

(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2004-218436
(P2004-218436A)

(43) 公開日 平成16年8月5日(2004.8.5)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
F03D 9/00	F03D 9/00	3H078
F03D 1/02	F03D 9/00	Z
F03D 7/04	F03D 1/02	
F03D 9/02	F03D 7/04	Z
F03D 11/02	F03D 9/02	D
審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 9 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2003-3102(P2003-3102)
(22) 出願日 平成15年1月9日(2003.1.9)

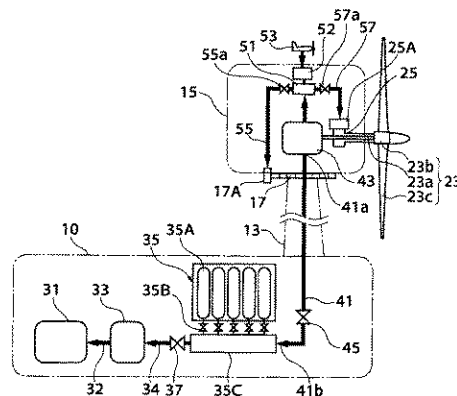
(71) 出願人 501204525
独立行政法人海上技術安全研究所
東京都三鷹市新川6丁目38番1号
(74) 代理人 100100413
弁理士 渡部 温
(72) 発明者 矢後 清和
東京都三鷹市新川6-38-1
海上技術安全研究所内
Fターム(参考) 3H078 AA02 AA03 AA11 AA17 AA27
AA31 BB03 BB07 BB12 BB16
CC04 CC12 CC22 CC25 CC33
CC47 CC55 CC65 CC68

(54) 【発明の名称】 風力発電装置

(57) 【要約】

【課題】装置全体の軽量化を図ることができ、海上に浮かべた浮体等に搭載するのに適した風力発電装置を提供する。

【解決手段】風力発電装置1は、風車23がブレード23cで風のエネルギーを受けて回転すると、主軸23aに連結された油圧ポンプ43が作動する。油圧ポンプ43の駆動で発生した圧油は、配管41を通過して浮体10内の圧力蓄積装置35に一旦貯め込まれる。3基のナセル15内の油圧ポンプ43から延び出る各配管41は、圧力蓄積装置35の圧力蓄積部35Aに集約されており、これら配管41からの圧油は圧力蓄積部35Aに貯め込まれて平滑化される。この圧油は、圧力蓄積装置35から配管34を流れて油圧モータ33に導かれ、この油圧モータ33が連結軸32を介して発電機31を駆動する。このような風力発電装置1は、発電機31及び油圧モータ33が浮体10内に設置されているので、装置全体の軽量化を図ることができ、浮体式風力発電装置に適している。



【選択図】 図1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基礎部から立ち上がるタワーと、
 該タワーの上部に搭載されたナセルと、
 該ナセルに対して回転可能に軸支された風車と、
 前記ナセルに配置され、前記風車の回転軸に連結された油圧ポンプと、
 前記基礎部に配置された油圧モータ、及び、該油圧モータに連結された発電機と、
 該油圧ポンプの発生した圧油を、前記タワーを通過して前記油圧モータに供給する油圧配管と、
 を具備することを特徴とする風力発電装置。

10

【請求項 2】

複数台の前記風車を具備し、
 各風車の回転軸に連結された油圧ポンプからの圧油を集約する圧力蓄積装置を、前記油圧ポンプの手前の油圧回路中に有することを特徴とする請求項 1 記載の風力発電装置。

【請求項 3】

さらに、前記ナセルに配置された、該ナセルのヨー制御機構及び前記風車のブレードのピッチ角制御機構を具備し、
 該機構が前記油圧ポンプから圧油の供給を受けることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の風力発電装置。

20

【請求項 4】

前記油圧配管中に、強風時に閉となって前記風車の回転をロックする遮断弁を有することを特徴とする請求項 1 ~ 3 いずれか 1 項記載の風力発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、風力エネルギーを利用して発電する風力発電装置に関する。特に、装置全体の軽量化を図ることができ、海上に浮かべた浮体等に搭載するのに適した風力発電装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

30

図 4 を参照しつつ風力発電装置の典型例について説明する。

図 4 は、従来の風力発電装置の典型例（陸上用の水平軸型風力発電装置）を示す概略構成図である。

図 4 に示す風力発電装置 100 は、地盤等に埋め込まれた基礎部 101 上に配置されている。基礎部 101 からは、タワー 103 が立ち上がっている。タワー 103 の地盤上面からの高さは、一例で約 60 m である。タワー 103 の上端には、ナセル（フェアリング）105 が搭載されている。

【0003】

ナセル 105 には風車 113 が回転可能に軸支されている。この風車 113 は、ナセル 105 に図示せぬベアリング等を介して取り付けられた主軸 113 a と、主軸 113 a の先端に固定されたハブ 113 b と、ハブ 113 b に取り付けられた複数枚（一例で 3 枚）のブレード 113 c を有する。風車 113 は、風のエネルギーをブレード 113 c で受けて回転する。このナセル 105 の下面とタワー 103 の上端との間には、ヨー駆動装置 107 が設けられている。このヨー駆動装置 107 は、ナセル 105 を水平面内で回動して、風車 113 を風の方向に向けるものである。

40

【0004】

ナセル 105 内には、発電機 111 が収容されている。この発電機 111 は、連結軸 111 a を備えている。発電機 111 の連結軸 111 a と風車 113 の主軸 113 a は、増速歯車装置 115 を介して連結されている。風車 113 が風のエネルギーを受けて回転すると、この風車 113 の回転が増速歯車装置 115 で増速されて発電機 111 に伝わる。す

50

なわち、風車 1 1 3 の受けた風力エネルギーは、増速歯車装置 1 1 5 を介して、発電機 1 1 1 によって電気動力に変換される。

【 0 0 0 5 】

ナセル 1 0 5 内において、発電機 1 1 1 の図 4 中左側には、変圧器 1 1 7 が接続されている。この変圧器 1 1 7 からは、ケーブル 1 1 8 が伸び出ている。このケーブル 1 1 8 は、ナセル 1 0 5 内からタワー 1 0 3 内を通過して図示せぬ電力系統に繋がっている。

【 0 0 0 6 】

風力発電装置に関する公知文献として、特許文献 1 (特開平 1 1 - 2 8 7 1 7 9 号公報) がある。

この特許文献 1 の発電装置は、風車の軸に直結されたラジアルポンプを備えている。このラジアルポンプの高圧側には、配管や流量調整弁を介して油圧モータが接続されており、この油圧モータに発電機が直結されている。この発電装置においては、ラジアルポンプからの吐出流量に対応して油圧モータが逐次回転し、発電機が駆動するようになっている。ところが、この特許文献 1 には、風車やラジアルポンプ、油圧モータ、発電機の各構成要素のそれぞれを、基礎部・タワー・ナセルのどの場所にどのように配置するかについては、具体的に記載されていない。

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】

特開平 1 1 - 2 8 7 1 7 9 号公報 (図 1 ~ 図 3)

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、図 4 に示すような陸上用の風力発電装置とは別に、海上に設置される浮体式の風力発電装置の開発が進められている。この浮体式風力発電装置は、海上に浮かぶ浮体を基礎部とし、この浮体からタワーを立ち上げた形態のものである。この浮体式風力発電装置において、タワー上部 (浮体上約 6 0 m) のナセルに発電機を収める図 4 の例と同様の構成とすると、相当のトップヘビーとなる。また、浮体の動揺を考慮すれば、重いナセルを支えるタワーの構造も重厚なものとならざるを得ず、なおさらトップヘビーが助長される。その結果、浮体の十分な浮力と復元力を確保するため、浮体が大型となる。さらに、このような状況下では、1 隻の浮体上に多くの風車を設置することもできず、発電装置の発電性能が制限される。

【 0 0 0 9 】

浮体式風力発電装置においては、製造コストや経済性、発電性能等の観点から、1 隻の浮体上にできるだけ多くの風車を集約して搭載することが望ましい。しかしながら、この要請を満たすことのできる発電装置は、現在実現されていない。

【 0 0 1 0 】

本発明は、このような現状に鑑みてなされたものであって、装置全体の軽量化を図ることができ、海上に浮かべた浮体等に搭載するのに適した風力発電装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 1 】

【解決を課題するための手段】

前記の課題を解決するため、本発明の風力発電装置は、基礎部から立ち上がるタワーと、該タワーの上部に搭載されたナセルと、該ナセルに対して回転可能に軸支された風車と、前記ナセルに配置され、前記風車の回転軸に連結された油圧ポンプと、前記基礎部に配置された油圧モータ、及び、該油圧モータに連結された発電機と、該油圧ポンプの発生した圧油を、前記タワーを通過して前記油圧モータに供給する油圧配管と、を具備することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、油圧モータ及び発電機が基礎部に設置されているので、従来の水平軸型風力発電装置のように、発電機や変圧器等をナセルの中に設置しなくて済む。そのため、ナセルの重量が軽くなって、ナセルを支えるタワー、さらに、これらを支える基礎部の構

10

20

30

40

50

造が簡単になり、装置全体の軽量化を図ることができる。このように、軽量化され、特にトップヘビーの傾向のない風力発電装置は、海上に設置する浮体式の風力発電装置に適する。

【 0 0 1 3 】

本発明の風力発電装置においては、複数台の前記風車を具備し、各風車の回転軸に連結された油圧ポンプからの圧油を集約する圧力蓄積装置を、前記油圧ポンプの手前の油圧回路中に有することが好ましい。

この場合、約 10 秒～数分のサイクルで変動する風況の変化（風の息）に伴う各風車の回転数の変化により生じる発生油圧動力の変化を平準化できる。

【 0 0 1 4 】

本発明の風力発電装置においては、さらに、前記ナセルに配置された、該ナセルのヨー制御機構及び前記風車のブレードのピッチ角制御機構を具備し、該機構が前記油圧ポンプから圧油の供給を受けることが好ましい。

この場合、油圧ポンプで変換された圧力の一部を、ピッチ角制御機構及びヨー制御機構の補助動力として利用することができる。

【 0 0 1 5 】

本発明の風力発電装置においては、前記油圧配管中に、強風時に閉となって前記風車の回転をロックする遮断弁を有することが好ましい。

この場合、強風時には遮断弁で風車の回転をロックする機能を簡単に実現できる。

【 0 0 1 6 】

【 発明の実施の形態 】

以下、図面を参照しつつ説明する。

なお、以下の例では、本発明に係る風力発電装置を浮体式風力発電装置に適用した場合について述べる。このような浮体式風力発電装置は、例えば、海岸から約 6 ～ 10 km、水深約 30 ～ 50 m の海洋上に設置される。

【 0 0 1 7 】

図 1 は、本発明の一実施の形態に係る浮体式風力発電装置の動力系統図である。

図 2 は、同浮体式風力発電装置の全体の外観を示す斜視図である。

図 3 は、同浮体式風力発電装置の概略構成図である。

図 1 ～ 図 3 に示すように、この風力発電装置 1 は、鋼製の舳状の浮体（基礎部）10 を備えている。この浮体 10 の寸法は、一例で縦 300 m、横 60 m、深さ（厚さ）7 m である。

【 0 0 1 8 】

図 2 及び図 3 に示すように、浮体 10 の上面からは、この例では 3 基のタワー 13 が立ち上がっている。各タワー 13 の浮体 10 上面からの高さは、一例で約 60 m である。これらタワー 13 は、浮体 10 の中央部及び長手方向両端部に互いに離れて 1 基ずつ配置されている。

【 0 0 1 9 】

各タワー 13 の上端には、ナセル 15 が搭載されている。このナセル 15 には風車 23 が回転可能に軸支されている。図 1 及び図 3 に示すように、この風車 23 は、ナセル 15 に図示せぬベアリング等を介して取り付けられた主軸 23 a と、主軸 23 a の先端に固定されたハブ 23 b と、ハブ 23 b に取り付けられた複数枚（この例では 3 枚：図 2 参照）のブレード 23 c を有する。ブレード 23 c は、後述するピッチ角制御装置 25 により、ハブ 23 b に対してピッチ角可変となっている。3 基のタワー 13 上の各風車 23 は、後述するヨー駆動装置 17 で自動的に風の方向を向くようになっており、ブレード 23 c で風のエネルギーを受けて回転する。

【 0 0 2 0 】

図 1 に示すように、風車 23 の主軸 23 a 周囲には、前述したピッチ角制御装置 25 が設けられている。このピッチ角制御装置 25 は、主軸 23 a ・ハブ 23 b の軸心に対するブレード 23 c のピッチ角を制御する。一方、ナセル 15 下面とタワー 13 上端との間には

10

20

30

40

50

、前述したヨー駆動装置 17 が設けられている。このヨー駆動装置 17 は、ナセル 15 を水平面内で回転させて風車 23 を風向に追従させる。

【0021】

浮体 10、タワー 13 及びナセル 15 内には、図 1 に示す動力系統が設けられている。以下、主に図 1 を参照しつつ、この動力系統について説明する。

ナセル 15 内には、油圧ポンプ 43 が配置されている。この油圧ポンプ 43 には、風車 23 の主軸 23a が連結されている。さらに、油圧ポンプ 43 には、配管（油圧配管）41 の一端 41a が接続されている。この配管 41 は、ナセル 15 内の油圧ポンプ 43 からタワー 13 内を通過して浮体 10 内にまで延びている。配管 41 の他端 41b は、浮体 10 内に配置された圧力蓄積装置（アキュムレータ）35 に接続されている。

10

【0022】

圧力蓄積装置 35 は、圧力蓄積部 35A と、弁 35B と、制御部 35C を有する。浮体 10 上の 3 基のナセル 15 から延び出る各配管 41 は、圧力蓄積装置 35 の圧力蓄積部 35A に集約されて接続されている。圧力蓄積装置 35 の手前において、配管 41 にはブレーキ用遮断弁 45 が組み込まれている。このブレーキ用遮断弁 45 は、後述する風況センサ 53 に接続されており、強風発生時には配管 41 内を流れる圧油を遮断し、油圧ポンプ 43 に接続された風車 23 の回転をロックする役割を果たす。なお、圧力蓄積装置 35 の詳しい作用については後述する。

【0023】

浮体 10 内において、圧力蓄積装置 35 には、配管 34 を介して油圧モータ 33 が接続されている。この油圧モータ 33 には、連結軸 32 を介して発電機 31 が接続されている。この発電機 31 は、図示せぬ電力系統へと繋がっている。油圧モータ 33 と圧力蓄積装置 35 とを繋ぐ配管 34 には、油圧モータ制御弁 37 が組み込まれている。ナセル 15 内の油圧ポンプ 43 内の圧油は、配管 41 圧力蓄積装置 35 配管 34 を流れて油圧モータ 33 に導かれる。そして、圧油が供給された油圧モータ 33 が連結軸 32 を介して発電機 31 を駆動する。

20

【0024】

ナセル 15 内において、油圧ポンプ 43 には油圧弁制御器 51 が接続されている。この油圧弁制御器 51 には、風況解析器 52 が接続されている。この風況解析器 52 には、ナセル 15 外に設置された風況センサ 53 からのケーブルが接続されている。さらに、油圧弁制御器 51 には、2 つの配管 55、57 が接続されている。配管 55（図 1 中左側：ヨー制御用配管）は、前述のヨー駆動装置 17 を駆動するヨー駆動油圧モータ 17A に繋がっている。配管 57（図 1 中左側：ピッチ角制御用配管）は、前述のピッチ角制御装置 25 を駆動するピッチ駆動油圧モータ 25A に繋がっている。これらの配管 55、57 には、それぞれ弁 55a、57a が組み込まれている。

30

【0025】

次に、前述の構成を有する風力発電装置 1 の総合的な作用について説明する。

風力発電装置 1 は、風車 23 がブレード 23c で風のエネルギーを受けて回転すると、主軸 23a に連結された油圧ポンプ 43 が作動する。つまり、風車 23 の受けた風力エネルギーは、油圧ポンプ 43 の駆動により圧力（油圧）に変換される。

40

【0026】

油圧ポンプ 43 の駆動で発生した圧油は、配管 41 を通って浮体 10 内の圧力蓄積装置 35 に一旦貯め込まれる。前述の通り、3 基のナセル 15 内の油圧ポンプ 43 から延び出る各配管 41 は、圧力蓄積装置 35 の圧力蓄積部 35A に集約されており、これら配管 41 からの圧油は圧力蓄積部 35A に貯め込まれて平滑化される。この圧油は、圧力蓄積装置 35 から配管 34 を流れて油圧モータ 33 に導かれ、この油圧モータ 33 が連結軸 32 を介して発電機 31 を駆動する。

【0027】

このとき、圧力蓄積装置 35 においては、発電機 31 が最も効率良く運転できるよう、制御部 35C が弁 35B の開閉度を調整し、圧力蓄積部 35A からの圧油供給量を制御する

50

。この圧力蓄積装置 3 5 の作用により、約 1 0 秒～数分のサイクルで変動する風況の変化（風の息）に伴う各風車の回転数の変化により生じる発生油圧動力の変化を平準化できる。なお、より長いサイクルで起こる風況の強弱は、発電機 3 1 自体の容量可変調整で対応することができる。

【 0 0 2 8 】

一方、油圧ポンプ 4 3 で変換された圧力の一部は、ピッチ角制御装置 2 5 及びヨー制御装置 1 7 の補助動力として用いられる。すなわち、ナセル 1 5 外の風況センサ 5 3 で計測された風況データが風況解析器 5 2 に送出されると、この風況解析器 5 2 が風車 2 3 の最適ブレードピッチ角及びヨー角を計算する。そして、この風況解析器 5 2 の計算結果に基づき、油圧弁制御器 5 1 が配管 5 5、5 7 中の弁 5 5 a、5 7 a の開度を調整し、ヨー駆動装置 1 7 を駆動するヨー駆動油圧モータ 1 7 A 及びピッチ角制御装置 2 5 を駆動するピッチ駆動油圧モータ 2 5 A に圧油を導く。

10

【 0 0 2 9 】

なお、風況センサ 5 3 が強風（例えば 2 5 m / s 以上）の発生を検出した際には、ブレーキ用遮断弁 4 5 が配管 4 1 内を流れる圧油を遮断し、風車 2 3 の回転をロックする。

【 0 0 3 0 】

このような風力発電装置 1 は、発電機 3 1 及び油圧モータ 3 3 が浮体 1 0 内に設置されているので、従来の水平軸型風力発電装置のように発電機等を各タワー上のナセル内に設置しなくて済む。そのため、ナセル 1 5 の重量が軽くなって、ナセル 1 5 を支えるタワー 1 3、さらに、これらを支える浮体 1 0 の構造が簡単になり、装置全体の軽量化を図ることができる。したがって、本発明に係る風力発電装置 1 は、浮体式風力発電装置に優れた適用性を有する。さらに、各油圧ポンプ 4 3 からの圧油を集約して使用することで、3 台の各風車 2 3 に当たる風の息による圧油発生量の変動を平準化できる。

20

【 0 0 3 1 】

なお、本実施の形態では風力発電装置 1 を浮体式風力発電装置に適用した例について述べたが、これに限らず陸上用の水平軸型風力発電装置に適用することも勿論可能である。さらに、本実施の形態では、浮体 1 0 上に 3 基のタワー 1 3 を設けたものとして説明したが、タワーは 1 基や 2 基、あるいは、4 基以上設置することも可能である。但し、より多くのタワーを設置した場合でも、浮体 1 0 内の圧力蓄積装置 3 5 や油圧モータ 3 3、発電機 3 1 等は本実施の形態と同様に 1 台ずつとしてもよい。

30

【 0 0 3 2 】

なお、具体的な油圧回路は、前掲の特許文献 1（特開平 1 1 - 2 8 7 1 7 9 号公報）に開示された技術を参考に、適宜設計変更を行うことにより構成できる。

【 0 0 3 3 】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、装置全体の軽量化を図ることができ、海上に浮かべた浮体等に搭載するのに適した風力発電装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施の形態に係る浮体式風力発電装置の動力系統図である。

【図 2】同浮体式風力発電装置の全体の外観を示す斜視図である。

40

【図 3】同浮体式風力発電装置の概略構成図である。

【図 4】従来の風力発電装置の典型例（陸上用の水平軸型風力発電装置）を示す概略構成図である。

【符号の説明】

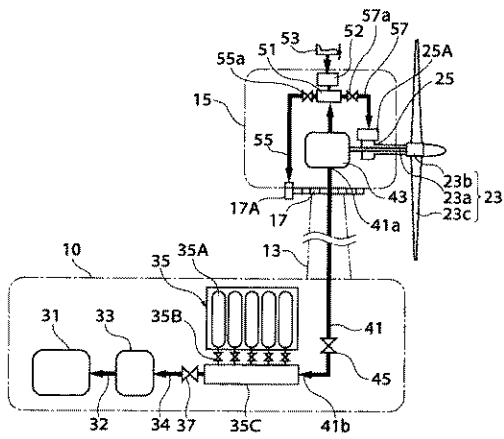
1 0	浮体（基礎部）	1 3	タワー
1 5	ナセル	1 7	ヨー駆動装置
2 3	風車	2 3 a	主軸
2 3 b	ハブ	2 3 c	ブレード
2 5	ピッチ角制御装置		
3 1	発電機	3 2	連結軸

50

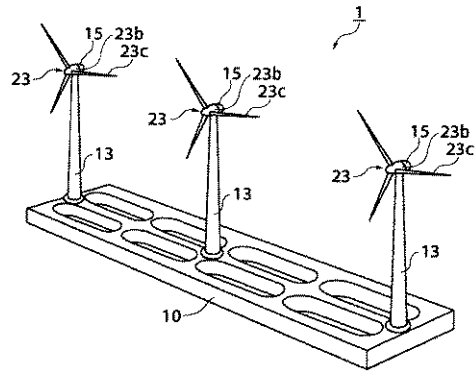
- 3 3 油圧モータ
- 3 5 圧力蓄積装置
- 3 5 B 弁
- 3 7 油圧モータ制御弁
- 4 3 油圧ポンプ
- 5 1 油圧弁制御器
- 5 3 風況センサ

- 3 4、5 5、5 7 配管
- 3 5 A 圧力蓄積部
- 3 5 C 制御部
- 4 1 配管（油圧配管）
- 4 5 プレーキ用遮断弁
- 5 2 風況解析器

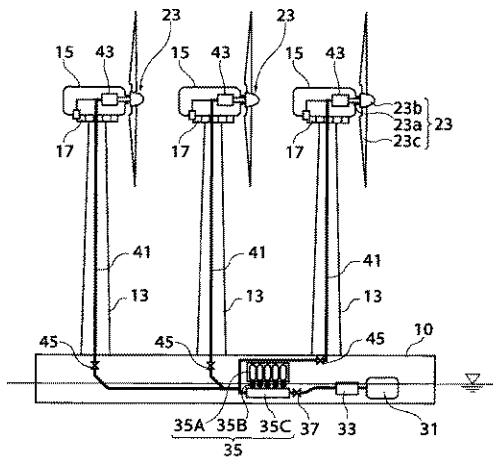
【図 1】



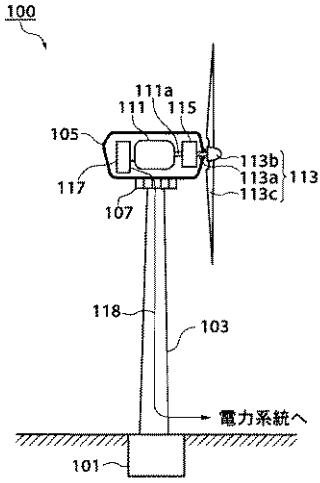
【図 2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F I

テーマコード(参考)

F 0 3 D 11/02