

(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2004-100546  
(P2004-100546A)

(43) 公開日 平成16年4月2日(2004.4.2)

|                            |           |             |
|----------------------------|-----------|-------------|
| (51) Int. Cl. <sup>7</sup> | F I       | テーマコード (参考) |
| F03D 1/02                  | F03D 1/02 | 3H078       |
| F03D 7/04                  | F03D 7/04 | 5H607       |
| F03D 9/00                  | F03D 9/00 |             |
| H02K 7/18                  | H02K 7/18 |             |

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 6 頁)

|           |                              |          |  |
|-----------|------------------------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2002-262495 (P2002-262495) | (71) 出願人 | 396020800<br>科学技術振興事業団   |
| (22) 出願日  | 平成14年9月9日 (2002.9.9)         | (74) 代理人 | 100099265<br>弁理士 長瀬 成城   |
|           |                              | (72) 発明者 | 金元 敏明<br>福岡県北九州市小倉南区守恒4丁目20番1号   |
|           |                              | Fターム(参考) | 3H078 AA01 AA26 AA31 BB01 BB11<br>CC01 CC22 CC62 CC73<br>5H607 AA01 BB02 BB07 BB14 BB18<br>CC05 DD04 DD17 EE50 FF26<br>GG01 GG08 |

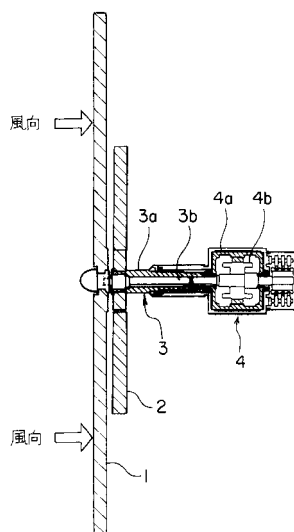
(54) 【発明の名称】 風力発電方法およびその装置

(57) 【要約】

【課題】 極微風状態から強風状態にわたって効率良く動作し、定格風速以上でもブレ - キ機構なしで一定出力が得られる風力発電方法を提供する。

【解決手段】 風力を受けて回転する同軸上に配置した前後2段の口 - タを有し、且ついずれか一方のロータを発電機の電機子口 - タに、他方のロータを発電機の界磁口 - タに連結してある風力発電装置を使用した風力発電方法であって、微風下では前記後段ロータを回転させることにより発電するようにしたことを特徴とする風力発電方法。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

前段ロータと、前段ロータよりも小径の後段ロータを同軸上に配置し、且ついずれか一方のロータを発電機の電機子ロータに、他方のロータを発電機の界磁ロータに連結してある風力発電装置を使用し、微風下では前記小径の後段ロータを回転させることにより発電するようにしたことを特徴とする風力発電方法。

## 【請求項 2】

前記後段のロータは、微風では前段のロータとは逆方向に回転し、風速の増加とともに回転速度が最高になった後徐々に減速し、停止状態を経て前段のロータと同方向に回転し始めるようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の風力発電方法。

10

## 【請求項 3】

前記前段のロータと後段のロータの相対運動の自己制御機能により定格風速以上でも出力が一定に保たれるようにしたことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の風力発電方法。

## 【請求項 4】

風力を受けて回転する大径の前段ロータと小径の後段ロータを同軸上に配設し、いずれか一方を発電機の電機子ロータに連結するとともに、他方を発電機の界磁ロータに連結する風力発電装置であって、極微風下では前段ロータが回転しなくても後段のロータが回転するべく翼の形状を構成したことを特徴とする風力発電装置。

## 【請求項 5】

前記後段のロータが、微風では前段のロータとは逆方向に回転するように設定され、風速の増加とともに回転速度が最高になった後徐々に減速し、停止状態を経て前段のロータと同方向に回転し始めるべく構成したことを特徴とする請求項 4 に記載の風力発電装置。

20

## 【請求項 6】

前記前段ロータは、微風時であっても前段ロータの羽根間の通り抜け流れを後段ロータに与えることができるように形成されたことを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の風力発電装置。

## 【請求項 7】

前記前段のロータと後段のロータの相対運動の自己制御機能により定格風速以上でも出力が一定に保たれるべく構成したことを特徴とする請求項 4 ~ 請求項 6 のいずれかに記載の風力発電装置。

30

## 【請求項 8】

前記後段のロータが、前段のロータよりも小形軽量であることを特徴とする請求項 4 ~ 請求項 7 のいずれかに記載の風力発電装置。

## 【請求項 9】

前段のロータと後段のロータの相反する回転トルクが等しい状態で回転することを特徴とする請求項 4 ~ 請求項 8 のいずれかに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、極微風状態から強風状態にわたって効率良く動作し、定格風速以上でもブレキ機構なしで一定出力が得られる風力発電方法およびその装置に関するものである。

40

## 【0002】

## 【従来の技術】

非再生資源依存型からクリーンな循環（再生）資源依存型への変換を担う一つに風力発電がある。しかし、現状の風車は次のような問題を残している。

1 大出力には大径ロータ風車が適しているが微風下では稼働せず、微風下では軽量小径ロータ風車が適しているが強風下でも出力が極めて小さいため適用範囲は限られる。

2 強風下における発電機への過負荷を避けるため、ブレキや可変ピッチなどの複雑な回転抑制機構を必要とする。

50

微風と強風の差が激しく風車にとって安定した良好な風況が豊富に得られない地域（たとえば日本）では、これらの問題を克服した独自の風車が必要である。

【0003】

単段プロペラ型、ダリウス型など従来形式の風車についての研究はかなり進んでおり、既に適用運転も随所に見られる。また、前段の口 - タ径を幾分小さくした二重プロペラ形式が提案されているが、これは単に出力の増加をねらったものであり、基本的には従来と何ら変わらない。すなわち、発電機の相対回転速度の増加により起電圧の増加は望めるが、風速の増加とともに両口 - タの回転速度が単段口 - タの場合と同様に増加して、最終的には口 - タの破損あるいは発電機の容量オーバーによる火災を招くようになる。

【0004】

10

【発明が解決しようとする課題】

そこで本発明者は、風力を受けて回転する前後2段の口 - タを同軸上に配設し、いずれか一方を発電機の電機子口 - タに連結するとともに、他方を発電機の界磁口 - タに連結する風力発電装置において、極微風下で前段口 - タが回転しなくても後段の口 - タが回転するようにし、また、風速の増加とともに回転速度が最高になった後徐々に減速し、停止状態を経て前段口 - タと同方向に回転するようにしたことを特徴とする風力発電方法およびその装置を提供し、上記従来風力発電における問題点を解決することを目的とする。

【0005】

本発明では、直径の異なる二段の口 - タが発電機の内外回転子（電機子、界磁）をそれぞれ駆動する。このとき内外回転子に働く相反トルクすなわち二段口 - タそれぞれの発生トルク（方向は逆）が同じ点で運転されるが、回転の速度や方向は任意である。ほんの微風時に前段口 - タの羽根間の通り抜け流れを後段口 - タに与えるようにすると後段の小径口 - タが回転を始める。風速が増加すると前段の大径口 - タが後段とは逆方向に回転し初め、後段が受けるエネルギーは徐々に減少するようになる。後段口 - タの最高回転速度付近ではほぼ定格出力に達し、それより強風になると相反トルクが一致するように後段口 - タの回転速度は遅くなり、停止状態を経て前段口 - タと同方向に回転するようになる。このとき両口 - タ間の相対回転速度とトルクの積、すなわち出力は風速によらず一定に保たれる。

20

【0006】

【課題を解決するための手段】

30

本発明が採用した技術開発手段は、

前段口 - タと、前段口 - タよりも小径の後段口 - タを同軸上に配置し、且ついずれか一方の口 - タを発電機の電機子口 - タに、他方の口 - タを発電機の界磁口 - タに連結してある風力発電装置を使用し、微風下では前記小径の後段口 - タを回転させることにより発電するようにしたことを特徴とする風力発電方法である。

また、前記後段の口 - タは、微風では前段の口 - タとは逆方向に回転し、風速の増加とともに回転速度が最高になった後徐々に減速し、停止状態を経て前段の口 - タと同方向に回転し始めるようにしたことを特徴とする風力発電方法である。

また、前記前段の口 - タと後段の口 - タの相対運動の自己制御機能により定格風速以上でも出力が一定に保たれるようにしたことを特徴とする風力発電方法である。

40

また、風力を受けて回転する大径の前段口 - タと小径の後段口 - タを同軸上に配設し、いずれか一方を発電機の電機子口 - タに連結するとともに、他方を発電機の界磁口 - タに連結する風力発電装置であって、極微風下では前段口 - タが回転しなくても後段の口 - タが回転するべく翼の形状を構成したことを特徴とする風力発電装置である。

また、前記後段の口 - タが、微風では前段の口 - タとは逆方向に回転するように設定され、風速の増加とともに回転速度が最高になった後徐々に減速し、停止状態を経て前段の口 - タと同方向に回転し始めるべく構成したことを特徴とする風力発電装置である。

また、前記前段口 - タは、微風時であっても前段口 - タの羽根間の通り抜け流れを後段口 - タに与えることができるように形成されたことを特徴とする風力発電装置である。

また、前記前段の口 - タと後段の口 - タの相対運動の自己制御機能により定格風速以上で

50

も出力が一定に保たれるべく構成したことを特徴とする風力発電装置である。

また、前記後段の口 - タが、前段の口 - タよりも小形軽量であることを特徴とする風力発電装置である。

また、前段の口 - タと後段の口 - タの相反する回転トルクが等しい状態で回転することを特徴とする風力発電装置である。

【 0 0 0 7 】

【実施の形態】

以下、本発明の実施形態を説明すると、図 1 はアップウィンドウ型水平軸風車に適用した例の断面図、図 2 は前後段ロータで駆動する相反転方式発電機の一例を示す図である。

図 1 において 1 は前段ロータ、2 は後段ロータ、3 は二重回転軸、3 a は外側回転軸、3 b は内側回転軸、4 は相反転方式発電機、4 a は外側回転子、4 b は内側回転子であり、これらは図示のように組立られている。前記後段ロータ 2 は同軸上で前段ロータ 1 に隣接して配置され、また後段ロータ 2 は前段ロータ 1 に対して直径が小さく、小型軽量（慣性質量が小さい）に形成されており、前段ロータ 1 の回転面積に対して後段ロータ 2 の回転面積が約 1 / 2 以下であるように形成されている。また前段ロータ 1 と後段ロータ 2 とは翼の捩れ方向が逆に形成され、同じ風の流れに対して逆転するように構成されている。前後段ロータ 1、2 はそれぞれ内外回転軸 3 b、3 a に連結され、相反転方式発電機の内外回転子 4 b、4 a を駆動する。また、図示は省略しているが、相反転方式発電機 4 はナセル内に治められ、不図示のタワー上に設置される。なお、図 1 の前後段ロータ 1、2 の取り付けを回転軸 3 a、3 b に変更することにより、ダウンウィンドウ型水平軸風車（右方向から風）にすることもできる。

【 0 0 0 8 】

なお、前記前段ロータ 1 と後段ロータ 2 との回転面積の比、あるいは前段ロータ 1 と後段ロータ 2 の慣性質量比（重量比）は、風力発電装置を設計する際に風速等を考慮して、必要とする能力に合わせて随時設計できるものである。また前段ロータ 1 は極微風時において後段ロータ 2 に好適な風を流すことができるように翼の一部を切り欠くなどの形状を採用することができる。この形状は、前段ロータ 1 の能力を落とさずに、かつ後方への風の流れを良くする形状であれば種々の形状を採用することができる。

【 0 0 0 9 】

図 2 に示す相反転方式発電機は永久磁石励磁 3 相交流同期の場合を示している。図 2 において、内側回転子（電機子ロータ）4 b、外側回転子（界磁ロータ）4 a はそれぞれ内外軸受 5 b、5 a によって支えられ、両回転子は方向を問わず自由に回転できる。内外回転子の相対回転速度で生じた起電力はスリップリング 8、ブラシ 7 を介して外部に取り出される。両回転子即ち電機子ロータと界磁ロータの内外を変更してもよいし、直流機にすることも可能である。また風力発電装置に適用する場合、ケーシング 6 はナセルと兼用することも可能である。

【 0 0 1 0 】

上記のように構成した風力発電装置では後段のロータ 2 が、微風では前段のロータ 1 とは逆方向に回転するように設定されており、風速の増加とともに回転速度が最高になった後徐々に減速し、停止状態を経て前段のロータと同方向に回転し始める構成となっている。

【 0 0 1 1 】

その原理を図 1 を例にとって以下に述べる。

極微風時においては、大径の前段ロータ 1 は慣性質量や静止トルクが大きいため停止しているが、前段ロータ 1 の羽根間を通過した流れによって慣性質量の小さい後段の小径ロータ 2 は回転を始め、発電機の外側回転子 4 a を駆動して発電する。風速の増加とともに後段ロータ 2 の回転速度は増すが、一方の前段ロータ 1 も後段ロータ 2 とは逆方向に回転し始め、内外回転子 4 b、4 a 間の相対速度を速めて高起電圧の下に出力は増大する。このとき、前段ロータ 1 の通り抜け流れ、即ち、後段ロータ 2 の受ける風力エネルギーは減少する方向に向かう。

【 0 0 1 2 】

10

20

30

40

50

ロータの回転トルクは受風面積と風速の二乗に比例し、回転速度に逆比例する。したがって、風速の増加とともに前後段ロータ2に働く回転トルクも増大するがその量は直径前段ロータ1のほうが大きいので、ある風速（後段ロータ2の最高回転速度）を越えると受風エネルギーの減少や失速と相まって、後段ロータ2は減速して回転トルクを増やそうとする（発電機は内外回転子に働く相反トルクが同じところで運転）。その傾向は風速の増加とともに強まり、後段ロータ2はトルクが最大となると停止状態に至る。更に風速が増して前段ロータ1の回転トルクが増大すると、その回転トルクと釣り合うように、後段ロータ2は前段と同方向に回り始めて送風作用（風に逆らって前方に送風）をするようになる。

#### 【0013】

発生電力に係る前後段ロータ、即ち発電機の内外回転子間の相対速度はロータの設計によって自由に設定できる。また、回転トルク特性もロータの羽根形状、枚数、直径によって自由に選定できる。例えば、前述した後段ロータ2の最高回転速度に対する風速を越えても前段ロータ1の回転速度とトルクが増加するようにし、その分後段ロータ2の回転速度の減速量を大きくとって相対速度を減少させれば、両者の積である出力は一定となる。また、前段ロータ1の失速点を早めて風速に対する回転速度とトルクの増加を抑え、その分後段ロータ2の減速量を減らしても同様なことが可能となる。一方、従来のように定格運転域で一定出力を望まないならば、極微風から極強風まで両者のロータを最高効率点付近で稼働させることも可能となる。

以上のように、本発明に係る風力発電装置では、極微風状態から強風状態にわたって効率良く作動することになり、定格風速以上でもブレ-キ機構なしで一定出力を得ることができる。

#### 【0014】

なお、本発明に用いるロータの形状、材質などは、本発明と同様の機能を達成できるものであれば、設計時において自由に選定することができる。また、前段ロータ1と後段ロータ2とは同軸上で隣接して配置することが望ましいが、所期の機能を達成できれば、ある程度離して配置することも可能である。

さらに、本発明はその精神または主要な特徴から逸脱することなく、他のいかなる形でも実施できる。そのため、前述の実施形態はあらゆる点で単なる例示にすぎず限定的に解釈してはならない。

#### 【0015】

##### 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、後段のロータ径を小さく選定して相反方式発電機との連携ブレ-により、補助機構なしで風車の稼働範囲を格段に拡大することができる。このため、微風から強風までの変化が著しく、安定した風況がえられない地域に対し、とくに有効な風力発電装置となる、優れた効果を奏することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る風力発電装置における前段ロータおよび後段ロータの構成を示す断面図である。

【図2】永久磁石励磁3相交流同期の相反方式発電機の断面図である。

##### 【符号の説明】

- 1 前段ロータ
- 2 後段ロータ
- 3 二重回転軸
- 3 a 外側回転軸
- 3 b 内側回転軸
- 4 相反方式発電機
- 4 a 外側回転子（界磁ロータ）
- 4 b 内側回転子（電機子ロータ）
- 5 a 外側軸受

10

20

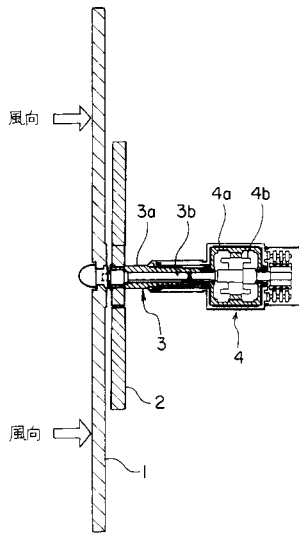
30

40

50

- 5 b 内側軸受
- 6 ケーシング
- 7 ブラシ
- 8 スリップリング

【図1】



【図2】

