対象軸の外周面と前記カム面それぞれとの間に形成されるくさび状空間に設けられている複数のころと、を備え、かつ、

前記主軸が逆方向に回転しようとする、前記ころが前記対象軸の外周面と前記カム面との間に噛み合うことにより、前記外輪部材に対する前記主軸の回転を規制し、

前記外輪部材は、前記発電機又は前記増速機を固定して設置するための構造物に固定されることを特徴とする発電装置。

10

【請求項 2】

前記外輪部材は、前記出力軸の径方向外側に設けられている請求項 1 に記載の発電装置。

【請求項 3】

外力により回転する主軸と、

前記主軸の回転を増速する回転伝達機構、この回転伝達機構により増速された回転を出力する出力軸、及び、この出力軸を回転自在に支持するころ軸受を有する増速機と、

前記出力軸の回転を入力として回転する駆動軸、及び、この駆動軸と一体回転するロータを有し、このロータの回転に伴って発電する発電機と、

20

を備えた発電装置であって、

前記出力軸に一体回転可能に設けられた入力回転体と、

前記駆動軸に一体回転可能に設けられ、前記入力回転体の径方向内側又は径方向外側に同心上に配置された出力回転体と、

前記入力回転体と前記出力回転体との間に配置され、前記主軸が正方向に回転し、当該入力回転体の回転速度が当該出力回転体の回転速度を上回ると、当該入力回転体と当該出力回転体とを一体回転可能に接続し、前記入力回転体の回転速度が前記出力回転体の回転速度を下回ると、当該入力回転体と当該出力回転体との接続を遮断するクラッチと、

前記主軸が前記正方向に回転すると、当該回転による力を前記入力回転体へ伝達可能とし、前記主軸が逆方向に回転しようとする、その回転を規制する逆回転防止装置と、

30

を備え、

前記逆回転防止装置は、前記増速機と、前記入力回転体との間に配置されていると共に、前記発電機又は前記増速機を固定して設置するための構造物に固定され、前記逆方向の回転を規制するための力が当該発電機又は当該増速機を固定して設置するための当該構造物に伝達されることを特徴とする発電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、外力による主軸の回転を増速機により増速させて発電機を駆動する発電装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

従来、ブレードが風を受けることにより主軸を回転させて発電を行う風力発電装置として、増速機を備えているものがあり、この増速機は主軸の回転を増速させて発電機を駆動させる。

図 7 に示すように、このような増速機 202 は、主軸 200 の回転を入力して増速する遊星歯車機構 203 と、この遊星歯車機構 203 により増速させた回転を入力として、さらに回転を増速する高速段歯車機構 204 と、この高速段歯車機構 204 により増速された回転を出力する出力軸 205 とを備えている。そして、この出力軸 205 に、発電機の駆動軸 212 が連結されており、この駆動軸 212 に発電機のロータ（図示せず）が取り

50

付けられている。

【 0 0 0 3 】

遊星歯車機構 2 0 3 では、図外のブレードが取り付けられている主軸 2 0 0 と一体回転可能に連結された入力軸 2 0 3 a が回転すると、遊星キャリア 2 0 3 b が回転し、これにより、遊星歯車 2 0 3 c を介して太陽歯車 2 0 3 d を増速回転させる。そして、この回転を高速段歯車機構 2 0 4 の低速軸 2 0 4 a に伝達させる。

高速段歯車機構 2 0 4 では、低速軸 2 0 4 a が回転すると、低速ギヤ 2 0 4 b 及び第 1 中間ギヤ 2 0 4 c を介して中間軸 2 0 4 d を増速回転させ、さらに第 2 中間ギヤ 2 0 4 e 及び高速ギヤ 2 0 4 f を介して出力軸 2 0 5 を増速回転させる。

そして、この増速機 2 0 2 では、低速軸 2 0 4 a、中間軸 2 0 4 d 及び出力軸 2 0 5 をそれぞれ回転自在に支持する軸受として、ころ軸受 2 0 6 ~ 2 1 1 が多用されている（例えば、特許文献 1 参照）。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 7 - 2 3 2 1 8 6 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

従来の風力発電装置では、高速回転する出力軸 2 0 5 を支持するころ軸受 2 1 0 , 2 1 1 において、ころの転動面や回転輪の軌道面にスミアリング（表層焼付きが起こる現象）が発生し、ころ軸受 2 1 0 , 2 1 1 の寿命が低下するという問題があった。

20

なお、このようなスミアリングは、風力発電装置に限らず、主軸の回転を増速機により増速させて発電機を駆動する他の型式の発電装置に設けられているころ軸受においても、同様に発生することが考えられる。

【 0 0 0 6 】

そこで、本発明は、増速機の出力軸を支持するころ軸受にスミアリングが発生するのを効果的に抑制することができる発電装置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 】

【 0 0 0 7 】

30

本発明者は、スミアリングの発生メカニズムについて鋭意研究を重ねた。その結果、外力（風力）の低下により主軸の回転速度が急激に低下すると、重量の大きい発電機のロータの慣性により、増速機の出力軸の回転速度よりも、ロータと一体回転する発電機の駆動軸の回転速度の方が上回ろうとすることによって、いわゆるトルク抜け（荷重抜け）が出力軸に発生し、このトルク抜けによって出力軸を支持するころ軸受に作用するラジアル荷重が減少し、ころ軸受において、ころと回転輪との転がり摩擦抵抗よりも、ころとそれを保持する保持器との摺動摩擦抵抗等が上回ることににより、ころの自転が遅れることを見出した。そして、この状態から外力（風力）の増加により主軸の回転速度が急激に増加すると、増速によるロータの慣性トルクが出力軸に加わって、この出力軸を支持するころ軸受に作用するラジアル荷重が急激に増加する。このため、その瞬間（過渡状態）では、ころに高荷重が作用した状態で、ころと回転輪との間で滑りが生じ、ころと回転輪との間の接触面が昇温することにより、スミアリングが発生するという知見を得、かかる知見に基づいて本発明を完成させた。

40

【 0 0 0 8 】

すなわち、本発明は、外力により回転する主軸と、前記主軸の回転を増速する回転伝達機構、この回転伝達機構により増速された回転を出力する出力軸、及び、この出力軸を回転自在に支持するころ軸受を有する増速機と、前記出力軸の回転を入力として回転する駆動軸、及び、この駆動軸と一体回転するロータを有し、このロータの回転に伴って発電する発電機とを備えた発電装置であって、前記出力軸に一体回転可能に設けられた入力回転体と、前記駆動軸に一体回転可能に設けられ、前記入力回転体の径方向内側又は径方向外

50

側に同心上に配置された出力回転体と、前記入力回転体と前記出力回転体との間に配置され、前記主軸が正方向に回転し、当該入力回転体の回転速度が当該出力回転体の回転速度を上回ると、当該入力回転体と当該出力回転体とを一体回転可能に接続し、前記入力回転体の回転速度が前記出力回転体の回転速度を下回ると、当該入力回転体と当該出力回転体との接続を遮断するクラッチと、前記主軸が前記正方向に回転すると、その回転による力を前記入力回転体へ伝達可能とし、前記主軸が逆方向に回転しようとする、その回転を規制する逆回転防止装置とを備え、前記逆回転防止装置は、前記増速機と、前記入力回転体との間に配置されている。

#### 【 0 0 0 9 】

上記のように構成された発電装置によれば、前記クラッチにより、入力回転体の回転速度が出力回転体の回転速度を上回ると、入力回転体と出力回転体とを一体回転可能に接続する。これにより、出力回転体と一体回転する駆動軸が回転し、ロータを回転させて発電が行われる。

これに対して、入力回転体の回転速度が出力回転体の回転速度を下回ると、入力回転体と出力回転体との接続を遮断する。したがって、外力の低下により主軸の回転速度が急激に低下し、これに伴って出力軸の回転速度が急激に低下しても、発電機のロータの慣性による回転が駆動軸を介して出力軸に伝達されるのを防止することができる。これにより、出力軸を支持しているころ軸受に作用するラジアル荷重の減少及びこれに伴うころの自転遅れを抑制することができる。したがって、この状態から外力の変化により主軸の回転速度が急激に増加してころ軸受のころに高荷重が作用したときに、ころが回転輪との接触面で滑りにくくなり、ころ軸受にスミアリングが発生するのを効果的に抑制することができる。

#### 【 0 0 1 0 】

ここで、一方から作用する外力（例えば、一方に向かって吹く風による風力）をブレードが受けて主軸が正方向に回転して発電を行っている状態から、急に、その外力が弱まって外力の向き（風向き）が反対方向になると、ブレードは一旦停止した後に逆回転しようとする。ブレードが逆回転しようとする、主軸及び出力軸も、発電を行っている場合と逆方向に回転しようとする。そこで、仮に本発明に係る前記逆回転防止装置が設けられていない場合は、出力軸が逆方向に回転し始めると、前記クラッチにおいて、入力回転体と出力回転体との接続が遮断される。すると、ブレード、主軸及び出力軸は制限なく自由に回転してしまうこととなり、この状態は機械的に好ましくない。

しかし、本発明に係る前記逆回転防止装置によれば、主軸が逆方向に回転しようとしてもその回転を規制する（不可能とする）ことから、ブレード、主軸及び出力軸が逆回転することはない。

#### 【 0 0 1 1 】

また、前記逆回転防止装置は、前記主軸が逆方向に回転しようとする、その回転を規制する一方向クラッチであるのが好ましく、この場合、逆回転防止装置を簡単な構成により得ることができ、また、逆回転防止装置は、一方向クラッチからなるため、主軸が逆方向に回転しようとする、迅速にその回転を規制することができる。

そして、この一方向クラッチは、前記主軸、前記出力軸及び前記増速機が有している他の回転動力伝達軸の内のいずれか一つの対象軸の径方向外側に設けられ内周面にカム面が複数形成されている外輪部材と、前記対象軸の外周面と前記カム面それぞれとの間に形成されるくさび状空間に設けられている複数のころとを備え、かつ、前記主軸が逆方向に回転しようとする、前記ころが前記対象軸の外周面と前記カム面との間に噛み合うことにより、前記外輪部材に対する前記主軸の回転を規制し、前記外輪部材は、前記発電機又は前記増速機を固定して設置するための構造物に固定されるのが好ましい。

この場合、主軸が逆方向に回転しようとする、その回転を規制することができる。また、この回転を規制するための力は、外輪部材を介して、発電機又は増速機を固定して設置するための構造物に伝達されることから、主軸の逆方向の回転を安全に規制することができる。

## 【 0 0 1 2 】

また、前記外輪部材は、前記出力軸の径方向外側に設けられているのが好ましい。

この場合、主軸が逆方向に回転しようとする、逆回転防止装置である一方向クラッチは、出力軸を拘束する構成となる。そして、増速機により出力軸のトルクは主軸及び他の回転動力伝達軸のトルクよりも小さくなることから、出力軸の回転を小さい力で規制することが可能となる。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 3 】

本発明の発電装置によれば、増速機の出力軸を支持するころ軸受にスミアリングが発生するのを効果的に抑制することができる。

10

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 本発明の風力発電装置の実施の一形態を示す概略側面図である。

【 図 2 】 風力発電装置における増速機のころ軸受を示す縦断面図である。

【 図 3 】 風力発電装置における増速機の出力軸と発電機の駆動軸との連結部分を示す断面図である。

【 図 4 】 風力発電装置が備えている出力回転体及び第 1 の一方向クラッチを示す横断面図である。

【 図 5 】 風力発電装置が備えている第 2 の一方向クラッチ及びその周囲の部分を示す縦断面図である。

20

【 図 6 】 風力発電装置が備えている第 2 の一方向クラッチを示す横断面図である。

【 図 7 】 従来の増速機を示す断面図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 5 】

以下、本発明の実施形態について添付図面を参照しながら説明する。

図 1 は、本発明の風力発電装置の実施の一形態を示す概略側面図である。この風力発電装置（発電装置）1 は、風力（外力）を受けて回転する主軸 2 と、この主軸 2 に連結されている増速機 3 と、この増速機 3 に連結されている発電機 4 とを備えている。そして、主軸 2 の回転を増速機 3 により増速させ、この増速させた回転により発電機 4 を駆動する。

## 【 0 0 1 6 】

30

主軸 2 の先端部には、ブレード（図示省略）が一体回転可能として取り付けられており、このブレードは風力を受けると主軸 2 を回転させる。

発電機 4 は、増速機 3 により増速された出力軸 3 5 の回転を入力して回転する駆動軸 4 1 と、発電機 4 に内蔵されているロータ 4 2 と、図示しないステータ等とを有する。ロータ 4 2 は駆動軸 4 1 と一体回転可能に連結されており、駆動軸 4 1 と共にロータ 4 2 が回転することによって発電が行われる。

## 【 0 0 1 7 】

増速機 3 は、主軸 2 の回転を入力してその回転を増速する歯車機構（回転伝達機構）3 0 と、この歯車機構 3 0 により増速された回転を出力する出力軸 3 5 とを備えている。

歯車機構 3 0 は、遊星歯車機構 3 1 と、この遊星歯車機構 3 1 により増速された回転を入力して、さらにその回転を増速する高速段歯車機構 3 2 とを備えている。

40

遊星歯車機構 3 1 は、内歯車（リングギヤ）3 1 a と、主軸 2 に一体回転可能に連結された遊星キャリア（図示省略）に保持された複数の遊星歯車 3 1 b と、遊星歯車 3 1 b に噛み合う太陽歯車 3 1 c とを有している。これにより、主軸 2 とともに遊星キャリアが回転すると、遊星歯車 3 1 b を介して太陽歯車 3 1 c が回転し、その回転が高速段歯車機構 3 2 の低速軸 3 3 に伝達される。

## 【 0 0 1 8 】

高速段歯車機構 3 2 は、低速ギヤ 3 3 a を有する前記低速軸 3 3 と、第 1 中間ギヤ 3 4 a 及び第 2 中間ギヤ 3 4 b を有する中間軸 3 4 と、高速ギヤ 3 5 a とを有しており、この高速ギヤ 3 5 a は出力軸 3 5 と一体回転する。

50

低速軸 33 は、その直径が例えば約 1 m の大型の回転軸からなり、主軸 2 と同心上に配置されている。低速軸 33 の軸方向両端部は、ころ軸受 36 a , 36 b により回転自在に支持されている。

中間軸 34 は、低速軸 33 の上方に配置されており、その軸方向両端部はころ軸受 37 a , 37 b により回転自在に支持されている。中間軸 34 の第 1 中間ギヤ 34 a は低速ギヤ 33 a と噛み合い、第 2 中間ギヤ 34 b は高速ギヤ 35 a と噛み合っている。

出力軸 35 は、中間軸 34 の上方に配置されており、回転トルクを出力する。出力軸 35 の軸方向の一端部 35 b 及び途中部 35 c それぞれは、ころ軸受 38 , 39 により回転自在に支持されている。

このように、増速機 3 は、出力軸 35 を回転自在に支持するころ軸受 38 , 39 等の多くのころ軸受を備えている。

10

#### 【0019】

以上の構成により、主軸 2 の回転は、遊星歯車機構 31 のギヤ比、低速ギヤ 33 a と第 1 中間ギヤ 34 a とのギヤ比、及び第 2 中間ギヤ 34 b と高速ギヤ 35 a とのギヤ比により 3 段階に増速され、出力軸 35 の出力端部 35 d から回転トルクを出力することができ、この出力により発電機 4 の駆動軸 41 を回転駆動する。すなわち、風力による主軸 2 の回転は、増速機 3 により 3 段階に増速されて、発電機 4 を駆動する。

#### 【0020】

図 2 は、出力軸 35 の一端部 35 b を支持するころ軸受 38 を示す縦断面図である。図 2 において、ころ軸受 38 は、円筒ころ軸受からなり、出力軸 35 に外嵌固定された内輪 38 a と、増速機 3 のハウジング（図示省略）に固定された外輪 38 b と、これら内輪 38 a と外輪 38 b との間に転動可能に配置された複数の円筒ころ 38 c と、各円筒ころ 38 c を円周方向に沿って所定間隔毎に保持する環状の保持器 38 d とを備えている。内輪 38 a、外輪 38 b、円筒ころ 38 c は例えば軸受鋼によって形成されており、保持器 38 d は例えば銅合金によって形成されている。

20

#### 【0021】

内輪 38 a は、その外周の軸方向中央部に内輪軌道面 38 a 1 が形成されている。外輪 38 b は、内輪 38 a と同心上に配置されており、その内周の軸方向中央部に外輪軌道面 38 b 1 が形成されており、また、この外輪 38 b は、外輪軌道面 38 b 1 の軸方向両側に形成された一対の外輪鋸部 38 b 2 を有している。外輪軌道面 38 b 1 は、内輪軌道面 38 a 1 に対向して配置されている。外輪鋸部 38 b 2 は、外輪 38 b の内周の軸方向両端部から径方向内側に向かって突出して形成されており、この外輪鋸部 38 b 2 に円筒ころ 38 c の端面が摺接する。

30

#### 【0022】

円筒ころ 38 c は、内輪 38 a の内輪軌道面 38 a 1 と外輪 38 b の外輪軌道面 38 b 1 との間に配置されており、これら軌道面を転動可能である。

保持器 38 d は、軸方向に離反して配置された一対の円環部 38 d 1 と、この円環部 38 d 1 の周方向に沿って等間隔おきに配置されており両円環部 38 d 1 同士を連結する複数の柱部 38 d 2 とを有している。一対の円環部 38 d 1 と周方向で隣り合う柱部 38 d 2 との間には、ポケット 38 d 3 が形成されており、このポケット 38 d 3 に円筒ころ 38 c が設けられている。

40

#### 【0023】

また、図 1 において、風力発電装置 1 は、増速機 3 の出力軸 35 に一体回転可能に設けられた入力回転体 5 と、発電機 4 の駆動軸 41 に一体回転可能に設けられた出力回転体 6 と、入力回転体 5 と出力回転体 6 との間に配置されたクラッチ 7 と、このクラッチ 7 の軸方向両側に配置された一対の転がり軸受 8 と、増速機 3 と入力回転体 5 との間に配置された逆回転防止装置 20 とをさらに備えている。

本実施形態では、入力回転体 5 と出力回転体 6 との間に配置されているクラッチ 7 は、一方向クラッチであり、また、逆回転防止装置 20 も、一方向クラッチである。そこで、クラッチ 7 を第 1 の一方向クラッチ 7 と呼び、逆回転防止装置 20 を第 2 の一方向クラッチ 7 と呼ぶ。

50

チ 20 と呼ぶ。

【 0 0 2 4 】

第 1 の一方向クラッチ 7 は、後にその構成について説明するが、ブレード（図示せず）及び主軸 2 が「正方向に回転」した場合において、出力軸 35 の回転を入力回転体 5 及び出力回転体 6 を介して駆動軸 41 に伝達することが可能である。

【 0 0 2 5 】

そして、第 2 の一方向クラッチ 20 は、後にその構成について説明するが、一方向に向かって吹く風によりブレード（図示せず）及び主軸 2 が「正方向に回転」すると、この回転による力（トルク）を入力回転体 5 へ伝達可能とするが、風向きが突然反対となることにより、ブレード（図示せず）及び主軸 2 が一旦停止した後に「逆方向に回転」しようとする、その回転を規制する（不可能とする）機能を備えている。

10

【 0 0 2 6 】

図 3 は、増速機 3 の出力軸 35 と発電機 4 の駆動軸 41 との連結部分を示す断面図である。入力回転体 5 は、出力軸 35 と同心上に設けられており、その軸方向一端部（図 3 の左端部）から軸方向他端部（図 3 の右端部）に向けて、フランジ部 51、大径部 52 及び小径部 53 をこの順に有している。

フランジ部 51 は、大径部 52 の外周面よりも径方向外側に延びて形成されており、出力軸 35 の出力端部 35d に着脱可能に固定されている。具体的には、フランジ部 51 は、出力端部 35d に形成されているフランジ部 35d1 に当接した状態で、図示しないボルト・ナットによりフランジ部 35d1 に締結固定されている。

20

小径部 53 の端面と駆動軸 41 のフランジ部 41a の端面との間には、隙間 S1 が設けられている。

【 0 0 2 7 】

本実施形態では、出力回転体 6 は、入力回転体 5（大径部 52 及び小径部 53）の径方向外側に同心上に設けられており、円筒部 61 と、この円筒部 61 の軸方向他端部（図 3 の右端部）に形成されたフランジ部 62 とを有している。

フランジ部 62 は、円筒部 61 の外周面よりも径方向外側に延びて形成されており、駆動軸 41 の一端部に着脱可能に固定されている。具体的には、フランジ部 62 は、駆動軸 41 の一端部に形成されているフランジ部 41a に当接した状態で、図示しないボルト・ナットによりフランジ部 41a に締結固定されている。

30

【 0 0 2 8 】

円筒部 61 の内周面は円筒面とされており、円筒部 61 の軸方向一端部（図 3 の左端部）の内周面と、入力回転体 5 の大径部 52 の外周面との隙間には、円筒部 61 と入力回転体 5 の小径部 53 との間の環状空間を密封するための環状のシール部材 10 が設けられている。円筒部 61 の前記一端部側の端面と、この端面に対向する入力回転体 5 のフランジ部 51 の端面との間には、隙間 S2 が設けられている。これにより、駆動軸 41 から出力回転体 6 を切り離れた状態で、出力回転体 6 は入力回転体 5 に対して軸方向に移動可能となる。

【 0 0 2 9 】

図 4 は、出力回転体 6 及び一方向クラッチ 7 を示す横断面図である。図 3 及び図 4 において、一方向クラッチ 7 は、内輪 71 及び外輪 72 と、この内輪 71 の外周面 71a と外輪 72 の内周面 72a との間に配置された複数のころ 73 とを備えている。

40

内輪 71 は、入力回転体 5 の小径部 53 の軸方向中央部に外嵌して固定されており、小径部 53 と一体回転する。

そして、出力回転体 6 における円筒部 61 の軸方向中央部の領域 B が、一方向クラッチ 7 の外輪 72 となる。したがって、円筒部 61 の領域 B の内周面に、前記内周面 72a が形成されている。ころ 73 は、円柱形状であり、本実施形態では周方向に 8 つ配置されている。

さらに、一方向クラッチ 7 は、各ころ 73 を円周方向に沿って所定間隔毎に保持する環状の保持器 74 と、各ころ 73 を一方向に弾性的に付勢する複数の弾性部材 75 とを備え

50

ている。

【 0 0 3 0 】

保持器 7 4 は、軸方向に対向する一対の円環部 7 4 a と、両円環部 7 4 a を連結する複数の柱部 7 4 b とを有している。柱部 7 4 b は、両円環部 7 4 a の間で軸方向に延びかつ周方向等間隔に配列されている。両円環部 7 4 a と周方向で隣り合う柱部 7 4 b との間にポケット 7 4 c が形成されており、各ポケット 7 4 c に各ころ 7 3 が個別に収容されている。

弾性部材 7 5 は、圧縮コイルバネからなり、保持器 7 4 の各ポケット 7 4 c に個別に収容されかつ柱部 7 4 b に取り付けられている。

【 0 0 3 1 】

図 4 において、内輪 7 1 の外周面 7 1 a にはころ 7 3 と同数（ 8 つ）の平坦なカム面 7 1 a 1 が形成されている。これに対して、外輪 7 2 の内周面 7 2 a は円筒面とされている。これにより、カム面 7 1 a 1 と、その径方向外側の内周面 7 2 a の各部との間には、くさび状空間 S が周方向に複数（ 8 つ）形成される。そして、ころ 7 3 は各くさび状空間 S に個別に配置されており、弾性部材 7 5 がころ 7 3 をくさび状空間 S が狭くなる方向に付勢している。ころ 7 3 の外周面は、カム面 7 1 a 1 及び内周面 7 2 a に接触する接触面 7 3 a となっており、この接触面 7 3 a は幅方向（軸方向）に真っ直ぐに形成されている。

なお、内外輪 7 1 , 7 2 間には、基油にエステル、増ちょう剤にウレア系を用いて温度変化に影響を受けにくい潤滑剤（グリース）が設けられている。

【 0 0 3 2 】

以上のように構成された風力発電装置 1（図 1 参照）によれば、図外のブレードが受ける風力が強まって、正方向に回転する主軸 2 の回転速度が高まると、これにより、増速機 3 により増速回転する出力軸 3 5 の回転速度が更に高まる。これにより、出力軸 3 5 によって入力回転体 5 は加速され、これらは高速で一体回転する。

すると、第 1 の一方向クラッチ 7 では、図 3 及び図 4 において、入力回転体 5 の回転速度が高まってこの入力回転体 5 の回転速度が出力回転体 6 の回転速度を上回ると、内輪 7 1 が外輪 7 2 に対して一方向（図 4 において反時計回り方向）に相対回転しようとする。この場合、ころ 7 3 は、弾性部材 7 5 の付勢力によりくさび状空間 S が狭くなる方向へ僅かに移動して、ころ 7 3 の接触面 7 3 a が内輪 7 1 のカム面 7 1 a 1 及び外輪 7 2 の内周面 7 2 a に圧接し、ころ 7 3 が内外輪 7 1 , 7 2 の間に噛み合った状態となる。これにより、内外輪 7 1 , 7 2 は前記一方向（図 4 において反時計回り方向）に一体回転可能となる。つまり、入力回転体 5 と出力回転体 6 とが一体回転するように両者を接続させた状態となる。これにより、出力回転体 6 から駆動軸 4 1 にトルクが付与され、発電機 4 においてこの駆動軸 4 1 と共にロータ 4 2（図 1 参照）が回転し、発電が行われる。

【 0 0 3 3 】

また、入力回転体 5 が増速回転後に一定速回転となり、入力回転体 5 の回転速度が、出力回転体 6 の回転速度と同一になった場合には、ころ 7 3 が内外輪 7 1 , 7 2 の間に噛み合った状態で保持される。このため、一方向クラッチ 7 は、内外輪 7 1 , 7 2 の前記一方向への一体回転を維持し、入力回転体 5 及び出力回転体 6 は一体回転し続け、発電が行われる。

【 0 0 3 4 】

一方、例えば、図外のブレードが受ける風力が弱まり正方向に回転している主軸 2 の回転速度が低下し、これにより、増速機 3 により増速回転する出力軸 3 5 の回転速度が低下すると、入力回転体 5 の回転速度も低下する。なお、これに対して、駆動軸 4 1 及び出力回転体 6 は、ロータ 4 2 の慣性力によって回転速度はあまり低下しない。

このように入力回転体 5 の回転速度が低下し、入力回転体 5 の回転速度が出力回転体 6 の回転速度を下回る場合、一方向クラッチ 7 において、内輪 7 1 が外輪 7 2 に対して他方向（図 4 において時計回り方向）に相対回転する。この場合、ころ 7 3 は、弾性部材 7 5 の付勢力に抗してくさび状空間 S が広くなる方向へ僅かに移動することにより、ころ 7 3 と内外輪 7 1 , 7 2 との噛み合いが解除される。このように、ころ 3 の噛み合いが解除さ

10

20

30

40

50



れることで、入力回転体 5 と出力回転体 6 との接続が遮断される。

なお、このように、接続が遮断されても、発電機 4 において、慣性力によりロータ 4 2 は回転を継続し、発電は行われる。

【 0 0 3 5 】

また、図 3 において、入力回転体 5 の小径部 5 3 と出力回転体 6 の円筒部 6 1 との間には、一对の転がり軸受 8 が配置されており、入力回転体 5 及び出力回転体 6 を互いに回転可能に支持している。また、各転がり軸受 8 は、一方向クラッチ 7 の軸方向両側にそれぞれ隣接して配置されており、一方向クラッチ 7 の保持器 7 4 の軸方向両端面にそれぞれ当接可能となる。

【 0 0 3 6 】

転がり軸受 8 は、内輪 8 1 及び外輪 8 2 と、内輪 8 1 と外輪 8 2 との間に転動可能に配置された複数の円筒ころ 8 3 とを備えた円筒ころ軸受からなる。

内輪 8 1 は、外周に形成された内輪軌道面 8 1 a と、この内輪軌道面 8 1 a の軸方向両側において径方向外側に向かって突出して形成された内輪鍔部 8 1 b とを有している。各内輪鍔部 8 1 b の内側面には、円筒ころ 8 3 の両端面がそれぞれ摺接する。また、一方向クラッチ 7 に隣接する内輪鍔部 8 1 b の外側面 8 1 b 1 は、一方向クラッチ 7 の保持器 7 4 の軸方向端面である円環部 7 4 a の外側面が当接する当接面となる。

【 0 0 3 7 】

本実施形態では、出力回転体 6 における円筒部 6 1 の軸方向両端部の領域 A 及び領域 C が、転がり軸受 8 の外輪 8 2 となり、この領域 A , C の各内周面に外輪 8 2 の外輪軌道面 8 2 a が形成されている。そして、この外輪軌道面 8 2 a と内輪軌道面 8 1 a との間に、円筒ころ 8 3 が転動可能に配置されている。

【 0 0 3 8 】

以上のように構成された風力発電装置 1 ( 図 1 参照 ) によれば、増速機 3 の出力軸 3 5 とともに一体回転する入力回転体 5 と、発電機 4 の駆動軸 4 1 とともに一体回転する出力回転体 6 との間に配置した一方向クラッチ 7 により、入力回転体 5 の回転速度が出力回転体 6 の回転速度を下回ると、入力回転体 5 と出力回転体 6 との接続を遮断することができる。つまり、風力の低下により主軸 2 を介して出力軸 3 5 の回転速度が急激に低下しても、発電機 4 のロータ 4 2 の慣性による回転が駆動軸 4 1 を介して出力軸 3 5 に伝達されるのを防止することができる。

【 0 0 3 9 】

これにより、出力軸 3 5 を支持しているころ軸受 3 8 ( 図 2 参照 ) に作用するラジアル荷重の減少及びこれに伴う円筒ころ 3 8 c の自転遅れ、つまり、円筒ころ 3 8 c と、内輪 3 8 a 及び外輪 3 8 b との間の滑りを抑制することができる。したがって、この状態から風力の変化により主軸 2 の回転速度が急激に増加して円筒ころ 3 8 c に高荷重がかかったとしても、円筒ころ 3 8 c が内輪 3 8 a との接触面で滑りにくくなるため、ころ軸受 3 8 にスミアリングが発生するのを効果的に抑制することができる。

【 0 0 4 0 】

また、ロータ 4 2 の慣性による回転が出力軸 3 5 に伝達されるのを防止することにより、増速機 3 のころ軸受 3 6 a , 3 6 b , 3 7 a , 3 7 b , 3 8 , 3 9 等に作用する負荷を低減することができる。これにより、遊星歯車機構 3 1 の各歯車 3 1 b , 3 1 c や、高速段歯車機構 3 2 の各軸 3 3 ~ 3 5 及びころ軸受 3 6 a , 3 6 b , 3 7 a , 3 7 b , 3 8 , 3 9 をいずれも小型化することができるため、増速機 3 を軽量化することができ、かつ低コストで製造することができる。

さらに、入力回転体 5 と出力回転体 6 との接続を遮断することにより、発電機 4 のロータ 4 2 は、急激に減速することなく慣性によって回転し続けるため、ロータ 4 2 の平均回転速度を上げることができる。これにより、発電機 4 の発電効率を向上させることができる。

【 0 0 4 1 】

また、入力回転体 5 と出力回転体 6 との間には、これらを互いに回転可能に支持する転

10

20

30

40

50

がり軸受 8 が配置されているため、一方向クラッチ 7 において、ころ 7 3 と内外輪 7 1 , 7 2 との噛み合いが解除されることにより、くさび状空間 5 でころ 7 3 と内外輪 7 1 , 7 2 との間に隙間が発生したときに、転がり軸受 8 によって入力回転体 5 及び出力回転体 6 が互いに径方向に相対移動するのを防止することができる。したがって、風力発電装置 1 の運転中に、入力回転体 5 及び出力回転体 6 が径方向にがたつくのを防止することができる。

#### 【 0 0 4 2 】

次に、第 2 の一方向クラッチ 2 0 について、図 1、図 5 及び図 6 を参照して説明する。図 5 は第 2 の一方向クラッチ 2 0 及びその周囲の部分を示す縦断面図であり、図 6 はその横断面図である。

10

第 2 の一方向クラッチ 2 0 は、出力軸 3 5 の径方向外側にこの出力軸 3 5 と同心状として設けられている外輪部材 2 1 と、複数のころ 2 2 とを備えている。

#### 【 0 0 4 3 】

外輪部材 2 1 は、ブラケット 2 5 に格納された状態として設けられており、このブラケット 2 5 は、風力発電装置 1 の発電機室の床 2 6 (図 1 参照) に固定されている。この床 2 6 は、図 1 に示すように、発電機室内で発電機 4 を固定して設置するための構造物である。なお、この床 2 6 には増速機 3 が固定されていてもよい。

このため、外輪部材 2 1 は、ブラケット 2 5 を介して発電機室の床 2 6 に対して固定された状態となり、外輪部材 2 1 に作用する力をブラケット 2 5 を通じて床 2 6 へ伝達させることができる。

20

#### 【 0 0 4 4 】

図 6 において、外輪部材 2 1 の内周面には、複数のカム面 2 3 が等間隔で形成されている。出力軸 3 5 の外周面 3 5 a は円筒面である。そして、出力軸 3 5 の外周面 3 5 e と各カム面 2 3 との間にくさび状空間 U が形成されている。各くさび状空間 U にころ 2 2 が一つ設けられている。ころ 2 2 は円筒ころである。

#### 【 0 0 4 5 】

また、この第 2 の一方向クラッチ 2 0 は、各ころ 2 2 を円周方向に沿って所定間隔毎に保持する環状の保持器 2 7 と、各ころ 2 2 を一方向に弾性的に付勢する弾性部材 2 4 とを更に備えている。これら保持器 2 7 及び弾性部材 2 4 は、図 4 に示す第 1 の一方向クラッチ 7 の保持器 7 4 及び弾性部材 7 5 と同様の構成を有しており、ここでは、その説明を省略する。

30

#### 【 0 0 4 6 】

この第 2 の一方向クラッチ 2 0 によれば、主軸 2 (図 1 参照) が正方向に回転することにより、増速機 3 によって増速させた出力軸 3 5 が外輪部材 2 1 に対して一方向 (図 6 において反時計回り) に回転する状態では、各ころ 2 2 は、弾性部材 2 4 の付勢力に抗してくさび状空間 U が広がる方向へ僅かに移動することにより、各ころ 2 2 は、出力軸 3 5 の外周面 3 5 e 及び外輪部材 2 1 のカム面 2 3 と噛み合うことはなく、出力軸 3 5 は一方向 (図 6 において反時計回り) に自由に回転することができる。

この結果、図 1 において、出力軸 3 5 から、入力回転体 5、第 1 の一方向クラッチ 7 及び出力回転体 6 を通じてトルクを受けた駆動軸 4 1 は回転することができ、発電機 4 において発電が行われる。

40

#### 【 0 0 4 7 】

これに対して、主軸 2 (図 1 参照) が逆方向に回転しようとすることにより、増速機 3 によって増速させた出力軸 3 5 が外輪部材 2 1 に対して他方向 (図 6 において時計回り) に回転しようすると、各ころ 2 2 は、弾性部材 2 4 の付勢力によりくさび状空間 U が狭くなる方向へ僅かに移動して、出力軸 3 5 の外周面 3 5 e 及び外輪部材 2 1 のカム面 2 3 に圧接し、これら外周面 3 5 e の一部とカム面 2 3 との間に噛み合った状態となる。つまり、各ころ 2 2 がくさび状空間 U の狭い側の領域に噛み込む。

すると、外輪部材 2 1 は、ブラケット 2 5 を介して床 2 6 に対して固定された状態にあることから、この外輪部材 2 1 に対する出力軸 3 5 の他方向回り (図 6 において時計回り

50

）の回転は規制される。

【0048】

このように、第2の一方向クラッチ20は、主軸2が正方向に回転すると、この回転による力を入力回転体5へ伝達して発電機4の駆動軸41を回転させるが、主軸2が逆方向に回転しようとする、その回転を規制する（不可能とする）機能を備えている。

【0049】

以上より、図1において、一方に向かって吹く風をブレードが受けて主軸2が正方向に回転して発電を行っている状態から、急に、その風が弱まって風向きが反対方向になると、ブレードは一旦停止した後に逆回転しようとする。ブレードが逆回転しようとする、主軸2及び出力軸35も、発電を行っている場合と逆方向に回転しようとする。

10

ここで、仮に本実施形態に係る第2の一方向クラッチ20が設けられておらず、出力軸35が逆方向に回転を開始すると、この出力軸35に一体回転可能に設けられた入力回転体5の回転速度は、負の値となって、出力回転体6の回転速度を下回る状態となる。この結果、これら入力回転体5と出力回転体6との間に設けられている第1の一方向クラッチ7では、入力回転体5と出力回転体6との接続が遮断される。この場合、ブレード、主軸2及び出力軸35は制限なく自由に回転してしまうこととなり、この状態は機械的に好ましくない。

【0050】

しかし、本実施形態の風力発電装置1では、第2の一方向クラッチ20が設けられていることから、主軸2が逆方向に回転しようとしても、この回転に伴う出力軸35の逆回転を規制することにより、主軸2の逆方向の回転を防止することができる。この結果、ブレード、主軸2及び出力軸35が逆回転することはない。つまり、このように主軸2が逆回転しようとしても、一方向クラッチ20によって出力軸35は拘束され、逆回転を防止することができる。

20

【0051】

なお、前記のとおり、ブレード及び主軸2が、正方向に回転している状態から、一旦停止して逆方向に回転しようとする状態では、出力軸35は回転していないことからこの出力軸35と一体である入力回転体5の回転速度は、慣性によって回転している出力回転体6の回転速度を下回ることとなる。このため、第1の一方向クラッチ7（図4参照）では、ころ3の噛み合いが解除されることで、入力回転体5と出力回転体6との接続が遮断される。このため、発電機4の駆動軸41及びロータ42は回り続けることができ、引き続き、発電が行われることとなる。

30

【0052】

また、本実施形態では、図1に示すように、発電機4（又は増速機3）を固定して設置するための構造物である床26に、ブラケット25を介して、外輪部材21は固定されている。このため、第2の一方向クラッチ20によれば、主軸2が逆方向に回転しようすると、その回転を規制することができるが、その際に外輪部材21に発生する回転を規制するための力を、ブラケット25を通じて床26に伝達することができる。このため、主軸2の逆方向の回転を、他の機器に影響を与えることなく安全に規制することが可能となる。なお、本実施形態では、回転を規制するための力を伝達させる構造物を、床26としているが、床26に限らず、風車本体の一部（発電機室の側壁等）であればよい。

40

【0053】

また、本実施形態では、外輪部材21を出力軸35の径方向外側に設け、第2の一方向クラッチ20を第1の一方向クラッチ7の隣りに設けた場合について説明したが、これ以外であってもよく、外輪部材21を、主軸2、出力軸35及び増速機3が有している他の回転動力伝達軸（例えば中間軸34等）の内のいずれか一つの対象軸の径方向外側に、その対象軸と同心状として設ければよい。そして、この対象軸の外周面と、外輪部材21のカム面23それぞれとの間に形成されるくさび状空間Uに複数のころ22を設ければよい。

【0054】

50

しかし、歯車機構 30 を備えている増速機 3 によれば、出力軸 35 のトルクは、主軸 2 及び他の回転動力伝達軸のトルクよりも小さくなることから、本実施形態のように、外輪部材 21 は、出力軸 35 の径方向外側に設けられているのが好ましく、これにより、出力軸 35 の回転を小さい力で規制することが可能となる。

#### 【0055】

さらに、本実施形態に係る第 2 の一方向クラッチ 20 によれば、主軸 2 が逆方向に回転しようとする、迅速かつ安全に、その回転を規制することができる。

すなわち、本実施形態のような一方向クラッチ 20 ではなく、例えば、図示しないが、主軸 2 等の逆回転を検知するセンサを設置し、このセンサが主軸 2 等の逆回転を検知すると出力軸 35 に制動力を与えるブレーキ装置により、ブレード及び主軸 2 の逆回転を規制する構成を採用した場合、出力軸 35 が逆回転している状態からその出力軸 35 に対して制動力を付与することになるため、その出力軸 35 の慣性力により大きな制動力を必要とし、さらに、急な制動を与えた場合には、その反動（反力）として衝撃的な力がブレーキ装置及びこのブレーキ装置を固定する床等の構造物に作用してしまう。

しかし、本実施形態では、カム面 23 を有する外輪部材 21 及びころ 22 を備えており、出力軸 35 が逆回転しようとする、その逆回転を規制する一方向クラッチ 20 である。このような一方向クラッチ 20 は、ダンパーとしての機能も備えていることから、前記のような衝撃力は発生しない。さらに、逆回転を規制するために、その逆回転をセンサによって検出する必要がなく、逆回転しようとする、ころ 22 が出力軸 35 の外周面 35e と外輪部材 21 のカム面 23 との間に噛み合っその逆回転を規制することから、迅速に、ブレード及び主軸 2 の逆回転を阻止することが可能となる。

#### 【0056】

なお、本発明は、上記の実施形態に限定されることなく適宜変更して実施可能である。例えば、本実施形態においては、図 3 に示すように、入力回転体 5 及び出力回転体 6 が、それぞれ出力軸 35 及び駆動軸 41 に対して別部材として設けられているが、それぞれ出力軸 35 及び駆動軸 41 と一体に形成されていてもよい。

また、出力回転体 6 を筒状として、この出力回転体 6 を、入力回転体 5 の径方向外側に同心上に配置しているが、例えば出力回転体 6 を軸状としかつ入力回転体 5 を筒形状として、出力回転体 6 を、入力回転体 5 の径方向内側に同心上に配置してもよい。この場合、第 1 の一方向クラッチ 7 では、入力回転体 5 の内周面にカム面を形成すればよい。

#### 【0057】

また、前記実施形態（図 6 参照）では、逆回転防止装置を、外輪部材 21 の内周面にカム面 23 を形成した外輪カム型式の一方向クラッチ 20 としたが、これ以外として、図示しないが、外輪部材 21 の内周面を円筒面とし、この外輪部材 21 の径方向内側の軸（出力軸 35）の外周面にカム面を形成した内輪カム型式の一方向クラッチとすることもできる。ただし、通常の発電時では、静止状態にある外輪部材 21 に対して出力軸 35 が高速で回転を続けることから、構造上、外輪カム型式の方が好ましい。

#### 【0058】

また、図 1 に示すように、出力軸 35 を支持するころ軸受 39 は、ブラケット 25 の外に設けられているが、ころ軸受 39 をブラケット 25 内に設けてもよい。つまり、第 2 の一方向クラッチ 20 に隣接させて設けてもよい。さらに、この場合、一方向クラッチ 20 の両側にころ軸受 39 を設けてもよい。

また、図 3 に示すように、転がり軸受 8 が、第 1 の一方向クラッチ 7 の軸方向両側に配置されているが、軸方向一方側のみ配置されたものであってもよい。

さらに、本実施形態の発電装置は、外力として風力を用いる場合について例示したが、潮力、水力又は火力等の他の外力を用いて発電する発電装置にも適用することができる。

#### 【符号の説明】

#### 【0059】

1：風力発電装置（発電装置）      2：主軸      3：増速機      4：発電機      5：入力回転体      6：出力回転体      7：第 1 の一方向クラッチ（クラッチ）      20：第 2

10

20

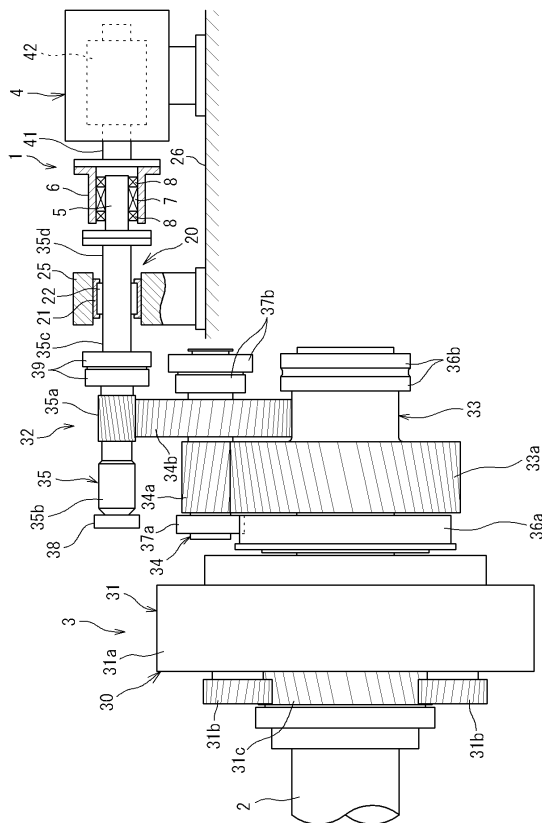
30

40

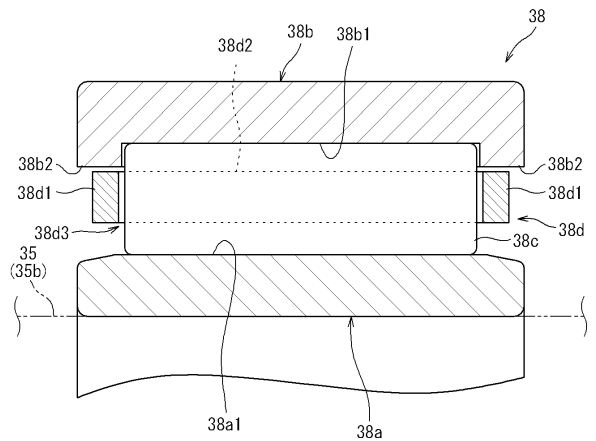
50

の一方方向クラッチ（逆回転防止装置） 21：外輪部材 22：ころ 23：カム面  
 26：床（構造物） 30：歯車機構（回転伝達機構） 33：低速軸 3  
 4：中間軸 35：出力軸 38：ころ軸受 39：ころ軸受 41：駆動軸  
 42：ロータ U：くさび状空間

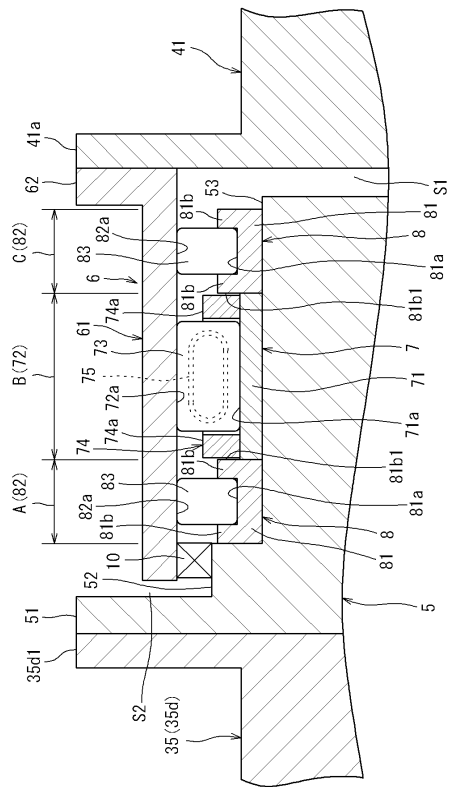
【図1】



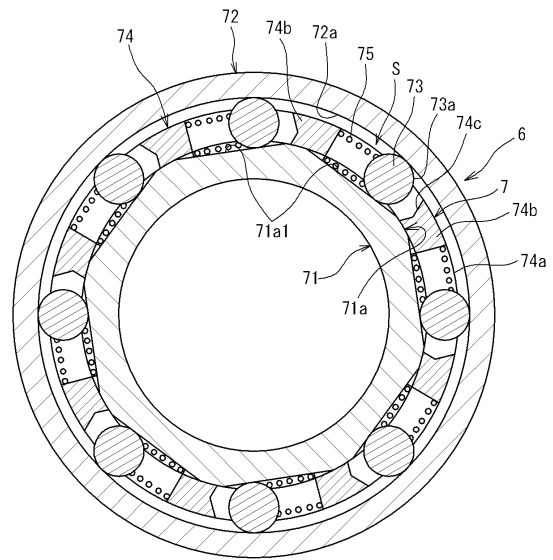
【図2】



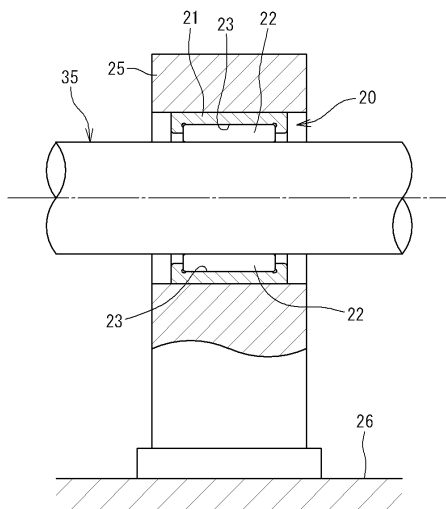
【図 3】



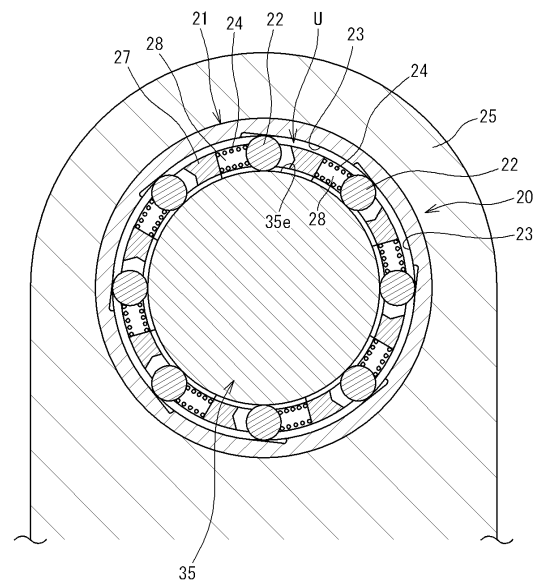
【図 4】



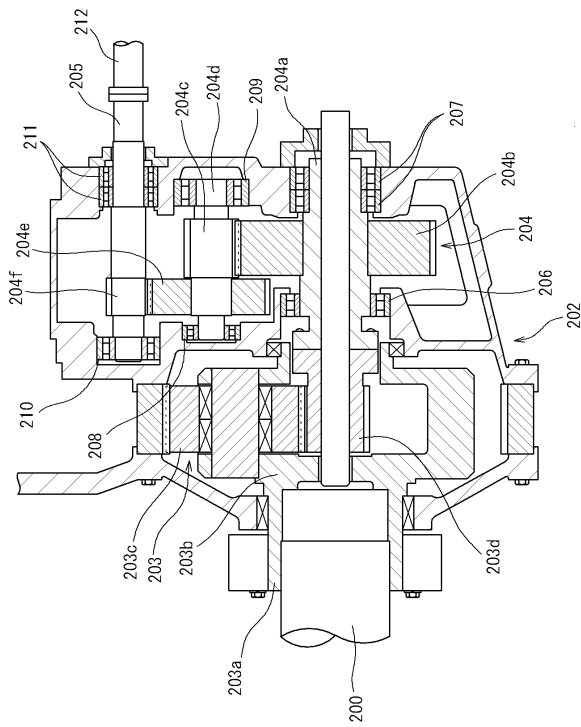
【図 5】



【図 6】



【図 7】



---

フロントページの続き

(72)発明者 利藤 伸幸  
大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内

審査官 山本 崇昭

(56)参考文献 米国特許出願公開第2012/0201679(US,A1)  
特開2008-298079(JP,A)  
実開昭60-026286(JP,U)  
米国特許出願公開第2012/0074712(US,A1)  
特開2003-269316(JP,A)  
独国実用新案第202010012597(DE,U1)  
米国特許出願公開第2010/0294585(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F03D 1/00-80/80  
F16D 41/06  
F16D 41/067  
F16D 63/00