

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年1月11日(11.01.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/008571 A1

(51) 国際特許分類:

F03D 17/00 (2016.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/024282

(22) 国際出願日: 2017年7月3日(03.07.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2016-132661 2016年7月4日(04.07.2016) JP

(71) 出願人: 株式会社日本製鋼所 (THE JAPAN STEEL WORKS, LTD.) [JP/JP]; 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目1番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 鈴木 潤(SUZUKI Jun); 〒0518505 北海道室蘭市茶津町4番地 株式会社日本製鋼所内 Hokkaido (JP). 武藤 厚俊(MUTO Atsutoshi); 〒0518505 北海道室蘭市茶津町4番地 株式会社日本製鋼所内 Hokkaido (JP). 藤田 泰宏(FUJITA Yasuhiro); 〒0518505 北海道室蘭

市茶津町4番地 株式会社日本製鋼所内 Hokkaido (JP). 鈴木 広幸(SUZUKI Hiroyuki); 〒0518505 北海道室蘭市茶津町4番地 株式会社日本製鋼所内 Hokkaido (JP).

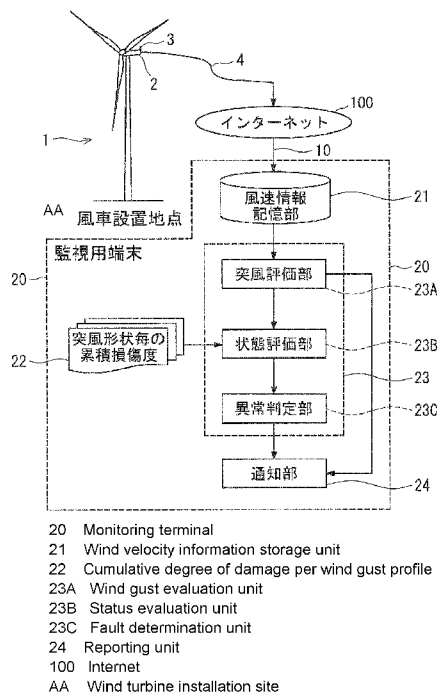
(74) 代理人: 特許業務法人 信栄特許事務所(SHIN-EI PATENT FIRM, P.C.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 虎ノ門イーストビルディング8階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: WIND TURBINE MONITORING DEVICE, WIND TURBINE MONITORING METHOD, WIND TURBINE MONITORING PROGRAM, AND STORAGE MEDIUM

(54) 発明の名称: 風車の監視装置、風車の監視方法、風車の監視プログラムおよび記憶媒体

[図1]



(57) Abstract: A monitoring device (20) that easily calculates a degree of damage for prescribed machinery in a wind turbine (1), and is able to formulate an evaluation index for wind gusts that includes the degree and the frequency of occurrence of wind gusts at a construction site for the wind turbine (1). The monitoring device (20) has a monitoring control unit (23) that obtains a time history waveform of the wind velocity from wind velocity data indicating the change over time in the wind velocity of the wind turbine (1). The monitoring control unit (23) is configured so as to extract wind gusts from the time history waveform of the wind velocity, perform a wind gust evaluation, and cumulatively calculate a degree of damage for the prescribed machinery in the wind turbine (1) for each wind gust profile on the basis of the wind gust evaluation.

[続葉有]

WO 2018/008571 A1

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 風車 (1) の所定機器の損傷程度を簡易的に算出し、風車 (1) の建設位置における突風の程度、発生頻度を含めた突風の評価指標を策定することができる監視装置 (20) である。監視装置 (20) は、風車 (1) の風速の時間的変化を示す風速データから風速の時刻歴波形を求める監視制御部 (23) を有する。監視制御部 (23) は、風速の時刻歴波形から突風を抽出して、突風評価を行い、突風の形状毎に突風評価に基づいて風車 (1) の所定機器の損傷度を累積して算出するように構成されている。

明 細 書

発明の名称：

風車の監視装置、風車の監視方法、風車の監視プログラムおよび記憶媒体 技術分野

[0001] 本開示は、風力発電装置の状態を監視する技術に関し、特に、風力発電装置の電装部品や機器の熱、振動などによる疲労寿命状態を監視する風車の監視装置、風車の監視方法、風車の監視プログラムおよび記憶媒体に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、風力発電装置（以下では風車という）の状態を監視する装置としては、特許文献1や特許文献2で提案されているものがある。特許文献1で提案されているものは、風車の監視装置であり、風車の状態監視を自動で行うと共に、その状態評価を適切な基準に従い定量的に実施するものである。また、特許文献2で提案されているものは、風車に設けられている機器の異常について、診断前に収集したデータを用いてしきい値を生成後、診断時に収集されたデータと生成したしきい値とに基づいて診断する状態監視システムである。

[0003] また、非特許文献1に示される通り、風車設計時には、風車寿命内において、突風、故障等により風車が受ける最大の荷重（50年再現周期）に対して安全性を確認する極値荷重評価と、発電時、非発電時に発生する疲労荷重に対して安全性を確認する疲労荷重評価がある。本設計指針においては、突風により風車に発生する極値荷重を評価しているが、日本国内の山岳地形で多く観測される特有の頻発する突風の影響を定量的に評価する手法は示されていない。

さらに、非特許文献1に示される指針類において、風車建設地点の風況健全性の確認には、暴風時風速と、乱流強度を用いている。乱流強度とは、風速の変動を風速の平均値で除したものであり、風の乱れの程度を示す。年平

均風速 15 m/s 位置における乱流強度を基準乱流強度として建設地評価の一つとし、建設候補地における基準乱流強度が設計乱流強度を超過する場合に建設不可能と判断している。

しかしながら、乱流強度は、風の変動特性を表現する一つの指標にすぎず、変動の周期やパターンによって風車に与える影響は異なる。

特に、地形や気象に起因する突風は断続的に発生する為、乱流強度増加に反映されにくい、風車へのダメージは極めて大きい。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開2009-243428号公報

特許文献2：日本国特開2016-8536号公報

非特許文献

[0005] 非特許文献1：IEC 61400-01、GL 2003、風力発電設備支持構造物構造設計指針・同解説2010年版

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 従来の風車の状態を監視する装置では、特許文献1で提案されているものにおいて、風車に設置された複数のセンサによって計測された計測データに基づいて作成される特性値を用いて、風車の状態を監視する風車の監視装置であり、診断に必要なデータセットを抽出して、予め定義した判断基準に従って、自動的に状態が診断される。

しかし、風車の機器の損傷度は、風速・運転履歴に強く依存するため、部分的に抽出したデータで判断することは困難である。また、予め定義した判断基準で状態診断するためには、同型機の運転実績が必要となり、判断精度が運転実績に依存することとなる。

[0007] また、特許文献2で提案されているものにおいて、あらかじめ設定した判断基準の測定期間における機械学習を利用して、しきい値を設定するもので

あるが、判断基準の明確かつ適量的な設定は困難であるとともに、長期の実測に基づく知見の蓄積が必要である。特に機器の損傷度は設置位置の風況に強く依存するため、その場所における長期の実測データが風車毎に必要であり、状態監視の精度を得るために時間がかかるとともに、その精度にばらつきが生じるといった課題がある。

また、機種異なる風車が混在するウインドファーム等においては、画一的な評価が困難であるとともに、機器損傷の要因が設置位置の風況に依存するか、機器に依存するかを判別できないといった問題がある。

さらに複数のデータ指標の記録には膨大な記録装置が必要であり、それら処理する装置に費用がかかるとともに、算出に時間を要する問題がある。

[0008] 本開示は上記のような課題を解決するためになされたもので、風力発電装置の設置位置における突風に起因する風況状態を適切に判断し、各部の損傷程度を簡易的に算出して監視することができる風車の監視装置、風車の監視方法、風車の監視プログラムおよび記憶媒体を提供することを目的の一つとしている。

課題を解決するための手段

[0009] 本開示の一態様に係る風車の監視装置は、風車の風速の時間的変化を取得することで前記風車の監視を行うように構成された風車の監視装置であって、

前記風車の前記風速の時間的変化を示す風速データから前記風速の時刻歴波形を求める監視制御部を有し、

前記監視制御部は、前記風速の時刻歴波形から突風を抽出して、突風評価を行い、前記突風の突風形状毎に前記突風評価に基づいて前記風車の所定機器の損傷度を累積して算出するように構成されている。

[0010] また、前記監視制御部は、前記風速データをネットワークを介して取得するように構成されていてもよい。

[0011] また、前記突風評価は、突風の大きさ及び発生頻度の少なくとも一つを計測することを含んでもよい。

- [0012] また、前記突風評価は、前記突風形状における前記突風の位置を計測することを含んでもよい。
- [0013] また、前記監視制御部は、前記突風評価によって前記突風形状を分類するように構成されていてもよい。
- [0014] また、前記監視制御部は、前記分類された突風形状毎に、前記所定機器に対する損傷度に関する情報を有していてもよい。
- [0015] また、前記監視制御部は、前記突風形状と突風発生頻度とに応じて、前記所定機器に対する損傷度を累積して算出するように構成されていてもよい。
- [0016] また、前記監視制御部は、前記風速の時刻歴波形からウィンドウ法によって前記突風を抽出するように構成されていてもよい。
- [0017] また、前記監視制御部は、前記抽出された突風を含む時刻歴波形からレインフロー法によって前記突風形状を判断するように構成されていてもよい。
- [0018] また、前記監視制御部は、前記所定機器に対する、変位応答、荷重応答、振動応答、熱応答の少なくとも一つを用いることで前記損傷度を評価するように構成されていてもよい。
- [0019] また、前記監視制御部は、前記累積した損傷度に基づいて、損傷の程度、余寿命、異常の有無の少なくとも一つを判定するように構成されていてもよい。
- [0020] また、前記監視制御部は、前記累積した損傷度に加えて、突風の形状と計数回数に基づいて、前記損傷の程度、前記余寿命、前記異常の有無の少なくとも一つを判定するように構成されていてもよい。
- [0021] 本開示の一態様に係る風車の監視方法は、
風車の風速の時間的变化を示す風速データを取得するステップと、
前記取得された風速データに基づいて、前記風速の時刻歴波形を求めるステップと、
前記風速の時刻歴波形から突風を抽出して、突風評価を行うステップと、
前記突風の形状毎に前記突風評価に基づいて前記風車の所定機器の損傷度を累積して算出するステップと、を含む。

- [0022] 本開示の一態様に係る風車の監視プログラムは、
風車の風速の時間的变化を示す風速データを取得するステップと、
前記取得された風速データに基づいて、前記風速の時刻歴波形を求めるステップと、
前記風速の時刻歴波形から突風を抽出するステップと、
前記抽出された突風に基づいて突風評価を行うステップと、
前記突風の形状毎に前記突風評価に基づいて前記風車の所定機器の損傷度を累積して算出するステップと、をコンピュータに実行させるための風車の監視プログラムである。
- [0023] また、本開示の一態様に係る記憶媒体は、前記監視プログラムが記憶されたコンピュータ読取可能な記憶媒体である。
- [0024] また、本開示の一態様に係る監視装置は、
少なくとも一つのプロセッサと、
コンピュータ可読命令を記憶する少なくとも一つのメモリと、を備えた監視装置であって、
前記コンピュータ可読命令が前記プロセッサによって実行されると、前記監視装置は、
前記風車の風速の時間的变化を示す風速データを取得し、
前記風速データに基づいて、突風を抽出し、
前記突風に関連付けられたパラメータを計測し、
前記突風の形状毎に前記計測されたパラメータに基づいて前記風車の損傷度を累積して算出する。

発明の効果

- [0025] 以上のように、この開示によれば、風車の風速のみで風車建設位置における突風の程度、発生頻度を含めた評価指標を策定することができる。これにより、風車建設前評価が適切に行われ、風車の故障抑制、発電量増加が期待できる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本開示の一実施形態の監視装置のブロック部を示す図である。

[図2]ウインドウ法による突風の抽出を説明する図である。

[図3]レインフロー法による突風形状を説明する図である。

[図4]突風形状の分類内容の例を示す図である。

[図5]累積損傷度の計算の手順を示すフローチャートである。

[図6]突風形状と素子温度差の関係を示すグラフである。

[図7]累積損傷度と素子温度差の関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、この開示の一態様である実施形態を図1から図7に基づいて説明する。

風車1は、ナセル2に風速計3が取り付けられている。風車1にはネットワーク4が接続されている。ネットワーク4は、インターネット100に接続されている。インターネット100には、ネットワーク10が接続されている。ネットワーク10は、風車を監視する監視用端末20に電氣的に接続されている。ネットワーク4、10、インターネット100は、本開示でいうところのネットワークに相当する。ネットワークは、LAN (Local Area Network)、WAN (Wide Area Network) 等の適宜のものを利用することができ、有線、無線を問わない。監視用端末20は、本開示の監視装置に相当する。なお、ネットワーク4、10は、インターネット100に接続するためのネットワークインターフェース (不図示) を含んでいてもよい。

[0028] 監視用端末20では、風速情報記憶部21と、監視用端末20全体を制御する監視制御部23と、突風形状毎の累積損傷度を格納する損傷記憶部22と、ディスプレイなどの通知部24とを有している。通知部24は、音などを報知するものであってもよい。

風速情報記憶部21や損傷記憶部22は、RAM (Random Access Memory) やフラッシュメモリ、HDD (Hard Disk Drive) などを適宜用いることができ、本開示としては特定のものに

限定されない。また、風速情報記憶部 21 や損傷記憶部 22 を同一のデバイスで構成するものとしてもよく、別のデバイスで構成するものとしてもよい。また、風速情報記憶部 21 と損傷記憶部 22 の一方または両方は、監視装置本体の外部に設置されて、信号線で監視装置本体と電氣的に接続されるようにしてもよく、監視用端末 20 とは別の記憶部として用意されているものでもよい。

[0029] 監視制御部 23 は、CPU (Central Processing Unit) と CPU 上で実行される監視プログラムによって構成することができる。

監視制御部 23 は、メモリ (不図示) とプロセッサ (不図示) を備えて構成される。メモリは、コンピュータ可読命令 (プログラム) を記憶するように構成されている。メモリは、例えば、各種プログラムなどが格納された ROM (Read Only Memory) や、プロセッサにより実行される各種プログラム等が格納される複数作業領域を有する RAM などから構成される。プロセッサは、例えば CPU、MPU (Micro Processing Unit) 及び／又は GPU (Graphics Processing Unit) であって、ROM に組み込まれた各種プログラムから指定されたプログラムを RAM 上に展開し、RAM との協働で各種処理を実行するように構成されている。すなわち、プロセッサにより本実施形態に係る監視方法を実行するための監視プログラムを RAM 上に展開し、RAM との協働で当該監視プログラムを実行することで、監視制御部 23 は、監視用端末 20 の各種動作を制御するように構成されている。

監視制御部 23 は、その他に、監視プログラムや動作パラメータなどを格納する不揮発メモリや作業領域となる RAMなどを備えるものであってもよい。なお、監視プログラムや各種データは、各種の記憶媒体に格納されていてもよく、例えば、HDD、SSD (Solid State Drive)、USBフラッシュメモリなどの記憶装置 (ストレージ) に格納されていてもよい。

監視制御部 23 では、風速情報記憶部 21 に格納された風速データから突風を抽出して突風評価を行う突風評価部 23 A を有している。突風評価部 23 A の評価結果は、状態評価部 23 B で取得される。状態評価部 23 B には、突風形状毎の累積損傷度の情報が損傷記憶部 22 から与えられる。状態評価部 23 B の評価結果は、異常判定部 23 C に与えられ、異常判定部 23 C の判定結果は、必要に応じて通知部 24 に与えられる。

なお、この実施形態では、突風評価部 23 A、状態評価部 23 B、異常判定部 23 C がそれぞれ監視制御部 23 に含まれるものとして説明したが、これらのパートが監視制御部 23 で明確に区別されることなく、それぞれの機能がプログラムによって実行されるものであってもよい。

[0030] 以下に、監視用端末 20 における動作について説明する。

風速情報記憶部 21 では、風車 1 の風速計 3 で得られた風速の時間的な変化のデータがネットワーク 4、インターネット 100、ネットワーク 10 を通して取得されて逐次記録される。このデータは、監視制御部 23 で実行される監視プログラムによって取得されて風速情報記憶部 21 に格納される。突風評価部 23 A では、時間的な変化による風速データを風速情報記憶部 21 から読み出し風速の時刻歴波形を求める。さらに、突風評価部 23 A では、風速の時刻歴波形から突風を抽出する。突風の抽出は、例えばウィンドウ法により行うことができる。ウィンドウ法は、時系列風速波形に対し有限時間幅（例えば 5 秒間）をもつ移動ウィンドウを規定し、ウィンドウ内における時系列波形の開始風速と最大風速の差を突風の大きさとして抽出する手法である。

突風評価部 23 A においては、ウィンドウ法による抽出を実施して、突風の位置、大きさ、頻度を計測する。

[0031] 図 2 は、ウィンドウ法によって抽出された突風とその周辺の波形を示すものである。5 秒間のウィンドウ内で、突風が抽出され、開始点に対する突風の大きさ（ V_{gust} ）と、最下点風速からの突風大きさを示す最大突風大きさ（ $V_{gust, max}$ ）が得られている。

なお、突風の抽出はウィンドウ法に限定されるものではなく、他の手法によって抽出されるものであってもよい。

[0032] 突風評価部 23A では、抽出された突風の時刻歴波形に対し、例えばレインフロー法によって突風形状の判断を実施する。レインフロー法は不規則な繰り返し変動荷重を受ける機械構造物等において、応力頻度あるいはひずみ頻度を計数する計数法であり、変動波形をサイクルに分離して計数することができる。本開示においては、この手法を風速の時系列変化波形に適用する。

突風形状の判断の例を図 3 に基づいて以下に示す。ウィンドウ法によって抽出された突風発生部の周辺の風速変動波形（たとえば突風前後の数秒程度を抽出）に対してレインフロー法を適用する。計数されたサイクル（丸数字 1 ～丸数字 4）の符号を含めた大きさについて、ベクトル和が一定閾値以下となる場合、全周期型と判断し、それ以外を半周期型と判断した。また、 $V_{gust, max}$ の発生位置に対応するサイクル（丸数字 2）の直前のサイクル（丸数字 1）の大きさが、ある一定の値以上となる場合、変調型突風と定義し、それ以外を単調型突風と分類する。

[0033] レインフロー法によって得られた突風の形状を分類する。分類では、突風の大きさ、突風の位置などを含む波形評価によって突風形状を分類する。突風の評価では、突風形状に合わせて発生頻度などを評価する。なお、突風の形状については、予め、突風の大きさ、突風の位置、波形などに分類基準を設けておき、この基準に応じて突風形状の分類を行うことができる。

[0034] 図 4 は、分類された突風形状の分類例を示すものであり、最下点の大きさ、位置、突風の大きさ、位置、突風の立ち下がりの形状などによって 4 種類に分類されている。

なお、この 4 種類の突風形状は、風車の回転数変動に与える影響度を考慮して選定している。本形状毎の発生頻度を関連する 10 分間平均風速値と併せてデータセットとして、突風評価結果とし、本結果を重みづけした後、累積することで、風車設置位置風況の指標となる。

すなわち、風速記録情報を使用して、突風評価を実施し、風車設置地点における風況評価結果を得ることができ、その結果は通知部 24 で通知することができる。

[0035] さらに、監視用端末 20 では、突風評価部 23 A の評価結果を受けて、状態評価部 23 B で主要機器などの所定の機器で累積損傷度を組み合わせて状態を評価する。

損傷度の計測や状態評価は、突風形状に基づいて行う。その評価手順の例を図 5 のフローチャートに示す。

[0036] 風速情報記憶部 21 から風速の時間変化を受けて、分類した突風形状毎に計数する（ステップ s 1）。計数後、突風形状と計数結果（計数回数）とから、統計分布を用いて定量化する（ステップ s 2）。例えば、風速出現率をワイブル分布で近似し、風速ごとの突風の発生頻度をガンベル分布で近似することで定量化できる。

次いで、累積損傷度を計算する（ステップ s 3）。累積損傷度では、機器ごとに行うことができる。例えば、図 5 に示すように、複数の主要機器の一つを第 1 の主要機器、第 1 の主要機器と異なる主要機器の一つを第 2 の主要機器とすると、第 1 の主要機器に関する、突風形状毎の振動、熱、変位の累積損傷度を算出し（ステップ s 3 A）、第 2 の主要機器に関する、突風形状毎の振動、熱、変位の累積損傷度を算出する（ステップ s 3 B）。これらは、突風形状に基づいて、事前に動解析等や機器の仕様に基づいて算出しておく。

[0037] 図 6 は、突風形状と素子温度差の関係を示す図である。この関係は、予め損傷記憶部 22 などに格納しておくことができる。上記関係などは、予め解析等の手法を利用して突風形状に対して風車の強度を計算した結果を示すものであり、例として単純な突風が発生した場合の主要機器の温度変化を示すものである。

図 7 は、素子に発生する温度差と累積損傷度との関係を示す図である。図 6 に示す単純な突風が一度発生した影響は、図 7 の関係式によって損傷度を

求めることができる。このように損傷度の判定に必要な要素（例えば、振動、変位など）について同様の手順で累積損傷度を算出することができる。

[0038] 各要素における累積損傷度は、下記の数 1、数 2 の式に基づいて算出することができる。

数 1 は電装部品の場合の素子のパワーサイクル寿命（PC）を累積算出する式であり、パワーサイクル寿命の逆数が熱疲労損傷度に対応する。突風形状毎にあらかじめ算出されたパワーサイクル寿命（PC（k））を定量化（s 2）された発生頻度について数 1 により累積することで、対応するパワーサイクル寿命が得られ、熱疲労損傷度が計算できる（ステップ s 3 A）。

次に、数 2 は、荷重に関する等価疲労荷重（DEFL）を算出する式である。突風形状毎にあらかじめ算出された荷重を定量化（s 2）された発生頻度について数 1 により累積することで、対応する疲労損傷度が計算できる（ステップ s 3 B）。

数 2 において、F_k は荷重振幅を示し、N_k は繰り返し回数を示す。また、N_{ref} は評価基準となる回数であり、10⁷ 程度とすることが多い。m は評価する材料 S-N 曲線の傾きの逆数に相当する。

[0039] [数1]

$$PC = 1 / \left(\sum_{k=1}^n \frac{1}{PC(k)} \right)$$

[0040] [数2]

$$DEFL = \sqrt[m]{\frac{\sum_{k=1}^n F_k^m N_k}{N_{ref}}}$$

[0041] 累積損傷度の計算結果から、蓄積された損傷の程度、余寿命、異常の有無などを推定して状態評価を行うことができる（ステップ s 4）。評価結果は、通知部 24 で通知することができる。また、ネットワークなどを介して他

の装置に評価結果を送信できるようにしてもよい。

[0042] すなわち、本開示は、突風評価から得られた突風形状と発生頻度の情報と、別途得られた突風形状毎の主要機器の累積損傷度を組み合わせて状態を評価し、蓄積された損傷の程度、余寿命、異常の有無を判定して通知することが可能になり、風力発電装置の設置位置における突風に起因する風況状態を適切に判断するとともに、これに基づいて主要構成部品の損傷度・状態を推定し、故障の前兆把握、状態監視に関するものである。

[0043] なお、風速にシミュレーション結果を使用することで、建設前の建設風況リスクの評価を実施することが可能である。また、複数の機種が混在するウインドファーム等においても、突風の程度を評価することができ、特定の機種に発生する故障が、風況に起因するものか、機器によるものかを判別できる。さらには、逐次得られる風速データから既設サイトにおける、故障交換の適正化による稼働率向上、運転手法の最適化が可能となる。

[0044] 以上、本開示について上記実施形態に基づいて説明を行ったが、本開示は上記説明の内容に限定されるものではなく、本開示の範囲を逸脱しない限りは、上記実施形態の内容を適宜変更することができる。

[0045] 本出願は、2016年7月4日出願の日本特許出願（特願2016-132661）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 風車の風速の時間的变化を取得することで前記風車の監視を行うように構成された風車の監視装置であって、
前記風車の前記風速の時間的变化を示す風速データから前記風速の時刻歴波形を求める監視制御部を有し、
前記監視制御部は、前記風速の時刻歴波形から突風を抽出して、突風評価を行い、前記突風の突風形状毎に前記突風評価に基づいて前記風車の所定機器の損傷度を累積して算出するように構成されている、監視装置。
- [請求項2] 前記監視制御部は、前記風速データをネットワークを介して取得するように構成されている、請求項1に記載の監視装置。
- [請求項3] 前記突風評価は、突風の大きさ及び発生頻度の少なくとも一つを計測することを含む、請求項1または請求項2に記載の監視装置。
- [請求項4] 前記突風評価は、前記突風形状における前記突風の位置を計測することを含む、請求項3に記載の監視装置。
- [請求項5] 前記監視制御部は、前記突風評価によって前記突風形状を分類するように構成されている、請求項1～請求項4のいずれか一項に記載の監視装置。
- [請求項6] 前記監視制御部は、前記分類された突風形状毎に、前記所定機器に対する損傷度に関する情報を有する、請求項5に記載の監視装置。
- [請求項7] 前記監視制御部は、前記突風形状と突風発生頻度とに応じて、前記所定機器に対する損傷度を累積して算出するように構成されている、請求項6に記載の監視装置。
- [請求項8] 前記監視制御部は、前記風速の時刻歴波形からウインドウ法によって前記突風を抽出するように構成されている、請求項1～請求項7のいずれか一項に記載の監視装置。
- [請求項9] 前記監視制御部は、前記抽出された突風を含む時刻歴波形からレインフロー法によって前記突風形状を判断するように構成されている、

請求項 1 ～請求項 8 のいずれか一項に記載の監視装置。

[請求項10] 前記監視制御部は、前記所定機器に対する、変位応答、荷重応答、振動応答、熱応答の少なくとも一つを用いることで前記損傷度を評価するように構成されている、請求項 1 ～請求項 9 のいずれか一項に記載の監視装置。

[請求項11] 前記監視制御部は、前記累積した損傷度に基づいて、損傷の程度、余寿命、異常の有無の少なくとも一つを判定するように構成されている、請求項 1 ～請求項 10 のいずれか一項に記載の監視装置。

[請求項12] 前記監視制御部は、前記累積した損傷度に加えて、突風の形状と回数に基づいて、前記損傷の程度、前記余寿命、前記異常の有無の少なくとも一つを判定するように構成されている、請求項 11 に記載の監視装置。

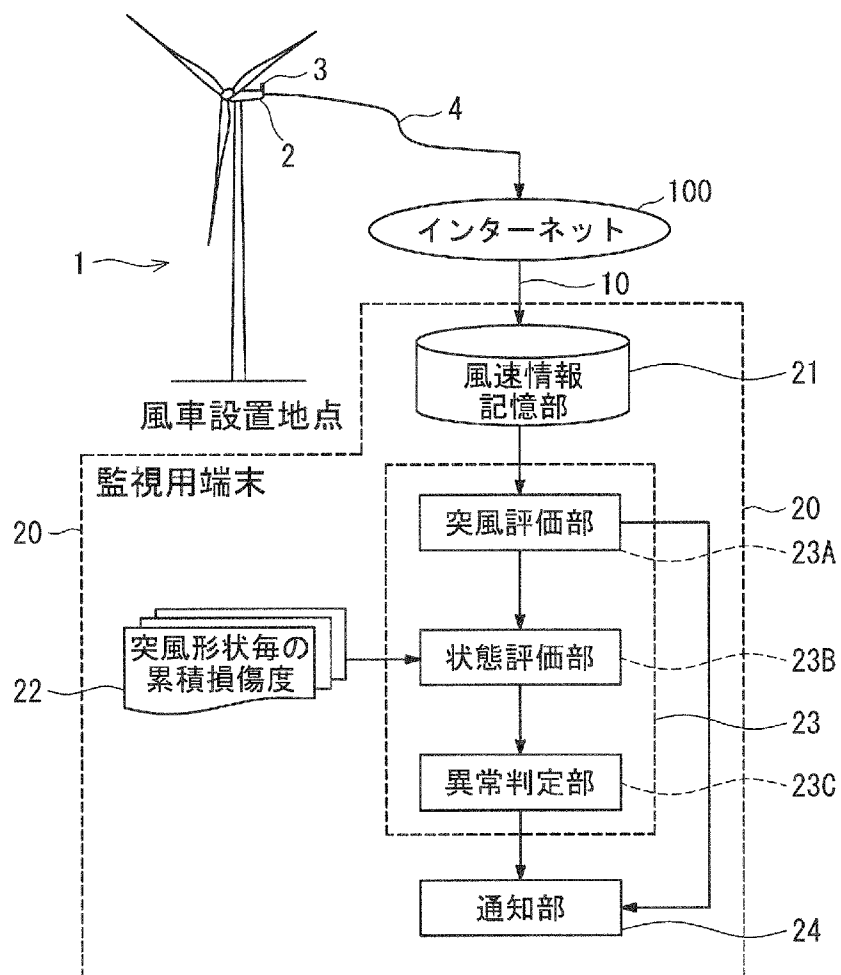
[請求項13] 風車の風速の時間的変化を示す風速データを取得するステップと、
前記取得された風速データに基づいて、前記風速の時刻歴波形を求めるステップと、
前記風速の時刻歴波形から突風を抽出して、突風評価を行うステップと、
前記突風の形状毎に前記突風評価に基づいて前記風車の所定機器の損傷度を累積して算出するステップと、
を含む、風車の監視方法。

[請求項14] 風車の風速の時間的変化を示す風速データを取得するステップと、
前記取得された風速データに基づいて、前記風速の時刻歴波形を求めるステップと、
前記風速の時刻歴波形から突風を抽出するステップと、
前記抽出された突風に基づいて突風評価を行うステップと、
前記突風の形状毎に前記突風評価に基づいて前記風車の所定機器の損傷度を累積して算出するステップと、
をコンピュータに実行させるための風車の監視プログラム。

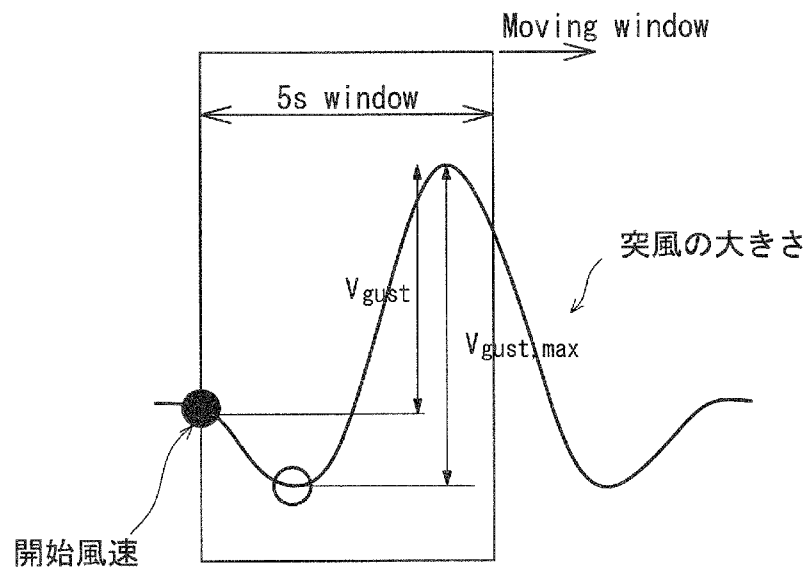
[請求項15] 請求項14に記載の監視プログラムが記憶されたコンピュータ読取可能な記憶媒体。

[請求項16] 少なくとも一つのプロセッサと、
 コンピュータ可読命令を記憶する少なくとも一つのメモリと、
 を備えた監視装置であって、
 前記コンピュータ可読命令が前記プロセッサによって実行されると
 、前記監視装置は、
 風車の風速の時間的变化を示す風速データを取得し、
 前記風速データに基づいて、突風を抽出し、
 前記突風に関連付けられたパラメータを計測し、
 前記突風の形状毎に前記計測されたパラメータに基づいて前記風車
 の損傷度を累積して算出する、監視装置。

[図1]

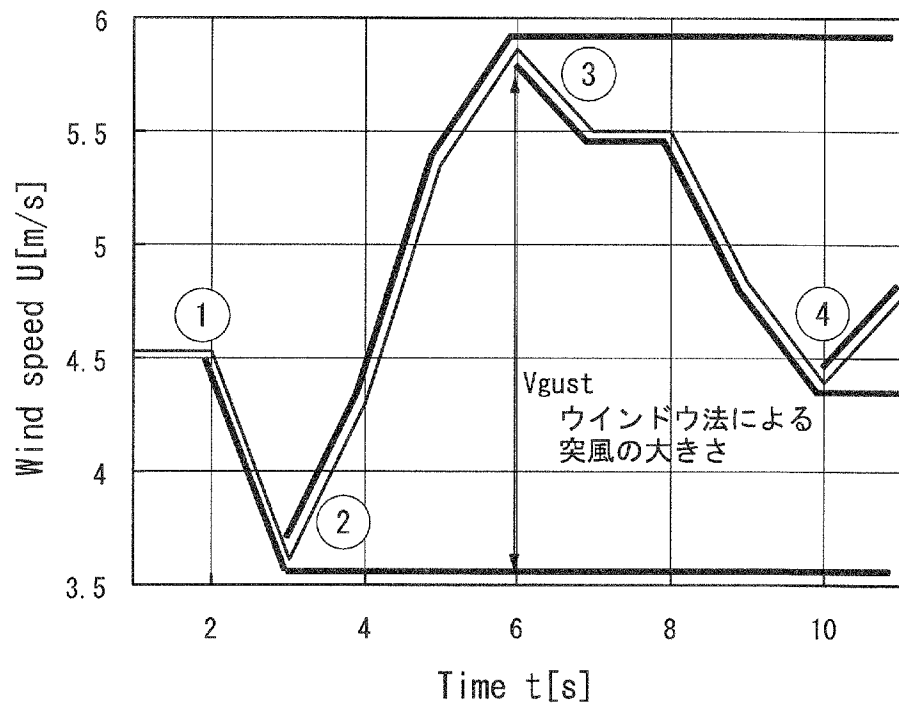


[図2]



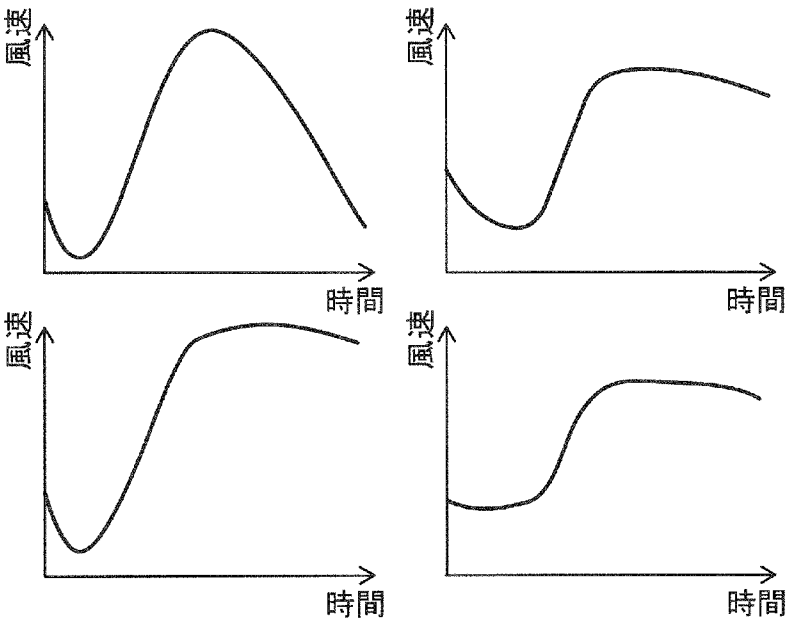
ウインドウ法による突風抽出法

[図3]



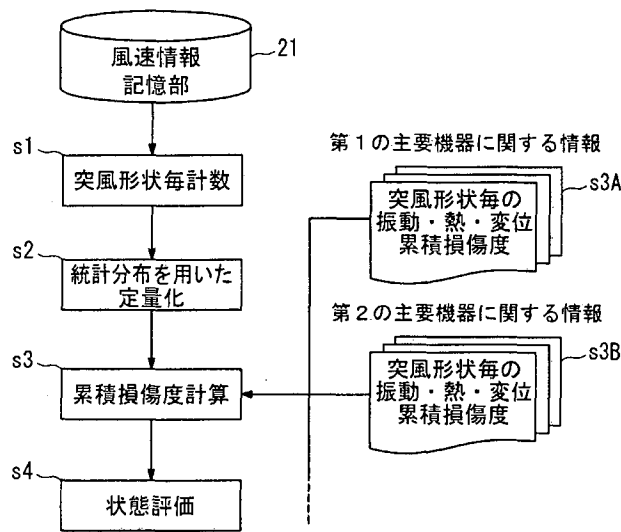
レインフロー法による突風判別法

[図4]

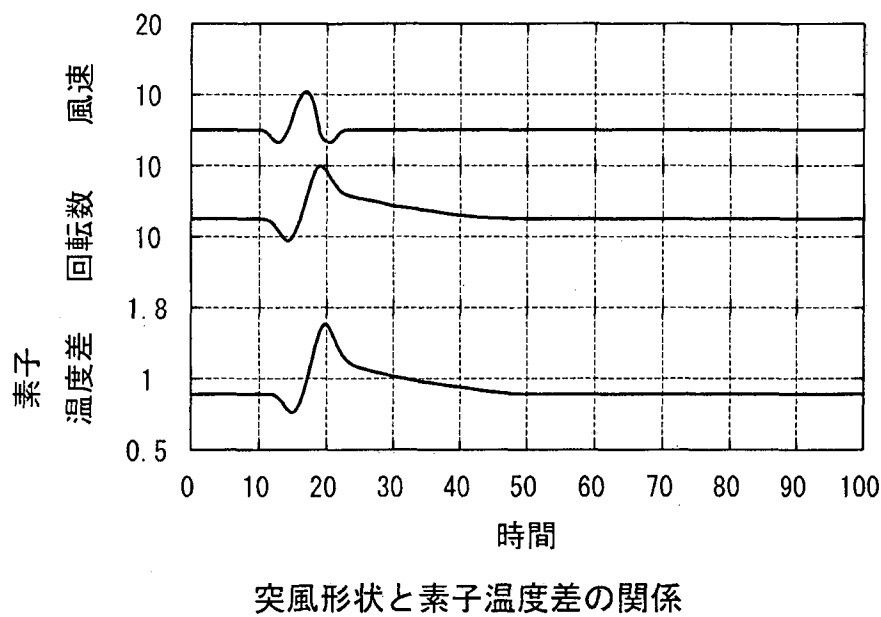


突風形状分類

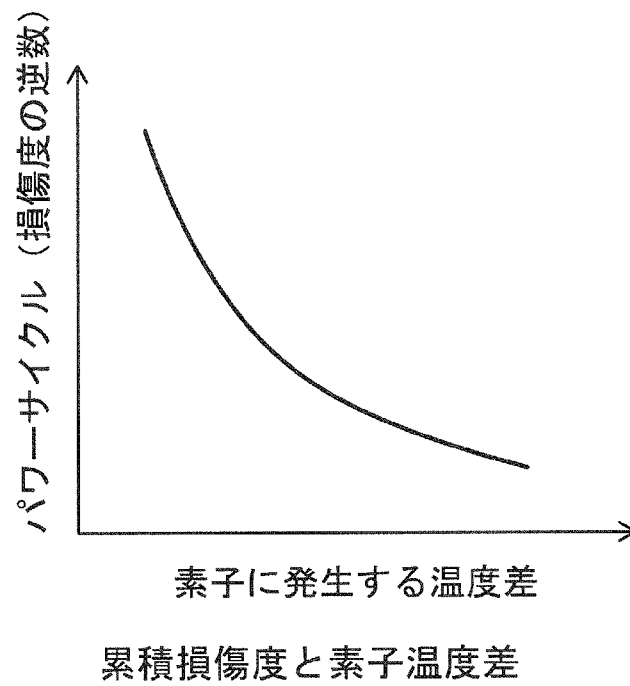
[図 5]



[図 6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/024282

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03D17/00(2016.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F03D17/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-117682 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 25 June 2015 (25.06.2015), entire text; all drawings & US 2015/0176569 A1 & EP 2886853 A1	1-16
A	JP 2004-101417 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 02 April 2004 (02.04.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-16
A	WO 2012/044161 A2 (STICHTING ENERGIEONDERZOEK CENTRUM NEDERLAND), 05 April 2012 (05.04.2012), entire text; all drawings & NL 2005400 C	1-16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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 application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts 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
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 August 2017 (25.08.17)

Date of mailing of the international search report
05 September 2017 (05.09.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/024282

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2016-188612 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 04 November 2016 (04.11.2016), entire text; all drawings & EP 3076014 A1	1-16

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F03D17/00(2016.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F03D17/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2015-117682 A（三菱重工業株式会社） 2015.06.25, 全文, 全図 & US 2015/0176569 A1 & EP 2886853 A1	1-16
A	JP 2004-101417 A（三菱重工業株式会社） 2004.04.02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-16

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

25.08.2017

国際調査報告の発送日

05.09.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

松浦 久夫

30

9613

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2012/044161 A2 (STICHTING ENERGIEONDERZOEK CENTRUM NEDERLAND) 2012.04.05, 全文, 全図 & NL 2005400 C	1-16
P, A	JP 2016-188612 A (三菱重工業株式会社) 2016.11.04, 全文, 全図 & EP 3076014 A1	1-16