(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
2014 年 7 月 17 日(17.07.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/109043 A1

(51) 国際特許分類:
F03D 9/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/050353

(22) 国際出願日: 2013 年 1 月 11 日(11.01.2013)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社　日立製作所 **(HITACHI, LTD.)** [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 小畑　了仁 **(KOBATA Norihito)**; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目１番１号　株式会社　日立製作所　日立研究所内 Ibaraki (JP). 向井　寛 **(MUKAI Hiroshi)**; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目１番１号　株式会社　日立製作所　日立研究所内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 井上　学, 外 **(INOUE Manabu** et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目６番１号　株式会社　日立製作所内 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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.

(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, 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,

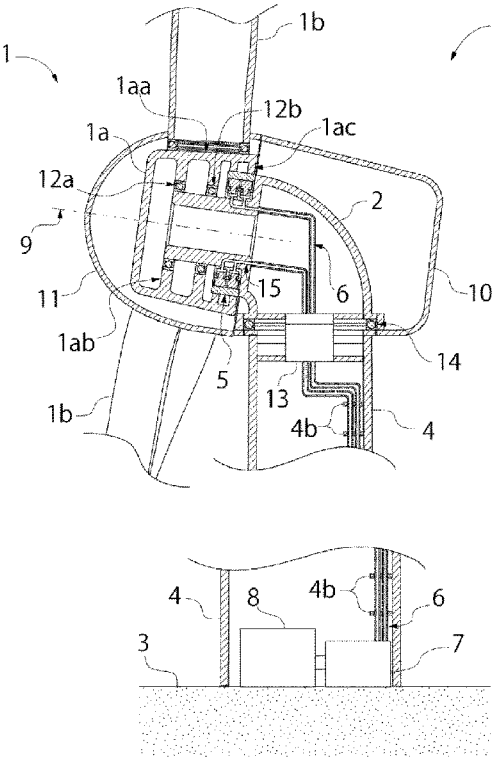
[続葉有]

WO 2014/109043 A1

(54) **Title**: WIND POWER GENERATION DEVICE

(54) 発明の名称 : 風力発電装置

図2



(57) **Abstract**: The objective of the present invention is to provide a wind power generation device with improved reliability and economic efficiency. This wind power generation device is characterized by being equipped with blades that receive wind and rotate, a hub that supports the blades and rotates together with the blades, a pump the internal pressure of which changes in conjunction with the rotation of the blades, and a generator that generates power on the basis of changes in pressure generated by the pump, with at least a portion of the pump being arranged within the hub, and the internal pressure of the pump being increased in conjunction with the rotation of the hub.

(57) 要約:　本発明は信頼性または経済性を向上させた風力発電装置を提供することを目的としており、当該目的に基づき、本発明に係る風力発電装置は、風を受けて回転するブレードと、該ブレードを支持し、かつ該ブレードと共に回転するハブと、前記ブレードの回転に伴い内部の圧力を変化させられるポンプと、該ポンプから生ずる圧力変化に基づいて発電運転する発電機を備え、前記ポンプは、前記ハブ内に少なくとも一部が配置されると共に、前記ハブの回転に伴って内部の圧力を高めるポンプであることを特徴とする。

NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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 ： 風力発電装置

技術分野

[0001] 本発明は、ロータの回転エネルギーを、媒体を介して圧力として伝達し、当該圧力を用いて発電運転する風力発電装置に関するものであり、特に回転エネルギーを圧力に変換するポンプの設置等に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、発電装置として風のエネルギーを利用した風力発電装置が急速に普及してきている。風力発電装置は、風の運動エネルギーをロータの回転エネルギーに変換し、さらにロータの回転エネルギーを用いて発電機を発電運転させ、電力を発生する装置である。

[0003] 従来、このような風力発電装置では、風により回転せしめられるロータの回転数が、発電を行う発電機の定格回転数に比べて小さいため、ロータと発電機の間に機械式（歯車式）の増速機を設けることにより、発電機の定格回転数まで増速し、発電機に入力されるようになっていた。

[0004] また近年、発電効率の向上を目的に、風力発電装置の大型化・大出力化が進んでおり、これに伴って、ロータ自体の重量と伝達するトルクが増大し、これらを支持・伝達する支持部材及び増速機の構造複雑化と重量増大が加速し、コストが増大する傾向にある。

[0005] さらに大型化・大出力化により、風による変動荷重も強大なものとなり、増速機、支持部材やこれらの支持構造は強大な変動荷重に対応する強度を確保するためには、重量が増大し、コストが増大する。

[0006] 特にブレードの強度や、風力発電装置の発生する騒音に大きく関わる翼端速度の上昇を抑制する目的から、大型化（ロータ大径化）に伴い、ロータの回転数を低下させる傾向がある。大出力化に加えて、このようなロータの回転数低下により、ロータから増速機へ伝達されるトルクが飛躍的に増加する傾向にある。このような大トルクを伝達し得る機械式の増速機は複雑で大型

かつ大重量なものとなることが予測される。

[0007] このため、機械式の増速機に代わる新しい動力伝達装置として、油圧トランスミッションを採用した風力発電システムがあり、例えば特許文献１に記載されている。

[0008] 特許文献１には、主軸に隣接して取り付けられた油圧ポンプと、油圧ポンプの圧油により駆動される油圧モータとからなる油圧トランスミッションを備えた風力発電システムが記載されている。該風力発電システムでは、ロータの回転によりロータに接続された主軸を回転させ、主軸の回転により油圧ポンプを駆動する。そして、該油圧ポンプから油圧モータへ圧油が送油され、この油圧モータの回転により発電機を回転し、発電を行っている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：米国特許出願公開第２０１０/００３２９５９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、上記特許文献１の構造は、ハブとハブの外側に配置される主軸とを備えており、当該主軸の外径側に油圧ポンプを備えるものである。従って、ハブ、主軸及びポンプを組合わせた全長が長くなってしまい、重量の増大を招き、結果としてそれらを支持する部材の強度を向上させる必要になる等、信頼性または経済性の観点からは充分な考慮がなされていない。

[0011] そこで本発明では、信頼性または経済性を向上させることが出来る風力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

[0012] 上記の課題を解決するために、本発明に係る風力発電装置は、風を受けて回転するブレードと、該ブレードを支持し、かつ該ブレードと共に回転するハブと、前記ブレードの回転に伴い内部の圧力を変化させられるポンプと、該ポンプから生ずる圧力変化に基づいて発電運転する発電機を備え、前記ポ

ンプは、前記ハブ内に少なくとも一部が配置されると共に、前記ハブの回転に伴って内部の圧力を高めるポンプであることを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、信頼性または経済性を向上させた風力発電装置を提供することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]風力発電装置の全体の概要を表した全体斜視図である。

[図2]実施例１における風力発電装置をタワーの中心軸とロータの回転軸とを含む平面で切断したものを側面から見た側断面図である。

[図3]支持部材の形状を表した全体斜視図である。

[図4]油圧ポンプの形状を表した部分断面斜視図である。

[図5]実施例２における風力発電装置をタワーの中心軸とロータの回転軸とを含む平面で切断したものを側面から見た側面断面図である。

[図6]実施例３における風力発電装置をタワーの中心軸とロータの回転軸とを含む平面で切断したものを側面から見た側面断面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明に係る風力発電装置の実施形態について、図面を用いて説明する。尚、下記はあくまでも実施の例に過ぎず、発明の内容を下記具体的態様に限定することを意図する趣旨ではない。

実施例 １

[0016] 実施例１について図１ないし図４を用いて説明する。図１は本実施形態に係る風力発電装置１００の外観と全体の概要を示した全体斜視図を示している。図２は図１の風力発電装置１００をタワー４の中心軸４ａとロータ１の回転軸９を含む平面で切断したものを、側面から見た側面断面図である。なお図２はブレード１ｂとタワー４などの一部を省略しており、またスイベルジョイント１３、油圧ポンプ７、発電機８などは一部内部構造を省略して示している。

[0017] 図１と図２に示すように、本実施形態に係る風力発電装置１００は、風を受けて回転するロータ１と、ロータ１を回転可能に支持する支持部材２と、支持部材２を内部に収納するナセル１０と、ナセル１０と接続されてロータ１の回転中心に配置されるハブ１ａを収納するスピナカバー１１と、ブレードの荷重を（間接的に）支持し、支持部材２を基礎部３から所定の高さに支持するタワー４と、ロータ１と支持部材２の両方に取り付けられる油圧ポンプ５と、油圧ポンプ５の作動によって吐出される圧油を輸送する油圧配管６と、油圧配管６から供給される圧油によって駆動される油圧モータ７と、油圧モータ７に連結され、油圧モータ７が生み出す回転エネルギーにより、回転子を回転させて発電運転する発電機８とを主として備えている。油圧モータ７自身も油圧ポンプ５が生じさせる油の圧力変化に基づいて回転エネルギーを生み出すので、発電機８を発電運転するための動力は、該ポンプから生ずる圧力変化に基づいて得られることになる。油圧モータ７と発電機８は中空構造であるタワー４の内部で、かつ基礎部３に固定して設けられている。また、ハブを内部に収納すると共にタワーに対して回転可能に支持される部材を収容部と呼び、本明細書中ではナセル１０とスピナカバー１１とが、この収容部に該当する。

[0018] 図１に示すように、ロータ１については、３枚のブレード１ｂ及びブレード１ｂと共に回転し、ブレード１ｂを回転可能に支持するハブ１ａとから成り、各ブレード１ｂはロータ１の回転軸９の周りに放射状に取り付けられている。ロータ１の回転軸９の方向からブレード１ｂに当たる風による力は、ロータ１を回転する動力に変換される。

[0019] 図２に示すように、ハブ１ａの外形は、肉厚を有した中空の円筒形状に、タワー４から離れる側の開口部を塞いだ形状となっている。中空の円筒形状の外径側には複数のブレード１ｂを取り付けるための取り付け部１ａａが設けられ、また中空部の内側には支持部材２を取り付けられる様に内径側に突出した取り付け部１ａｂと油圧ポンプ５を取り付けられる様に内径側に突出した取り付け部１ａｃがそれぞれ円筒形の内側に設けられる。取付け部１ａ

ａは、各ブレード１ｂと接続される。取り付け部１ａｂはベアリングを介して支持部材２に固定されるが、本実施例ではベアリングを２箇所１２ａ、１２ｂ設けており、ベアリングの数に合わせて内径側に突出する取り付け部１ａｂも２本形成される。また、本実施例では両ベアリング１２ａ、１２ｂはいずれも下述する小径部となる軸部２ａに固定されており、油圧ポンプ５の方が外径が大きいので、ベアリングに固定される取り付け部（ベアリング取り付け部）１ａｂの方が、油圧ポンプ５に固定される取り付け部１ａｃ（ポンプ取り付け部）よりも内径側に突出している。但し、ポンプ取り付け部が、各ベアリング取り付け部よりもタワーに近い位置に設けられる。

[0020] 次に支持部材２について図２及び図３を用いて説明する。図３は支持部材２の斜視図である。本実施例において、支持部材２は（小径部となる）軸部２ａ、及び軸部２ａを支持すると共に軸部２ａよりもロータ１（またはハブ１ａ）の回転軸に垂直な外径が大きい（即ち、大径部となる）支持部２ｂとが一体に構成されている。支持部材２の支持部２ｂはヨーベアリング１４を介して、タワー４上で所定の高さに支持されている。ヨーベアリング１４を介してタワー４上に支持されることで、支持部材２は、風向きに合わせて（タワー４上で）タワー中心軸４ａを中心に水平面内で自在に回転することができる。またナセル１０は支持部材２のうち、支持部２ｂと接続されており、支持部材２と同様にヨーベアリング１４を介して、タワー４上で所定の高さに支持される。即ち、ナセル１０も風向きに合わせて（タワー４上で）タワー中心軸４ａを中心に水平面内で自在に回転することが可能である。

[0021] タワー４及び支持部２ｂは中空構造をしており、作業者がタワー４から支持部材２の内部を通って、ナセル１０の内部にアクセスできるようになっている。タワー４内部が中空構造になっているため、ナセル１０内から基礎部３へ動力を伝達する油圧配管６や作業者がナセル１０にアクセスするための梯子やエレベータなどの昇降装置を設けることができる。また軸部２ａも中空の円筒形状をしており、支持部２ｂからナセル１０の外側で、かつハブ１ａの内部側へ突出して設けられている。そして、タワー４内部、支持部２ｂ

内部、軸部２ａ内部及びハブ１ａ内は連通している。内部を中空とすることで、ポンプにより圧力変化した媒体が内部を通過する配管を、当該中空部に配置することが可能になる。その他、当該（連通した）中空部を通じて、ハブ１ａ内へ配線を通すことや、メンテナンス時に作業者がハブ１ａ内にアクセスすることが可能になる。

[0022] また軸部２ａの中心軸２ｅは、ロータ１（またはハブ１ａ）の回転軸９と一致しており、水平方向と平行又は水平方向から１～１０°程度傾いて設けられる。回転軸に関して本明細書内で平行と記載した場合には、水平方向と平行のみならず、水平方向から１～１０°程度傾いた方向も含むものである。

[0023] また軸部２ａの及び支持部２ｂは、中心軸２ｅと垂直な方向に広がりを持っており、大径部となる支持部２ｂは、小径部となる軸部２ａが設けられる位置よりも外径側に面２ｃを有している。

[0024] 上述した様に軸部２ａにはロータ１、即ちブレード１ｂが取り付けられているハブ１ａが、油圧ポンプ５とベアリング１２ａ、１２ｂを介して接続されており、軸部２ａは、これらの重量そのものと、風によってハブ１ａ（即ちロータ１）に加わる荷重との双方を支持する。更に図２に示すように、軸部２ａに配管部１５を形成しても良く、これにより支持部２ｂの内部へ圧油を漏れなく送油することが可能になる。

[0025] 基礎部３については、タワー４を固定支持するために、地上又は海面や湖面、河川上に設けられる（以後、代表して地上と表記するが、同様に海面や湖面、河川上に設置することも可能である）。基礎部３は地上や海底、湖底、河川底などに固定して設けても良いし、水深が深い場合については、水面に浮体を設け、この浮体に基礎部を固定しても良い。

[0026] 前述した様にタワー４は、ロータ１やこれらを支持する支持部材２を含むナセル１０をある一定の高さに支持するものであり、円筒形の中空構造をしているが、図１及び図２に示すように、タワー４の下端部（根元）は基礎部３に固定され、一方、タワー４の上端部（先端）はヨーベアリング１４を介

し、風向に合わせてナセル１０をタワー４の中心軸４ａの周りに回転可能に支持している。ナセル１０の回転に伴い、支持部材２、ハブ１ａ、スピナカバー１１など互いに接続される部材も同様にタワー４の中心軸４ａの周りに回転する。

[0027] 次に図４を用いて本実施例に用いる油圧ポンプ５について説明する。図４は本実施例で用いる油圧ポンプ５の例であり、内部構造の説明のため、一部切り欠いている部分断面斜視図としている。油圧ポンプ５のタイプや構成は、各実施例内で説明するものに特に限定する訳ではないが、本実施例における油圧ポンプ５では、内側部材５ａと外側部材５ｂとを有するラジアルピストン型油圧ポンプを用いている。外側部材５ｂは円筒形状部材の内径側が、小径部と大径部が連続的に波になるように、複数の波上の凹凸（カムローブ）が設けられたリングカムを用いており、内側部材５ａは複数のシリンダ５ｃが放射状に設けられ、それらを内部で連結したマニホールドとなっている。また内側部材５ａと外側部材５ｂの間には、シリンダ５ｃに沿って上下動する複数のピストン５ｄが構成されている。これら周方向に配置されたシリンダ５ｃ及びピストン５ｄが油圧ポンプの回転軸方向に複数列設けられている。また低圧油・高圧油の流入口はどちらも内側部材５ａに設けられている。このような内側部材５ａと外側部材５ｂから成る油圧ポンプ５は内側部材５ａを固定して外側部材５ｂを回転させても良く、逆に外側部材５ｂを固定して、内部部材５ａを回転させても良い。油圧ポンプ５の動作としては、風によりロータ１が回転すると、ロータ１に接続されたリングカム（外側部材５ｂ）が回転し、カムローブが油圧ポンプ５の中心軸方向に向かってピストン５ｄを複数回摺動させ、これによって油が圧油される。

[0028] ここで油圧配管６については、油圧ポンプ５により圧油された高圧の油を漏れなく送油するために、強度を高めた高圧に耐えうる材質にて製作される。また支持部材２内には、配管部１５が形成されるが、当該配管部１５やその他の配管同士の接合部は、液密性が保たれていればその様式に問われることはなく、例えば溶接にて接合しても良いし、シール材が設けられたフラン

ジを用いて、ボルト締結しても良い。

[0029] 本実施例では、上述したように、油圧モータ７と発電機８は中空構造であるタワー４の内部でかつ基礎部３に固定して設けられているが、その位置は特に限定されるものでない。例えば、タワー４の内部に固定して設けても良いし、タワー４の外部において、基礎部３に固定して設けても良い。またナセル１０の中に、これらを支持する部材を設け、ナセル１０内に設置することも可能である。即ち本実施例の構成では、油圧トランスミッションにより動力伝達を行うことができるので、油圧モータ７とこれに接続された発電機８の位置は特に限定されることはない。

[0030] 本実施例のように基礎部３が設置される地上に油圧ポンプ７と発電機を設置する場合は、油圧配管６を支持部材２の内部から基礎部３のある地上へ接続する必要がある。この際、支持部材２やナセル１０を含むタワー４上の構造物は、風向に合わせてタワー４の中心軸４ａを中心に回転できるように、ヨーベアリング１４によって回転支持されている。そこで、本実施例の様にタワー４上で回転可能に支持されるナセル１０等の部材から外へ油圧配管６が引き出される場合には、回転する油圧配管と回転しない油圧配管とを接続する必要があり、回転によって接続部に生じる応力を緩和することを要する。そこで、本実施例では油圧配管６を回転可能に接続するべく、スイベルジョイント１３を用いている。スイベルジョイント１３を通して、タワー４内部へ引き込まれた油圧配管６は、図２に示すように、タワー４の壁面によって支持するための部材４ｂにより固定され、基礎部３にある油圧モータ７へ送油を行う。このようにタワー４の壁面に部材４ｂにより固定することで、油圧系に発生した脈動などの変動荷重が生じた際にも、油圧配管６を強固に支持することができる。

[0031] 次に図１～４を用いて、風力発電装置１００の動作の概要を説明する。本実施例における風力発電装置１００は、風を受けてブレード１ｂとハブ１aからなるロータ１が回転せしめられる。このロータ１には、油圧ポンプ５の外側部材５ｂが接続されており、ロータ１と共に回転する。この外側部材５ｂ

と支持部材２によって固定された油圧ポンプ５の内側部材５ａとの間で、ピストン５ｄを摺動することにより、回転エネルギーを油の圧力エネルギーに変換する。圧力エネルギーをもった高圧の油は油圧配管６を通じて油圧モータ７へ送油され、油圧モータ７は圧力エネルギーを回転エネルギーに変換し、油圧モータの出力部材を回転させる。油圧モータ７からは、油圧配管６によって、油圧ポンプ５の入口に油が戻される。この油圧モータ７の出力部材に接合された発電機８は、その入力軸より回転エネルギーが入力され、この回転エネルギーにより（発電機８内の回転子を回転させ、）回転エネルギーを電気エネルギーに変換することによって発電を行う。

[0032] 以上の構成において、本実施例に係る油圧ポンプとそれらの支持構造を採用する場合の利点について説明する。図２に示すように本実施例では油圧ポンプ５をハブ１ａ内に設置する。油圧ポンプ５を支持する支持部材２の軸部２ａは油圧ポンプ５の内側部材５ａを固定支持し、油圧ポンプ５の外側部材５ｂはハブ１ａに接続されており、ロータ１の回転と共に回転する。ここで、油圧ポンプをハブの外側、例えばナセル内に設置する場合、油圧ポンプをナセル内で支持する部材や、ロータから油圧ポンプへ回転による動力を伝達する部材が別途必要になる。そして、この部材はハブからナセル内の支持部又は油圧ポンプまでの距離に相当する長さが必要となる。よって、長さが長くなる結果、重量の増大を招き、結果としてそれらを支持する部材の強度を向上させる必要になってしまう。

[0033] 一方で、本実施例では、油圧ポンプ５がハブ１ａ内に設置されているため、ハブ１ａと油圧ポンプ５を組み合わせた全長が短くなり、コンパクトに設置することができる。また油圧ポンプ（の外側部材５ｂ）をハブ１ａに直接接続しており、新たな動力伝達部材を一切設ける必要がない。さらに図２に示すように、油圧ポンプ５がハブ１ａ内にあるため、ナセル１０内に他の構成要素を設置するスペースを十分に確保することができる。他の構成要素としては、例えば油圧モータ７や発電機８が考えられ、これらをナセル１０内に設置したとしても、油圧ポンプ５がナセル１０内に配置されていない分、

全長を短く抑えることが可能になる。よって、設置する箇所が限定されず、これらを支持する部材もコンパクト、かつ軽量なものとすることができる。

[0034] また油圧モータ７や発電機８をタワー４上で回転可能に支持されるナセル等の部材から、引き出して地上にある基礎部３に設置する際等、回転する油圧配管と回転しない油圧配管とを接続しなければならず、回転によって接続部に生じる応力を緩和することを要する場合、本実施例では、スイベルジョイント１３を使用しているが、地上に送られる油は１０～数１０メガパスカル程度の高圧に圧油されているため、スイベルジョイント１３にはタワー４の中心軸４ａ方向に大きなスラスト荷重がかかる。したがってスイベルジョイント１３は、支持部材２とタワー４にそれぞれ強固に固定されることが望ましく、強固に固定するための部材を配置するスペースが必要になる。本実施例の構成では油圧ポンプ５がハブ１ａ内にあるために、このスイベルジョイント１３の一部を支持部材２内に強固に固定するためのスペースも確保される。

[0035] またハブ１ａと油圧ポンプ５を組み合わせた全長が短くなることによって、支持部材２の軸部２ａを短くすることができ、支持部材２の重量を軽減することができる。さらに軸部２ａが短くなることに加えて、重量物である油圧ポンプ５が軸部２ａと支持部２ｂ（の結合部２ｄ、図３に記載）に面して（隣接して）配置されていることから、結合部２ｄから重量物までの距離が減少し、結合部２ｄにかかる曲げモーメントが低減される。これにより、支持部材２を軽量化することができる。さらに支持部材２における軸部２ａと支持部２ｂでは、支持部２ｂの方が径が大きく、油圧ポンプ５がこの支持部２ｂに面していると共に、支持部に固定されている。具体的には、油圧ポンプ５の内側部材５ａの側面５ｃ（図４に示す）を、支持部２ｂに設けられた面２ｃ（図３に示す）へ締結固定している。油圧ポンプ５が支持部２ｂに面するようにして、油圧ポンプ５を支持部２ｂで固定するようにしたので、支持する面積と箇所が増加し、大型化による強大なトルクによる荷重を支持部材２の複数の箇所で分散して支持することができる。

[0036] またロータ１は支持部材２によって回転支持されており、ロータ１と支持部材２の間にはロータ１を回転支持するためのベアリング１２を備えてもよい。本実施例ではロータ１を安定に支持するために二つのベアリング１２ａ、１２ｂを設け、ロータ１の重心が二つのベアリング１２ａと１２ｂとの間（いずれかのベアリング位置と重心が重なる場合も含む、以降の実施例でも同様）に来るように、ベアリングを配置している。軸方向におけるこれらベアリングの数は１つであっても良いし、複数設けても良い。ベアリング１２ａ、１２ｂはロータ１の自重、風による曲げ方向の荷重及びスラスト方向の荷重を支持し、油圧ポンプ５の外側部材５ｂには回転トルクのみを伝達できるようになっている。したがって油圧ポンプ５には曲げ方向やスラスト方向の荷重がかかることなく、油圧ポンプ５の耐久性及び信頼性を向上することができる。

[0037] また油圧ポンプ５がいずれのベアリング１２ａ、１２ｂよりも支持部材２の大径部である支持部２ｂに近い位置に設けられているため、風力発電装置１００の組み立ての際に、油圧ポンプ５をナセル１０内部から突出した支持部材２に取り付けた後に、ハブ１ａ（すなわちロータ１）を組み付けることができ、組み立て性を向上することができる。

[0038] 大型化した風力発電装置を適用する際には、増速機のみならず、主軸他の支持部材の長大化、重量増大について問題となる。このような支持部材の長大化、重量増大は、増速機と同様に風力発電装置の建設や部材の輸送などのコストを増大させる要因となる。一方で、本実施例内で説明した構成では、ハブの回転に伴ってポンプ内部の圧力を高める油圧ポンプについて、その少なくとも一部が、ハブ内部の空間に配置されたことにより、ハブと油圧ポンプを組み合わせた全長を短くでき、これらの荷重を支持する支持部材の長さを短縮することができる。したがってタワー上に支持される構成部材が、コンパクトになり、重量が軽減されることによって、経済性が高い低コストな風力発電装置を提供することができると共に、信頼性も向上させることが可能になる。無論一部のみならず、全部をハブ内部に配置すれば、ハブと油圧

ポンプを組み合わせた全長を更に短くでき、一層経済性及び信頼性が向上出来ることは言うまでもない。

実施例 2

[0039] 実施例２について図５を用いて説明する。実施例２は実施例１における油圧ポンプとベアリングの配置を変更したものであり、図５の風力発電装置２００のうち、既に説明した図１、２に示された、同一の符号を付された構成と、同一の機能を有する部分については、説明を省略する。同一の構成及び機能を有する部分が、上述したものと同様の効果を奏することは言うまでもない。

[0040] 本実施例では、ロータ１を自在に回転可能に支持するために、ハブ１ａの内部に支持部材２１の軸部２１ａに設けられたベアリング２２ａと、支持部材２１の支持部２１ｂに設けられたベアリング２２ｂを用いて、これら二つのベアリング間に油圧ポンプ２５を設ける構成としている。尚、本実施例においても支持部材２１は（小径部となる）軸部２１ａ、及び軸部２１ａを支持すると共に軸部２１ａよりもロータ１（またはハブ１ａ）の回転軸に垂直な外径が大きい（即ち、大径部となる）支持部２１ｂとが一体に構成されている。支持部材２１のうち、ベアリング２２ａが取り付けられる軸部２１ａと、ベアリング２２ｂが取り付けられる支持部２１ｂの一部は、ナセル１０の内部から突出しており、ベアリング２２ｂは支持部２１ｂの当該ナセル１０からの突出部に設け、ハブ１ａを支持する。この場合、ベアリング２２ｂの固定を、軸部２１ａよりもハブ１ａの回転軸方向に垂直な外径が大きい支持部２１ｂに対して行うことで、外径の大きいベアリングを用いることができる。本実施例では、ベアリング２２ｂに固定されるベアリング取り付け部よりも、油圧ポンプに固定されるポンプ取り付け部の方が内径側まで突出しており、更にポンプ取り付け部よりもベアリング２２ａに固定されるベアリング取り付け部の方が内径側まで突出している。そして、ポンプ取り付け部は、各ベアリング取り付け部の間に設けられる。外径が大きいベアリングは、荷重を分散することが可能になるので、より信頼性と耐久性が高くなる。

結果として、軸部２１ａより外径の大きい支持部２１ｂにベアリングを固定させるようにしたので、信頼性及び耐久性を向上させることができる。

[0041] また本実施例の様に、ロータ１を回転支持するために、二つのベアリングを設ける場合、ロータ１を安定に回転支持するために、ロータ１の重心が二つのベアリング２２ａ、２２ｂの間に来るようにする必要があり、ベアリング２２ａ、２２ｂの間隔Ｌはある程度間隔を設ける必要がある。実施例１に記載した様に、いずれのベアリングも軸部上に設ける場合、この間隔Ｌを設けると、ベアリング２２ａ、２２ｂを支持する支持部材２１の軸部２１ａの軸長が間隔Ｌ分そのまま長くなるが、本実施例では支持部材２１の支持部２１ｂを利用して、該支持部２１ｂにベアリング２２ｂを設けることにより、軸部２１ａの軸長を短縮することができる。したがって支持部材２を軽量化することができる。

[0042] またロータ１の荷重の一部を支持部２１ｂで支持するため、軸部２１が支える荷重が軽減され、軸部２１ａを軽量化することができる。

[0043] また外径が油圧ポンプ２５の外径よりも小さいベアリングを油圧ポンプ２５の両側へ配置する場合は、油圧ポンプ２５をハブ１ａ内部へ取り付ける際や取り外す際に、ベアリングやこれを支持するハブの一部部材を取り外す必要がある。一方で本実施例の場合、油圧ポンプ２５よりもハブの回転軸方向についてタワー４に近い側に配置されるベアリング２２ｂを支持部２１ｂに設け、さらにベアリング２２ｂの外径を油圧ポンプ２５の外径より大きくしているので、油圧ポンプ２５を支持部材２１の軸部２１ａに取り付けた後、ハブ１ａを取り付けることができ、組み立て性を向上することができる。

実施例 3

[0044] 実施例３について図６を用いて説明する。実施例３は実施例１の油圧ポンプ５を支持部材２の軸部２ａの先端に取り付け、ベアリング３２ａ、３２ｂの位置を変更したものである。図６の風力発電装置３００のうち、既に説明した図に示された同一の符号を付された構成と、同一の機能を有する部分については、説明を省略する。同一の構成及び機能を有する部分が、上述した

ものと同様の効果を奏することは言うまでもない。

[0045] 本実施形態では、ロータ４１を回転支持するために、ハブ４１ａの内部で支持部材３１の軸部３１ａにベアリング３２ａ、３２ｂを設ける。この際、支持部材３１のうちで、支持部３１ｂから遠い側の端面３１ｆに近い方のベアリングを３２ａ、支持部３１ｂに近い方のベアリングを３２ｂとする。さらに端面３１ｆとベアリング３２ａとの間の軸部３１ａに油圧ポンプ３５を設けている。本実施例では実施例１と同様に、両ベアリング３２ａ、３２ｂはいずれも小径部となる軸部に固定されており、油圧ポンプの方が外径が大きいので、各ベアリング取り付け部の方が、油圧ポンプに固定されるポンプ取り付け部よりも内径側に突出している。但し、ポンプ取り付け部が、各ベアリング取り付け部よりもタワーから離れる位置に設けられる。さらにハブ４１ａに、油圧ポンプ３５をベアリング３２ａ、３２ｂよりもタワー４から離れる位置で、ハブ４１ａから外に搬出可能にする開口部４１ａｄを設ける。またスピナカバー４２には油圧ポンプ３５が取り外し可能な開口部４２ａと開閉部４２ｂを設けることとする。本実施例では、開口部４１ａｄ及び開口部４２ａは、いずれもハブ４１ａの回転軸方向に垂直な方向における油圧ポンプ３５の外径よりも大きく形成されている。上述した様に、スピナカバー４２はナセル１０と共に収容部に含まれるものであるが、開口部４２ａは開閉部４２ｂを開くことで油圧ポンプ３５の搬出時において開口部４１ａｄと連通する。よって、開閉部４２ｂを開くことによりロータ４１を支持部材３１に取り付けたまま、油圧ポンプ３５をハブ４１ａ及び収容部から外へ搬出することができる。

[0046] 本実施例ではハブ４１ａに、油圧ポンプ３５をベアリング３２ａ、３２ｂよりもタワー４から離れる位置で、ハブ４１ａから外に搬出可能にする開口部４１ａｄを設けており、油圧ポンプ３５が故障した際にも、重量物であるロータ４１を取り外すことなく、油圧ポンプ３５を取り外すことが可能となり、低コストでかつ容易に油圧ポンプ３５を地上に降ろして修理することが可能となる。

[0047] また本実施例の様にハブ４１ａが収容部内に配置される場合には、油圧ポンプ３５の搬出時において開口部４１ａｄと連通可能に形成されると共に、油圧ポンプ３５をベアリング３２ａ、３２ｂよりもタワー４から離れる位置で、収容部から外に搬出可能にする開口部開口部４２ａを収容部に形成することで、やはり重量物であるロータ４１を取り外すことなく、油圧ポンプ３５を取り外すことが可能となる。

[0048] 尚、本実施例では開閉部４２を設ける場合について説明したが、無論これに限られるものではなく、ポンプの搬出時において収容部に設けた開口部が、ハブに設けた開口部と連通する状態を形成できるものであれば、代用可能である。

[0049] また、ハブの回転軸方向に垂直な方向における油圧ポンプ３５の外径よりも、油圧ポンプ３５を搬出するための開口部が大きいことも必ずしも必須ではない。例えば、ハブの回転軸方向に垂直な方向に油圧ポンプ３５を搬出する場合、ハブの回転軸方向における油圧ポンプ３５の長さよりも長ければ、搬出することが可能であるのは明らかである。いずれかの方向に対して、油圧ポンプ３５をハブ４１ａから搬出出来る様な開口部を設けていれば良い。

[0050] 本実施例においては、軸部３１ａに取り付けられる油圧ポンプ３５と、２つのベアリング３２ａ、３２ｂの３つの要素のうち、油圧ポンプ３５が最も端面３１ｆに近く配置されているため、ベアリング３２ａ、３２ｂを取り外すことなく、（即ちハブ４１ａ、つまりロータ４１を取り外すことなく）油圧ポンプ３５を軸部３１ａから取り外すことができる。

[0051] 尚、上記各実施例ではポンプとして油圧ポンプを用いる場合について説明したが、油圧ポンプのみに限定されるものではなく、回転エネルギーを流体エネルギーに変換できる媒体であれば良い。一例としては、油圧に代えて空気圧を用いることも考えられる。この場合、油の様に循環させる必要はなく、周囲から圧縮させる空気を取り込めば良い。即ち、油を媒体として使用した場合における、油圧モータからポンプまでの戻り配管を不要と出来る。

符号の説明

[0052] １　ロータ

２　支持部材

３　基礎部

４　タワー

５　油圧ポンプ

６　油圧配管

７　油圧モータ

８　発電機

９　ロータ回転軸

１０　ナセル

１１　スピナカバー

１２　ベアリング

１３　スイベルジョイント

１００　風力発電装置

請求の範囲

[請求項1] 風を受けて回転するブレードと、

該ブレードを支持し、かつ該ブレードと共に回転するハブと、

前記ブレードの回転に伴い内部の圧力を変化させられるポンプと、

該ポンプから生ずる圧力変化に基づいて発電運転する発電機を備え、

前記ポンプは、前記ハブ内に少なくとも一部が配置されると共に、前記ハブの回転に伴って内部の圧力を高めるポンプであることを特徴とする風力発電装置。

[請求項2] 請求項１に記載の風力発電装置であって、

前記ポンプは前記ハブに直接接続されていることを特徴とする風力発電装置。

[請求項3] 請求項１または２に記載の風力発電装置であって、

前記ハブを回転可能に支持するベアリングを備えることを特徴とする風力発電装置。

[請求項4] 請求項３に記載の風力発電装置であって、

前記ハブの内径側には、

該ハブの内径側に突出しており、突出した先端部に前記ベアリングを取り付けるベアリング取り付け部と、

該ハブの内径側に突出しており、突出した先端部に前記ポンプを取り付けるポンプ取り付け部を備えていることを特徴とする風力発電装置。

[請求項5] 請求項３または４に記載の風力発電装置であって、

前記ハブの回転軸方向、に垂直な方向における前記ポンプの内径側に配置される軸部と、

該軸部を支持すると共に、該軸部よりも前記回転軸方向に垂直な外径が大きい支持部を更に備え、

前記ベアリングは前記支持部に固定されることを特徴とする風力発

電装置。

[請求項6] 請求項５に記載の風力発電装置であって、

前記ハブの回転軸方向、に垂直な方向における前記支持部に固定される前記ベアリングの外径は、前記回転軸方向に垂直な方向における前記ポンプの外径よりも大きいことを特徴とする風力発電装置。

[請求項7] 請求項５または６に記載の風力発電装置であって、

更に前記軸部に固定されると共に、前記ベアリングとは異なるベアリングを備え、

前記ポンプは、前記支持部に固定されるベアリングと前記軸部に固定されるベアリングの間に配置されることを特徴とする風力発電装置。

[請求項8] 請求項３または４に記載の風力発電装置であって、

前記ハブの回転軸方向、に垂直な方向における前記ポンプの内径側に配置される軸部と、

該軸部を支持すると共に、該軸部よりも前記回転軸方向に垂直な外径が大きい支持部を更に備え、

前記ポンプが前記支持部に面していると共に、前記支持部に固定されることを特徴とする風力発電装置。

[請求項9] 請求項５ないし８のいずれか一つに記載の風力発電装置であって、

前記支持部は中空に形成され、

前記ポンプにより圧力変化した媒体が内部を通過する配管が、前記支持部の中空部に配置されることを特徴とする風力発電装置。

[請求項10] 風を受けて回転するブレードと、

該ブレードを支持し、かつ該ブレードと共に回転するハブと、

一端が前記ハブに接続され、他端が前記ハブの荷重を支持する支持部に接続されると共に、前記ブレードの回転に伴い内部の圧力を変化させられるポンプと、

該ポンプから生ずる圧力変化に基づいて発電運転する発電機を備え

、

前記支持部は少なくとも一部が、前記ハブ内に配置され、

前記ポンプは前記ハブ内の前記支持部と前記ハブの間に配置されると共に、前記ハブの回転に伴って内部の圧力を高めるポンプであることを特徴とする風力発電装置。

[請求項11] 請求項１ないし１０のいずれか一つに記載の風力発電装置であって、

前記ポンプにより圧力変化した媒体が内部を通過する配管が、スイベルジョイントを介して引き出され、圧力変化に基づいて回転するモータに接続されることを特徴とする風力発電装置。

[請求項12] 請求項１ないし１１のいずれか一つに記載の風力発電装置であって、

前記ポンプは油圧ポンプであることを特徴とする風力発電装置。

[請求項13] 請求項１ないし１１のいずれか一つに記載の風力発電装置であって、

前記ポンプは空気圧ポンプであることを特徴とする風力発電装置。

[請求項14] 請求項３ないし３のいずれか一つに記載の風力発電装置であって、

前記ベアリングが前記ハブの回転軸方向に複数配置されると共に、

前記ブレード及び前記ハブを合わせたロータの重心が、前記複数のベアリングのうちで前記回転軸方向両端に配置されるベアリング間に位置するものであることを特徴とする風力発電装置。

[請求項15] 請求項３ないし１４のいずれか一つに記載の風力発電装置であって、

更に前記ブレードの荷重を支持するタワーと、

前記ポンプを前記いずれのベアリングよりも前記タワーから離れる位置で、前記ハブから外に搬出可能にする開口部を前記ハブに形成することを特徴とする風力発電装置。

[請求項16] 請求項１５に記載の風力発電装置であって、

前記ハブの回転軸方向、に垂直な方向における前記ポンプの外径よりも、前記開口部は大きく形成されることを特徴とする風力発電装置。

［請求項17］ 請求項１５に記載の風力発電装置であって、

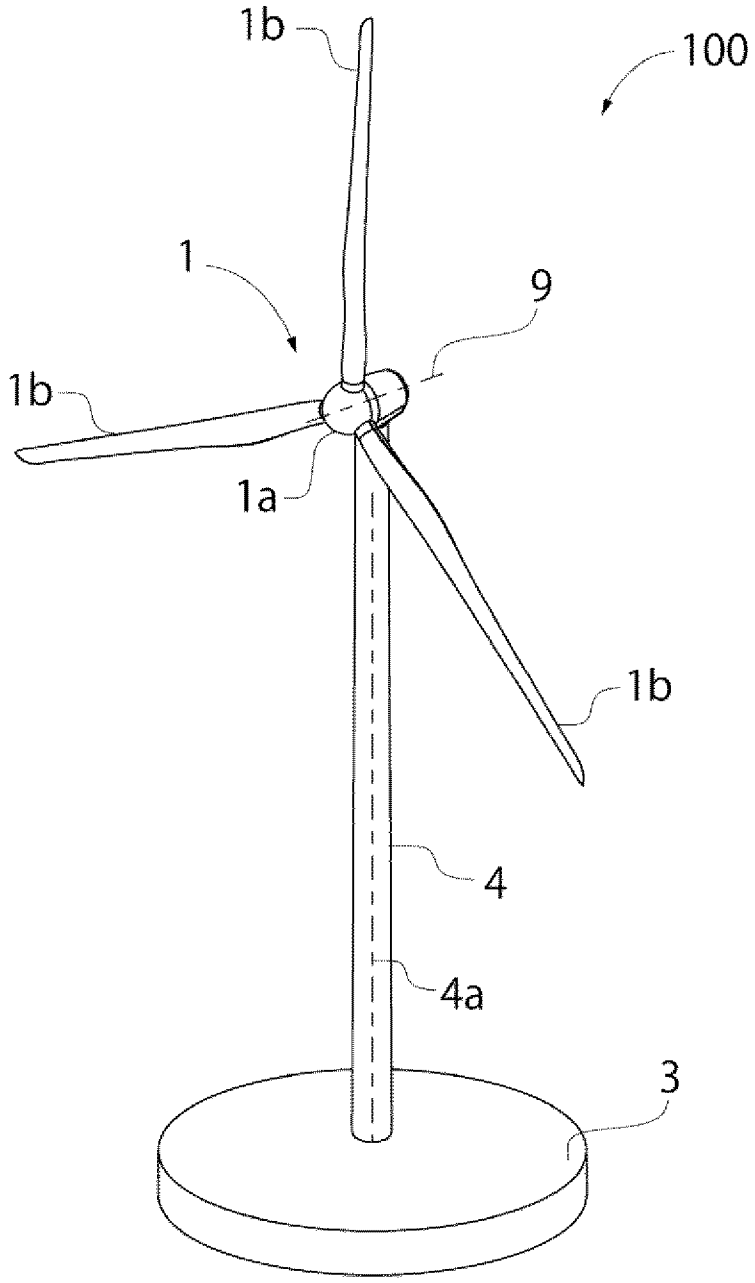
更に水平面内を回転可能に前記タワーに対して支持される収容部を備え、

前記ハブは該収容部内に配置され、

前記ポンプの搬出時において前記開口部と連通可能に形成されると共に、前記ポンプを前記ベアリングよりも前記タワーから離れる位置で、前記収容部から外に搬出可能にする他の開口部を前記収容部に形成することを特徴とする風力発電装置。

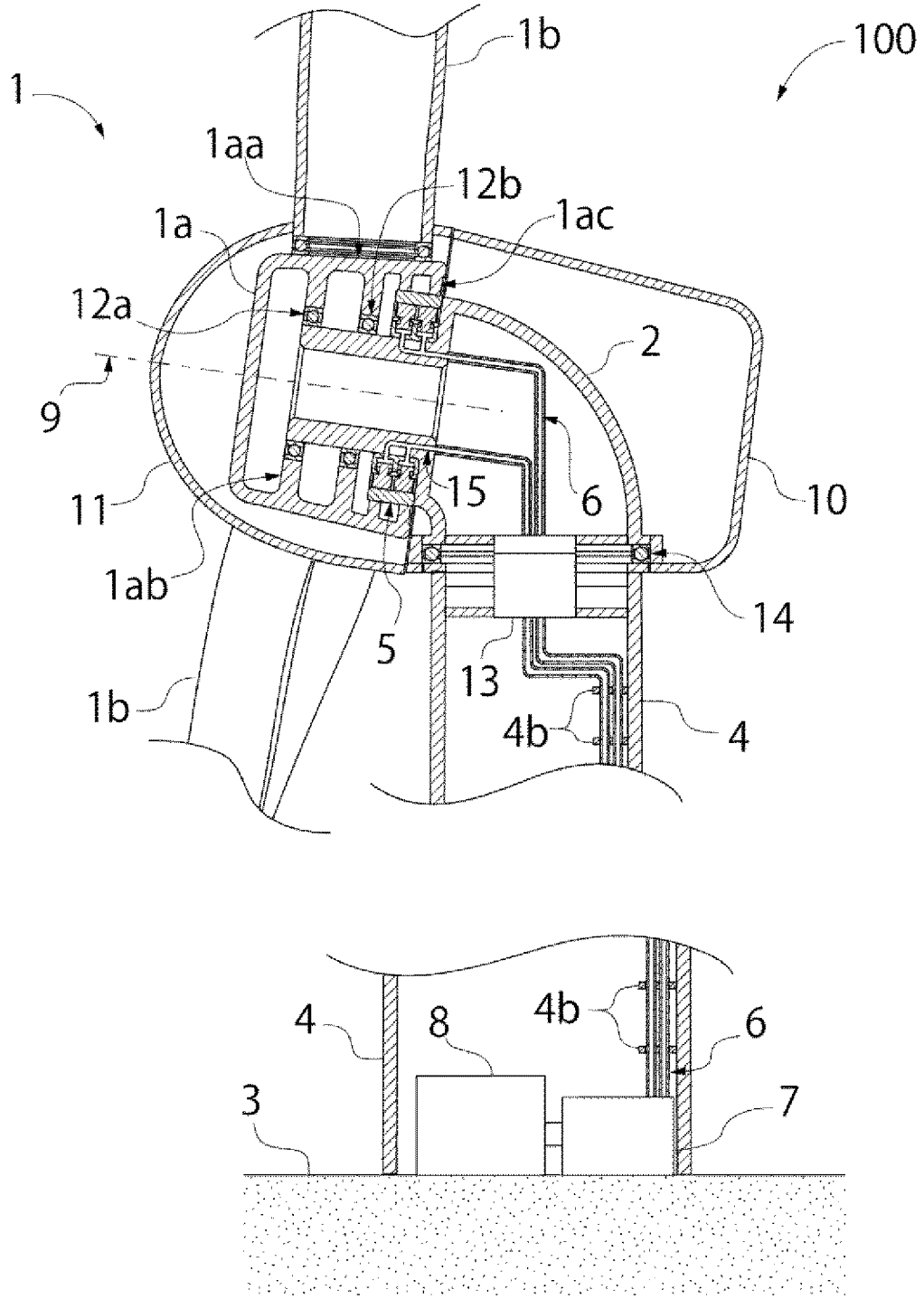
[図1]

図1



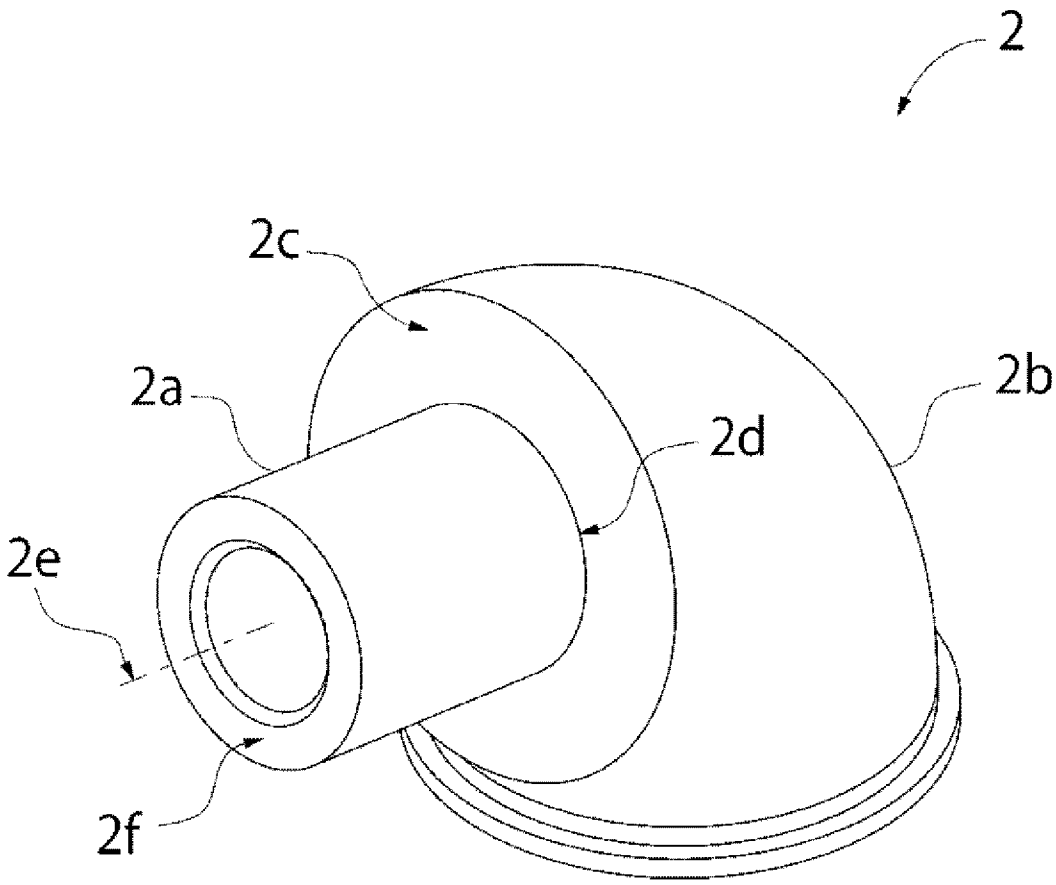
[図2]

図2



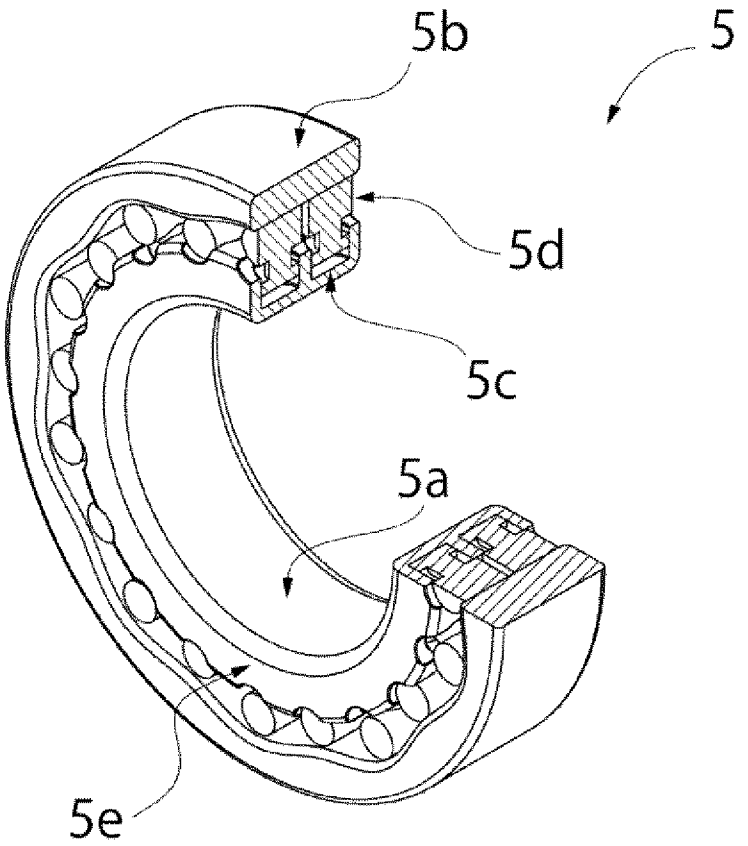
[図3]

図3



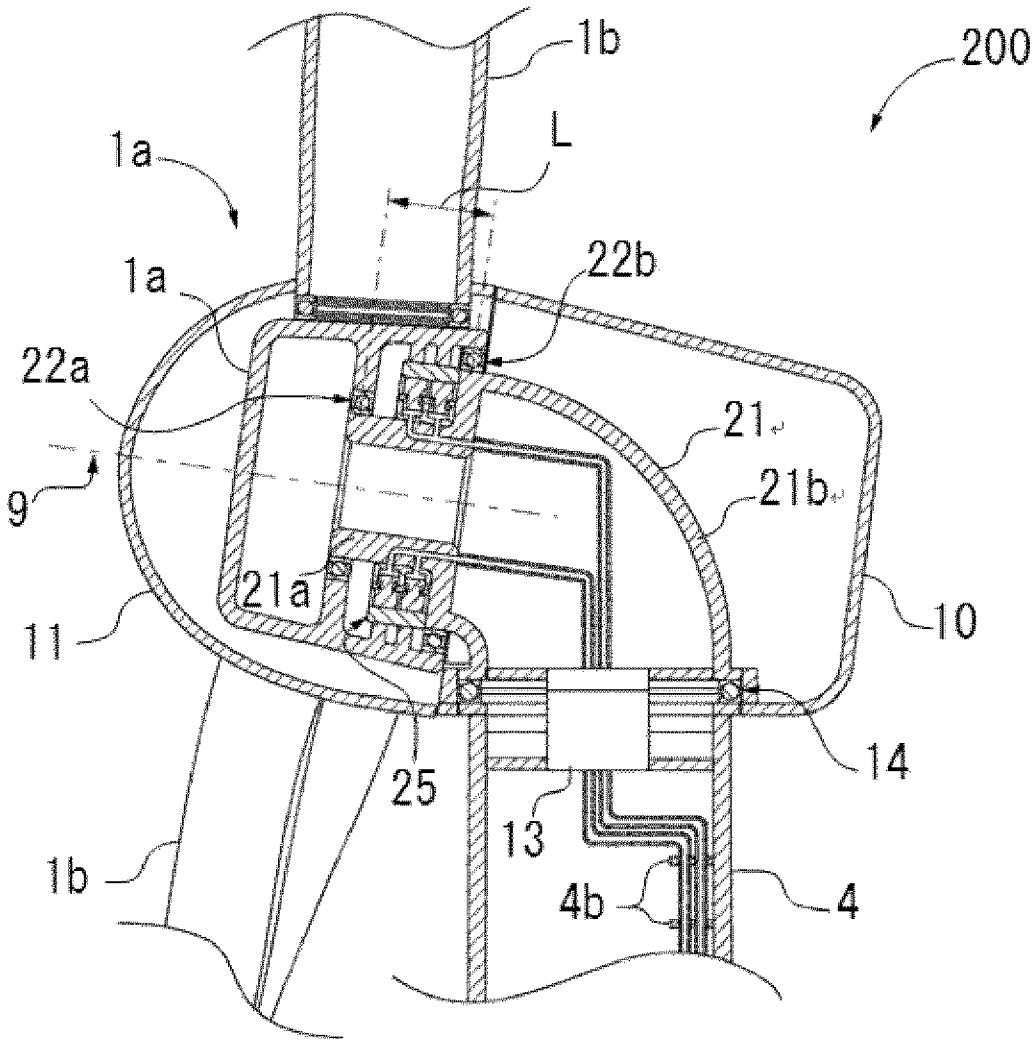
[図4]

図4



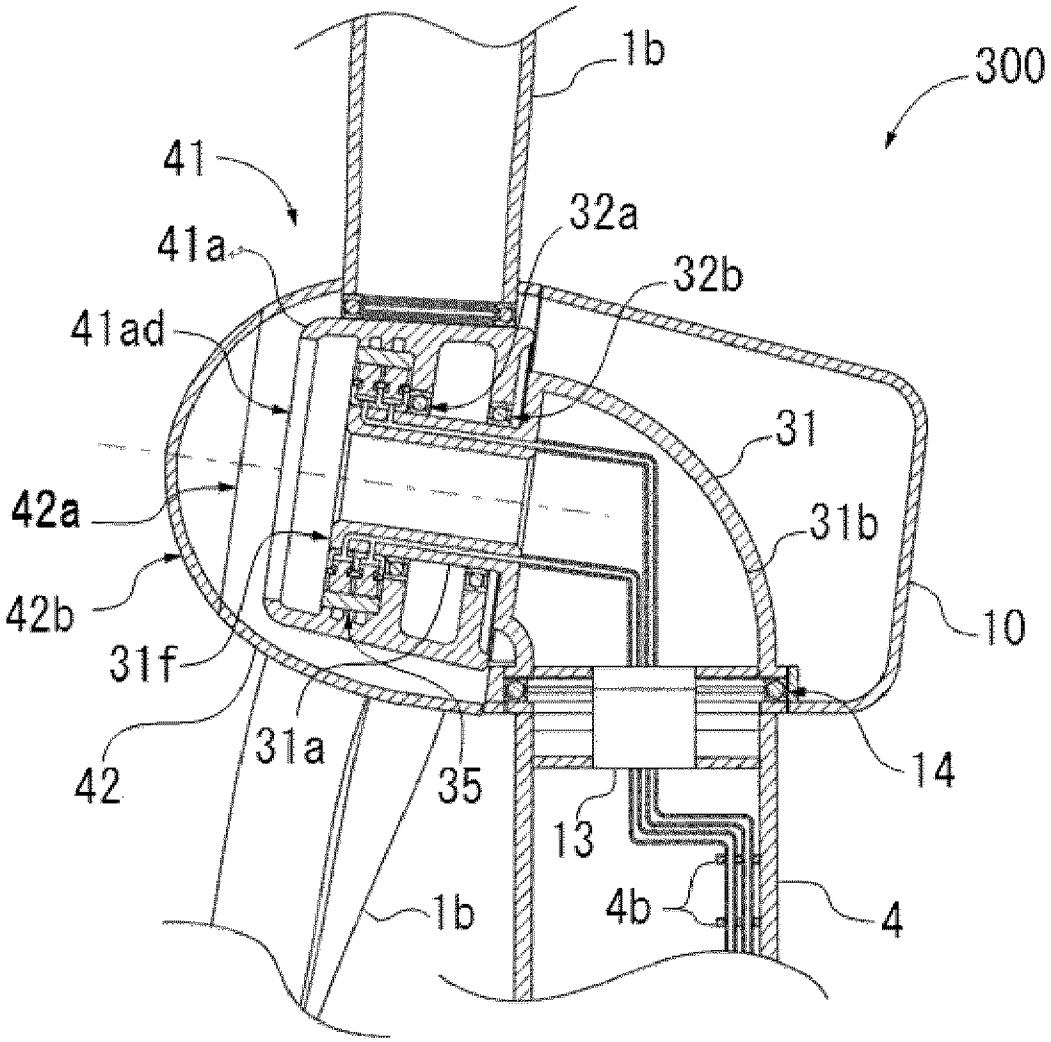
[図5]

図5



[図6]

図6


1b
300
41
32a
41a
32b
41ad
31
42a
31b
42b
10
31f
14
31a
42
35
13
1b
4b
4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/050353

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F03D9/00(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)
F03D9/00

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
Y A	JP 4995357 B1 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 08 August 2012 (08.08.2012), entire text; all drawings & JP 4950368 B1 & JP 4950367 B1	1-3,10-14 4-9,15-17
Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 121142/1979(Laid-open No. 38179/1981) (Shimadzu Corp.), 10 April 1981 (10.04.1981), entire text; all drawings (Family: none)	1-3,10-14 4-9,15-17

☒ 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	Date of mailing of the international search report
04 April, 2013 (04.04.13)	16 April, 2013 (16.04.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/050353

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 59-37280 A (Masatoshi HASHIMOTO), 29 February 1984 (29.02.1984), entire text; all drawings (Family: none)	13
A	US 2010/0032959 A1 (GENERAL ELECTRIC CO.), 11 February 2010 (11.02.2010), entire text; all drawings & EP 2151574 A2 & CN 101655069 A	1-17
A	US 7719127 B2 (HAMILTON SUNDSTRAND), 18 May 2010 (18.05.2010), entire text; all drawings & US 2005/0275225 A1 & EP 1607625 A2 & CA 2509594 A	1-17

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０５０３５３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F03D9/00(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.　F03D9/00

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	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３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
Y A	JP 4995357 B1（三菱重工業株式会社）2012.08.08，全文，全図 & JP 4950368 B1 & JP 4950367 B1	1-3,10-14 4-9,15-17
Y A	日本国実用新案登録出願54-121142号（日本国実用新案登録出願公開56-38179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（株式会社島津製作所）1981.04.10，全文,全図（ファミリーなし）	1-3,10-14 4-9,15-17

☑　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 ０４．０４．２０１３	国際調査報告の発送日 １６．０４．２０１３
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　３Ｏ　３５０９ 佐伯　憲一 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８

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	JP 59-37280 A (橋本正敏) 1984.02.29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	13
A	US 2010/0032959 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 2010.02.11, 全文, 全図 & EP 2151574 A2 & CN 101655069 A	1-17
A	US 7719127 B2 (HAMILTON SUNDSTRAND) 2010.05.18, 全文, 全図 & US 2005/0275225 A1 & EP 1607625 A2 & CA 2509594 A	1-17