

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5894890号
(P5894890)

(45) 発行日 平成28年3月30日 (2016. 3. 30)

(24) 登録日 平成28年3月4日 (2016. 3. 4)

(51) Int. Cl. F I
FO3D 80/00 (2016.01) FO3D 11/02
FO3D 1/06 (2006.01) FO3D 1/06 A
 FO3D 11/04 Z

請求項の数 8 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2012-195661 (P2012-195661)	(73) 特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22) 出願日	平成24年9月6日 (2012. 9. 6)	(74) 代理人	100100310 弁理士 井上 学
(65) 公開番号	特開2014-51903 (P2014-51903A)	(74) 代理人	100098660 弁理士 戸田 裕二
(43) 公開日	平成26年3月20日 (2014. 3. 20)	(74) 代理人	100091720 弁理士 岩崎 重美
審査請求日	平成26年8月19日 (2014. 8. 19)	(72) 発明者	飛永 育男 茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社 日立製作 所 日立事業所内
		審査官	後藤 泰輔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 風力発電システム、風力発電システムの組み立て方法、または風力発電システムの点検方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

風を受けて回転するブレードと、
 該ブレードを支持すると共に、前記ブレードと共に回転するハブと、
 該ハブと接続されると共に、該ハブの回転に伴って回転するトルク伝達用主軸と、
該トルク伝達用主軸の外径側に、該トルク伝達用主軸に対して空隙を設けて配置される支持用主軸と、

該トルク伝達用主軸の回転動力を用いて発電運転する発電機を備え、
 前記トルク伝達用主軸は、該トルク伝達用主軸の軸方向について前記ハブの内部側で、
 該ハブに対して接続され、

前記支持用主軸は、前記ハブの内部側で軸受を介して前記ハブに接続されることを特徴とする風力発電システム。

【請求項2】

風を受けて回転するブレードと、
 該ブレードを支持すると共に、前記ブレードと共に回転するハブと、
 該ハブと接続されると共に、該ハブの回転に伴って回転するトルク伝達用主軸と、
該トルク伝達用主軸の回転動力を用いて発電運転する発電機を備え、
 前記トルク伝達用主軸は、該トルク伝達用主軸の軸方向について前記ハブの内部側で、
 該ハブに対して接続され、

前記ハブは、前記トルク伝達用主軸の軸方向について発電機とは反対側に開口部を有し

ており、

更に前記ハブ内部において該ハブの内径側に突出するハブ側フランジと、
該ハブ側フランジと接続され、前記トルク伝達用主軸と一体となって回転する主軸側フランジと、

自身の駆動により、前記ブレードのピッチ角を調節するピッチ駆動部と、
前記ハブの内部であって、前記ハブ側フランジに対して、前記トルク伝達用主軸の軸方向について発電機とは反対側に形成されると共に、前記ピッチ駆動部が通過可能な出入口を備えていることを特徴とする風力発電システム。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の風力発電システムであって、
前記主軸側フランジは、前記トルク伝達用主軸と一体に形成されると共に、前記トルク伝達用主軸における前記主軸側フランジの根元部分の外径よりも径方向長さが大きく形成れ、

10

更に、該主軸側フランジの径の長さは前記開口部の内径よりも小さいことを特徴とする風力発電システム。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の風力発電システムであって、
前記主軸側フランジは、前記トルク伝達用主軸とは別部材である可撓性部材により形成され、

前記ハブ側フランジと前記主軸側フランジは、前記可撓性部材により接続されることを特徴とする風力発電システム。

20

【請求項 5】

請求項 2 または 3 に記載の風力発電システムであって、
前記主軸側フランジに対して、前記ハブ側フランジは前記トルク伝達用主軸の軸方向について前記出入口から離れる側に配置されていることを特徴とする風力発電システム。

【請求項 6】

請求項 2 ないし 5 のいずれか一つに記載の風力発電システムであって、
前記トルク伝達用主軸の外径側には、前記トルク伝達用主軸に対して空隙を設けて配置される支持用主軸が配置され、

該支持用主軸と前記ハブの間には複数の軸受が設けられ、
前記ハブの内部であって、前記複数の軸受のうちで前記発電機に対して最も遠い側に設けられる前記軸受が前記ブレードの軸方向における回転中心位置よりも前記発電機とは反対側に配置されることを特徴とする風力発電システム。

30

【請求項 7】

請求項 2 ないし 5 のいずれか一つに記載の風力発電システムであって、
前記トルク伝達用主軸の外径側には、前記トルク伝達用主軸に対して空隙を設けて配置される支持用主軸が配置され、

該支持用主軸と前記ハブの間には軸受が設けられ、
該軸受は一つであり、前記ハブの内部であって、前記トルク伝達用主軸の軸方向における前記ブレードの回転中心位置に、該一つの軸受は配置されていることを特徴とする風力発電システム。

40

【請求項 8】

請求項 6 または 7 に記載の風力発電システムであって、
前記トルク伝達用主軸の軸方向における前記軸受の前記発電機側には点検員が通過可能な出入口が形成されていることを特徴とする風力発電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は風力発電システム、風力発電システムの組み立て方法、または風力発電システムの点検方法に関するものであり、特にハブと主軸の接続様式に関するものである。

50

【背景技術】

【0002】

風力発電システムは、再生可能エネルギーの柱として広く導入が進んでいる。風力発電システムでは、ブレードを支持するハブの回転を通じて主軸に回転動力を伝え、発電機を回転させることで発電運転を行う。

【0003】

ここで、従来の風力発電システムとして例えば特許文献1に記載されたものがある。該特許文献1では、ブレードを支持してブレードと共に回転するハブと、ハブの内径側に配置されると共に、ハブに接続される主軸と、主軸に接続されるギアボックスと、ギアボックスを介して増速された回転動力を受ける発電機とがナセル内に配置されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許第4757211号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載された風力発電システムでは、主軸はハブの外部でハブに対して接続されているが、それにより、主軸長が長くなってしまふ。主軸が長くなると、回転に伴って回転方向にねじれが生じてしまい、当該ねじれによって動力の伝達効率が低下したり、または主軸に過剰な負荷が加わることで主軸が損傷してしまう等、効率性低下や製品寿命の短縮化と言った問題があった。

20

【0006】

そこで、本発明では効率性低下または製品寿命の短縮化を防止出来る風力発電システムを提供することを目的とする。

【0007】

また、組み立て性を向上させた風力発電システムの組み立て方法を提供することも目的とする。

【0008】

更には、メンテナンス性を向上させた風力発電システムの点検方法を提供することも目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の課題を解決するために、本発明に係る風力発電システムでは風を受けて回転するブレードと、該ブレードを支持すると共に、前記ブレードと共に回転するハブと、該ハブと接続されると共に、該ハブの回転に伴って回転するトルク伝達用主軸と、該トルク伝達用主軸の回転動力を用いて発電運転する発電機を備え、前記トルク伝達用主軸は、該トルク伝達用主軸の軸方向について前記ハブの内部側で、該ハブに対して接続されることを特徴とする。

【0010】

40

また、本発明に係る風力発電システムの組み立て方法では、風を受けて回転するブレードと、該ブレードを支持すると共に、前記ブレードと共に回転するハブと、該ハブと接続されると共に、該ハブの回転に伴って回転するトルク伝達用主軸と、該トルク伝達用主軸の回転動力を用いて発電運転する発電機と、自身の駆動により、前記ブレードのピッチ角を調節するピッチ駆動部を備え、前記ハブが、前記トルク伝達用主軸の軸方向について発電機とは反対側に開口部を有している風力発電システムの組み立て方法であって、前記ピッチ駆動部は前記開口部を通じて搬入または搬出されることを特徴とする。

【0011】

更に、本発明に係る風力発電システムの点検方法では、風を受けて回転するブレードと、該ブレードを支持すると共に、前記ブレードと共に回転するハブと、該ハブと接続され

50

ると共に、該ハブの回転に伴って回転するトルク伝達用主軸と、該トルク伝達用主軸の回転動力を用いて発電運転する発電機と、前記ハブの内部であって、前記ハブ側フランジに対して、前記トルク伝達用主軸の軸方向について発電機とは反対側に形成される第1の出入口と、前記トルク伝達用主軸の軸方向における前記第1の出入口より前記発電機側に形成される第2の出入口を備え、前記ハブが、前記トルク伝達用主軸の軸方向について発電機とは反対側に開口部を有している風力発電システムの点検方法であって、点検員が前記開口部、前記第1の出入口、及び前記第2の出入口を通過することで前記風力発電システム内部に出入りして点検することを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明に係る風力発電システムによれば、効率性低下または製品寿命の短縮化を防止することが可能になる。

【0013】

また、本発明に係る風力発電システムの組み立て方法によれば、組み立て性を向上させることが可能になる。

【0014】

更に、本発明に係る風力発電システムの点検方法によれば、メンテナンス性を向上させることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】風力発電システムの外観を示す全体図である。

【図2】実施例1に係る風力発電システムのうち、ハブと主軸の接続機構を示す図である。

。

【図3】実施例2に係る風力発電システムのうち、ハブと主軸の接続機構を示す図である。

。

【図4】実施例3に係る風力発電システムのうち、ハブと主軸の接続機構を示す図である。

。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、上記した本発明を実施する上で好適な実施の形態について図面を用いて説明する。下記はあくまでも実施例に過ぎず、発明内容に係る特定の態様に限定して解釈されることを意図する趣旨ではない。

また、本明細書中において、発電機側とは、トルク伝達用主軸に発電機が直接接続される場合における該発電機が接続される側、トルク伝達用主軸に発電機が増速機を介して接続される場合における該発電機が接続される側、油圧等の動力伝達機構を通じて発電機に接続される場合における該発電機が接続される側など、トルク伝達用主軸の軸方向について発電機に近い側を指す。

【0017】

また、トルク伝達用主軸の軸方向におけるブレードの回転中心とは、トルク伝達用主軸の軸中心と、ブレード根元の円形断面の軸中心の交点を指す。

【実施例1】

【0018】

実施例1について図1及び図2を用いて説明する。図1に示す様に、風力発電システムは、風を受けて回転するブレード1と、ブレード1の荷重を支持するナセル20と、ナセル20を支持するタワー21とから概略構成される。ナセル20は、タワー21に対して略水平面内で回転可能に支持されており、風向きに応じて回転駆動させる。

【0019】

図2は、ハブと主軸の接続機構を説明するための図であり、図1において点線で囲んだ部位に相当する。該図に示す様に、本実施例における風力発電システムは、ブレード1と、ブレード1を支持すると共に、ブレード1と共に回転するハブ2と、自身の駆動により

10

20

30

40

50

、ブレード1のピッチ角を調節するピッチベアリング3と、ハブ2に接続されると共に、ハブ2の回転に伴って回転するトルク伝達用主軸4と、トルク伝達用主軸4に接続されて回転速度を増速させる増速機9と、トルク伝達用主軸4の外径側に、トルク伝達用主軸4に対して空隙を設けて配置される支持用主軸7と、支持用主軸7を支持すると共に図示を省略したタワーに接続されるメインフレーム8とを有している。増速機9には、図示していないが、発電機が接続されており、増速機9により回転速度を向上させた回転動力で発電機の回転子を駆動させて、発電運転する。そして、トルク伝達用主軸4は、トルク伝達用主軸4の軸方向について、ハブ2の内部側でハブ2に対して接続されている。また、トルク伝達用主軸4には、ハブ内部の電気機器制御用の電線又は配管用に貫通孔を有している。

10

【0020】

ピッチベアリング3は、ハブ2の内周及び当該ハブ2の内周に対向するブレード1の付け根部分にそれぞれ設けられる歯車16を有しており、該歯車16の回転により、ハブ2を固定したままブレード1のピッチ角を調節できる様な軸受部である。ハブ2の内部には、モータ及び該モータに接続されて回転するピニオンギアを有するピッチドライブ(ピッチ駆動部)6を備えており、ピッチドライブ6のピニオンギアがピッチベアリング3の歯車16に当接する。そして、ピッチドライブ6のモータを駆動させ、ピニオンギアを介して歯車16を回転させることで、ブレード1が所望のピッチ角に向く様に調節できる。

【0021】

支持用主軸7は、内径側に空隙を設けて配置されるトルク伝達用主軸4とは異なり、ブレード1やハブ2の回転に伴って回転することはない。支持用主軸7は、ブレード1及びハブ2の重量を支持するが、ハブ2と支持用主軸7の間には2つの軸受5a、5bが設けられている。軸受5aは、ハブ2の内部であって、トルク伝達用主軸4の軸方向におけるブレード1の回転中心重心位置Aから発電機とは反対側に配置される。該位置とするのは、軸方向に複数の軸受が設けられる場合で、発電機に対して最も遠い側(本実施例においては軸受5a)に設けられる軸受がブレード1の軸方向における回転中心位置Aよりも発電機側に配置されると、配置された軸受への荷重が過大になるために、これを避けることを意図し、回転中心位置Aよりも発電機とは反対側に配置したものである。また、ハブ2と支持用主軸7の間に軸受を設けることで、回転するハブ2に対して静止しつつ、重量を支持できる。支持用主軸7自体は、メインフレーム8に対して固定されている。

20

30

【0022】

ハブ2は、トルク伝達用主軸4の軸方向について発電機とは反対側に開口部14を有している。ハブ2は、その内部においてハブ2の内径側に突出するハブ側フランジ10を備えている。また、トルク伝達用主軸4は、軸方向で発電機とは反対側の先端に主軸側フランジ13を形成しており、主軸側フランジ13は、トルク伝達用主軸と一体となって回転する。主軸側フランジ13は拡径部となっており、トルク伝達用主軸4における主軸側フランジ13の根元部分の外径よりも径方向長さが大きい。拡径部となる主軸側フランジ13の径(開口部の内径と同じ方向における径)の長さは、開口部14の内径よりも小さく形成されることが望ましい。これにより、開口部14を通じてトルク伝達用主軸4をハブ2の内部に搬入することが可能になる。主軸側フランジ13は、ハブ側フランジ10と接続されている。本実施例では、主軸側フランジ13に対してハブ側フランジ10は、軸方向について、下述するエントランス11から離れる側に配置されている。これにより、ハブに近い側に形成されるハブ側フランジ10が、下述するエントランス11から遠くなり、エントランス11の入口を広く形成することが出来る。無論、ハブ2とトルク伝達用主軸4を一体に回転させる上では、主軸側フランジ13に対してハブ側フランジ10が発電機側に無くても良く、両者が入れ替わっても良いことは言うまでもない。

40

【0023】

ハブ2の内部において、ハブ側フランジ10よりも発電機とは反対側にはエントランス(出入口)11が形成されており、該エントランス11は開口部14と連通している。エントランス11、及び開口部14はピッチドライブ6が通過し、搬入または搬出可能な様

50

に、ピッチ駆動部よりも大きく形成される。組立時やメンテナンス時に、ハブ 2 及びトルク伝達用主軸 4 が接続された状態でピッチ駆動部を搬入または搬出する場合にも、当該開口部及びエントランス 1 1 を通じて行うことが可能になり、組み立て性が向上する。

【 0 0 2 4 】

また、ハブ 2 の内部で、軸方向についてブレード 1 の回転中心 A に近い側の軸受 5 a よりも発電機側には更にエントランス（出入口）1 2 が形成され、また支持用主軸 7 にもエントランス 1 5 が形成される。両エントランス 1 2、1 5 は連通している。両エントランス 1 2、1 5 は、点検員が通過可能な大きさとしている。

【 0 0 2 5 】

該構成により、点検員は、開口部 1 4、開口部に近い側に形成されたエントランス 1 1、更にエントランス 1 1 よりも発電機側に形成されたエントランス 1 2、1 5 を通じて内部に出入りすることで点検を実施することが可能になる。

【 0 0 2 6 】

上記の様に構成された風力発電システムは、風を受けてブレード 1 が回転し、それに伴ってブレード 1 に接続されたハブ 2、及び該ハブ 2 に接続されたトルク伝達用主軸 4 が回転し、更に増速機 9 を介して増速された回転動力により発電機を駆動することで発電運転を行う。この際、トルク伝達用主軸 4 には、回転方向にねじれる力が加わる。

【 0 0 2 7 】

本実施例によれば、トルク伝達用主軸 4 は、トルク伝達用主軸 4 の軸方向について、ハブ 2 の内部側でハブ 2 に対して接続されており、トルク伝達用主軸 4 がハブ 2 の外部でハブ 2 に対して接続される場合と比較して、トルク伝達用主軸 4 の軸長を短くすることが出来る。これにより、トルク伝達用主軸 4 が回転に伴ってねじれを生じにくくなり、当該ねじれに伴う動力伝達の効率低下や、またはねじれの力によって加わる主軸への過剰な負荷、ひいては製品寿命の低下を防ぐことが出来る。

【 0 0 2 8 】

また本実施例では、ピッチドライブ 6 は開口部 1 4 を通じて搬入または搬出される様にしており、ハブを取り付け後であっても容易にピッチドライブ 6 をハブの内部に搬入、または搬出でき、最初の据え付け時の組み立て性や、故障時の交換作業時における組み立て性を向上させることが出来る。

【 0 0 2 9 】

更に、本実施例では開口部 1 4 と連通するエントランス 1 1 が形成されるので、更に搬入または搬出出来る場所が広がり、一層組み立て性が向上する。

【 0 0 3 0 】

また本実施例では、点検員が開口部 1 4、第 1 の出入口となるエントランス 1 1、及び第 2 の出入口となる両エントランス 1 2、1 5 を通過して風力発電システム内部に出入りして点検する様にしており、メンテナンスを容易化でき、またメンテナンス出来る場所も増えるので、メンテナンス性が著しく向上する。

併せて、互いに連通した開口部 1 4、第 1 の出入口となるエントランス 1 1、及びエントランス 1 1 に対して発電機側に形成される第 2 の出入口となる両エントランス 1 2、1 5 を備える風力発電システムはメンテナンス性を高めた風力発電用装置として働く。

【実施例 2】

【 0 0 3 1 】

実施例 2 について図 3 を用いて説明する。尚、実施例 1 と重複する構成及び効果については、ここでの説明を省略する。実施例 1 では、拡径部となる主軸側フランジ 1 3 は、開口部 1 4 の内径よりも小さく形成したが、本実施例では主軸側フランジ 1 3 に相当する部位を、トルク伝達用主軸 2 4 とは別部材の板ばね 2 3 で形成している。

【 0 0 3 2 】

実施例 1 では、拡径部となる主軸側フランジ 1 3 は、開口部 1 4 の内径よりも小さく形成したが、本実施例では板ばね 2 3 を、トルク伝達用主軸 2 4 とは別部材（板ばね 2 3）で形成しており、板ばね 2 3 を含めたトルク伝達用主軸 2 4 は、開口部 1 4 の内径よりも

10

20

30

40

50

小さく形成しなくても、トルク伝達用主軸 2 4 及び当該別部材を各々開口部 1 4 からハブ 2 の内部に搬入し、ハブ 2 の内部において、両者を接続させることが可能になる。

【 0 0 3 3 】

更に、ハブ 2 とトルク伝達用主軸 2 4 の間に可撓性を有する部材（本実施例では、板ばね 2 3 ）を配置したので、ブレード 1、及びハブ 2 を介してトルク伝達用主軸 2 4 の回転方向以外の力が加わった場合にも、当該可撓性部材で回転方向以外の力を吸収でき、トルク伝達用主軸に加わる力を小さくすることが出来る。無論、板ばね以外の部材であっても、可撓性部材であれば、同様の効果が期待できる。

【実施例 3】

【 0 0 3 4 】

実施例 3 について図 4 を用いて説明する。尚、上記各実施例と重複する構成及び効果については、やはり説明を省略する。

【 0 0 3 5 】

本実施例では、実施例 1 において 2 つ設けていた軸受を 1 つとし、ハブ 2 の内部であって、トルク伝達用主軸 4 の軸方向におけるブレード 1 の回転中心位置に当該軸受 2 5 を配置した。軸受を 1 つとする場合には、軸受に作用する荷重を低減するために、軸方向におけるブレード 1 の回転中心位置付近に軸受を配置することが望ましい。

【 0 0 3 6 】

尚、本実施例は実施例 1 において軸受を一つにした場合を例にして説明したが、無論、実施例 2 の様に主軸側フランジをトルク伝達用主軸とは別部材にした場合についても、適用に支障がないことは言うまでもない。

【符号の説明】

【 0 0 3 7 】

- 1 ブレード
- 2 ハブ
- 3 ピッチベアリング
- 4 トルク伝達用主軸
- 5 a、5 b、2 5 軸受
- 6 ピッチドライブ（ピッチ駆動部）
- 7 支持用主軸
- 8 メインフレーム
- 9 増速機
- 1 0 ハブ側フランジ
- 1 1、1 2、1 5 エントランス
- 1 3 主軸側フランジ
- 1 4 開口部
- 2 3 板ばね

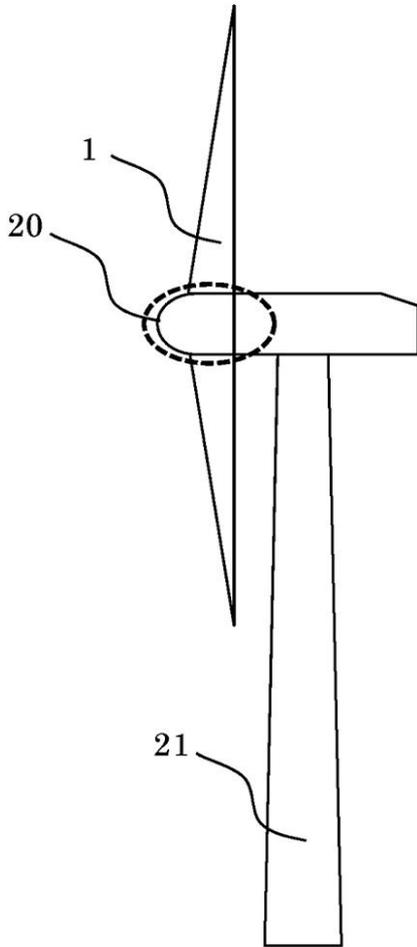
10

20

30

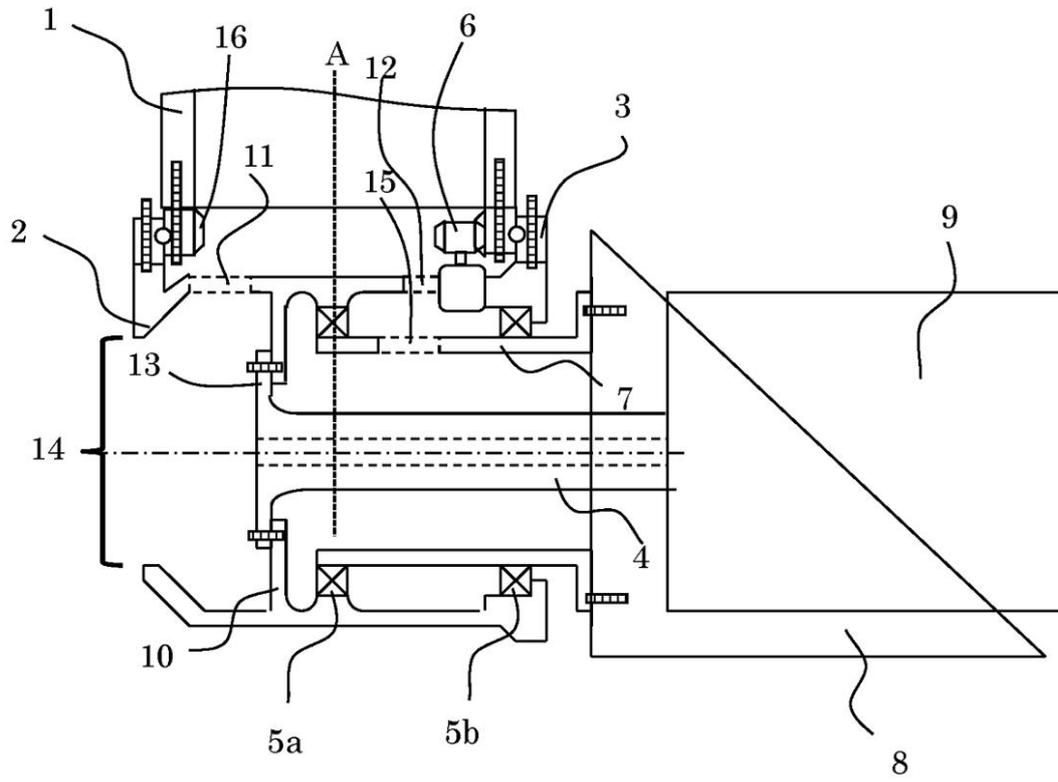
【図1】

図1



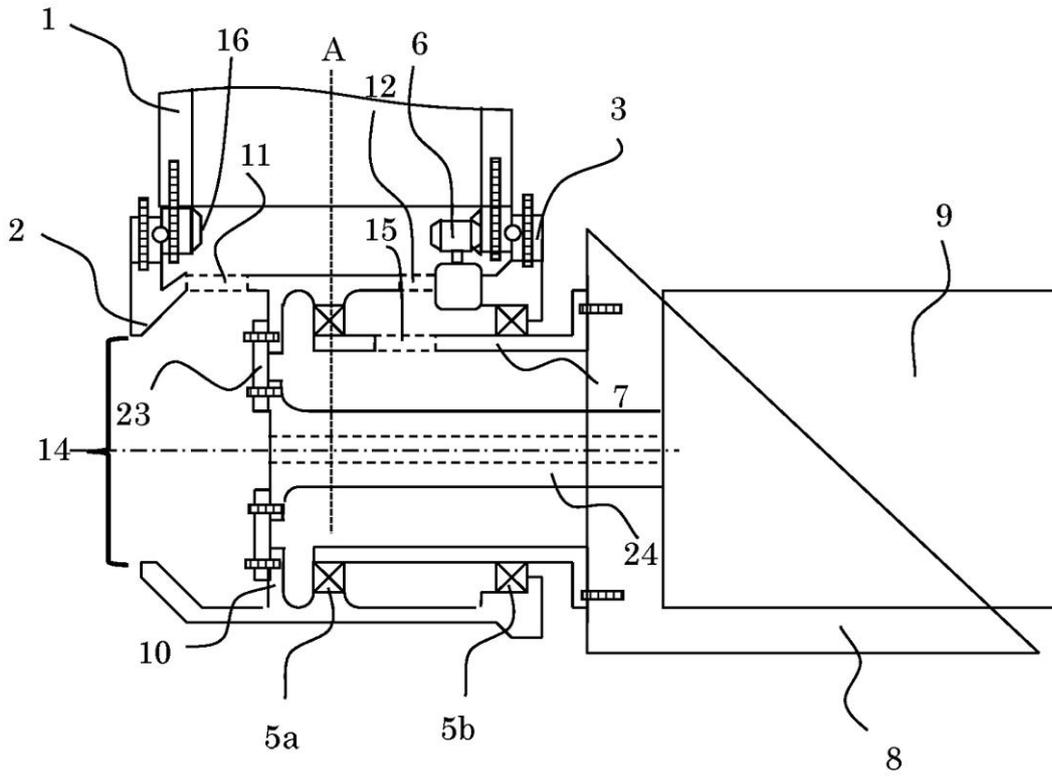
【図2】

図2



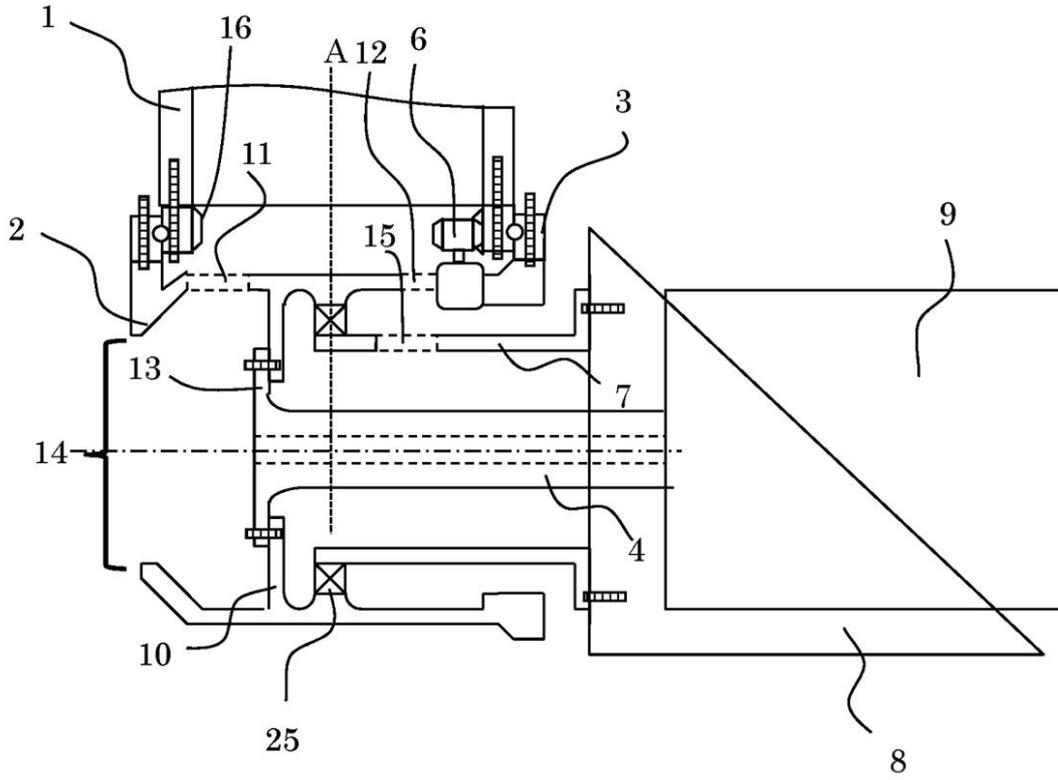
【図3】

図3



【図4】

図4



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭62-282173(JP,A)
特開2001-200781(JP,A)
国際公開第2011/099134(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F03D 1/06, 11/02, 11/04