

(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2013-174197

(P2013-174197A)

(43) 公開日 平成25年9月5日(2013.9.5)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 0 3 B 11/00 (2006.01)	F 0 3 B 11/00 Z	3 H 0 7 2
F 0 3 B 3/04 (2006.01)	F 0 3 B 3/04	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2012-39688 (P2012-39688)
(22) 出願日 平成24年2月27日 (2012.2.27)

(71) 出願人 000102692
N T N株式会社
大阪府大阪市西区京町堀 1 丁目 3 番 1 7 号
(74) 代理人 110001195
特許業務法人深見特許事務所
(72) 発明者 藤原 宏樹
三重県桑名市陽だまりの丘 5 丁目 1 0 5 番
N T N株式会社内
Fターム(参考) 3H072 AA09 AA13 BB21 CC08 CC10
CC43

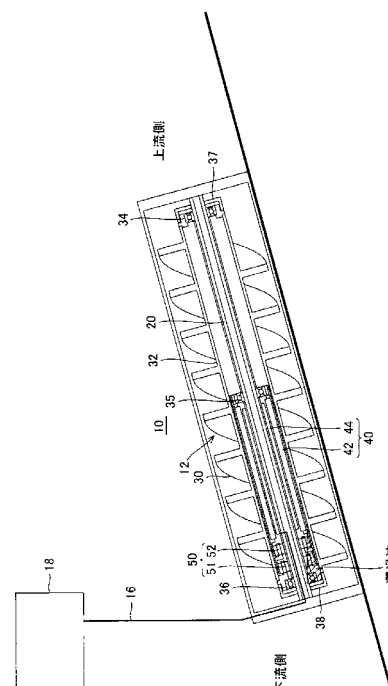
(54) 【発明の名称】 水力発電装置

(57) 【要約】

【課題】潤滑特性に優れた小型の水力発電装置を提供する。

【解決手段】水力発電装置は、外周にらせん翼 3 0 が設けられた中空軸 3 2 と、発電機 4 0 と、変速機 5 0 とを備える。中空軸 3 2 は、らせん翼 3 0 に向かう水流によって回転するように、固定軸 2 0 により回転可能に支持される。発電機 4 0 は、中空軸 3 2 の内部に設けられる。変速機 5 0 は、中空軸 3 2 の内部において、中空軸 3 2 の下流側端部と発電機 4 0 との間に設けられ、中空軸 3 2 からの駆動力を発電機 4 0 のロータ 4 2 に伝達する。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外周にらせん翼が設けられ、前記らせん翼に向かう水流によって回転する中空軸と、
前記中空軸の内部に設けられた発電機と、
前記中空軸の内部において、前記中空軸の下流側端部と前記発電機との間に設けられ、
前記中空軸からの駆動力を前記発電機に伝達する伝達部材とを備える、水力発電装置。

【請求項 2】

前記伝達部材は、油浴潤滑される、請求項 1 に記載の水力発電装置。

【請求項 3】

前記伝達部材は、植物油、または生分解性合成油もしくはその他の生分解性の潤滑油によって油浴潤滑される、請求項 2 に記載の水力発電装置。 10

【請求項 4】

前記伝達部材は、
少なくとも 1 つの歯車を含み、
最も上流に位置する歯車の歯面の下端まで油浴潤滑される、請求項 2 または 3 に記載の水力発電装置。

【請求項 5】

前記伝達部材は、1 段もしくは多段の遊星歯車装置を含む、請求項 4 に記載の水力発電装置。

【請求項 6】

前記伝達部材は、1 段もしくは多段のトラクションドライブを含む、請求項 4 に記載の水力発電装置。 20

【請求項 7】

前記中空軸の上流側端部の外径よりも広い範囲で前記中空軸の上流側端部を封止する第 1 の封止部材と、
前記中空軸の下流側端部の外径よりも狭い範囲で前記中空軸の下流側端部を封止する第 2 の封止部材とをさらに備える、請求項 1 に記載の水力発電装置。

【請求項 8】

回転不能に固定され、前記中空軸を軸方向に貫通する固定軸と、
前記伝達部材よりも下流において、前記固定軸と前記中空軸との間に設けられた接触シール付軸受をさらに備える、請求項 1 に記載の水力発電装置。 30

【請求項 9】

回転不能に固定され、前記中空軸を軸方向に貫通する固定軸と、
前記伝達部材より下流において、前記固定軸と前記中空軸との間に設けられたオイルシールをさらに備える、請求項 1 に記載の水力発電装置。

【請求項 10】

回転不能に固定され、前記中空軸を軸方向に貫通する固定軸をさらに備え、
前記発電機は、
前記伝達部材に連結されたロータと、
前記固定軸に固定されたステータとを含む、請求項 1 に記載の水力発電装置。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水力発電装置に関し、特に、らせん翼が設けられた水力発電装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般的には、大規模なダムを建設して数 MW ～ 数千 MW の大電力を発生させる水力発電が知られている。このような大規模な水力発電以外にも、比較的小落差あるいは小水量の水流を利用して 100 kW 以下の発電を行なう小水力発電がある。小水力発電用の水車には、大型の水力発電と同様のペルトン水車、フランシス水車またはカプラン水車を小型化 50

した水車が用いられる。その他、中規模以下の水力発電に適したクロスフロー水車またはバルブ水車などが用いられる。これらの水車を用いた水力発電では、閉鎖された水路を設けて水流を水車に導く必要がある。

【0003】

一方、発電規模はさらに小さくなるが、農業用水路のような開水路に設置するタイプの水車として上掛け水車、下掛け水車、らせん水車などがある。特に下掛け水車とらせん水車を用いれば、1 m前後、あるいは1 m以下の低落差で発電が可能となる。

【0004】

特開2009-221882号公報（特許文献1）、特開2007-154862号公報（特許文献2）、特開昭63-57874号公報（特許文献3）、大正14年実用新案出願公告第9356号公報（特許文献4）は、らせん水車に関する技術を開示する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-221882号公報

【特許文献2】特開2007-154862号公報

【特許文献3】特開昭63-57874号公報

【特許文献4】大正14年実用新案出願公告第9356号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0006】

例えば、特開2009-221882号公報の図1に示されるように、らせん水車を用いた水力発電装置は、発電機と、らせん水車からの駆動力を発電機に伝達するためのシャフトおよび増速機とを備える。したがって、水力発電装置を設置する際には、らせん水車を設置する場所に加えて、発電機、シャフトおよび増速機を設置する場所を確保する必要がある。特に通常の発電機や増速機は水没を想定した設計とはなっていないため水面より上方に設置する必要がある、水車本体とこれらの機器を連結するシャフトは十分に長くしなければならない。しかしながら、らせん水車を用いた水力発電装置は、農業用水路のような狭い空間に設置することが想定されているため、水力発電装置を小さく構成することが望ましい。

30

【0007】

また、増速機は摩擦によってエネルギーを損失するため、発電効率を高めるためには増速機を好適に潤滑し、摩擦抵抗を減らすことも考慮する必要がある。

【0008】

本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであって、その目的は、潤滑特性に優れた小型の水力発電装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

ある実施例において、水力発電装置は、外周にらせん翼が設けられ、らせん翼に向かう水流によって回転する中空軸と、中空軸の内部に設けられた発電機と、中空軸の内部において、中空軸の下流側端部と発電機との間に設けられ、中空軸からの駆動力を発電機に伝達する伝達部材とを備える。

40

【0010】

この構成によると、発電機と伝達部材とが中空軸内に収められている。そのため、水力発電装置の大きさを、中空軸の大きさと同等にできる。その結果、水力発電装置を小型化できる。また、伝達部材は中空軸内において下流側に設けられているため、伝達部材を潤滑するために液状の潤滑油を用いれば、伝達部材の付近に潤滑油を溜めることができる。よって、伝達部材を好適に潤滑できる。

【0011】

さらに別の実施例において、伝達部材は、油浴潤滑される。

50

この構成によると、伝達部材を油浴潤滑することにより、伝達部材に潤滑油を十分に供給できる。

【0012】

さらに別の実施例において、伝達部材は、生分解性の潤滑油によって油浴潤滑される。一例として、潤滑油は、植物油または生分解性合成油である。

【0013】

この構成によると、仮に、潤滑油が水力発電装置から水路に漏れたとしても、潤滑油を自然界で分解させることができる。

【0014】

さらに別の実施例において、伝達部材は、少なくとも1つの歯車を含み、最も上流に位置する歯車の歯面の下端まで油浴潤滑される。

10

【0015】

この構成によると、必要かつ十分に伝達部材を潤滑できる。

さらに別の実施例において、伝達部材は、変速機である。

【0016】

この構成によると、変速機により、中空軸の回転速度を所望の速度に変えて、発電機に伝達できる。

【0017】

さらに別の実施例において、変速機の変速比は、1よりも小さい。

この構成によると、中空軸の回転速度を増速して発電機に伝達できる。

20

【0018】

さらに別の実施例において、変速機は、遊星歯車を含む。

この構成によると、遊星歯車を用いることにより、変速機の軸心と、中空軸の軸心とを同じにできる。そのため、水力発電装置を小型化できる。

【0019】

さらに別の実施例において、変速機は、複数の遊星歯車を含む。

この構成によると、複数の遊星歯車を用いることにより、中空軸の回転速度を大きく増速あるいは減速して、発電装置に伝達できる。

【0020】

さらに別の実施例において、変速機は、トラクションドライブを含む。

30

この構成によると、滑らかな回転を特徴とするトラクションドライブを用いることにより、回転振動を低減できる。

【0021】

さらに別の実施例において、変速機は、複数のトラクションドライブを含む。

この構成によると、複数のトラクションドライブを用いることにより、中空軸の回転速度を大きく増速あるいは減速して、発電装置に伝達できる。

【0022】

さらに別の実施例において、水力発電装置は、中空軸の上流側端部の外径よりも広い範囲で中空軸の上流側端部を封止する第1の封止部材と、中空軸の下流側端部の外径よりも狭い範囲で中空軸の下流側端部を封止する第2の封止部材とをさらに備える。

40

【0023】

この構成によると、上流側端部では第1の封止部材により中空軸を覆い、下流側端部では中空軸により第2の封止部材を覆うことで、中空軸内部へ水が浸入し難くできる。

【0024】

さらに別の実施例において、水力発電装置は、回転不能に固定され、中空軸を軸方向に貫通する固定軸と、伝達部材よりも下流において、固定軸と中空軸との間に設けられた接触シール付軸受をさらに備える。

【0025】

この構成によると、中空軸の下端部からの水の浸入を、接触シール付軸受によって妨げることができる。

50

【0026】

さらに別の実施例において、水力発電装置は、回転不能に固定され、中空軸を軸方向に貫通する固定軸と、伝達部材より下流において、固定軸と中空軸との間に設けられたオイルシールをさらに備える。

【0027】

この構成によると、中空軸の下端部からの水の浸入を、発電機および伝達部材付近への水の浸入をオイルシールによって妨げることができる。

【0028】

さらに別の実施例において、水力発電装置は、回転不能に固定され、中空軸を軸方向に貫通する固定軸をさらに備える。発電機は、伝達部材に連結されたロータと、固定軸に固定されたステータとを含む。

10

【0029】

この構成によると、中空軸を支持する軸と、発電機を支持する軸とに共通の固定軸が用いられる。これにより、水力発電装置の構成を簡素化できる。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】水力発電装置の概略構成図である。

【図2】らせん水車の断面図を示す図である。

【図3】変速機のスケルトン図である。

【図4】水力発電装置の変形例を示す図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0031】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同一である。したがって、それらについての詳細な説明は繰返さない。

【0032】

図1を参照して、水力発電装置10は、らせん水車12と、らせん水車を囲うフレーム14とを備える。らせん水車12は、フレーム14内で回転する。らせん水車12の回転によって得られた電力は、導線16を介して例えばインバータ18に伝えられる。インバータ18は、電流を整流し、照明等の電気機器に電力を供給する。

30

【0033】

らせん水車12は、10～20度程度の適度な傾斜を有する開放水路に設置される。らせん水車12は、軸心程度まで水没するように設置される。水面が中空軸の上端より高い位置にある場合、水が軸を乗り越えるために抵抗となる一方、水面が軸心よりも著しく低いと、らせん水車12が受ける有効な水量が減少するため十分な発電量が得られないためである。傾斜がほとんどない水路にらせん水車12を設置する場合は、軸をフレームの底面に対して10～20度程度傾斜させてもよい。

【0034】

図2を参照して、らせん水車12についてさらに説明する。らせん水車12は、固定軸20と、らせん翼30と、中空軸32と、発電機40と、変速機50とを備える。

40

【0035】

固定軸20は、回転不能にフレーム14に固定され、中空軸32を軸方向に貫通する。らせん翼30は、中空軸32の外周面に設けられる。中空軸32は、円筒状の外径を有する。中空軸32は、らせん翼30に向かう水流によって回転するように、固定軸20により回転可能に支持される。固定軸20と中空軸32の間には、中空軸32の上流側端部、中央部および下流側端部のそれぞれにおいて、軸受34、35、36が設けられる。

【0036】

少なくとも、変速機50よりも下流に設けられた軸受36は、一例として、片側接触シール付軸受である。シールが外側になるように、軸受36が設けられる。なお、軸受の種類は片側接触シール付軸受に限定されない。シールを軸受の両側に設けてもよい。その他

50

の種類軸受を設けてもよい。上流側の軸受 34 を、片側または両側接触シール付軸受としてもよい。

【0037】

中空軸 32 の上流側端部の開口は、蓋部材 37 により封止される。同様に、中空軸 32 の下流側端部の開口は、蓋部材 38 により封止される。

【0038】

発電機 40 は、中空軸 32 の内部に設けられる。発電機 40 は、固定軸 20 に回転可能に支持され、かつ変速機 50 の出力側に連結されたロータ 42 と、固定軸 20 に固定されたステータ 44 とを含む。発電機 40 は、アウターロータ型の発電機である。発電機 40 は、ロータ 42 が回転することにより発電する。発電機 40 により発生された電力は、導線 16 を介してインバータ 18 に供給される。

10

【0039】

変速機 50 は、中空軸 32 の内部において、中空軸 32 の下流側端部と発電機 40 との間に設けられ、中空軸 32 からの駆動力を発電機 40 のロータ 42 に伝達する。変速機 50 の入力側は、中空軸 32 に連結される。本実施の形態において、変速機 50 の変速比は 1 よりも小さい。すなわち、変速機 50 は、中空軸 32 の回転速度を増速して発電機 40 に伝達する。変速比は 1 以上であってもよい。また、変速比は変更可能であってもよい。変速比を変更可能にすれば、たとえば水量の変化に起因してらせん水車 12 の回転速度が変化しても、最も効率のよい速度で発電機 40 を駆動することができる。

【0040】

20

本実施の形態に係る水力発電装置 10 においては、発電機 40 と変速機 50 とが中空軸 32 の内部に収められているため、水力発電装置 10 の大きさを、中空軸の大きさと同等にできる。特に、水力発電装置 10 の長さを、中空軸の長さと同様にできる。その結果、水力発電装置 10 を小型化できる。

【0041】

また、中空軸 32 を支持する軸と、発電機 40 を支持する軸とに共通の固定軸 20 が用いられるため、水力発電装置 10 の構成を簡素化できる。

【0042】

図 3 を参照して、変速機 50 についてさらに説明する。変速機 50 は、第 1 遊星歯車 51 と、第 2 遊星歯車 52 とを含む。第 1 遊星歯車 51 のサンギヤ 51 S ならびに第 2 遊星歯車 52 のサンギヤ 52 S は、固定軸 20 に回転不能に固定される。第 1 遊星歯車 51 のキャリア 51 C は、中空軸 32 に連結される。第 1 遊星歯車 51 のリングギヤ 51 R は、第 2 遊星歯車 52 のキャリア 52 C に連結される。第 2 遊星歯車 52 のリングギヤ 52 R は、発電機 40 のロータ 42 に連結される。

30

【0043】

複数の遊星歯車を設けることにより、中空軸 32 の回転速度を大きく増速または減速させることができる。なお、第 2 遊星歯車 52 を設けずに、第 1 遊星歯車 51 のみを設け、第 1 遊星歯車 51 のリングギヤ 51 R を発電機 40 のロータ 42 に連結するようにしてもよい。また、3 つ以上の遊星歯車を図 3 に示す構成と同様の態様で連結するようにしてもよい。

40

【0044】

遊星歯車を用いて変速機 50 を構成することにより、変速機 50 の軸心と中空軸 32 の軸心とを同じにできる。そのため、らせん水車 12 の外径を大きくしなくても、中空軸 32 の内部に変速機 50 を収めることができる。したがって、水力発電装置 10 を小型化できる。

【0045】

なお、遊星歯車の代わりに、トラクションドライブを用いて変速機 50 を構成してもよい。この場合、複数のトラクションドライブを繋いで変速機 50 を構成してもよい。滑らかな回転を特徴とするトラクションドライブを用いることにより、回転振動を低減できる。

50

【0046】

図2に戻って、変速機50は、油浴潤滑される。変速機50は、最も上流に位置する遊星歯車52の歯面の下端まで油浴潤滑される。本実施の形態において、変速機50は、遊星歯車52のリングギヤ52Rの歯面の下端まで油浴潤滑される。したがって、リングギヤ52Rの歯面の下端が、油面と同じまたは略同じ高さに位置する。

【0047】

このように、変速機50を潤滑するために液状の潤滑油を用いれば、変速機50の付近に潤滑油を溜めることができる。よって、変速機50の各部がはね掛けによって潤滑され、変速機50を好適に潤滑できる。変速機50が十分な量の潤滑油で潤滑されるので、潤滑不良になりにくく長期間の安定した稼動が可能となる。

10

【0048】

本実施の形態において、変速機50は、生分解性の潤滑油により油浴潤滑される。一例として、菜種油、大豆油、コーン油、ごま油などの植物油が潤滑油として用いられる。植物油は熱分解による劣化が生じやすいものの、水力発電装置50の中空軸32の内部は水流によって低温に保たれるため、潤滑油は分解し難い。

【0049】

一般的に、植物油は極性基を持ち潤滑面に付着して油性を向上させる。ここで、本実施の形態において、らせん水車12は低速で回転し、その結果、変速機50の各回転要素も低速で回転するため、流体潤滑膜は生じ難い。したがって、油性の高い植物油は本実施の形態における用途に好適である。

20

【0050】

天然の植物油のほかに、生分解性の高い潤滑油として、合成油である脂肪酸エステル系やポリエーテル系の潤滑油を用いるようにしてもよい。これらの生分解性合成油は、植物油より品質が安定している。

【0051】

中空軸32の下端からの潤滑油の漏洩は、片側接触シール付転がり軸受36によって妨げられる。オイルシールを設けるようにしてもよい。本実施の形態においては、生分解性潤滑油が用いられるため、仮に潤滑油が漏洩したとしても、潤滑油は自然界で分解される。

【0052】

中空軸32を支持する3つの軸受34、35、36のうち、最も下流に位置する軸受36は、変速機50を潤滑するための潤滑油で油浴潤滑される。一方、最も上流に位置する軸受34および中央の軸受35は、グリースによって潤滑される。

30

【0053】

〔変形例〕

図4を参照して、変形例について説明する。変形例は、前述の実施例と比較して、中空軸32の上流側端部の開口を封止する蓋部材60と、中空軸32の下流側端部の開口を封止する蓋部材62とが異なる。さらに、変形例は、前述の実施例と比較して、中空軸32の下端部、すなわち、変速機50よりも下流において、固定軸20と中空軸32との間、より具体的には固定軸20と蓋部材62との間にオイルシール70が設けられた点で相違する。

40

【0054】

本変形例において、蓋部材60は、中空軸32の上流側端部の外径よりも広い範囲で中空軸32の上流側端部を封止する。図4に示すように、蓋部材60の内径は中空軸32の外径と同じまたは略同じであり、蓋部材60は中空軸32の上流側端部を覆うように、その内周面において、中空軸32の外周面と接触する。

【0055】

一方、蓋部材62は、中空軸32の下流側端部の外径よりも狭い範囲で中空軸32の下流側端部を封止する。図4に示すように、蓋部材62の外径は中空軸32の内径と同じまたは略同じであり、蓋部材62の外周面は、中空軸32の内周面と接触する。すなわち、

50

中空軸 3 2 が蓋部材 6 2 を覆うように、蓋部材 6 2 が中空軸 3 2 の内側にはめ込まれる。

【0056】

このようにすれば、水流の下流側に向かって、中空軸 3 2 と蓋部材 6 0 との隙間、および中空軸 3 2 と蓋部材 6 2 との隙間が形成される。言い換えると、水流の上流側に向かう隙間が形成されない。したがって、中空軸 3 2 内部へ水を浸入し難くできる。

【0057】

オイルシール 7 0 は、変速機 5 0 の下流のみにおいて設けられる。中空軸 3 2 の上流側端部には、オイルシール 7 0 は設けられず、軸受 3 4 のみが設けられる。

【0058】

この構成によれば、発電機 4 0 および変速機 5 0 に近い下流側端部では、摩擦抵抗が増大するものの、防水性に優れたオイルシールによって発電機 4 0 および変速機 5 0 付近への水の浸入を防ぐことができる。一方、発電機 4 0 および変速機 5 0 から遠い上流側端部では、摩擦抵抗を小さくすることができる。

【0059】

今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

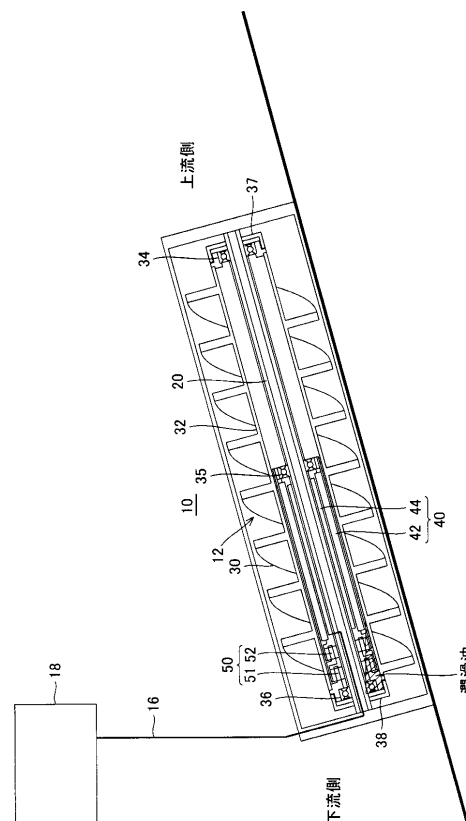
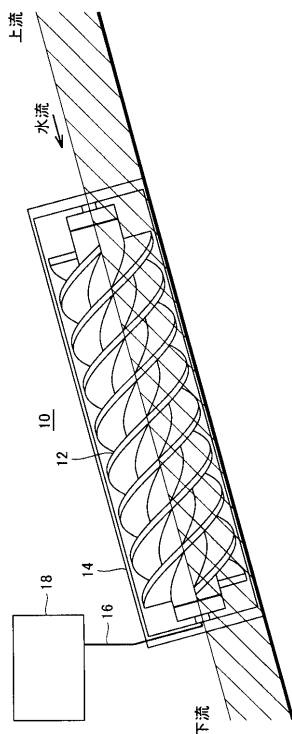
【符号の説明】

【0060】

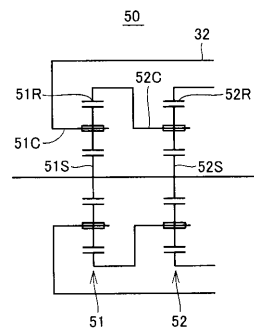
10 水力発電装置、12 ラセン水車、14 フレーム、16 導線、18 インバータ、20 固定軸、30 ラセン翼、32 中空軸、34, 35, 36 軸受、37, 38, 60, 62 蓋部材、40 発電機、42 ロータ、44 ステータ、50 変速機、51, 52 遊星歯車、51C, 52C キャリア、51S, 52S サンギヤ、51R, 52R リングギヤ、70 オイルシール。

【図 1】

【図 2】



【図 3】



【図 4】

