

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-227453

(P2003-227453A)

(43)公開日 平成15年8月15日(2003.8.15)

(51)Int.Cl.⁷

F 0 3 D 3/06
11/00

識別記号

F I

F 0 3 D 3/06
11/00

テーマコード*(参考)

F 3 H 0 7 8
A

審査請求 未請求 請求項の数 2 書面 (全 5 頁)

(21)出願番号 特願2002-66092(P2002-66092)

(22)出願日 平成14年2月5日(2002.2.5)

(71)出願人 800000080

タマティーエルオー株式会社

東京都八王子市旭町9番1号 八王子スク

エアビル11階

(72)発明者 水野 明哲

東京都八王子市中野町2665-1 工学院大

学内

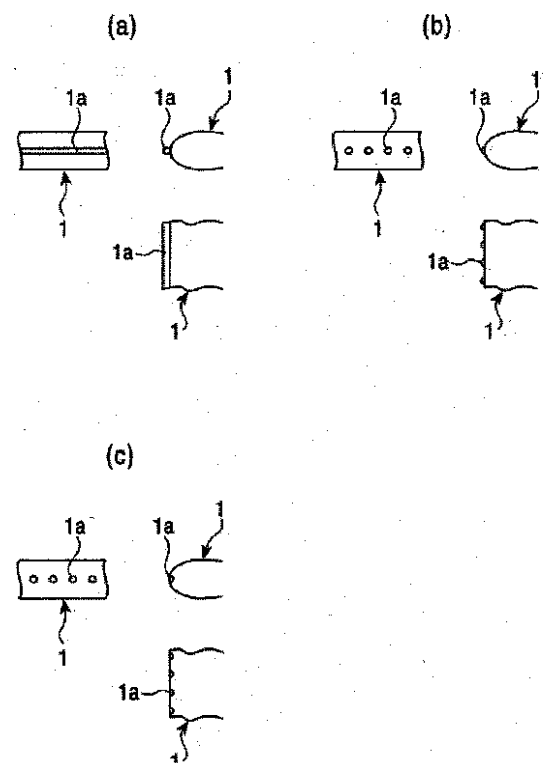
Fターム(参考) 3H078 AA08 AA26 BB11 CC02

(54)【発明の名称】 垂直軸風車

(57)【要約】

【課題】 高効率の発電を安定して行いうる垂直軸風車を提案する。

【解決手段】 複数枚の対称翼型ブレードが、回転軸周りに配設され、該回転軸を中心に回転する垂直軸風車において、該ブレードはその前縁に乱流形成促進部を有しているものとする。また、乱流形成促進部が翼弦長の0.1%以上でかつ10%以下の長さの凹凸状をなしているものとする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数枚の対称翼型ブレードが、回転軸周りに配設され、該回転軸を中心に回転する垂直軸風車において、該ブレードはその前縁に乱流形成促進部を有していることを特徴とする垂直軸風車。

【請求項 2】 乱流形成促進部が翼弦長の 0.1% 以上でかつ 10% 以下の長さの凹凸状をなしていることを特徴とする請求項 1 に記載の垂直軸風車。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、風力発電、揚水用動力などの使途に好適な垂直軸風車に関する。

【0002】

【従来の技術】地球環境問題は今日の人類社会が解決すべき大きなテーマとなっており、例えば 1997 年 12 月に開催された地球温暖化防止京都国際会議の議定書に提案されたような、具体的な改善目標が地球的規模で設定されるに至っている。このような状況のもとで風力をはじめとする自然エネルギーを利用することは、地球環境を改善する上で極めて有効な手段であるといえる。風力エネルギーはいままでもなく自然界に存在する風の力学的エネルギーであり、具体的には、発電機を介して電気エネルギーに変換して利用されたり、あるいはそのまま直接機械エネルギーとして揚水用動力などとして利用される。

【0003】ところで、風力エネルギーを利用するための風車は水平軸風車と垂直軸風車の 2 方式に大別される。水平軸風車はよく知られているように風車の回転軸が地面にほぼ水平に保たれる方式であり、垂直軸風車は図 1 に示すように風車の回転軸が地面にほぼ垂直に保たれる方式である。このうち水平軸風車は古くから蓄積された航空機のプロペラ理論を基礎にして進歩したため、例えば「風力発電技術」(1992 年 2 月改訂 パワー社)に開示されるようにすでに実用域に達した技術であるといえる。

【0004】一方、垂直軸風車はその回転軸が地面にほぼ垂直に設置された方式の風車であって、未だその技術は十分に確立されてはいないのが実情である。しかし、この垂直軸風車は水平軸風車に比較して以下のような特徴を有していることから、発電用などとして今後の発展が大いに期待される方式である。

(1) 風向の変化に対する方向制御(首振りのメカニズム)が不要であるので構造を簡単にできる。また、翼のねじれがないので構造が簡単であり、制作費も安くできる。

(2) 風向が変化してもジャイロ効果による振動が発生しない。また、ジャイロモーメントによる強度上の負担もない。

(3) 風向の変化に対する遅れが生じない。

(4) 周速比すなわち旋回速度と流入風速の比に対す

る性能の安定性がよいので、高さ方向の風速分布や時間的変動があっても高性能を維持できる。

(5) 発電機が地面に固定できるので、大きさや重量の制約が少なく、低回転数での直接発電も可能である。ここに、垂直軸風車が回転する機構は、詳細については後述するが、いったん風車がいずれかの方向に回転し始めると、ブレードに働く揚力によって回転のためのトルクが発生し、このトルクによって風車の回転が持続するものである。

10 【0005】

【発明が解決しようとする課題】発明者は、このような利点を有する垂直軸風車を実用化すべく、実験研究を推し進めることとした。しかしながら、その過程で、発明者は従来型の垂直軸風車では必ずしも安定した出力が得られないこと、また効率がいまだ十分とはいえないことなどの問題に直面した。そこで、本発明は、上述した従来の垂直軸風車が抱えていた問題に鑑み、より安定した運転と高効率の発電を行いうる垂直軸風車を提案することを目的とする。

20 【0006】

【課題を解決するための手段】発明者は、対称翼型のブレードを用いた風洞実験などから、ブレード近傍の気流を詳細に観察・検討を行った結果、回転を効率よく行なうためにはブレードの迎え角を大きくすることが効果的であるが、迎え角を大きくするとブレード表面における境界層剥離の発生が大きく、逆に悪影響を及ぼすこと、またこの境界層剥離を抑制するにはブレードの前縁近傍の表面に凹凸を付与することにより、ブレード背面の気流境界層が早く乱流に移行するため剥離が遅れ、ブレード性能を著しく改善するという事を知見した。

30

【0007】本発明は、上記知見に基づいてなされたものであり、複数枚の対称翼型ブレードが、回転軸周りに配設され、該回転軸を中心に回転する垂直軸風車において、該ブレードはその前縁に乱流形成促進部を有していることを特徴とする垂直軸風車である。また、上記発明においては、乱流形成促進部がブレードの翼弦長の 0.1% 以上でかつ 10% 以下の長さの凹凸状をなしていることが好ましい。

【0008】

40

【発明の実施の形態】垂直軸型風車は図 1 に例示するように、回転軸 2 が鉛直に設置され、回転軸 2 には支柱 3 を介して対称ないし対称に近い翼型ブレード 1 (図 1 ではブレード数が 3 枚)が固定されている。また、回転軸 2 には発電機 4 が直接的に固定されるか伝達機構を介して回転可能としてある。ここで、各ブレードは図 2 に示すように、対称翼型ブレードである。すなわち、これらのブレードは柱状をなしており、柱体の軸に垂直な断面が長軸 a に対してほぼ対称であるとともに、ブレードの断面形状は流線型をなしている。なお、実機ではブレーキやクラッチなども必要になるが、本発明に直接関係の

50

ない機器については記述を省略する。

【0009】垂直軸型風車の回転機構について、図3により詳細に説明する。図3において、左方から右方向に向かう風向の気流中で、ブレードが時計方向に回転している状態にあるとする。風速 U とブレード周速 V との合速度として相対速度 W が形成され、この合速度 W に基づいて W に垂直に揚力 L が発生する。このため、ブレードにはこの揚力 L の回転方向（ t 方向）成分 L_t が発生することとなり、この L_t が駆動力となって、回転軸を中心にしてブレードの回転が持続する。ブレードは対称翼型またはそれに近い形状であるので、ブレードがどの回転軸位置にあっても、揚力 L の回転方向成分が存在し、風車の回転が持続可能となる。なお、図1や図3で示した風車は回転軸周りに3枚の対称翼型ブレードを具えた場合であったが、上述した回転の機構はブレード数が2枚以上であれば同様に成り立つ。表面の凹凸が境界層制御に役立つことは、たとえばゴルフボールのディンプルなど広く経験されていることである。本発明は前縁に乱流促進装置を置くことで、ブレードの必要な面のみに乱流促進効果が有効に働くことを特徴とする。

【0010】さて、発明者の研究によれば、こうした従来の対称翼型ブレードを具えた垂直軸風車の効率が未だ十分に発揮されないのは、回転中のブレードが例えば図4(a)の位置にあるときに、ブレードの背面側（図4では上面側）で境界層（層流境界層）剥離が生じるからである。発明者はこうした境界層剥離が垂直軸風車の効率を低下させていることを確認した。そこで、発明者は、こうした境界層剥離を生じさせないための対称翼型ブレードの形状について鋭意検討を行った。その結果、図4(b)の1aに例示するように、対称翼型ブレードの前縁に凹凸部（正確には凹部および／または凸部）の乱流形成促進部を形成しておくと、前縁近傍の層流気流が乱流となり、境界層剥離のタイミングが遅れブレードの後方にずれることがわかった。

【0011】なお、対称翼型ブレードが回転軸を中心にして回転して、対称翼型ブレードの迎え角が図4の場合（ α ）と逆になる位置（ $-\alpha$ ）にきた場合には、境界層剥離はブレードの下面で生じる。この位置に対称翼型ブレードがあるときにも、前縁に形成した凹凸部による乱流形成促進の機能は同様に発揮されて、所期の効果が得られる。このようにして、本発明では、対称翼型ブレードの前縁に乱流形成促進部を設けるので、風に対する迎え角がいかなる場合であっても、背面側に形成されやすい境界層剥離を常に遅延させるという効果が得られる。さらに、風向が正面（迎え角が0）からきている場合には、乱流形成促進部がよどみ点付近の流れの少ない部分

に存在するため、乱流形成促進部がもたらす障害はほとんどなく、無視できる程度である。

【0012】発明者は、その後、さらに詳細な調査・検討を行ったところ、前縁に形成する乱流形成促進部の形態は、図5(a)に例示するように凸状の突起が柱体の軸方向に連続したもの、図5(b)に示すように凸状の突起が点状に分布したもの、図5(c)に示すように凹状のへこみからなるものなどのほか、凹部と凸部が混在したもの、またこれら配列の如何を問わず、乱流形成を促進する形状のものであれば同様な効果が得られることがわかった。また、乱流形成促進部のサイズは高さ（凸部の場合は山高さ、凹部の場合には谷深さ、凹凸混在の場合には山高さと谷深さの合計）が翼弦長の0.1%以上でかつ10%以下の長さであることが好ましいこともわかった。翼弦長の0.1%以下では剥離の遅れは観察されず効果が見られない。また10%を越えると流れに対する抵抗が大きくなり効率が低下する。ここで、翼弦長とはブレードの進行方向（図2中aの方向）の長さであり、前縁とはブレードの最先端部を意味するものとす

る。垂直軸風車の対称翼型ブレードが上述したような乱流形成促進のための凹凸部を具備すれば、その乱流発生機能によってブレードの背面側に形成されやすい境界層剥離が抑制され、結果的に風車の効率が改善されるのである。さらに、本発明の凹凸をつけることで、ブレード周りの流れに回り込みが発生するので容易に回転が起動され、従来困難とされた自己起動特性にも有利となる。これは、真横から流れがぶつかった場合にも凹凸のためにブレードの背面で剥離の少ない流れとなるために推進力が発生することによるものである。

【0013】

【実施例】厚み4.5mm、翼弦長250mm、長さ2400mmの寸法からなる対称翼型ブレードを硬質塩化ビニルの材料を用いて作製した。半径1800mm、3枚翼の構成とした。ブレードの前縁には高さが2.5mmの点状の凹凸を付与したブレード（発明例）と、このような凹凸を形成しないもの（比較例）をそれぞれ3枚使用して図1に示す風車を製作した。このようにして製作した風車を、風速5m/sおよび8m/sの気流中におき、出力性能を測定した。得られた結果を表1に示す。周速比や負荷条件などにより異なるものではあるが、典型的な測定例を示す。またそのときの出力係数の比較結果を表2に示す。本発明による凹凸を負荷することで15%程度の性能向上が計られていることがわかった。

【0014】

【表1】

	5 m/s	8 m/s
発明例	0.23 kW	1.08 kW
比較例	0.20 kW	0.93 kW

【0015】

* * 【表2】

出力係数の比較

	5 m/s	8 m/s
発明例	0.35	0.41
比較例	0.31	0.35

【0016】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、対称翼型ブレードの前縁に乱流形成促進部を有しているので、以下の効果が期待できるのである。

1) 安定した運転と高効率の発電を行いうる垂直軸風車を提供することが可能となる。

2) 周速比を低く設定できるので、低速回転で高性能を発揮でき、騒音問題回避が図られる上、遠心力が軽減されるので強度設計上の自由度が増加する。

3) 厚いブレードでも高性能を発揮できるため、強度設計が容易となる。

4) ブレード周りの流れに回り込みが発生し、従来困難とされた自己起動特性に有利となる。

5) 風力エネルギーの利用による地球環境改善に大いに寄与する。

【図面の簡単な説明】

【図1】垂直軸風車の1例を示す斜視図である。

【図2】垂直軸風車に用いる対称翼型ブレードを示す斜視図および平面図である。

【図3】垂直軸風車の回転機構を説明するための模式図である。

【図4】対称軸翼型ブレードの近傍における気流の状態を示す模式図である。

【図5】対称翼型ブレードの前縁に形成される乱流形成促進部の例を示す模式図である。

【符号の説明】

1: 対称翼型ブレード

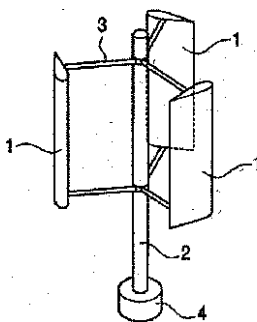
2: 回転軸

3: 支柱

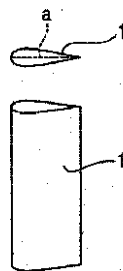
4: 発電機

1a: 乱流形成促進部

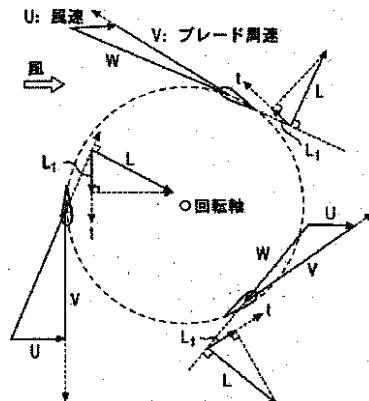
【図1】



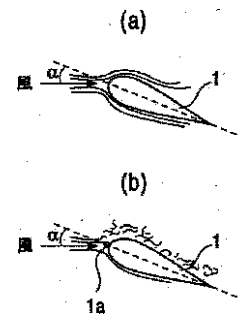
【図2】



【図3】



【図4】



【図 5】

