

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2010-522848

(P2010-522848A)

(43) 公表日 平成22年7月8日(2010.7.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>F03D 11/00 (2006.01)</b>	F03D 11/00 Z	3H078
<b>F03D 1/06 (2006.01)</b>	F03D 1/06 A	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2010-501371 (P2010-501371) (86) (22) 出願日 平成20年3月31日 (2008.3.31) (85) 翻訳文提出日 平成21年11月27日 (2009.11.27) (86) 国際出願番号 PCT/DK2008/000125 (87) 国際公開番号 W02008/119354 (87) 国際公開日 平成20年10月9日 (2008.10.9) (31) 優先権主張番号 PA200700499 (32) 優先日 平成19年3月30日 (2007.3.30) (33) 優先権主張国 デンマーク (DK)	(71) 出願人 509272425 ヴェスタス ウインド, システムズ エー /エス デンマーク, DK-8940 ランダース エスヴィ, アルスヴェイ 21 (74) 代理人 100064447 弁理士 岡部 正夫 (74) 代理人 100094112 弁理士 岡部 譲 (74) 代理人 100101498 弁理士 越智 隆夫 (74) 代理人 100107401 弁理士 高橋 誠一郎 (74) 代理人 100106183 弁理士 吉澤 弘司
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 風力タービンプレード位置測定システム

## (57) 【要約】

本発明は、信号の無線送信によって風力タービンプレードの少なくとも一部の位置を測定するシステムであって、風力タービンプレードに取り付けられる送信装置と、受信装置と、少なくとも1つの位置計算コンピュータとを備え、上記信号は、上記少なくとも1つの送信装置から上記受信装置へ無線送信され、上記位置計算コンピュータは、上記受信装置によって受信される上記信号に基づいて位置データを計算し、該位置データは、上記風力タービンプレードの少なくとも一部の位置を示す、システムに関する。

【選択図】 図3

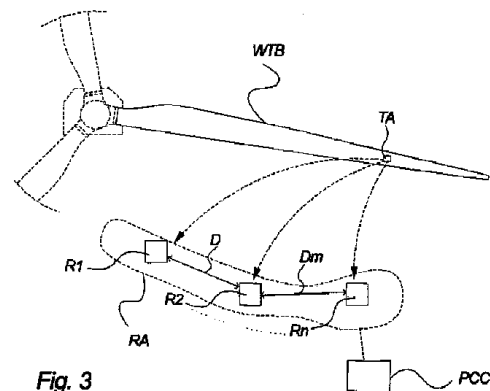


Fig. 3

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

信号の無線送信によって風力タービンプレードの少なくとも一部の位置を測定するシステムであって、

前記風力タービンプレードに取り付けられる送信装置と、

受信装置と、

少なくとも 1 つの位置計算コンピュータと

を備え、

前記信号は、前記少なくとも 1 つの送信装置から前記受信装置へ無線送信され、前記位置計算コンピュータは、前記受信装置によって受信される前記信号に基づいて位置データを計算し、該位置データは、前記風力タービンプレードの少なくとも一部の位置を示す、システム。

10

**【請求項 2】**

前記信号は位置データを伴わない、請求項 1 に記載の信号の無線送信システム。

**【請求項 3】**

前記送信装置は、前記風力タービンプレードの相互に異なる位置に好ましくは取り付けられる少なくとも 2 つの送信機を備える、請求項 1 又は 2 に記載の信号の無線送信システム。

**【請求項 4】**

前記受信装置は少なくとも 2 つの受信機を備える、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の信号の無線送信システム。

20

**【請求項 5】**

前記位置データは、前記受信装置によって受信される前記信号に基づいて三角測量計算、三辺測量計算、及び / 又は多辺測量計算を用いて、前記位置計算コンピュータによって計算される、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の信号の無線送信システム。

**【請求項 6】**

前記送信装置は、前記風力タービンプレード内に / 上に取り付けられる R F I D (無線認証) タグによって少なくとも部分的に実装される、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の信号の無線送信システム。

**【請求項 7】**

前記送信装置は、信号を前記受信装置へ送信する複数の送信機を備え、それによって前記風力タービンプレードの複数の点の位置を測定する、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の信号の無線送信システム。

30

**【請求項 8】**

風力タービンプレードの少なくとも一部の位置を測定する方法であって、

前記風力タービンプレード内に / 上に取り付けられる少なくとも 1 つの送信装置から所定の信号を送信するステップと、

前記信号を受信装置によって受信するステップと、

前記受信信号に基づいて位置計算コンピュータが実行する計算に基づいて、位置データを確立するステップと、

40

を含む、方法。

**【請求項 9】**

前記信号は前記位置データを伴わない、請求項 8 に記載の風力タービンプレードの少なくとも一部の位置を測定する方法。

**【請求項 10】**

前記計算は、前記受信信号に基づいて三角測量、三辺測量及び / 又は多辺測量として実行される、請求項 8 又は 9 に記載の風力タービンプレードの少なくとも一部の位置を測定する方法。

**【請求項 11】**

前記信号は、前記風力タービンプレード内に / 上に取り付けられる R F I D タグによっ

50

て少なくとも部分的に形成される送信装置によって確立される、請求項 8 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の風力タービンプレードの少なくとも一部の位置を測定する方法。

【請求項 12】

少なくとも 1 つの信号を無線送信する少なくとも 1 つの送信装置を備える風力タービンプレードであって、前記送信装置は、RFID タグによって少なくとも部分的に形成される、風力タービンプレード。

【請求項 13】

前記信号を利用して前記風力タービンプレード及び / 又は該風力タービンプレードの一部の位置を、該風力タービンプレードの外部で測定する、請求項 12 に記載の風力タービンプレード。

10

【請求項 14】

前記信号は、前記送信装置、前記風力タービンプレード、又は該風力タービンプレードの部分の絶対位置又は相対位置を測定するために確立される、請求項 12 又は 13 に記載の風力タービンプレード。

【請求項 15】

前記送信装置は、前記風力タービンプレードに組み込まれるか又は該風力タービンプレード上に取り付けられる、請求項 12 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の風力タービンプレード。

【請求項 16】

前記少なくとも 2 つの送信機は電磁送信機を含む、請求項 12 ~ 15 のいずれか 1 項に記載の風力タービンプレード。

20

【請求項 17】

前記信号は位置データで符号化されていない、請求項 12 ~ 16 のいずれか 1 項に記載の風力タービンプレード。

【請求項 18】

請求項 12 ~ 17 のいずれか 1 項に記載の風力タービンプレードを備える風力タービン。

【請求項 19】

風力タービンプレードの少なくとも一部の位置を測定するための無線信号の使用であって、前記無線信号は前記風力タービンプレードから無線送信され、該信号は位置データで符号化されていない、無線信号の使用。

30

【請求項 20】

前記風力タービンプレードは、請求項 12 ~ 17 のいずれか 1 項に記載の風力タービンプレードである、請求項 19 に記載の無線信号の使用。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、風力タービンのブレード位置を測定するシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

風力タービンの動作を最適化することに関して、多くの監視技術がエラーを予想するために、また風力タービン発電機のエネルギー生産を最適化することに関連して開示されている。

40

【0003】

国際特許出願の特許文献 1 は、3 つの GPS 衛星からの信号を受信する GPS 受信機であり得る位置表示器によって、風力タービンのブレード上に配置される位置表示器の位置を測定してその位置を確立することを可能にする方法に関する。位置は、風力タービン内及び / 又はその周囲の固定位置に配置される送信機のようなローカル送信機からの信号に基づいて測定することができる。

【0004】

50

従来技術に関する１つの問題は、GPS受信機をブレード内に取り付けなければならない、その結果、取り付け及び保守が非常に複雑になり且つコストがかかる可能性をもたらすことである。上述の従来技術のさらなる問題は、ブレード又はブレードのブレード部分の相対位置又は絶対位置を測定するためには、データ及び／又は信号の処理をブレード内で実行する必要があるということである。GPS受信機等の比較的精密な電子機器をブレード内に取り付けることに関するさらなる問題は、たとえば比較的大きな温度差並びにブレードの振動及び回転によって生じる機械的応力に耐えるために、機器は非常にロバストでなければならないということである。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0005】

【特許文献１】国際公開第2005/068834号パンフレット

【発明の概要】

【0006】

本発明は、信号の無線送信によって風力タービンブレードの少なくとも一部の位置を測定するシステムであって、

風力タービンブレードに取り付けられる送信装置と、

受信装置と、

少なくとも１つの位置計算コンピュータとを備え、

上記信号は、上記少なくとも１つの送信装置から上記受信装置へ無線送信され、上記位置計算コンピュータは、上記受信装置によって受信される上記信号に基づいて位置データを計算し、該位置データは、上記風力タービンブレードの少なくとも一部の位置を示す、システムに関する。

20

【0007】

本発明の一実施の形態では、上記パッシブ位置信号は位置データを伴わない。

【0008】

本発明の一実施の形態では、上記送信装置は、風力タービンブレードの相互に異なる位置に好ましくは取り付けられる少なくとも２つの送信機を備える。

【0009】

本発明の一実施の形態では、上記受信装置は少なくとも２つの受信機を備える。

30

【0010】

本発明の一実施の形態では、上記信号は、位置が三角測量計算によって計算される信号である。

【0011】

本発明の一実施の形態では、上記信号は、位置が三辺測量計算によって計算される信号である。

【0012】

本発明の一実施の形態では、上記信号は、位置が多辺測量計算によって計算される信号である。

【0013】

40

本発明の一実施の形態では、上記送信装置は、上記風力タービンブレード内に／上に取り付けられるRFID(Radio Frequency Identification:無線認証)タグによって少なくとも部分的に実装される。

【0014】

本発明の一実施の形態では、上記送信装置は、信号を上記受信装置へ送信する複数の送信機を備え、それによって上記風力タービンブレードの複数の点の位置を測定する。

【0015】

１つの風力タービンブレードがいくつかの送信機を備えることができることは、本発明の一実施の形態による非常に有利な特徴である。風力タービンブレードの複数の点の位置を測定することによって、ブレードを完全に又は部分的にマッピングし、それによって、

50

起こり得る風力タービンプレードの捩れ又は撓みを測定することが可能である。

【0016】

さらに、本発明は、風力タービンプレードの少なくとも一部の位置を測定する方法であって、上記風力タービンプレードに関連して所定の位置に位置付けられる少なくとも1つの送信装置から所定の信号を送信するステップと、該信号を少なくとも3つの受信機において受信するステップと、位置計算コンピュータに関連して実行される計算に基づいて、位置データを確立するステップとを含む、方法に関する。

【0017】

本発明の一実施の形態では、上記信号は位置データを伴わない。

【0018】

本発明の一実施の形態では、上記計算は、上記受信信号に基づいて三角測量、三辺測量及び/又は多辺測量として実行される。

【0019】

本発明の一実施の形態では、上記信号は、上記風力タービンプレード内に/上に取り付けられるRFIDタグによって少なくとも部分的に形成される送信装置によって確立される。

【0020】

さらに、本発明は、少なくとも1つの信号を無線送信する少なくとも1つの送信装置を備える風力タービンプレードであって、上記送信装置は、RFIDタグによって少なくとも部分的に形成される、風力タービンプレードに関する。

【0021】

本発明の一実施の形態では、上記信号を利用して上記風力タービンプレード及び/又は該風力タービンプレードの一部の位置を、風力タービンプレードの外部で測定する。

【0022】

本発明の一実施の形態では、上記信号は、送信装置、風力タービンプレード、又は該風力タービンプレードの部分の絶対位置又は相対位置を測定するのに確立される。

【0023】

本発明の一実施の形態では、上記送信装置は、風力タービンプレードに組み込まれるか又は該風力タービンプレード上に取り付けられる。

【0024】

本発明の一実施の形態では、上記少なくとも2つの送信機は電磁送信機である。

【0025】

本発明の一実施の形態では、上記信号は位置データで符号化されていない。

【0026】

本発明の一実施の形態では、上記風力タービンは、風力タービンプレードを備える。

【0027】

さらに、本発明は、風力タービンプレードの少なくとも一部の位置を測定するための無線信号の使用であって、無線信号は風力タービンプレードから無線送信され、該信号は位置データで符号化されていない、無線信号の使用に関する。

【0028】

本発明の一実施の形態では、風力タービンプレードが、請求項12～17のいずれか1項に記載の風力タービンプレードである、請求項19に記載の無線信号の使用。

【0029】

本発明の一実施の形態では、上記信号(複数可)を利用して上記風力タービンプレード及び/又は該風力タービンプレードの一部の位置を、風力タービンプレードの外部で測定する。

【0030】

本発明の一実施の形態では、上記信号は、送信装置、風力タービンプレード、又は該風力タービンプレードの一部の外部絶対位置又は相対位置を測定するために確立される。

【0031】

10

20

30

40

50

パッシブ位置データは、本発明によれば、それ自体は位置データを含まないが受信機において受信されると位置を示す信号として理解される。すなわち、位置は、送信機から送信される信号に基づいて受信機において測定される。この信号は、非常に単純且つ短いパースト、たとえば無線信号又は超音波信号であり得る。

【 0 0 3 2 】

本発明の一実施の形態によれば、風力タービンブレードが単純な送信機しか備えないことは非常に有利な特徴である。これは、従来技術のシステムの場合には必要であった複雑な回路、受信ユニット等を風力タービンブレード内へ実装する必要がないことを意味する。従来技術のシステムは、信号を受信する手段、及び位置データを処理して再送信する手段の両方を有していなければならない。これはさらに、送信機を既存の風力タービンブレードに簡単且つ低コストで組み込んで改装することを伴う。

10

【 0 0 3 3 】

本発明の位置測定を使用して、風力タービンの使用エネルギー生産を最適化することができる。さらに、本発明による位置測定は、通常のブレード位置データ、たとえばブレード角度をダブルチェックするために風力タービンブレードの位置測定を行うことの均等物として使用することができる。

【 0 0 3 4 】

本発明の一実施の形態では、上記送信装置は、風力タービンブレードに組み込まれる。

【 0 0 3 5 】

本発明の一実施の形態では、上記送信装置は、風力タービンブレード上に取り付けられる。

20

【 0 0 3 6 】

本発明の有利な一実施の形態によれば、送信装置を風力タービンブレードに組み込んで改装することができる。さらに、欠陥があるか又は古くなった送信機を容易に交換することが可能である。

【 0 0 3 7 】

本発明の一実施の形態では、位置計算コンピュータが実行する計算によって上記風力タービンブレードの位置を少なくとも部分的に測定する位置データを生成するために、上記信号を利用する。

【 0 0 3 8 】

30

本発明の一実施の形態では、上記少なくとも2つの送信機は電磁送信機である。

【 0 0 3 9 】

本発明の一実施の形態では、上記少なくとも2つの送信機は超音波送信機である。

【 0 0 4 0 】

本発明の一実施の形態では、上記風力タービンブレード及び/又は該風力タービンブレードの一部の位置を測定することは、風力タービンの方位角とは無関係に行われる。

【 0 0 4 1 】

さらに、本発明は、信号の無線送信システムであって、  
風力タービンブレードに関連する少なくとも1つの送信装置と、  
受信装置と、

40

少なくとも1つの位置計算コンピュータとを備え、

上記信号は、上記少なくとも1つの送信装置から上記少なくとも3つの受信機へ無線送信され、上記位置計算コンピュータは、上記信号に基づいて位置データを生成することができる、システムに関する。

【 0 0 4 2 】

位置データは、本発明によれば、風力タービンブレードの絶対位置又は相対位置を少なくとも部分的に示すデータとして理解される。

【 0 0 4 3 】

本発明の一実施の形態では、上記信号は位置データを伴わない。

【 0 0 4 4 】

50

本発明の一実施の形態では、上記送信装置は、風力タービンプレードの相互に異なる位置に好ましくは取り付けられる少なくとも2つの送信機を備える。

【0045】

本発明の一実施の形態では、上記受信装置は少なくとも3つの受信機を備える。

【0046】

本発明の一実施の形態では、上記無線送信は電磁送信であることが好ましい。

【0047】

本発明の一実施の形態では、上記無線送信は超音波送信であることが好ましい。

【0048】

本発明の一実施の形態では、上記信号は、風力タービンプレードの位置を部分的に表す。

【0049】

本発明の代替的な一実施の形態によれば、たとえばデータが、送信機に関連して外部供給源から導出され得る位置データと組み合わせられる場合、信号はブレードの位置を部分的に表わし得る。さらに、信号は、送信機又は風力タービンプレードの識別証明を備え得るか又は識別証明がその後続く場合がある。

【0050】

本発明の一実施の形態では、上記受信装置及び/又は上記送信機は、RFIDタグによって少なくとも部分的に実装される。

【0051】

本発明の一実施の形態によれば、送信機T及び受信機Rは、RFIDタグによって実装される。RFID(無線認証)タグは、無線信号を介してデータを送信することができる識別ラベル又はタグとして理解される。ラベル上のバーコードがそのラベルが取り付けられる物品を識別するのに使用することができる情報を記憶するのと同様の方法で、たとえばタグが取り付けられる物品を識別するのに使用することができる情報を記憶する電気トランスポンダを使用するプロセス。RFIDタグは、送信機(たとえばRFID送信機又は送受信機)からの無線クエリを受信し且つこれに応答させることができる複数のアンテナを含み得る。アクティブRFIDタグを利用することによって送信機及び/又は受信機を実装することができることは、これらのタグが非常に安価でほとんど全くエネルギーを消費しないということから非常に有利である。受信装置内の受信機Rは、いわゆる読取装置によって実装することができ、読取装置は、電波を放射すると共にRFIDタグから応答信号を受信する1つ又は複数のアンテナを使用するデバイスとして理解される。読み取り装置は、送信機からの信号を復号し、この情報をデジタル化して位置計算コンピュータへ通信することができる。さらに、これらは非常に小さくて平らであるため、風力タービンプレード上にブレードの面と同じ高さで取り付けするのに非常に適している。

【0052】

本発明の一実施の形態では、上記送信装置は、少なくとも1つの指向性送信機を備える。

【0053】

本発明の一実施の形態では、上記送信装置は、少なくとも1つの指向性受信機を備える。

【0054】

本発明の一実施の形態では、上記送信装置は、少なくとも1つのトランスポンダを備える。

【0055】

トランスポンダは、本発明の一実施の形態によれば、遠隔起動及び遠隔励起することができるデバイスとして理解される。

【0056】

さらに、本発明は、風力タービンプレードの少なくとも一部の位置を測定するための無線信号の使用に関する。

## 【 0 0 5 7 】

本発明の一実施の形態では、上記計算は、上記信号の送信及び受信間の信号の時間遅延を表すデータを利用することによって実行される。

## 【 0 0 5 8 】

本発明の一実施の形態では、上記計算は、上記少なくとも3つの受信機における上記信号の受信間の信号の時間差を表すデータを利用することによって実行される。

## 【 0 0 5 9 】

さらに、本発明は、システムにおける少なくとも1つの風力タービンプレードの撓みを測定する方法であって、該システムは少なくとも1つの風力タービンプレードを備え、

少なくとも1つの送信機Tは、上記風力タービンプレード及び少なくとも1つの受信機に関連して所定の位置に位置付けられ、

上記送信機Tは信号を送信するようになっており、

上記受信機は上記信号を受信するようになっており、

送信機と受信機との間の距離(D1、D2)は、受信機における信号の到来時間を測定することによって計算され、それによって上記風力タービンプレードの撓みを測定する、方法に関する。

## 【 0 0 6 0 】

測定距離を所定の基準パラメータと比較することによって、風力タービンプレードが曲がりすぎていないか又は撓みすぎていないか(これは、たとえばタワーとの衝突を引き起こす場合がある)を判定することができる。このように、非常に有利な特徴が得られる。

## 【 0 0 6 1 】

さらに、本発明は、請求項12~17のいずれか1項に記載の風力タービンプレードを備える風力タービンに関する。

## 【 0 0 6 2 】

図面を参照して本発明を以下で説明する。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 6 3 】

【図1】現代的な風力タービン1を示す。

【図2】本発明の一実施形態による、パッシブ位置信号PPSの無線送信システムを示す。

【図3】本発明の一実施形態による、パッシブ位置信号PPSの無線送信システムを示す。

【図4a】本発明の1つの代替的な実施形態による、風力タービンプレードの位置を測定するシステムを示す。

【図4b】本発明の1つの代替的な実施形態による、風力タービンプレードの位置を測定するシステムを示す。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 6 4 】

図1は、現代的な風力タービン1を示す。風力タービン1は、基礎上に位置付けられるタワー2を備える。ヨー機構を有する風力タービンナセル3が、タワー2の頂部に配置される。

## 【 0 0 6 5 】

低速シャフトが、ナセル前部から延出し、風力タービンハブ4を介して風力タービンロータと接続する。風力タービンロータは、少なくとも1つのロータブレード、たとえば図示のように3つのロータブレード5を備える。

## 【 0 0 6 6 】

図2は、本発明の一実施形態による、いわゆるパッシブ位置信号PPSの無線送信システムを示す。

## 【 0 0 6 7 】

パッシブ位置信号PPSという用語は、幾何学的空間における風力タービンプレードの

10

20

30

40

50



位置を反映する信号と、本願を通して述べられる他の信号との間で混乱するのを防ぐために導入される。したがって、パッシブ位置信号 P P S は、詳細な説明の残りの箇所を通して、風力タービンプレードに取り付けられる送信装置 T A から送信される信号を定義する。

【 0 0 6 8 】

図は、位置計算コンピュータ P C C に関連する風力タービンプレード W T B 及び受信装置 R A を示す。1つ又は複数の送信機 T は、風力タービンプレード W T B に関連して所定の位置に位置付けられる送信装置 T A 内に配置される。送信機 T は、無線信号を送信する手段を備える。無線送信される信号は、異なる種類の信号、たとえば無線通信信号、超音波信号、光信号等であり得る。いわゆるパッシブ位置信号 P P S の意味は、この信号が、位置計算の基礎としての役割を果たし得るデータ（このようなデータはたとえば、タイムスタンプ、衛星情報等であり得る）を含んでいないことである。

10

【 0 0 6 9 】

一実施形態では、パッシブ位置信号 P P S に含まれる情報は、パッシブ位置信号 P P S の送信元である送信機の識別証明である。

【 0 0 7 0 】

パッシブ位置信号 P P S は、受信装置によって受信され、位置計算コンピュータ P C C が通常実行する計算によって位置表示するデータとなる。すなわち、位置は、送信装置 T A から送信される1つ又は通常複数の信号に基づいて測定される。換言すれば、パッシブ位置信号 P P S は、比較的ロバストで単純な方法で本発明の一実施形態に従って確立することができるが、一方、主信号処理は外部で実行され得る。

20

【 0 0 7 1 】

受信装置 R A は、通常、送信装置 T A によって送信される信号を受信する1つ又は複数の受信機 R を備え得る。受信機 R は、本発明の実施形態に従って、本発明の範囲内の多数の場所（たとえば、地面に、タワー T に関連して、風力発電地帯内の他の風力タービンにおいて等）に位置付けられ得る。

【 0 0 7 2 】

送信装置 T A に関連する送信機（複数可）は、上述した例による信号を送信する手段を備える任意のデバイス又は単純な回路とすることができる。

【 0 0 7 3 】

送信機の単純さに起因して、これらの送信機の電力消費を非常に低くすることができ、これは、風力タービンプレード W T B に関連する分散型送信機が、太陽エネルギー等のような局所的に生成されたエネルギーを供給され得ることを意味する。代替的に、エネルギーは、電池（たとえば、長寿命電池セル又はエネルギー蓄積装置）から供給され得る。

30

【 0 0 7 4 】

上述のアクティブ送信機へのさらなる代替は、外部からエネルギー供給されるパッシブ送信機である。本発明の一実施形態によって適用することができるパッシブ送信機の1つのタイプは、外部からエネルギー供給することができるトランスポンダ又は任意の種類の送信機である。

【 0 0 7 5 】

送信機 T から送信されるこの信号は、非常に単純且つ短いバースト、たとえば高周波であり得る。

40

【 0 0 7 6 】

位置計算コンピュータ P C C は、送信機 T と3つ以上の受信機 R との間の距離を測定することによって、風力タービンプレード W T B に関連して配置される送信機 T の位置を計算することができる。信号は既知の速度で進行するため、信号の送信及び受信間の時間遅延の測定から、本発明の一実施形態に従って送信機 T と受信機 R それぞれとの間の距離を計算することが可能である。

【 0 0 7 7 】

本発明の大きな利点は、位置計算コンピュータ P C C を風力タービンプレード W T B に

50

対して外部に位置付けることができることである。これは、位置計算コンピュータPCCを容易に保守及びたとえソフトウェア更新することができることを意味する。

【0078】

位置計算コンピュータPCCは、通常、風力タービンWTに関連して配置される、風力タービン制御部WTCのソフトウェア又はハードウェア実装された集積部分であり得る。これは、データが、深刻な遅延を引き起こし得る再指向性を有しないもの（no re-directed）でなくてもよいという点で有利であり得る。代替的に、位置計算コンピュータPCCは、継続的に、要求に応じて、又は特定の事象が起きた場合のいずれにおいても正確で適切な受信先にメッセージを送信することができる、独立したスタンドアロンデバイスであってもよい。

10

【0079】

風力タービンブレードWTB又はブレード部分の絶対位置又は相対位置は、多くの異なる方法で確立することができる。本発明の範囲内にある多くの適用可能な実施形態のうちのいくつかは、以下で述べられる。

【0080】

少なくとも3つの受信機の位置及びこれら受信機までの距離を測定することによって、位置計算コンピュータPCCは、たとえば多辺測量プロセス、三辺測量プロセス、又は三角測量プロセスを使用して、送信機の位置、したがって風力タービンブレードWTBの位置を計算することができる。これに基づいて、風力タービンは、風力タービンブレードWTBの位置が危険である場合、たとえば風力タービンを停止することによって対処することができる。

20

【0081】

三辺測量は、三角測量と同様に三角形の配置を使用して物体の相対位置を測定する方法として理解される。角度測定を（少なくとも1つの既知の距離と共に）使用して対象物の地点を計算する三角測量とは異なり、三辺測量は、2つ以上の基準点の既知の地点、及び対象物と各基準点との間の測定距離を使用する。距離は、RSSI（Received Signal Strength Indicator：受信信号強度インジケータ）及びToA（Time-of-Arrival：到来時間）を含む異なる技法を利用することによって異なる方法で測定することができる。RSSIは、受信機における信号電力を測定する技法として理解される。これによって、送信電力損失を距離に変換することができる。ToAは伝搬時間を記録する技法として理解され、信号速度を知ることによって伝搬時間を距離に変換することができる。三辺測量のみを使用して二次元平面上の一点の相対的な地点を正確に且つ一意的に測定するために、一般に、少なくとも3つの基準点が必要とされる。これらの基準点は、本発明の一実施形態によれば受信機R又は代替的に送信機Tとして理解される。三辺測量プロセスには、三次元位置を計算するのに同一平面上の4つの基準（受信機R）が必要である。

30

【0082】

本発明の別の実施形態によれば、風力タービンブレードの位置は多辺測量プロセスに基づいて計算される。

【0083】

双曲線位置測定としても知られている多辺測量は、本発明の一実施形態によれば、送信機Tから3つ以上の受信機Rへ放射される信号のTDoA（Time Difference of Arrival：到来時間差）を正確に計算することによって、送信機Tの位置を測定するプロセスとして理解される。多辺測量は、3つ以上の同期された送信機Tから送信される信号の到来時間差を測定することによって1つの受信機Rを位置特定するケースにも言及する。パルスは、一つのプラットフォームから放射される場合、2つの、空間的に分離した受信機Rが位置する場所へわずかに異なる時間で到来するが、この到来時間差は、プラットフォームからの各受信機Rの距離が異なるためである。実際に、2つの受信機Rの地点が所与であれば、全ての連続した（a whole series of）エミッタ位置も同じ到来時間差測定値を与えることになる。2つの受信機地点及び既知の到来時間差が所与であれば、考えられる送信機Tの地点の軌跡は双曲面である。換言すれば、2つの受信機Rが既知の地点に存在す

40

50

る場合、エミッタは双曲面上へ位置特定することができる。受信機 R はパルスが送信された絶対時刻を知る必要はなく、すなわち時間差のみが必要であることに留意されたい。次に、第 3 の地点にある第 3 の受信機 R を考える。これは、第 2 の到来時間差測定を行い、したがってこの送信機 T の位置を第 2 の双曲面上に特定する。これら 2 つの双曲面の交点は、エミッタが位置する曲線を描写する。次に、第 4 の受信機 R が導入されると第 3 の到来時間差測定が利用可能であり、結果として生じる第 3 の双曲面と他の 3 つの受信機 R によって既に見出されている曲線との交点は、空間において固有の一点を画定する。したがって、送信機 T の地点は三次元で完全に測定される。

#### 【0084】

本発明の別の実施形態によれば、風力タービンブレードの位置は三角測量プロセスに基づいて計算される。三角測量は、1 つの点と 2 つの他の既知の基準点とによって形成される三角形の 2 つの角度及び二辺の測定値が所与であれば、正弦定理を使用して三角形の一边の長さを計算することによって、その一点の座標及びそこまでの距離を得るプロセスとして理解される。2 つの角度は、アンテナアレイへ入射する高周波の伝搬方向を求める技法である A o A 技法 (Angle of Arrival : 到来角) を使用して求めることができる。この技法は、アンテナアレイの個々の要素における T D o A (Time Difference of Arrival : 到来時間差) を測定することによって方向を計算し、これらの遅延から、A o A を計算することができる。一般に、この T D o A 測定は、アンテナアレイの各要素における受信位相での差を測定することによって行われる。

#### 【0085】

本発明の一実施形態によれば、風力タービンブレードの位置は、多辺測量プロセス、三辺測量プロセス、又は三角測量プロセスの任意の組合せに基づいて計算される。ブレードの相対位置を計算するために、他のより原始的な計算方法又は見積り方法 (たとえば、ブレードの位置を空間内の或る平面、たとえば水平の X - Y 平面上に幾何学的に投影すること) を使用することも可能である。

#### 【0086】

本発明による複数の送信機 T 及び受信機 R の設置中に、機器の較正プロセスを実行することが好ましい。これは、位置計算コンピュータ P C C に関連して測定データと比較するためのいくつかの基準信号を設定することによって行うことができる。このようにして、いくつかの場合では、風力タービンブレード W T B が危険な状況にあるかどうかの計算を最適化して、ブレードとタワーとの衝突のような深刻なエラーを回避することができる。

#### 【0087】

本発明の一実施形態によれば、送信機 T 及び受信機 R は、パッシブ R F I D タグ又はアクティブ R F I D タグによって実装される。R F I D (無線認証) タグは、無線信号を介してデータを送信することができる識別ラベル又はタグとして理解される。R F I D タグは、電気トランスポンダとして理解され、ラベル上のバーコードが、そのラベルが取り付けられる物品を識別するのに使用することができる情報を記憶するのと同様の方法で、たとえばこのトランスポンダが取り付けられる物品を識別するのに使用することができる情報を記憶する。R F I D タグは、送信機 (たとえば R F I D 送信機又は送受信機) からの無線クエリを受信し且つこれに応答させることができる複数のアンテナを含み得る。パッシブ R F I D タグは、恒久的なエネルギー供給源を有しないタグとして理解され、これらのタグは、外部供給源からたとえば電磁波の形態のエネルギーを受け取る。したがって、パッシブ R F I D タグは、アンテナが生成する磁界の内側に配置されると起動されるトランスポンダとして理解される。コイルの誘導電流は、タグ内部に配置されるコンデンサを次々に充電する。パッシブ R F I D タグと異なり、アクティブ R F I D タグは独自の内部電源を有し、これは、出力信号を生成する任意の集積回路に給電するのに使用される。

#### 【0088】

さらに、R F I D は、自動識別方法として理解されており、R F I D タグ又はトランスポンダと呼ばれるデバイスを使用してデータの記憶及び遠隔検索に依存している。

#### 【0089】

R F I D タグは、たとえば電磁波を使用する識別証明の目的でたとえば或る製品に取り付けることができる物体である。

【 0 0 9 0 】

R F I D タグは少なくとも 2 つの部分を含む。1 つ目は、たとえば、情報の記憶及び処理、( 無線 ) 信号の変調及び復調、又は他の特殊な機能のための集積回路である。2 つ目は、信号を送受信するアンテナ構造である。

【 0 0 9 1 】

チップレス R F I D によって、集積回路を伴わずともタグの個別の識別証明が可能になり、それによって、従来のタグよりも低コストでタグを物品 ( assets ) 上に直接印刷することができるようになる。

【 0 0 9 2 】

トランスポンダは、本願において、入力信号のピックアップ及びその信号への自動応答を行う、無線通信による監視又は制御デバイスとして理解される。トランスポンダという用語は、送信機及び応答機という語の縮約形であり、パッシブ又はアクティブのいずれかである。

【 0 0 9 3 】

パッシブトランスポンダは、たとえば、コンピュータが或る物体を識別するのを可能にする。パッシブトランスポンダは、トランスポンダを含むデータを復号及び転写するアクティブセンサと共に使用することができる。

【 0 0 9 4 】

単純なアクティブトランスポンダは、識別システムにおいて使用され得る。一例は、監視又は制御点から要求を受信すると、符号化された信号を送信する R F I D デバイスである。トランスポンダ出力信号は追跡されるため、トランスポンダの位置は継続的に監視される。入力 ( 受信機 ) 周波数及び出力 ( 送信機 ) 周波数は、予め割り当てられる。

【 0 0 9 5 】

R F I D タグが本発明に従って送信機として適用される場合、これらのタグは、タグのアイデンティティを有する R F ( Radio Frequency : 無線周波数 ) メッセージを、位置計算コンピュータによって位置をより良く計算するのに利用することができる U W B ( Ultra Wide Band : 超広帯域 ) パルス系列と共に使用することができる。

【 0 0 9 6 】

パッシブ位置信号は、それ自体は位置データを含まないが、通常位置計算コンピュータ P C C によって受信信号が処理されると位置を表示するデータ信号として理解され、この場合、送信装置 T A の位置は、送信装置 T A から送信される信号に基づいて受信機において測定される。

【 0 0 9 7 】

位置データは、相対位置又は絶対位置、たとえば空間における固有の一点であり得る。

【 0 0 9 8 】

本発明の一実施形態によれば、風力タービンブレードが単純な送信機しか備えないことは非常に有利な特徴である。これは、複雑な回路、アンテナ等を風力タービンブレード内へ実装する必要がないことを意味する ( 従来技術のシステムの場合、信号を受信する手段及び位置データを送信 / 再送信する手段の両方を有していなければならない ) 。

【 0 0 9 9 】

図 3 は、本発明の一実施形態による、パッシブ位置信号 P P S の無線送信システムを示す。この図は、パッシブ位置信号 P P S を受信装置 R A へ送信する送信装置 T A を備える風力タービンブレード W T B を示しており、受信装置 R A はこの例によれば、3 つの異なる受信機 R 1、R 2、. . . R n を備える。受信機 R は、いずれの場所に配置してもよいが 3 つの異なる位置に配置しなければならない。受信機は、送信機 T の位置、したがって風力タービンブレード W T B の位置を計算することができる位置計算コンピュータ P C C に関連し得る。4 つの受信機を、本発明の一実施形態で利用してもよく、この場合、上記で説明したように風力タービンブレードの W T B の位置を計算するのに三辺測量プロセス

10

20

30

40

50

が使用される。本発明の他の実施形態によれば、任意の数の受信機 R を利用することができる。同様に上記で説明したように、受信機 R 間の距離  $D$ 、 $\dots$ 、 $D_m$  を使用して風力タービンブレードに対して所定の関係で位置付けられる送信機の位置を計算して、風力タービンブレードの絶対位置又は相対位置を測定することができる。

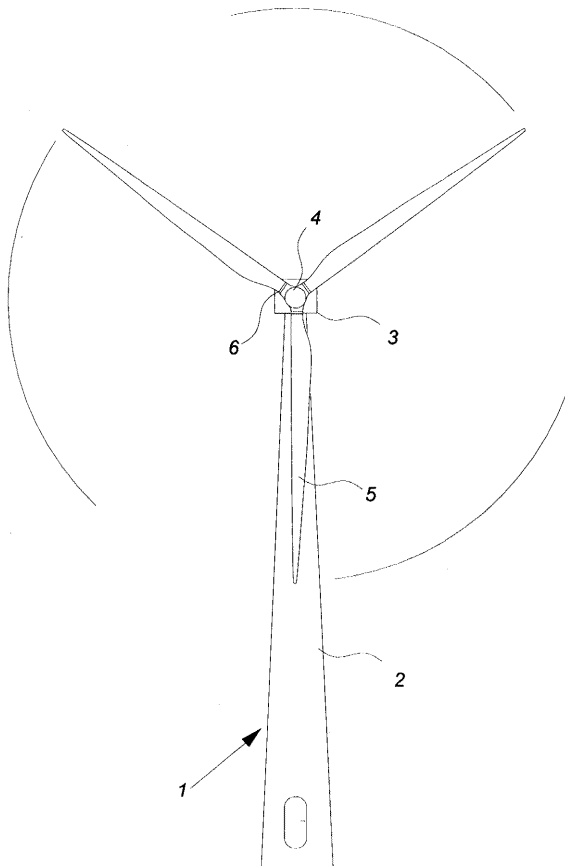
【0100】

図 4 a 及び図 4 b は、本発明の 1 つの代替的な実施形態による、風力タービンブレードの位置を測定するシステムを示す。この実施形態では、受信機 R は、風力タービン W T の、ロータの円形回転エリアの基点でナセル上に位置付けられる。1 つ又は複数の信号送信機 T は、風力タービンブレード W T B に関連して、好ましくはロータの中心から離れて風力タービンブレード W T B の端部に位置付けられる。このように、パッシブ位置信号 P P S を送信機から受信機へ送信することによって、送信機 T と受信機 R との間の正確な距離を測定することが可能であり、信号の進行速度が既知であれば、パッシブ位置信号は受信機によって受信されると距離  $D_1$ 、 $D_2$  として解釈することができる。測定距離を所定の基準パラメータと比較することによって、風力タービンブレード W T B が曲がりすぎているか（これは、たとえばタワーとの衝突を引き起こす場合がある）を判定することができる。したがって、信号を受信機 R から風力タービン制御部へ送信することができる。図 4 b は、風力タービンの一例を示しており、風力タービンブレード W T B が曲がっているため、送信機 T と受信機 R との間の距離  $D_2$  は図 4 a を参照して説明した同じ距離  $D_1$  よりも小さい。このように、風力タービンブレード W T B の屈曲を測定することが可能である。

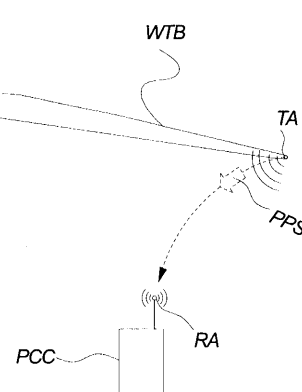
10

20

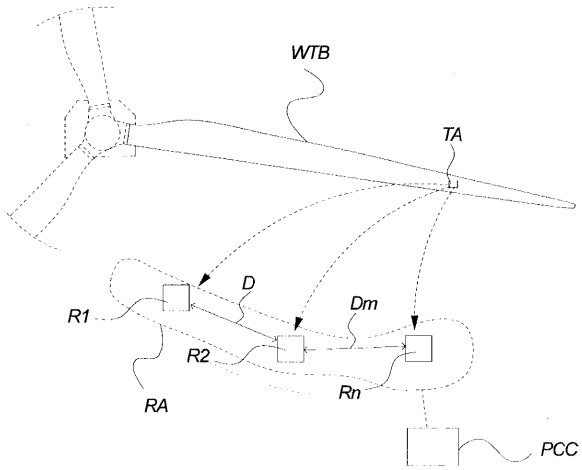
【図 1】



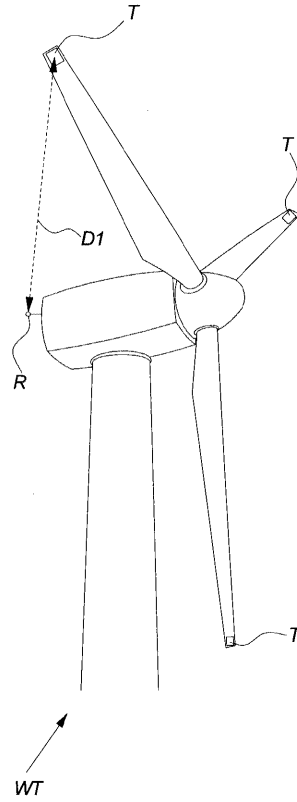
【図 2】



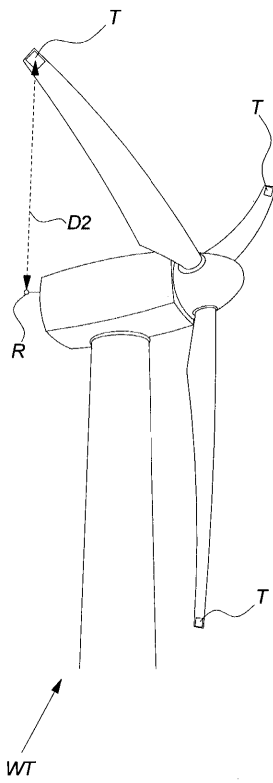
【図 3】



【図 4 a】



【図 4 b】



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/DK2008/000125

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. F03D11/04 F03D7/04		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F03D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 100 32 314 C1 (WOBBEN ALOYS [DE]) 13 December 2001 (2001-12-13)  abstract figure 2 paragraphs [0014] - [0016]	1-5, 7-10, 19, 20
X	WO 2005/068834 A (LM GLASFIBER AS [DK]; KILDEGAARD CASPER [DK]) 28 July 2005 (2005-07-28) abstract pages 7-10 figures 1a, 1b	1-5, 7-10, 19, 20
A	DE 10 2004 060449 A1 (WOBBEN ALOYS [DE]) 29 June 2006 (2006-06-29) the whole document	1, 8, 12, 19
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubt 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 *G* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  10 June 2009		Date of mailing of the international search report  22/06/2009
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5918 Patentlaan 2 NL - 2200 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040 Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Giorgini, Gabriele

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/DK2008/000125

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2004/057828 A1 (BOSCHE JOHN VANDEN [US]) 25 March 2004 (2004-03-25) the whole document	1,8,12, 19
A	PETER BREUER ET AL: "Application of GPS technology to measurements of displacements of high-rise structures due to weal winds" JOURNAL OF WIND ENGINEERING AND INDUSTRIAL AERODYNAMICS, ELSEVIER, vol. 90, no. 3, 1 March 2002 (2002-03-01), pages 223-230, XP002323065 ISSN: 0167-6105 the whole document	1,8,12, 19



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DK2008/000125

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10032314	C1	13-12-2001	AT 376622 T	15-11-2007
			AU 6226401 A	14-01-2002
			AU 2001262264 B2	13-01-2005
			BR 0112171 A	06-05-2003
			CA 2414645 A1	30-12-2002
			DK 1301707 T3	28-01-2008
			WO 0202936 A1	10-01-2002
			EP 1301707 A1	16-04-2003
			ES 2293995 T3	01-04-2008
			JP 4070595 B2	02-04-2008
			JP 2004502091 T	22-01-2004
			PT 1301707 E	08-11-2007
			US 2004013524 A1	22-01-2004
WO 2005068834	A	28-07-2005	CN 1910365 A	07-02-2007
			EP 1706638 A1	04-10-2006
			US 2007297892 A1	27-12-2007
DE 102004060449	A1	29-06-2006	CN 101076665 A	21-11-2007
US 2004057828	A1	25-03-2004	US 2008101930 A1	01-05-2008

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100120064

弁理士 松井 孝夫

(72)発明者 サンドヴァッド, インゲマン, フヴァス

シンガポール, シンガポール 30 95 41, チャンセリー レーン 29C

Fターム(参考) 3H078 AA02 AA26 BB12 BB13 BB16 BB17 CC02 CC51 CC61 CC80