(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2017-173076
(P2017-173076A)
(43)公開日　平成29年9月28日(2017.9.28)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G01M 99/00	(2011.01)	G01M	99/00	A	2G024
G01H 17/00	(2006.01)	G01H	17/00	A	2G064
F03D 17/00	(2016.01)	F03D	17/00		3H178

審査請求 未請求　請求項の数 5　ＯＬ　（全 11 頁）

(21)出願番号　特願2016-58148(P2016-58148)
(22)出願日　平成28年3月23日(2016.3.23)

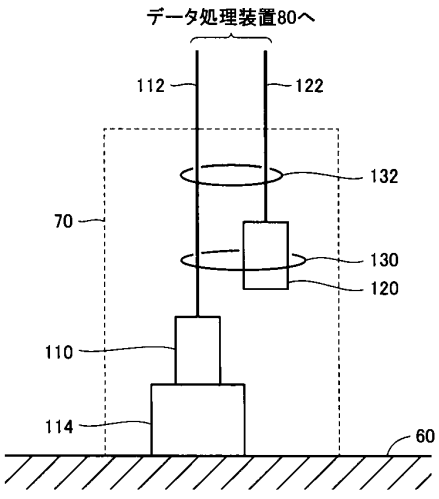
(71)出願人　000102692
ＮＴＮ株式会社
大阪府大阪市西区京町堀１丁目３番１７号
(74)代理人　110001195
特許業務法人深見特許事務所
(72)発明者　鈴木　洋介
三重県桑名市大字東方字尾弓田３０６６
ＮＴＮ株式会社内
(72)発明者　高橋　亨
三重県桑名市大字東方字尾弓田３０６６
ＮＴＮ株式会社内

Ｆターム(参考)　2G024 AD23 BA11 CA13 DA09 EA11 FA02
2G064 AA17 AB22 CC02 CC57
3H178 AA03 AA40 AA43 BB12 BB56 DD04Z DD08X DD12Z DD52X DD54X

(54)【発明の名称】状態監視システム及びそれを備える風力発電装置

(57)【要約】
【課題】風力発電装置の状態を監視する状態監視システムにおいて、ノイズが十分に低減された振動測定データを得る。
【解決手段】第１振動センサ１１０は、軸受６０の振動を測定する。第２振動センサ１２０は、第１振動センサ１１０が受けるバックグラウンドノイズを測定するためのものであり、軸受６０の振動を受けないように設置される。データ収集装置８０は、第１振動センサ１１０の測定信号である第１の信号及び第２振動センサ１２０の測定信号である第２の信号を受け、第１の信号から第２の信号を差引くことによって得られる第３の信号を軸受６０の振動を示すデータとして出力する。
【選択図】図２

図2



【特許請求の範囲】
【請求項１】
風力発電装置の状態を監視する状態監視システムであって、
前記風力発電装置において振動源となる機械体に設置され、前記機械体の振動を測定するための第１の振動センサと、
前記風力発電装置において前記機械体の振動を受けないように設置され、前記第１の振動センサが受けるノイズを測定するための第２の振動センサと、
前記第１の振動センサの測定信号である第１の信号及び前記第２の振動センサの測定信号である第２の信号を受け、前記第１の信号から前記第２の信号を差引くことによって得られる第３の信号を前記機械体の振動を示すデータとして出力する第１の処理を含む制御装置とを備える状態監視システム。
【請求項２】
前記制御装置は、
前記第２の信号の大きさが、前記ノイズが過大であることを示す第１の所定値以上である場合に、前記第１の処理を非実行とし、
前記第２の信号の大きさが前記第１の所定値よりも小さい場合に、前記第１の処理を実行する、請求項１に記載の状態監視システム。
【請求項３】
前記制御装置は、前記第２の信号の大きさが、前記ノイズが微小であることを示す第２の所定値よりも小さい場合に、前記第１の信号を前記データとして出力する第２の処理をさらに含み、
前記制御装置は、前記第２の信号の大きさが前記第２の所定値以上の場合に、前記第１の処理を実行する、請求項１に記載の状態監視システム。
【請求項４】
前記制御装置は、前記第２の信号の大きさが、前記ノイズが過大であることを示す第３の所定値以上である場合に、前記第１及び第２の処理を非実行とする、請求項３に記載の状態監視システム。
【請求項５】
請求項１から請求項４のいずれか１項に記載の状態監視システムを備える風力発電装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、風力発電装置の状態を監視する状態監視システム、及びそれを備える風力発電装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
風力発電装置において、主軸の軸受や増速機等の機械体の振動を振動センサによって測定し、当該機械体の状態を監視する状態監視システム（ＣＭＳ：Condition Monitoring System）が知られている。
【０００３】
たとえば、特開２０１１－１５４０２０号公報（特許文献１）には、そのような状態監視システムについて、風力発電装置に設けられる軸受の異常を診断する異常診断装置が記載されている。この異常診断装置では、振動センサを用いて軸受の振動波形が測定される。そして、測定された振動波形の実効値が算出されるとともに、測定された振動波形にエンベロープ処理を行なうことによって振動波形のエンベロープ波形が生成され、振動波形の実効値と、エンベロープ波形の交流成分の実効値とに基づいて軸受の異常が診断される。この異常診断装置によれば、正確な異常診断を実現することができる（特許文献１参照）。
【先行技術文献】

【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２０１１－１５４０２０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
風力発電装置には、発電機によって発電された電力を変換するためのインバータや、電力の通電及び遮断を切替える電磁接触器、各種油圧ポンプ等が設けられており、これらの機器から生じるノイズ（主に電磁ノイズ）が振動センサの出力信号に重畳する。また、風力発電装置は、一般的に屋外の高所に設置されるので、時々刻々と変動する種々の電波等もノイズとして受ける。ノイズを含む振動データでは、監視対象の機械体の状態や損傷等を正確に推定したり予知したりすることは難しい。
【０００６】
従来より、振動センサの出力信号に対して各種フィルタ（ハイパスフィルタ、ローパスフィルタ、バンドパスフィルタ等）をハード的又はソフト的に設けることによって、ノイズ成分を含む特定の周波数帯域の信号を減衰させることが行なわれている。しかしながら、屋外の高所に設置される風力発電装置においては、受け得るノイズも様々であり、特定の周波数帯域の信号を減衰させるフィルタだけでは、ノイズを十分に除去することは難しい。
【０００７】
この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、風力発電装置の状態を監視する状態監視システムにおいて、ノイズが十分に低減された振動測定データを得ることである。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
この発明によれば、状態監視システムは、風力発電装置の状態を監視する状態監視システムであって、第１及び第２の振動センサと、制御装置とを備える。第１の振動センサは、風力発電装置において振動源となる機械体に設置され、機械体の振動を測定する。第２の振動センサは、第１の振動センサが受けるノイズ（バックグラウンドノイズ）を測定するためのものであり、風力発電装置において機械体の振動を受けないように設置される。制御装置は、第１の振動センサの測定信号である第１の信号及び第２の振動センサの測定信号である第２の信号を受け、第１の信号から第２の信号を差引くことによって得られる第３の信号を機械体の振動を示すデータとして出力する第１の処理を含む。
【０００９】
好ましくは、制御装置は、第２の信号の大きさが、ノイズが過大であることを示す第１の所定値以上である場合に、第１の処理を非実行とし、第２の信号の大きさが第１の所定値よりも小さい場合に、第１の処理を実行する。
【００１０】
好ましくは、制御装置は、第２の信号の大きさが、ノイズが微小であることを示す第２の所定値よりも小さい場合に、第１の信号を機械体の振動を示すデータとして出力する第２の処理をさらに含む。そして、制御装置は、第２の信号の大きさが第２の所定値以上の場合には、第１の処理を実行する。
【００１１】
さらに好ましくは、制御装置は、第２の信号の大きさが、ノイズが過大であることを示す第３の所定値以上である場合に、第１及び第２の処理を非実行とする。
【００１２】
また、この発明によれば、風力発電装置は、上述したいずれかの状態監視システムを備える。
【発明の効果】
【００１３】

この発明においては、機械体の振動を測定する第１の振動センサが受けるノイズ（バックグラウンドノイズ）を測定するための第２の振動センサが設けられる。そして、第１の振動センサの測定信号である第１の信号から、第２の振動センサの測定信号である第２の信号を差引くことによって得られる第３の信号が、機械体の振動を示すデータとして出力される。これにより、第１の振動センサが受けるノイズ（バックグラウンドノイズ）を含まない振動測定データを得ることができる。したがって、この発明によれば、風力発電装置の状態を監視する状態監視システムにおいて、ノイズが十分に低減された振動測定データを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】この発明の実施の形態１に従う状態監視システムが適用される風力発電装置の構成を概略的に示した図である。

【図２】振動検出部の構成を示した図である。

【図３】データ処理装置の構成を機能的に示す機能ブロック図である。

【図４】データ処理装置により実行される処理の手順を説明するフローチャートである。

【図５】実施の形態２におけるデータ処理装置により実行される処理の手順を説明するフローチャートである。

【図６】実施の形態３におけるデータ処理装置により実行される処理の手順を説明するフローチャートである。

【図７】実施の形態４におけるデータ処理装置により実行される処理の手順を説明するフローチャートである。

【図８】変形例における振動検出部の構成を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【００１５】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。なお、以下の説明では、同一又は対応する要素には同一の符号を付して、それらについての詳細な説明は繰り返さない。

【００１６】

［実施の形態１］

図１は、この発明の実施の形態１に従う状態監視システムが適用される風力発電装置の構成を概略的に示した図である。図１を参照して、風力発電装置１０は、主軸２０と、ブレード３０と、増速機４０と、発電機５０と、制御盤５２と、送電線５４とを備える。また、風力発電装置１０は、主軸用軸受（以下、単に「軸受」と称する。）６０と、振動検出部７０と、データ処理装置８０とをさらに備える。増速機４０、発電機５０、制御盤５２、軸受６０、振動検出部７０及びデータ処理装置８０は、ナセル９０に格納され、ナセル９０は、タワー１００によって支持される。

【００１７】

主軸２０は、ナセル９０内に進入して増速機４０の入力軸に接続され、軸受６０によって回転自在に支持される。そして、主軸２０は、風力を受けたブレード３０により発生する回転トルクを増速機４０の入力軸へ伝達する。ブレード３０は、主軸２０の先端に設けられ、風力を回転トルクに変換して主軸２０に伝達する。

【００１８】

軸受６０は、ナセル９０内において固設され、主軸２０を回転自在に支持する。軸受６０は、転がり軸受によって構成され、たとえば、自動調芯ころ軸受や円すいころ軸受、円筒ころ軸受、玉軸受等によって構成される。なお、これらの軸受は、単列のものでも複列のものでもよい。

【００１９】

振動検出部７０は、軸受６０に設置される。振動検出部７０は、軸受６０に固設される振動センサによって軸受６０の振動を検出するとともに、その振動センサが受けるバックグラウンドノイズを検出し、軸受６０の振動及びバックグラウンドノイズの各検出値をデ

ータ処理装置８０へ出力する。振動検出部７０の具体的な構成については、後ほど詳しく説明する。

【００２０】

増速機４０は、主軸２０と発電機５０との間に設けられ、主軸２０の回転速度を増速して発電機５０へ出力する。一例として、増速機４０は、遊星ギヤや中間軸、高速軸等を含む歯車増速機構によって構成される。発電機５０は、増速機４０の出力軸に接続され、増速機４０から受ける回転トルクによって発電する。発電機５０は、たとえば、誘導発電機によって構成される。

【００２１】

制御盤５２は、インバータ及び電磁接触器を含んで構成される（いずれも図示せず）。インバータは、発電機５０による発電電力を系統の電圧及び周波数に変換し、系統に接続される送電線５４へ出力する。電磁接触器は、インバータと送電線５４との間に接続され、インバータから出力される電力の通電及び遮断を切替える。インバータは、スイッチング操作に伴ないノイズ（電磁ノイズ）を発生し、電磁接触器は、電力の通電／遮断の切替時にノイズ（電磁ノイズ）を発生する。すなわち、このインバータ及び電磁接触器は、振動検出部７０に設けられる振動センサに対してノイズ源となるものである。

【００２２】

データ処理装置８０は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、処理プログラム等を記憶するＲＯＭ（Read Only Memory）、データを一時的に記憶するＲＡＭ（Random Access Memory）、各種信号を入出力するための入出力ポート等を含む（いずれも図示せず）。データ処理装置８０は、軸受６０の振動及びバックグラウンドノイズの各検出値を振動検出部７０から受け、ＲＯＭに記憶されたプログラムに従って、後述の方法によるデータ処理を実行する。なお、データ処理装置８０により実行される処理については、ソフトウェアによる処理に限られず、専用のハードウェア（電子回路）で処理することも可能である。

【００２３】

この風力発電装置１０においては、振動検出部７０において軸受６０の振動が検出され、データ処理装置８０においてノイズを除去するための処理が実行される。そして、ノイズが除去された振動測定データが外部のサーバ（図示せず）へ送信され、サーバにおいて振動解析が行なわれる。

【００２４】

ここで、制御盤５２に含まれるインバータ及び電磁接触器や、図示しない種々の油圧ポンプ（たとえば、主軸２０のブレーキ用の油圧ポンプや、ブレード３０のピッチ角変更用の油圧ポンプ等）等は、振動検出部７０に対してノイズ源（電磁ノイズ源）となり、これらの機器から生じるノイズが振動検出部７０の出力信号に重畳する。また、風力発電装置１０は、屋外の高所に設置されるので、時々刻々と変動する種々の電波等もノイズとして受ける。振動測定データがこのようなノイズを含む場合、監視対象の軸受６０の状態や損傷等を正確に推定したり予知したりすることは難しい。

【００２５】

従来より、振動センサの出力信号に対して各種フィルタ（ハイパスフィルタ、ローパスフィルタ、バンドパスフィルタ）をハード的又はソフト的に設けることによって、ノイズ成分を含む特定の周波数帯域の信号を減衰させることが行なわれている。しかしながら、屋外の高所に設置される風力発電装置１０においては、受け得るノイズも様々であり、特定の周波数帯域の信号を減衰させるフィルタだけでは、ノイズを十分に除去することは難しい。

【００２６】

そこで、この実施の形態１に従う状態監視システムでは、振動検出部７０において、軸受６０の振動を測定する振動センサ（第１振動センサ）とともに、第１振動センサが受けるバックグラウンドノイズを測定するための振動センサ（第２振動センサ）が設けられる。そして、第１振動センサの測定信号である第１の信号から、第２振動センサの測定信号

である第２の信号を差引くことによって得られる第３の信号が、軸受６０の振動を示すデータ（振動測定データ）として出力される。これにより、第１振動センサが受けるバックグラウンドノイズを含まない振動測定データを得ることができる。

【００２７】

図２は、振動検出部７０の構成を示した図である。図２を参照して、振動検出部７０は、第１振動センサ１１０と、第２振動センサ１２０と、金属ベース１１４と、固定部材１３０，１３２とを含む。

【００２８】

第１振動センサ１１０は、金属ベース１１４を介して軸受６０に設置される。そして、第１振動センサ１１０は、金属ベース１１４を介して軸受６０の振動を検出し、その検出値を信号線１１２を通じてデータ処理装置８０へ出力する。第１振動センサ１１０は、たとえば、圧電素子を用いた加速度センサによって構成される。なお、金属ベース１１４は、第１振動センサ１１０の設置面を確保するためのものであり、第１振動センサ１１０を軸受６０の表面にしっかりと密着させて設置できるときは、金属ベース１１４は省略可能である。

【００２９】

第２振動センサ１２０は、第１振動センサ１１０が受けるバックグラウンドノイズを測定するためのセンサである。第２振動センサ１２０は、軸受６０の振動を受けないように軸受６０から離隔して設けられる。第１振動センサ１１０が受けるバックグラウンドノイズを第２振動センサ１２０によってできるだけ精度よく検出するために、第２振動センサ１２０は、第１振動センサ１１０と同じものを採用し、かつ、第１振動センサ１１０の近傍に配置するのが好ましい。この実施の形態１では、第２振動センサ１２０は、インシュロック等の固定部材１３０，１３２を用いて第１振動センサ１１０に固定される。そして、第２振動センサ１２０は、信号線１２２を通じて検出信号をデータ処理装置８０へ出力する。

【００３０】

図３は、データ処理装置８０の構成を機能的に示す機能ブロック図である。図３を参照して、データ処理装置８０は、フィルタ部２１０，２２０と、データ処理部２３０と、送信部２４０とを含む。

【００３１】

フィルタ部２１０は、第１振動センサ１１０の検出信号を受け、その受けた検出信号について、予め定められた特定の周波数帯域の成分を通過させ、その他の周波数帯域の成分を減衰させる。フィルタ部２２０は、第２振動センサ１２０の検出信号を受け、その受けた検出信号について、予め定められた特定の周波数帯域の成分を通過させ、その他の周波数帯域の成分を減衰させる。一例として、フィルタ部２１０，２２０は、予め定められた周波数よりも高い信号成分を通過させ、低周波成分を遮断するハイパスフィルタを含んで構成される。なお、ノイズ低減効果を有するフィルタ部２１０，２２０を設けることは好ましいが、フィルタ部２１０，２２０は、この発明においては必須の要素ではない。

【００３２】

データ処理部２３０は、フィルタ部２１０の出力信号（以下「測定信号Ａ」と称する。）及びフィルタ部２２０の出力信号（以下「測定信号Ｂ」と称する。）を受ける。すなわち、測定信号Ａは、軸受６０の振動を検出する第１振動センサ１１０の測定信号であり、測定信号Ｂは、バックグラウンドノイズを測定する第２振動センサ１２０の測定信号である。そして、データ処理部２３０は、測定信号Ａから測定信号Ｂを差引くことによって、軸受６０の振動解析を行なうための振動測定データＣを算出し、算出された振動測定データＣを送信部２４０へ出力する。

【００３３】

送信部２４０は、データ処理部２３０から受ける振動測定データＣを、地上に設けられる状態解析用のサーバ（図示せず）へ無線により送信する。これにより、サーバにおいて、振動測定データＣに基づいて軸受６０の振動解析を行なうことができる。なお、特に図

示しないが、振動測定データＣに基づく軸受６０の振動解析は、このデータ処理装置８０において行なってもよい。

【００３４】

図４は、データ処理装置８０により実行される処理の手順を説明するフローチャートである。なお、このフローチャートに示される処理は、所定時間毎又は所定条件の成立時にメインルーチンから呼び出されて実行される。

【００３５】

図４を参照して、データ処理装置８０は、第１振動センサ１１０の測定信号Ａ、及び第２振動センサ１２０の測定信号Ｂを取得する（ステップＳ１０）。次いで、データ処理装置８０は、第１振動センサ１１０の測定信号Ａから第２振動センサ１２０の測定信号Ｂを差引くことによって振動測定データＣを算出する（ステップＳ２０）。これにより、軸受６０の振動を測定する第１振動センサ１１０が受けるバックグラウンドノイズを含まない振動測定データＣが得られる。そして、データ処理装置８０は、算出された振動測定データＣを外部のサーバ（振動解析用サーバ）へ送信する（ステップＳ３０）。

【００３６】

以上のように、この実施の形態１においては、軸受６０の振動を測定する第１振動センサ１１０が受けるバックグラウンドノイズを測定するための第２振動センサ１２０が設けられる。そして、第１振動センサ１１０の測定信号Ａから、第２振動センサ１２０の測定信号Ｂを差引くことによって得られる信号が、軸受６０の振動を示す振動測定データＣとして出力される。これにより、第１振動センサ１１０が受けるバックグラウンドノイズを含まない振動測定データを得ることができる。したがって、この実施の形態１によれば、ノイズが十分に低減された振動測定データを得ることができる。

【００３７】

［実施の形態２］

実施の形態１では、理論的には、第１振動センサ１１０が受けるバックグラウンドノイズを含まない振動測定データを得ることができるが、実際には、第１振動センサ１１０と第２振動センサ１２０との性能誤差や設置状況等により完全にノイズを除去することは難しい。この実施の形態２では、第２振動センサ１２０によって検出されるバックグラウンドノイズが過大である場合には、振動測定データＣの算出及びサーバへの送信が非実施とされる。

【００３８】

この実施の形態２における風力発電装置１０の全体構成は、図１に示した実施の形態１と同じである。

【００３９】

図５は、実施の形態２におけるデータ処理装置８０により実行される処理の手順を説明するフローチャートである。なお、このフローチャートに示される処理も、所定時間毎又は所定条件の成立時にメインルーチンから呼び出されて実行される。

【００４０】

図５を参照して、データ処理装置８０は、第１振動センサ１１０の測定信号Ａ、及び第２振動センサ１２０の測定信号Ｂを取得する（ステップＳ１１０）。次いで、データ処理装置８０は、測定信号Ｂが所定のしきい値Ｓｔｈ１以上であるか否かを判定する（ステップＳ１２０）。このしきい値Ｓｔｈ１は、バックグラウンドノイズが過大であるか否かを判定するための値であり、実機でデータを事前に収集し評価する等して適宜設定される。

【００４１】

ステップＳ１２０において測定信号Ｂがしきい値Ｓｔｈ１よりも小さいと判定されると（ステップＳ１２０においてＮＯ）、データ処理装置８０は、ステップＳ１３０へ処理を移行する。なお、ステップＳ１３０，Ｓ１４０は、図４に示したフローチャートのステップＳ２０，Ｓ３０と同じであるので、説明を繰り返さない。

【００４２】

一方、ステップＳ１２０において測定信号Ｂがしきい値Ｓｔｈ１以上であると判定され

ると（ステップＳ１２０においてＹＥＳ）、データ処理装置８０は、ステップＳ１３０，Ｓ１４０の処理を実行することなく、リターンへと処理を移行する。すなわち、この場合は、バックグラウンドノイズが過大であると判断され、振動測定データＣの算出及びサーバへの送信は実施されない。

【００４３】

以上のように、この実施の形態２によれば、第２振動センサ１２０によって検出されるバックグラウンドノイズが過大である場合は、振動測定データＣの算出及びサーバへの送信を実施しないので、ノイズの影響が小さいデータを用いて高精度の振動解析を行なうことができる。

【００４４】

［実施の形態３］

実施の形態３では、第２振動センサ１２０によって検出されるバックグラウンドノイズが微小である場合には、第１振動センサ１１０による測定信号Ａが、軸受６０の振動を示す振動測定データＣとしてそのまま用いられる。

【００４５】

この実施の形態３における風力発電装置１０の全体構成も、図１に示した実施の形態１と同じである。

【００４６】

図６は、実施の形態３におけるデータ処理装置８０により実行される処理の手順を説明するフローチャートである。なお、このフローチャートに示される処理も、所定時間毎又は所定条件の成立時にメインルーチンから呼び出されて実行される。

【００４７】

図６を参照して、データ処理装置８０は、第１振動センサ１１０の測定信号Ａ、及び第２振動センサ１２０の測定信号Ｂを取得する（ステップＳ２１０）。次いで、データ処理装置８０は、測定信号Ｂが所定のしきい値Ｓｔｈ２（Ｓｔｈ２＜Ｓｔｈ１）以上であるか否かを判定する（ステップＳ２２０）。このしきい値Ｓｔｈ２は、バックグラウンドノイズが無視できる程度に小さいか否かを判定するための値であり、実機でデータを事前に収集し評価する等して適宜設定される。

【００４８】

測定信号Ｂがしきい値Ｓｔｈ２以上である場合は（ステップＳ２２０においてＹＥＳ）、データ処理装置８０は、ステップＳ２３０へ処理を移行する。なお、ステップＳ２３０及びその後のステップＳ２５０は、図４に示したフローチャートのステップＳ２０，Ｓ３０とそれぞれ同じであるので、説明を繰り返さない。

【００４９】

一方、ステップＳ２２０において測定信号Ｂがしきい値Ｓｔｈ２よりも小さいと判定されると（ステップＳ２２０においてＮＯ）、データ処理装置８０は、第１振動センサ１１０の測定信号Ａを振動測定データＣとする（ステップＳ２４０）。すなわち、第２振動センサ１２０によって検出されるバックグラウンドノイズが微小である場合には、第１振動センサ１１０による測定信号Ａが振動測定データＣとしてそのまま用いられる。

【００５０】

以上のように、この実施の形態３によれば、バックグラウンドノイズが微小である場合には、第１振動センサ１１０の測定信号Ａから第２振動センサ１２０の測定信号Ｂを差引く処理は実行されないので、不必要に上記の処理が実行されるのを防止することができる。

【００５１】

［実施の形態４］

この実施の形態４は、上記の実施の形態２，３を組合わせたものに相当する。すなわち、この実施の形態４では、第２振動センサ１２０によって検出されるバックグラウンドノイズが過大である場合には、振動測定データＣの算出及びサーバへの送信が非実施とされる。そして、バックグラウンドノイズが微小である場合には、第１振動センサ１１０によ

る測定信号Ａが振動測定データＣとしてそのまま用いられ、バックグラウンドノイズが微小でも過大でもない場合に、測定信号Ａから測定信号Ｂを差引くことによって得られる信号が振動測定データＣとして算出される。

【００５２】

この実施の形態４における風力発電装置１０の全体構成も、図１に示した実施の形態１と同じである。

【００５３】

図７は、実施の形態４におけるデータ処理装置８０により実行される処理の手順を説明するフローチャートである。なお、このフローチャートに示される処理も、所定時間毎又は所定条件の成立時にメインルーチンから呼び出されて実行される。

【００５４】

図７を参照して、ステップＳ３１０，Ｓ３３０～Ｓ３６０は、それぞれ図６に示したステップＳ２１０～Ｓ２５０と同じ処理である。そして、このフローチャートでは、ステップＳ３１０において、第１振動センサ１１０の測定信号Ａ、及び第２振動センサ１２０の測定信号Ｂが取得されると、データ処理装置８０は、測定信号Ｂが所定のしきい値Ｓｔｈ１以上であるか否かを判定する（ステップＳ３２０）。

【００５５】

ステップＳ３２０において測定信号Ｂがしきい値Ｓｔｈ１以上であると判定されると（ステップＳ３２０においてＹＥＳ）、データ処理装置８０は、以降の一連の処理を実行することなく、リターンへと処理を移行する。すなわち、この場合は、バックグラウンドノイズが過大であると判断され、振動測定データＣの算出及びサーバへの送信は実施されない。

【００５６】

一方、ステップＳ３２０において測定信号Ｂはしきい値Ｓｔｈ１よりも小さいと判定されると（ステップＳ３２０においてＮＯ）、データ処理装置８０は、ステップＳ３３０へ処理を移行する。上述のように、ステップＳ３３０以降は、図６に示したステップＳ２２０以降と同じであるので、説明を繰り返さない。

【００５７】

以上のように、この実施の形態４によれば、実施の形態２及び実施の形態３と同様の効果が得られる。

【００５８】

［変形例］

上記の各実施の形態においては、第２振動センサ１２０は、軸受６０の振動を軸受６０から受けないように、軸受６０から離隔して設けられ、インシュロック等の固定部材１３０，１３２を用いて第１振動センサ１１０に固定されるものとした（図２）。しかしながら、第２振動センサ１２０の設置方法は、このようなものに限定されるものではない。たとえば、軸受６０の振動を吸収する部材を介して測定対象の軸受６０に第２振動センサ１２０を設置してもよい。

【００５９】

図８は、この変形例における振動検出部７０＃の構成を示した図である。図８を参照して、振動検出部７０＃では、第１振動センサ１１０が受けるバックグラウンドノイズを測定するための第２振動センサ１２０は、振動吸収材１４０を介して軸受６０に設置される。振動吸収材１４０は、軸受６０の振動を吸収するための部材であり、たとえば、ゴムやエラストマー等の部材によって構成される。

【００６０】

なお、上記の各実施の形態及び変形例では、振動検出部７０において軸受６０の振動を測定するものとしたが、振動の測定対象の機械体は、軸受６０に限定されるものではなく、増速機４０や発電機５０であってもよいし、軸受６０とは別の軸受であってもよい。

【００６１】

今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考え

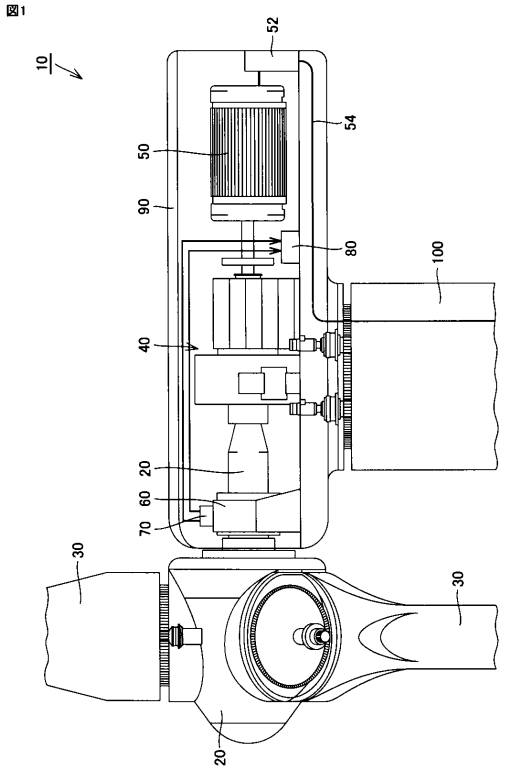
られるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

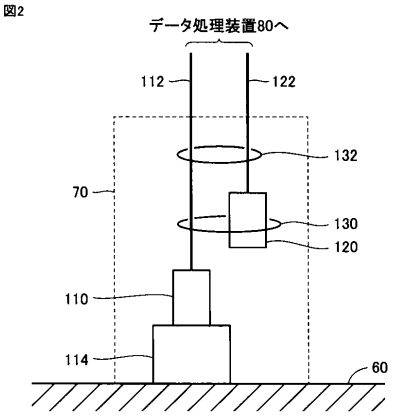
【００６２】

１０　風力発電装置、２０　主軸、３０　ブレード、４０　増速機、５０　発電機、５２　制御盤、５４　送電線、６０　軸受、７０，７０＃　振動検出部、８０　データ処理装置、９０　ナセル、１００　タワー、１１０　第１振動センサ、１１２，１２２　信号線、１２０　第２振動センサ、１１４　金属ベース、１３０，１３２　固定部材、１４０　振動吸収材、２１０，２２０　フィルタ部、２３０　データ処理部、２４０　送信部。

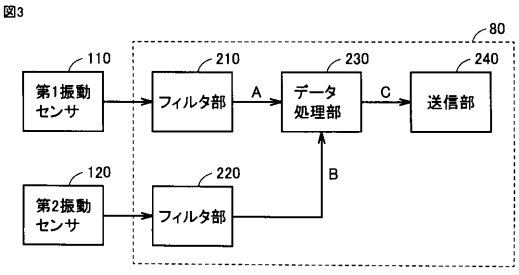
【図１】



【図２】

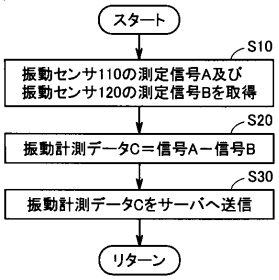


【図３】



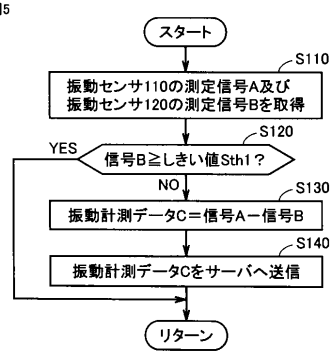
【図４】

図4



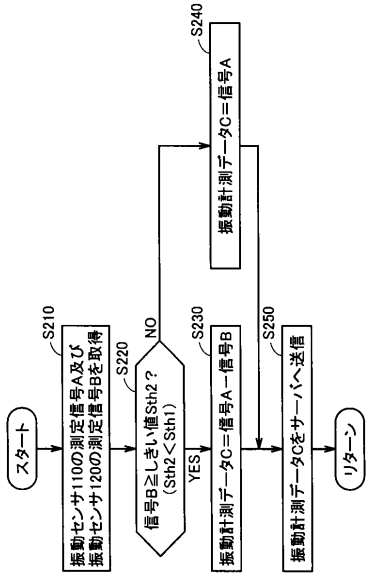
【図５】

図5



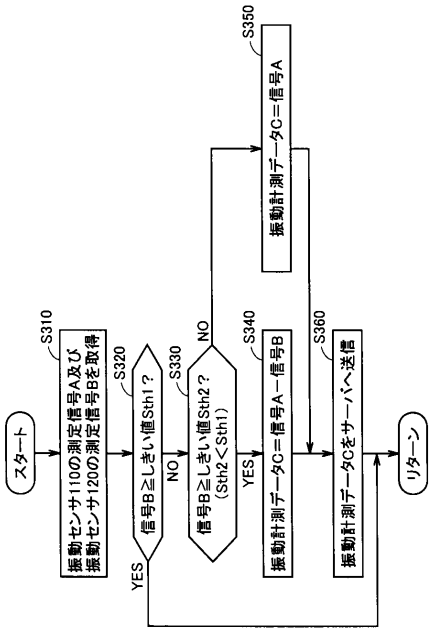
【図６】

図6



【図７】

図7



【図８】

図8

