

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6847118号
(P6847118)

(45) 発行日 令和3年3月24日 (2021.3.24)

(24) 登録日 令和3年3月4日 (2021.3.4)

(51) Int.Cl.
F03D 17/00 (2016.01)F I
F O 3 D 17/00

請求項の数 18 (全 31 頁)

| | | | |
|--------------------|-------------------------------|-----------|-------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2018-536829 (P2018-536829) | (73) 特許権者 | 509309640 |
| (86) (22) 出願日 | 平成29年1月9日 (2017.1.9) | | エスエスパー・ヴィント・ズステームス |
| (65) 公表番号 | 特表2019-509418 (P2019-509418A) | | ・ゲーエムペーハー・ウント・コムパニー |
| (43) 公表日 | 平成31年4月4日 (2019.4.4) | | ・カーゲー |
| (86) 国際出願番号 | PCT/EP2017/050316 | | ドイツ国 4 8 4 9 9 ザルツベルゲン、 |
| (87) 国際公開番号 | W02017/121697 | | ヌエンキルヒェナー・シュトラッセ 1 3 |
| (87) 国際公開日 | 平成29年7月20日 (2017.7.20) | (74) 代理人 | 100140109 |
| 審査請求日 | 令和1年10月4日 (2019.10.4) | | 弁理士 小野 新次郎 |
| (31) 優先権主張番号 | 102016100680.7 | (74) 代理人 | 100118902 |
| (32) 優先日 | 平成28年1月16日 (2016.1.16) | | 弁理士 山本 修 |
| (33) 優先権主張国・地域又は機関 | ドイツ (DE) | (74) 代理人 | 100106208 |
| | | | 弁理士 宮前 徹 |
| | | (74) 代理人 | 100120112 |
| | | | 弁理士 中西 基晴 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 風力発電設備

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

風力発電設備であって、ロータハブ (10)、および前記ロータハブ (10) 上に回転可能に設置される少なくとも1つのロータブレード (11) を有する、風力によって回転させられ得るロータ (6) と、運転制御デバイス (15) と、前記運転制御デバイス (15) と通信し、前記風力発電設備の非常停止のために使用され得る構成要素を有するブレード角調整システム (16) であって、前記ブレード角調整システム (16) により、前記ロータブレード (11) が前記ロータハブ (10) に対して回転させられ得、したがって、異なるブレード角位置に配置され得る、ブレード角調整システム (16) とを備え、前記ロータブレードを位置決めするための制御命令 (54) が、前記運転制御デバイス (15) により前記ブレード角調整システム (16) に対して出力され得、前記ブレード角調整システム (16) が、前記風力発電設備の通常運転時に前記制御命令 (54) に従い、それに応じて前記ロータブレード (11) を位置決めする、風力発電設備において、前記ブレード角調整システム (16) が、前記通常運転と並行して動作することができる監視ユニット (50) をさらに有し、前記監視ユニット (50) により、前記構成要素の機能性または前記構成要素の一部分の機能性が検査され得ることを特徴とし、

前記運転制御デバイス (15) が、少なくとも1つの非常停止制御ライン (24) により前記ブレード角調整システム (16) に接続され、前記少なくとも1つの非常停止制御ライン (24) を介して、所定の周波数を有する少なくとも1つの周期的な非常停止制御信号 (55) が、前記運転制御デバイス (15) により前記ブレード角調整システム (1

10

20

6) に対して出力され得、前記構成要素が、前記非常停止制御ライン(24)を含み、前記非常停止制御信号(55)の少なくとも周波数が、通常運転において前記非常停止制御ライン(24)の機能性を検査するために前記監視ユニット(50)によって検査され得ることを特徴とする、風力発電設備。

【請求項2】

請求項1に記載の風力発電設備において、前記ブレード角調整システム(16)が、少なくとも1つのコンバータ(27)と、前記コンバータ(27)の下流に接続され、前記ロータブレード(11)に機械的に接続される少なくとも1つの電気モータ(25)と、少なくとも1つの回転角指示デバイス(32)とを備え、前記少なくとも1つの回転角指示デバイス(32)により、前記ロータブレード(11)の前記ブレード角位置が検出され得ることを特徴とする、風力発電設備。

10

【請求項3】

請求項2に記載の風力発電設備において、前記構成要素が、前記コンバータ(27)および前記電気モータ(25)を含み、通常運転においてこれらの構成要素の機能性は、前記監視ユニット(50)により、前記ロータブレード(11)の前記ブレード角位置が変化するか否かに基づいて検査されることを特徴とする、風力発電設備。

【請求項4】

請求項2または3に記載の風力発電設備において、前記回転角指示デバイス(32)が、少なくとも2つの回転角インジケータ(46、47)を備え、前記少なくとも2つの回転角インジケータ(46、47)により、前記ロータブレードの前記ブレード角位置が互いに独立して検査され得、前記構成要素が、前記回転角指示デバイス(32)を含み、前記監視ユニット(50)により、通常運転において前記回転角指示デバイス(32)の機能性が、前記異なる回転角インジケータ(46、47)によって検出される前記ブレード角位置が所定の範囲を超えて互いに異なる否かに基づいて検査されることを特徴とする、風力発電設備。

20

【請求項5】

請求項2から4のいずれか1項に記載の風力発電設備において、前記コンバータ(27)が、電力供給装置(28)に接続される入力ステージ(34)と、前記入力ステージ(34)の下流に接続される中間回路(35)と、前記中間回路(35)の下流に接続される出力ステージ(37)とを備え、前記出力ステージ(37)に対して前記電気モータ(25)が接続され、前記ブレード角調整システム(16)が、前記中間回路(35)に接続される少なくとも1つの電気エネルギー貯蔵ユニット(41)と、中間回路電圧検出デバイス(38)とを備え、前記中間回路電圧検出デバイス(38)により、前記中間回路(35)に印加される中間回路電圧(U)が検出され得、前記構成要素が前記エネルギー貯蔵ユニット(41)を含み、前記入力ステージ(34)が、前記監視ユニット(50)により通常運転において前記エネルギー貯蔵ユニット(41)の機能性を検査するために、中間回路電圧(U)を中間回路公称電圧からより低い試験電圧へと低下させるために起動され得、前記試験電圧が前記エネルギー貯蔵ユニット(41)に割り当てられる最低電圧より低く、前記中間回路電圧(U)が前記最低電圧と比較され得ることを特徴とする、風力発電設備。

30

40

【請求項6】

請求項5に記載の風力発電設備において、前記試験電圧が、前記中間回路(35)に対して前記試験電圧が印加されるときに前記コンバータ(27)および前記電気モータ(25)を動作させるのに十分な高さでもあることを特徴とする、風力発電設備。

【請求項7】

請求項5または6に記載の風力発電設備において、前記ブレード角調整システム(16)が、エネルギー貯蔵ユニット電流検出デバイス(39)を備え、前記エネルギー貯蔵ユニット電流検出デバイス(39)により、前記エネルギー貯蔵ユニット(41)によって出力される電気エネルギー貯蔵ユニット電流(I)が検出され得、前記出力ステージ(37)が、前記電気モータ(25)により前記コンバータ(27)を介して前記エネルギー

50

貯蔵ユニット（４１）に電氣的に負荷をかけることができるように、起動され得、一方で、前記入力ステージ（３４）が、前記中間回路電圧（Ｕ）を前記試験電圧へと低下させるために前記監視ユニット（５０）によって起動され、前記エネルギー貯蔵ユニット（４１）の放電が観察され得、前記電気エネルギー貯蔵ユニット（４１）の現在の状態を特徴付ける少なくとも１つのデータが、前記放電の前記観察から取得され得、前記エネルギー貯蔵ユニット（４１）の現在の状態が、前記監視ユニット（５０）により、通常運転において前記エネルギー貯蔵ユニット（４１）の機能性を補助的に検査するために、その状態についての所定の要求条件と比較され得ることを特徴とする、風力発電設備。

【請求項８】

請求項７に記載の風力発電設備において、前記電気モータ（２５）に印加される１つまたは複数の電気モータ電圧が、前記監視ユニット（５０）によって変調され得、その結果、前記電気モータ（２５）によって出力される現行の機械的性能から変化しないようにまたは実質的に変化しないように、前記エネルギー貯蔵ユニット（４１）に対しての所定の電気負荷が得られ得ることを特徴とする、風力発電設備。

【請求項９】

請求項１から８のいずれか１項に記載の風力発電設備において、前記ブレード角調整システム（１６）が、電氣的に作動され得る少なくとも１つのブレーキ（２９）、およびブレーキ電流検出デバイス（３３）を備え、前記少なくとも１つのブレーキ（２９）により、前記ロータブレード（１１）が、前記ロータハブ（１０）に対しての回転に関して位置で固定され得るかまたは制動され得、前記ブレーキ電流検出デバイス（３３）により、前記ブレーキ（２９）に供給される電気ブレーキ電流（ I_B ）が検出され得、前記構成要素が前記ブレーキ（２９）を含み、前記監視ユニット（５０）により、前記ブレーキ電流（ I_B ）に基づいて、前記ブレーキ（２９）の機能性が検査されることを特徴とする、風力発電設備。

【請求項１０】

風力発電設備の非常停止のために使用され得る構成要素の機能性を検査するための方法において、前記風力発電設備が、ロータハブ（１０）、および前記ロータハブ（１０）上で回転可能に支持される少なくとも１つのロータブレード（１１）を有する、風力によって回転させられ得るロータ（６）と、運転制御デバイス（１５）と、前記運転制御デバイス（１５）と通信し、前記ロータブレード（１１）を前記ロータハブ（１０）に対して回転させることができ、したがって前記ロータブレード（１１）を異なるブレード角位置に配置することができる構成要素を備えるブレード角調整システム（１６）とを有し、前記ロータブレード（１１）を位置決めするための制御命令（５４）が、前記運転制御デバイス（１５）により前記ブレード角調整システム（１６）に対して出力され、前記ブレード角調整システム（１６）が、前記風力発電設備の通常運転において前記制御命令（５４）に従い、それに応じて前記ロータブレード（１１）を位置決めする、方法であって、前記ブレード角調整システム（１６）が、前記通常運転と並行して動作する監視ユニット（５０）をさらに有し、前記監視ユニット（５０）により、前記構成要素の機能性または前記構成要素の一部分の機能性が検査されることを特徴とし、

前記運転制御デバイス（１５）が、少なくとも１つの非常停止制御ライン（２４）により前記ブレード角調整システム（１６）に接続され、前記少なくとも１つの非常停止制御ライン（２４）を介して、所定の周波数を有する少なくとも１つの周期的な非常停止制御信号（５５）が、前記運転制御デバイス（１５）により前記ブレード角調整システム（１６）に対して出力され、前記構成要素が前記非常停止制御ライン（２４）を含み、通常運転において前記非常停止制御ライン（２４）の機能性を検査するために、前記非常停止制御信号（５５）の少なくとも周波数が前記監視ユニット（５０）によって検査されることを特徴とする、方法。

【請求項１１】

請求項１０に記載の方法において、前記ブレード角調整システム（１６）が、少なくとも１つのコンバータ（２７）と、前記コンバータ（２７）の下流に接続され、前記ロータ

10

20

30

40

50

ブレード(11)に機械的に接続される少なくとも1つの電気モータ(25)と、少なくとも1つの回転角指示デバイス(32)とを備え、前記少なくとも1つの回転角指示デバイス(32)により、前記ロータブレード(11)の前記ブレード角位置が検出されることを特徴とする、方法。

【請求項12】

請求項11に記載の方法において、前記構成要素が、前記コンバータ(27)および前記電気モータ(25)を備え、通常運転においてこれらの構成要素の機能性は、前記監視ユニット(50)により、前記ロータブレード(11)の前記ブレード角位置の変化が変化するか否かに基づいて検査されることを特徴とする、方法。

【請求項13】

請求項11または12に記載の方法において、前記回転角指示デバイス(32)が、少なくとも2つの回転角インジケータ(46、47)を備え、前記少なくとも2つの回転角インジケータ(46、47)により、前記ロータブレード(11)の前記ブレード角位置が互いに独立して検出され、前記構成要素が前記回転角指示デバイス(32)を含み、前記監視ユニット(50)により、通常運転において前記回転角指示デバイス(32)の機能性が、前記異なる回転角インジケータ(46、47)によって検出される前記ブレード角位置が所定の範囲を超えて互いに異なるか否かに基づいて検査されることを特徴とする、方法。

【請求項14】

請求項11から13のいずれか1項に記載の方法において、前記コンバータ(27)が、電力供給装置(28)に接続される入力ステージ(34)と、前記入力ステージ(34)の下流に接続される中間回路(35)と、前記中間回路(35)の下流に接続される出力ステージ(37)とを備え、前記出力ステージ(37)に対して前記電気モータ(25)が接続され、前記ブレード角調整システム(16)が、前記中間回路(35)に接続される少なくとも1つの電気エネルギー貯蔵ユニット(41)と、中間回路電圧検出デバイス(38)とを備え、前記中間回路電圧検出デバイス(38)により、前記中間回路(35)に印加される電気中間回路電圧(U)が検出され、前記構成要素が前記エネルギー貯蔵ユニット(41)を含み、前記入力ステージ(34)が、前記監視ユニット(50)により通常運転において前記エネルギー貯蔵ユニット(41)の機能性を検査するために、前記中間回路電圧(U)を中間回路公称電圧から、前記エネルギー貯蔵ユニット(41)に割り当てられる最低電圧より低い、より低い試験電圧へと低下させるために起動され、前記中間回路電圧(U)が前記最低電圧と比較されることを特徴とする、方法。

【請求項15】

請求項14に記載の方法において、前記試験電圧が、前記中間回路(35)に対して印加される前記試験電圧を用いて前記コンバータ(27)および前記電気モータ(25)も動作させることができるように十分な高さであることを特徴とする、方法。

【請求項16】

請求項14または15に記載の方法において、前記ブレード角調整システム(16)が、エネルギー貯蔵ユニット電流検出デバイス(39)を備え、前記エネルギー貯蔵ユニット電流検出デバイス(39)により、前記エネルギー貯蔵ユニット(41)によって出力される電気エネルギー貯蔵ユニット電流(I)が検出され、前記出力ステージ(37)が、前記電気モータ(25)により前記コンバータ(27)を介して前記エネルギー貯蔵ユニット(41)に電氣的に負荷をかけるように、起動され、一方で、前記入力ステージ(34)が、前記中間回路電圧(U)を前記試験電圧へと低下させるために前記監視ユニット(50)によって起動され、前記エネルギー貯蔵ユニット(41)の放電が観察され、前記電気エネルギー貯蔵ユニット(41)の現在の状態を特徴付ける少なくとも1つのデータが前記放電の前記観察から得られ、前記エネルギー貯蔵ユニット(41)の現在の状態が、前記監視ユニット(50)により、通常運転において前記エネルギー貯蔵ユニット(41)の機能性を補助的に検査するために、その状態についての所定の要求条件と比較されることを特徴とする、方法。

10

20

30

40

50

【請求項 17】

請求項 16 に記載の方法において、前記電気モータ (25) に印加される 1 つまたは複数の電気モータ電圧が、前記監視ユニット (50) によって変調され得、その結果、前記電気モータ (25) により現行状態において出力される機械的性能から変化しないように、前記エネルギー貯蔵ユニット (41) に対しての所定の電気負荷が得られ得ることを特徴とする、方法。

【請求項 18】

請求項 10 から 17 のいずれか 1 項に記載の方法において、前記ブレード角調整システム (16) が、電氣的に作動され得る少なくとも 1 つのブレーキ (29)、およびブレーキ電流検出デバイス (33) を備え、前記少なくとも 1 つのブレーキ (29) により、前記ロータブレード (11) が、前記ロータハブ (10) に対しての回転に関して定位置で固定され得るかまたは制動され得、前記ブレーキ電流検出デバイス (33) により、前記ブレーキ (29) に供給される電気ブレーキ電流 (I_B) が検出され得、前記構成要素が前記ブレーキ (29) を含み、前記監視ユニット (50) により、前記ブレーキ電流 (I_B) に基づいて、前記ブレーキ (29) の機能性が検査されることを特徴とする、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロータハブ、およびロータハブ上に回転可能に設置される少なくとも 1 つのロータブレードを有する、風力によって旋回させられ得るロータと、高水準の運転制御デバイスと、高水準の運転制御デバイスと通信することができ、風力発電設備の非常停止のために使用され得る構成要素を有するブレード角調整システムであって、このブレード角調整システムによりロータブレードがロータハブに対して回転させられ得、したがって、異なるブレード角位置に位置決めされ得る、ブレード角調整システムとを備える風力発電設備であって、ロータブレードを位置決めするための制御命令が、運転制御デバイスによりブレード角調整システムに対して出力され得、ブレード角調整システムが、風力発電設備の通常運転時に制御命令に従い、それに応じてロータブレードを位置決めする、風力発電設備に関する。さらに、本発明は、風力発電設備の非常停止のために使用され得る構成要素の機能性を検査するための方法に関する。

【背景技術】

【0002】

風力発電設備の非常停止の場合には、風力発電設備は、ブレード角調整システム (ピッチシステム) により、1 つまたは複数のロータブレードをそれらのブレード軸を中心として所定のブレード角位置まで回転させる安全状態に置かれる。安全状態は、通常、少なくとも 1 つのロータブレードを所定のブレード角位置まで回転させることができる場合にのみ達成され得、この所定のブレード角位置は、安全ブレード角位置またはウィンドベーン位置 (wind-vane position) とも称される。例えば、停電またはロータの過度な回転スピードなどの、種々の混乱状態においては、いかなる条件においてもこの安全状態を達成することが可能でなければならない。この状態にするための命令は、具体的には EFC 信号 (非常フェザー命令 (Emergency Feather Command)) と称される少なくとも 1 つの非常停止制御信号の形態でピッチシステムによって受信される。この信号は、多数の冗長信号の形態で提供されてもよい。具体的には、この信号は、少なくとも 1 つまたは複数のインスタンスで提供される。

【0003】

いくつかの状況では、通常のブレード角調整オペレーションで使用されず、したがって機能性および利用可能性を検査され得ない、システムの構成要素 (例えば、部品、回路部品) が非常停止 (EFC オペレーション) 中に必要となる。しかし、現行のガイドラインおよび規則によると、安全機構の利用可能性および機能性を継続的に決定することが可能であることが必要とされている。この理由により、風力発電設備の高水準の運転制御デバイスにより EFC オペレーションが周期的に開始される。この命令に応答して、風力発電

10

20

30

40

50

設備のブレードのすべてが、それらのブレード軸を中心として所定の速度で所定の方向に回転させられ得、停止スイッチの作動時に初めて停止することが可能となる。停止スイッチ、または冗長停止スイッチは、安全状態の達成時にその作動が起こるように、機械的に取り付けられる。高水準の運転制御デバイスが E F C オペレーション中にピッチシステムの挙動を観察し、この観察から、機能性に関する結論を導き出す。風力発電設備の周期的な停止の頻度は実際には変化するが、通常は約 1 週間に一度の範囲である。

【 0 0 0 4 】

冗長性のために、通常、2つの停止スイッチが各ロータブレードに取り付けられ、第2の停止スイッチは、第1の停止スイッチの故障時にのみ切り換えられるかまたは作動される。風力発電設備は、通常、そのロータブレードを用いて、ブレード角位置を第2の停止スイッチに自動で割り当てた状態にしておくことができず、したがって、技術者は現場で第1の停止スイッチのダメージを最初に修理しなければならない、次いで設備を手動で運転状態にしなければならない。したがって、周期的な停止のためのこれらの方法は、第1の停止スイッチの試験のみに適用され、試験中に第1の停止スイッチが故障した場合、設備は第2の停止スイッチにおいて変更不可に停止される。

10

【 0 0 0 5 】

各軸のためのそれぞれのコンバータまたはそれぞれの制御装置が、例えば絶対値送信器などの1つまたは複数の回転角送信器または回転角センサを介してそれぞれのブレード角を検出する。多数のブレード角の値のフィードバックを用いて、例えばシャフトの破損が点検され得るか、または冗長角度データを用いて妥当性 (p l a u s i b i l i t y) の相互的な検査が実行され得る。現行の開発状況では、運転を確実に管理することを常に可能とし、不必要なブレード負荷を回避するために、容量性中間回路を有するコンバータを介してブレード角の調整が実行されるように、ピッチシステムが高い頻度で設定される。中間回路は、制御された整流器または制御されない整流器を介して配電線に接続され、また、ダイオードを介して電気エネルギー貯蔵ユニットに接続される。自己整流式の D C モータ (s e l f - c o m m u t a t i n g D C m o t o r) を有していた以前のシステムでは、バッテリーにより直接に E F C オペレーションを実施することが可能であった。

20

【 0 0 0 6 】

安全機能の周期的な試験中での最悪の場合に備えるために、電力供給停止がシミュレートされなければならない、その結果、ピッチシステムが電気エネルギー貯蔵ユニットから電力の供給を受けることになる。こうすることにより、安全な停止のために必要なスイッチ、部品、および構成要素のすべてを使用してピッチシステムが動作させられることが保証される。上述したように、より高い水準の運転制御デバイスにより E F C 命令が試験の形態で開始されるという形で、安全機能が点検される。その結果、この試験のために風力発電設備全体が停止される。

30

【 0 0 0 7 】

試験の経過中およびその後、運転状態に達するまで、風力発電設備がエネルギーを一切発生させることができないかまたは大幅に少ないエネルギーしか発生させることができない。したがって、この期間、設備の技術的な利用可能性が低下し、これが経済的報酬に直接に影響する。風力発電設備の計算される利用可能性は、予め適合される時間枠内で評価 (r e g a r d) されるものである。それにより、計画される運転停止と計画されない運転停止とが区別されることになる。計画される運転停止は商業的なランタイムの全体から予め推定される。別の欠点は、非常停止中に風力発電設備により大きい負荷がかかることである。このように周期的に負荷が増大することにより摩耗が増大することから、風力発電設備の保守管理、修理および維持におけるコストおよび支出も増大することが考えられ得る。

40

【 0 0 0 8 】

D E 1 0 2 0 0 8 0 2 5 9 4 4 A 1 は、ロータと、ロータによって駆動される、電気エネルギーを発生させるためのジェネレータであって、ロータが、ピッチ機構により調整され得る少なくとも1つのブレードを有し、ピッチ機構が、バッテリーおよびアクチュエータ

50

を備えるエネルギー供給ユニット、ならびに制御ユニットを備える、ジェネレータとを備える風力発電設備を開示している。運転モードと試験モードとの間でアクチュエータを切り換えるロードモジュールが提供され、アクチュエータが試験モードである場合、ロードモジュールが、予め選択され得る、バッテリーのための所定の負荷を形成する。アクチュエータがコンバータおよびDCモータを備え、負荷制御モジュールが、所定の負荷に相当する予め定義され得る電流をDCモータに供給するように構成される。さらに、試験の開始時にアクチュエータにかかる電圧を所定の電圧レベルにまで低下させる放電制御モジュールが提供される。具体的には、このために、中間回路がバッテリー電圧レベルにまで放電される。具体的にはその電圧状態に関してバッテリーを監視するバッテリーモニタがさらに提供される。

10

【0009】

ロードモジュールは、運転モードと試験モードとの間でアクチュエータを切り替え、その結果、アクチュエータは試験モード時に通常運転で機能することができない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

これに基づき、本発明の基本的な目的は、風力発電設備の通常運転状態時に風力発電設備の非常停止のために使用され得る構成要素の機能性を試験することを可能にすることである。

【課題を解決するための手段】

20

【0011】

この目的は、本発明に従って、請求項1による風力発電設備によって、および請求項11による方法によって達成される。本発明の好適なさらなる発展形態は、従属請求項および以下の説明において定義される。

【0012】

ロータハブ、およびロータハブ上に回転可能に設置される少なくとも1つのロータブレードを有する風力によって回転させられ得るロータと、高水準の運転制御デバイスと、高水準の運転制御デバイスと通信することができ、風力発電設備の非常停止のために使用され得る構成要素を有するブレード角調整システムであって、このブレード角調整システムにより、ロータブレードがロータハブに対して回転させられ得、したがって、異なるブレード角位置に位置決めされ得る、ブレード角調整システムとを備える、風力発電設備であって、ロータブレードを位置決めするための制御命令が、運転制御デバイスによりブレード角調整システムに対して出力され得、ブレード角調整システムが、風力発電設備の通常運転時に制御命令に従い、それに応じてロータブレードを位置決めする、導入部に明記される風力発電設備は、ブレード角調整システムが通常運転と並行して動作することができる監視ユニットをさらに有し、監視ユニットにより、構成要素の機能性または構成要素の一部分の機能性が検査され得る、という点で、本発明に従ってさらに発展される。

30

【0013】

監視ユニットが通常運転と並行して動作することができることから、構成要素の機能性または構成要素の一部分の機能性が、その通常運転において、および/またはその通常運転に並行して、監視ユニットによって検査され得る。例えば、ロータブレードが通常運転においてロータハブに対して回転し、および/または具体的にはブレード角調整システムによりロータブレードがロータハブに対して回転させられる。好適には、試験の結果に関するデータが、具体的には通常運転時において、および/または通常運転に並行して、監視ユニットにより運転制御デバイスに対して出力され得る。

40

【0014】

ブレード角調整システムが、好適には、ロータ上に設けられ、および/またはロータに取り付けられるかもしくはロータの内部に取り付けられる。運転制御デバイスが、好適には、ロータの外部にある。具体的には、風力発電設備が機械マウントを有し、機械マウントの上にロータが回転可能に設置される。運転制御デバイスが、好適には、機械マウント

50

の上に設けられ、および／または機械マウントに取り付けられる。ブレード角調整システムが、好適には、運転制御デバイスに対して、ロータと一体に回転させられ得る。ロータが、有利には、通常運転において機械マウントに対して回転し、および／またはロータが有利には具体的には風力により、通常運転において機械マウントに対して回転させられる。通常運転において、ブレード角調整システムが、好適には、運転制御デバイスに対して、ロータと一体に回転する。運転制御デバイスが、好適には、具体的には1つまたは複数の通信回線により、ブレード角調整システムに接続される。通信回線が、例えば、回転トランスミッタまたはスリップリングを備える。風力発電設備が、好適には、ロータに機械的に接続される電気ジェネレータを備える。ジェネレータが、好適には、機械マウント上に設けられ、および／または機械マウントに取り付けられる。具体的には、電気ジェネレータがロータによって駆動され得るかまたはロータによって駆動される。

10

【0015】

さらなる発展形態によると、構成要素のうちの少なくとも1つの構成要素の機能性のエラーが監視ユニットによって検出されると、ブレード角調整システムが運転制御デバイスによって起動され得、ロータブレードを安全ブレード角位置まで回転させる。このことは有用である。なぜならば、エラーが検出された場合には、安全ブレード角位置に達することが非常時には保証されないからである。ロータブレードが安全ブレード角位置にある場合、ロータブレードが、好適には、風の方向に、および／または風の方向に平行に、方向付けられる。安全ブレード角位置は、例えばウィンドベーン位置とも称される。

【0016】

20

さらなる発展形態によると、運転制御デバイスが、1つのまたは少なくとも1つの非常停止制御ラインにより、ブレード角調整システムに接続され、この非常停止制御ラインを介して、1つのまたは少なくとも1つの非常停止制御信号が、運転制御デバイスによりブレード角調整システムに対して出力される。構成要素が、好適には非常停止制御ラインを含む。さらに、ブレード角調整システムが、具体的には非常停止制御信号入力装置を備え、非常停止制御信号入力装置に対して非常停止制御信号が送信され得る。非常停止制御ラインが、好適には、非常停止制御信号入力装置に接続される。構成要素が、好適には非常停止制御信号入力装置をさらに含む。具体的には、通常運転時の非常停止制御ラインおよび／または非常停止制御信号入力装置の機能性を試験するために、非常停止制御信号が監視ユニットによりエラーを検査され得る。非常停止制御信号は、DC信号、またはDC電圧信号であってよい。例えば、非常停止制御信号は、通常運転の第1のレベルを有し、風力発電設備の非常停止が行われることになる場合に第2のレベルへと変化する。第1のレベルは、例えばHレベルまたはLレベルである。さらに、第2のレベルは、例えばLレベルまたはHレベルである。しかし、それにより、非常停止制御信号が機能性の障害により第1のレベルに恒久的に留まり、第2のレベルへと変化するができなくなる危険がある。非常停止制御信号は、好適には、所定の周波数を有する周期信号および／またはパルス信号である。ブレード角調整システム、監視ユニット、および／または非常停止制御信号入力装置が、有利には、周波数検出デバイスを備え、この周波数検出デバイスにより、非常停止制御信号の周波数が検出され得る。監視ユニットが、好適には、非常停止制御信号入力装置および／または周波数検出デバイスに接続される。具体的には、非常停止制御信号の周波数が監視ユニットによって検出され得る。周波数、または少なくとも非常停止制御信号の周波数が、好適には、具体的には監視ユニットにより、検査され得、それにより、監視ユニットにより、通常運転において非常停止制御ラインおよび／または非常停止制御信号入力装置の機能性を検査する。具体的には、非常停止制御信号が存在しない状態が続くとき、または非常停止制御信号の周波数が所定の範囲でもしくは所定の範囲を超えて所定の周波数とは異なる場合、非常停止制御信号にエラーが発生する。例えば非常停止制御信号のエラーを通して、非常停止制御ラインおよび／または非常停止制御信号入力装置のエラーが検出され得る。その結果、上述した機能性の障害も検出され得る。非常停止制御ラインが、例えば、少なくとも1つの回転トランスミッタもしくはスリップリングを備えるか、または少なくとも1つの回転トランスミッタまたはスリップリングの上で誘導

30

40

50

される。

【 0 0 1 7 】

1つのデザインによると、ブレード角調整システムが、1つのまたは少なくとも1つのコンバータと、コンバータの下流に接続され、ロータブレードに機械的に接続される1つのまたは少なくとも1つの電気モータとを備える。ブレード角調整システムが、好適には、1つのまたは少なくとも1つの回転角指示デバイスをさらに備え、この回転角指示デバイスにより、ロータブレードのブレード角位置が検出され得る。監視ユニットが、好適には、回転角指示デバイスに接続される。具体的には、ロータブレードのブレード角位置が、監視ユニットによって検出され得る。具体的には、電気モータが、好適には電気モータ接続ラインを介して、コンバータに電氣的に接続される。構成要素が、好適には、コンバータ、電気モータ、電気モータとロータブレードとの間に設けられる機械的接続部分、および/またはモータ接続ラインを含む。具体的には、ロータブレードのブレード角位置の変化が、監視ユニットによって検査され得、通常運転においてこれらの構成要素の機能性を試験する。通常運転中にロータブレードのブレード角位置が変化すると、コンバータ、電気モータ、電気モータとロータブレードとの間に設けられる機械的接続部分、および/またはモータ接続ラインが機能的であると考えられ得る。ブレード角調整システムが、好適には、制御ユニットをさらに備え、この制御ユニットにより、特にコンバータが制御され得る。制御ユニットが、有利にはコンバータに接続される。上述した構成要素が、コンバータ、電気モータ、電気モータとロータブレードとの間に設けられる機械的接続部分、および/またはモータ接続ラインに加えて、好適には、制御ユニットをさらに含む。具体的には、監視ユニットが制御ユニットに接続される。制御ユニットが、好適には、監視ユニットによって制御され得る。監視ユニットが、好適には、コンバータに接続される。具体的には、コンバータが、監視ユニットにより、例えば直接にまたは制御ユニットを通して、制御され得る。制御ユニットが、好適には、監視ユニット、または監視ユニットの一部を備える。回転角指示デバイスが、有利には、1つのまたは少なくとも1つの回転角インジケータを備え、この回転角インジケータにより、ロータブレードのブレード角位置が検出され得る。電気モータのモータシャフトの回転角位置、および/またはロータブレードの回転角位置もしくはブレード角位置が、例えば回転角インジケータにより、検出され得る。

【 0 0 1 8 】

電気モータは、好適には、非同期モータ、サーボモータ、DCモータ、または例えば永久磁石同期モータなどの同期モータである。電気モータは、具体的には、好適にはロータブレードに機械的に接続される上記モータシャフトまたは1つのモータシャフトを備え、具体的には1つまたは少なくとも1つの伝動装置がそれらの間に組み込まれる。ロータブレードが、好適には、ブレード軸受によりロータハブ上に回転可能に設置される。電気モータとロータブレードとの間に設けられる機械的接続部分が、例えば、モータシャフト、伝動装置の1つまたは複数のシャフト、伝動装置、および/またはブレード軸受を含む。例えばプロテクタまたはリレーなどの、1つまたは複数の電流遮断要素が、モータ接続ライン内で相互接続され得る。伝動装置が、例えば、ピニオン、およびピニオンと掛合するかまたはピニオンに係合されるスプロケットを含む。ピニオンが、好適には、モータシャフトと共に回転するためにモータシャフトに堅固に接続される。スプロケットが、好適には、ロータブレードまたはロータハブと共に回転するために、ロータブレードまたはロータハブに堅固に接続される。

【 0 0 1 9 】

さらなる発展形態によると、回転角指示デバイスが、2つの、または少なくとも2つの回転角インジケータを備え、回転角インジケータにより、ロータブレードのブレード角位置が互いに独立して検出され得る。具体的には、監視ユニットが回転角インジケータの各々に接続される。回転角インジケータの各々によって検出されるロータブレードのブレード角位置が、有利には、監視ユニットによって検出され得る。構成要素が、好適には、回転角指示デバイスを含む。具体的には、監視ユニットにより、通常運転における回転角指

10

20

30

40

50

示デバイスの機能性を検査するために検出される回転角位置および／またはブレード角位置が、互いに比較され得、および／または妥当性のために試験され得る。異なる回転角インジケータによって検出されるブレード角位置が、所定の範囲を超えて互いに異なる場合、具体的には回転角指示デバイスにエラーが存在する。モータシャフトの回転角位置が、例えば第1の回転角インジケータによって検出され得、ロータブレードの回転角位置またはブレード角位置が、例えば第2の回転角インジケータによって検出され得る。

【0020】

ブレード角調整システムが、好適には、安全ブレード角位置の達成時にロータブレードによって作動され得る、1つのまたは少なくとも1つのエンドスイッチを備え、エンドスイッチの作動により、電気モータを停止することが可能となる。エンドスイッチが、有利には、回転角指示デバイスによって形成される。このようなエンドスイッチは、例えばソフトウェアエンドスイッチとも称される。回転角指示デバイスの機能性を検査することにより、具体的には、エンドスイッチの機能性も監視ユニットによって検査され得る。上述したエンドスイッチは、好適には第1のエンドスイッチとも称される。ブレード角調整システムが、好適には、安全ブレード角位置に、または安全ブレード角位置に対してオフセットされるブレード角位置に到達するときに作動され得る、1つのまたは少なくとも1つの第2のエンドスイッチを備え、第2のエンドスイッチにより電気モータが停止され得る。第2のエンドスイッチが、好適にはロータブレードにより機械的に作動され得る。具体的には、第1のエンドスイッチが機能不良である場合に、第2のエンドスイッチが安全スイッチである。

【0021】

1つのデザインによると、ブレード角調整システムが、1つのまたは少なくとも1つの電気エネルギー貯蔵ユニットを備える。好適には、コンバータが、入力ステージと、入力ステージの下流に接続される中間回路と、中間回路の下流に接続される出力ステージとを備える。電気エネルギー貯蔵ユニットが具体的には中間回路に接続される。入力ステージが、有利には、電力供給装置に接続され、および／またはその下流に接続される。具体的には、入力ステージおよび／またはコンバータが、電力供給装置により電気エネルギーの供給を受けることができる。電力供給装置が例えば、例えば風力発電設備ネットワーク、ウィンドファームネットワークなどの、電気ネットワークにより、または公共の電力供給ネットワークにより、形成される。具体的には、電力供給装置が、複数のフェーズを有し、具体的には3つのフェーズを有する。監視ユニットが、有利には、入力ステージに接続される。入力ステージが、好適には、例えば直接にまたはそれらの間に相互接続される制御ユニットにより、監視ユニットにより起動され得る。電気モータが、好適には、出力ステージに接続され、および／または出力ステージの下流に接続される。監視ユニットが、有利には、出力ステージに接続される。出力ステージが、好適には、例えば直接にまたはそれらの間に相互接続される制御ユニットにより、監視ユニットによって制御され得る。ブレード角調整システムおよび／またはコンバータが、好適には、中間回路電圧検出デバイスを備え、中間回路電圧検出デバイスにより、中間回路に印加される電気中間回路電圧が検出され得る。具体的には、監視ユニットが中間回路電圧検出デバイスに接続される。構成要素が、有利には、エネルギー貯蔵ユニットを含む。具体的には、監視ユニットにより、通常運転におけるエネルギー貯蔵ユニットの機能性を検査するために、入力ステージが、中間回路電圧を、中間回路公称電圧から、より低い具体的には所定の試験電圧へと低下させるために起動され得、この試験電圧が、エネルギー貯蔵ユニットに割り当てられる所定の最低電圧より低く、中間回路電圧が最低電圧と比較され得る。試験電圧がエネルギー貯蔵ユニットのための最低電圧よりも低いことを理由として、エネルギー貯蔵ユニットが中間回路に接続されており機能的である限りにおいて、中間回路がエネルギー貯蔵ユニットにより電圧の供給を受ける。検出される中間回路電圧が、エネルギー貯蔵ユニットのための最低電圧より高いかまたはそれと等しい場合、エネルギー貯蔵ユニットが存在し、機能的である。さらに、エネルギー貯蔵ユニットと中間回路との間の電気接続部分が機能的である。逆に、検出される中間回路電圧が試験電圧と等しい場合、つまりエネルギー貯

10

20

30

40

50

蔵ユニットのための最低電圧より低い場合、エネルギー貯蔵ユニットが機能的ではなく、および/またはエネルギー貯蔵ユニットと中間回路との間の電気接続部分が機能的ではない。したがって、構成要素が、好適には、エネルギー貯蔵ユニットと中間回路との間の電気接続部分をさらに含む。

【0022】

入力ステージは、整流入力ステージ (rectifying input stage) または整流器であり、特に、好適には制御可能な整流器である。中間回路は、好適には、DC電圧中間回路、および/またはDC中間回路である。具体的には、中間回路は中間回路コンデンサを備える。出力ステージは、好適には、トランジスタ出力ステージである。例えば、出力ステージがインバータまたはパルス幅変調器を形成する。

10

【0023】

電気エネルギー貯蔵ユニットが、例えば1つのまたは少なくとも1つのダイオードなどの、1つのまたは少なくとも1つの整流器構成要素を具体的には介して、中間回路に接続される。電気接続部分が、好適には、エネルギー貯蔵ユニットと中間回路との間に少なくとも1つの整流器構成要素を備える。エネルギー貯蔵ユニットが、有利には、少なくとも1つの、具体的には充電可能な、バッテリー、および/または少なくとも1つのコンデンサを備える。充電可能なバッテリーは、例えば蓄電池とも称される。

【0024】

試験電圧は、好適にはゼロに等しくない。試験電圧は、有利にはゼロより高い。試験電圧は、好適には、中間回路に印加される試験電圧を用いてコンバータおよび/または電気モータも動作させられ得るようにするのに十分な高さである。したがって、コンバータおよび/または電気モータは、具体的には試験電圧を用いて動作させられ得る。これには、エネルギー貯蔵ユニットの機能性を検査する場合に、また具体的にはエネルギー貯蔵ユニットおよび/またはエネルギー貯蔵ユニットと中間回路との間の電気接続部分が機能的ではない場合にも、通常運転が維持され得る、という利点が伴われる。中間回路電圧がエネルギー貯蔵ユニットのための最低電圧より低い場合、および/または中間回路電圧が試験電圧に相当する場合、監視ユニットにより、運転制御デバイスにエラーが好適には報告され、および/または中間回路電圧を低下させるための入力ステージの起動が終了され、それにより具体的にはその公称電圧に戻る。

20

【0025】

さらなる発展形態によると、ブレード角調整システムは、エネルギー貯蔵電圧検出デバイスを備え、このエネルギー貯蔵電圧検出デバイスにより、エネルギー貯蔵ユニットによって出力される電気エネルギー貯蔵ユニットの電圧が検出され得る。監視ユニットは、好適にはエネルギー貯蔵ユニット電圧検出デバイスに接続される。エネルギー貯蔵ユニット電圧は、有利には、監視ユニットによって検出され得る。監視ユニットは、好適には電気モータに接続される。電気モータが、有利には、監視ユニットにより、例えば直接に、または制御ユニット、コンバータ、および/もしくは出力ステージを相互接続することにより、制御され得る。具体的には、通常運転におけるエネルギー貯蔵ユニットの機能性を監視ユニットによって検査するために、

30

- 出力ステージが起動され得、その結果、エネルギー貯蔵ユニットが、具体的には通常運転においておよび/または現行状態において、電気モータを備えるコンバータを介して、好適にはその機械的出力から一切変化しないようにまたは実質的に変化しないように、電氣的に負荷をかけられ得、その間、入力ステージが監視ユニットによって起動され、中間回路電圧を試験電圧まで低下させる、

40

- 具体的には中間回路電圧および/またはエネルギー貯蔵ユニット電圧に基づくエネルギー貯蔵ユニットの放電が観察され得る、

- この放電の観察から、電気エネルギー貯蔵ユニットの現在の状態の特徴を示す少なくとも1つのデータが形成され得る、

- エネルギー貯蔵ユニットのデータおよび/または現在の状態が、エネルギー貯蔵ユニットの状態の所定の要求条件と、および/またはエネルギー貯蔵ユニットの所定のター

50

ゲット状態と比較され得る。その結果、エネルギー貯蔵ユニットの状態が検査され得る。

【0026】

電気エネルギー貯蔵ユニットの最新状態、および／または電気エネルギー貯蔵ユニットの最新状態の特徴を示すデータは、好適には、エネルギー貯蔵ユニットのSoC (state of charge (充填状態)) および／またはエネルギー貯蔵ユニットのSoH (state of health (健康状態)) を含む。具体的には、電気エネルギー貯蔵ユニットの状態の所定の要求条件および／またはエネルギー貯蔵ユニットの所定のターゲット状態は、エネルギー貯蔵ユニットのための所定のターゲットSoCおよび／またはエネルギー貯蔵ユニットのための所定のターゲットSoHを含む。エネルギー貯蔵ユニットの最新状態が、所定の要求条件またはターゲット状態に相当しない場合、および／またはエネルギー貯蔵ユニットの最新状態が、所定の範囲を超えて所定の要求条件もしくはターゲット状態とは異なる場合、監視ユニットにより、運転制御デバイスにエラーが好適には報告される。

【0027】

1つのデザインによると、電気モータに印加される1つまたは複数の電気モータ電圧が、具体的にはそれらの間で制御ユニットおよび／または出力ステージが相互接続される場合、監視ユニットによって変調され得、その結果、具体的には通常運転においておよび／または現行状態において、電気モータによって出力される機械的性能から、電気モータによって出力されるトルクから、および／または電気モータの回転速度から、好適には一切変化しないようにまたは実質的に変化しないように、エネルギー貯蔵ユニットに対しての所定の電気負荷が得られ得る。したがって、「電気モータによって出力される機械的性能から変化しないようにまたは実質的に変化しないように」という表現は、具体的には、電気モータによって出力されるトルクから、および／または電気モータの回転速度から変化しないかまたは実質的に変化しないことを意味する。エネルギー貯蔵ユニットに対しての所定の電気負荷を発生させるために電気モータに供給され得る1つまたは複数のモータ電流が、具体的にはモータ電圧の変調によりモータ内に発生され得る。エネルギー貯蔵ユニット電流検出デバイスが、好適には、中間回路電流検出デバイスであり、この中間回路電流検出デバイスにより、中間回路を流れる電流(中間回路電流)が検出され得る。あるいは、エネルギー貯蔵ユニット電流検出デバイスが例えばモータ電流検出デバイスであり、このモータ電流検出デバイスにより、電気モータに供給されるおよび／または電気モータ内で発生するモータ電流が検出され得る。

【0028】

さらなる発展形態によると、ブレード角調整システムが、電氣的に作動され得る少なくとも1つのブレーキを備え、このブレーキにより、ロータブレードが定位置で固定され得、および／またはロータハブに対してその回転を制動され得る。ブレード角調整システムが、好適には、ブレーキ制御デバイスをさらに備え、このブレーキ制御デバイスにより、ブレーキが制御され得る。ブレーキ制御デバイスは、好適には制御ユニットによって制御され得る。1つのデザインによると、ブレーキ制御デバイスが制御ユニットに一体化される。ブレーキが、好適には、具体的にはブレーキ制御デバイスをそれらの間で相互接続する場合に、制御ユニットによって制御され得る。ブレーキが、好適には、電気(electrical)ブレーキ接続ラインを介して、ブレーキ制御デバイスおよび／または制御ユニットに接続される。構成要素が、好適には、ブレーキ、ブレーキ制御デバイス、および／またはブレーキ接続ラインを含む。ブレード角調整システムが、好適には、ブレーキ電流検出デバイスを備え、このブレーキ電流検出デバイスにより、ブレーキに供給される電気ブレーキ電流が検出され得る。監視ユニットが、好適にはブレーキ電流検出デバイスに接続される。具体的には、ブレーキ電流が監視ユニットによって検出され得る。監視ユニットにより、通常運転における、ブレーキ、ブレーキ制御デバイス、および／またはブレーキ接続ラインの機能性を検査するために、ブレーキに供給される上記電気ブレーキ電流またはそのうちの1つ、および／またはブレーキ電流の時間曲線(temporal curve)が、妥当性のために試験され得る。ブレーキ電流および／またはブレーキ電

流の曲線が妥当ではない場合、ブレーキ、ブレーキ制御デバイス、および／またはブレーキ接続ラインにエラーが存在する。監視ユニットにより、また具体的には回転角指示デバイスにより、通常運転における、ブレーキ、ブレーキ制御デバイス、および／またはブレーキ接続ラインの機能性を検査するために、好適には、ロータブレードのブレード角位置が、ブレーキによるロータブレードの固定状態の変化に関して、検査され得る。ブレーキによるロータブレードの固定状態でのロータブレードのブレード角位置の変化が検出される場合、具体的には、ブレーキ、ブレーキ制御デバイス、および／またはブレーキ接続ラインにエラーが存在する。ブレーキ接続ラインが例えば、例えばプロテクタまたはリレーなどの、1つまたは複数の電流遮断要素を備える。ブレーキは、好適には、電気機械ブレーキである。具体的には、ブレーキはリテンションブレーキである。ブレーキ、ブレーキ制御デバイス、および／またはブレーキ接続ラインにエラーが存在する場合、監視ユニットにより、運転制御デバイスにエラーが好適には報告される。

10

【0029】

本発明はまた、風力発電設備の非常停止のために使用され得る構成要素の機能性を検査するための方法であって、風力発電設備が、ロータハブ、およびロータハブ上で回転可能に支持される少なくとも1つのロータブレードを有する、風力によって旋回させられ得るかまたは旋回させられるロータと、高水準の運転制御デバイスと、高水準の運転制御デバイスと通信し、ロータブレードをロータハブに対して回転させることができるかまたは回転させ、したがってロータブレードを異なるブレード角位置に配置することができるかまたは配置する構成要素を備えるブレード角調整システムとを備え、ロータブレードを位置決めするための制御命令が、運転制御デバイスにより、ブレード角調整システムに対して出力され、ブレード角調整システムが、風力発電設備の通常運転時に制御命令に従い、それに応じてロータブレードを位置決めし、ブレード角調整システムが、通常運転と並行して動作する監視ユニットをさらに有し、監視ユニットにより、構成要素のうちの1つのまたはいくつかの構成要素の機能性が検査される方法に関する。

20

【0030】

本方法と共に明記される風力発電設備は、好適には、本発明による風力発電設備である。本方法は、本発明による風力発電設備と共に説明されるデザインのすべてに従ってさらに発展され得る。さらに、本発明による風力発電設備は、本方法と共に説明されるデザインのすべてに従ってさらに発展され得る。本方法は、好適には、本発明による風力発電設備内でまたは本発明による風力発電設備により実行される。具体的には、本発明による風力発電設備は、本方法を実行するのに使用され得る。

30

【0031】

監視ユニットが、本方法に従って通常運転と並行して動作することを理由として、構成要素のうちの1つのまたはいくつかの構成要素の機能性が、具体的には通常運転においておよび／または通常運転と並行して、監視ユニットによって検査される。好適には、検査の結果に関するデータが、具体的には通常運転においておよび／または通常運転と並行して、監視ユニットによりまたは監視ユニットを用いて運転制御デバイスに送信される。例えば、通常運転において、具体的にはブレード角調整システムにより、ロータブレードがロータハブに対して回転し、および／またはロータブレードがロータハブに対して回転させられる。

40

【0032】

1つのデザインによると、監視システムにより、構成要素のうちの少なくとも1つの構成要素の機能性のエラーが検出された場合、ブレード角調整システムが運転制御デバイスによって起動され、ロータブレードを上記ブレード角位置または1つのブレード角位置まで回転させる。

【0033】

さらなる発展形態によると、運転制御デバイスが、1つのまたは少なくとも1つの非常停止制御ラインにより、ブレード角調整システムに接続され、この非常停止制御ラインを介して、1つのまたは少なくとも1つの非常停止制御信号が、運転制御デバイスにより、

50

ブレード角調整システムに対して出力される。構成要素が、好適には、非常停止制御ラインを含む。ブレード角調整システムが、具体的には、非常停止制御入力装置をさらに備え、この非常停止制御入力装置に対して非常停止制御信号が送信される。非常停止制御ラインが、好適には、非常停止制御信号入力装置に接続される。構成要素が、好適には、非常停止制御信号入力装置をさらに含む。具体的には、監視ユニットにより、通常運転における非常停止制御ラインおよび／または非常制信号入力装置の機能性を検査するために、非常停止制御信号がエラーを検査される。非常停止制御信号が、好適には、所定の周波数を有する周期信号である。ブレード角調整システム、監視ユニット、および／または非常停止制御信号入力装置が、有利には、周波数検出デバイスを備え、この周波数検出デバイスにより、非常停止制御信号の周波数が検出される。監視ユニットが、好適には、非常停止制御信号入力装置および／または周波数検出デバイスに接続される。具体的には、非常停止制御信号の周波数が、監視ユニットによって検出される。監視ユニットにより、通常運転において非常停止制御ラインおよび／または非常停止制御信号入力装置の機能性を検査するために、非常停止制御信号の周波数または少なくとも周波数が、好適には、具体的には監視ユニットにより、検査される。特に、非常停止制御信号が着信するのに失敗した場合、またはその周波数が所定の範囲を超えて所定の周波数とは異なる場合、非常停止制御信号にエラーが存在する。

【 0 0 3 4 】

1つのデザインによると、ブレード角調整システムが、1つのまたは少なくとも1つのコンバータと、コンバータの下流に接続され、ロータブレードに機械的に接続される1つのまたは少なくとも1つの電気モータとを備える。ブレード角調整システムが、好適には、1つのまたは少なくとも1つの回転角指示デバイスをさらに備え、この回転角指示デバイスにより、ロータブレードのブレード角位置が検出される。監視ユニットが、好適には回転角指示デバイスに接続される。具体的には、ロータブレードのブレード角位置が、監視ユニットによって検出される。電気モータが、コンバータに接続され、具体的には電氣的に接続され、好適には電気モータ接続ラインを介して接続される。構成要素が、好適には、コンバータ、電気モータ、電気モータとロータブレードとの間に設けられる機械的接続部分、および／またはモータ接続ラインを含む。具体的には、ロータブレードのブレード角調整システムが、通常運転において監視ユニットにより変化に関して検査され、それにより、これらの構成要素の機能性を検査する。ブレード角調整システムが、好適には、制御ユニットをさらに備え、この制御ユニットにより、コンバータが具体的には制御される。上述した構成要素が、好適には、コンバータ、電気モータ、電気モータとロータブレードとの間に設けられる機械的接続部分、および／またはモータ接続ラインに加えて、制御ユニットをさらに含む。具体的には、監視ユニットが制御ユニットに接続される。制御ユニットが、好適には、監視ユニットによって制御され得る。監視ユニットは、好適にはコンバータに接続される。具体的には、コンバータは、監視ユニットにより、例えば直接にまたはそれらの間に相互接続される制御ユニットにより、制御され得る。制御ユニットが、好適には、監視ユニット、または監視ユニットの一部分を備える。回転角指示デバイスが、有利には、1つのまたは少なくとも1つの回転角インジケータを備え、この回転角インジケータにより、ロータブレードのブレード角位置が検出される。回転角インジケータが、例えば、電気モータのモータシャフトの回転角位置、および／あるいはロータブレードの回転角位置またはブレード角位置を検出する。

【 0 0 3 5 】

電気モータは、好適には、非同期モータ、サーボモータ、DCモータ、または例えば永久磁石同期モータなどの同期モータである。電気モータは、具体的には、好適にはロータブレードに機械的に接続され、具体的には1つまたは少なくとも1つの伝動装置を通して相互接続されることにより接続される上記モータシャフトまたは1つのモータシャフトを備える。ロータブレードは、好適には、ブレード軸受によりロータハブ上に回転可能に設置される。電気モータとロータブレードとの間に設けられる機械的接続部分が、例えば、モータシャフト、伝動装置の1つまたは複数のシャフト、伝動装置、および／あるいはブ

10

20

30

40

50

レード軸受を含む。モータ接続ラインが例えば、例えばプロテクタまたはリレーなどの、1つまたは複数の電流遮断要素を備える。伝動装置が、例えば、ピニオン、およびピニオンと掛合するかまたはピニオンに係合されるスプロケットを含む。ピニオンが、好適には、モータシャフトと共に回転するためにモータシャフトに堅固に接続される。スプロケットが、好適には、ロータブレードまたはロータハブと共に回転するために、ロータブレードまたはロータハブに堅固に接続される。

【0036】

さらなる発展形態によると、回転角指示デバイスが、2つのまたは少なくとも2つの回転角インジケータを備え、これらの回転角インジケータにより、ロータブレードのブレード角位置が互いに独立して検出される。具体的には、監視ユニットが、各回転角インジケータに接続される。有利には、監視ユニットが、回転角インジケータの各々により検出されるロータブレードのブレード角位置を検出することができる。構成要素が、好適には、回転角指示デバイスを含む。具体的には、監視ユニットにより、通常運転における回転角指示デバイスの機能性を検査するために、異なる回転角インジケータによって検出される回転角位置および/またはブレード角位置が、互いに比較され、および/または妥当性のために試験される。第1の回転角インジケータが、例えば、モータシャフトの回転角位置を検出し、第2の回転角インジケータが、例えば、ロータブレードの回転角位置またはブレード角位置を検出する。

【0037】

ブレード角調整システムが、好適には、安全ブレード角位置への到達時にロータブレードによって作動され得る1つのまたは少なくとも1つのエンドスイッチを備え、エンドスイッチの作動により電気モータが停止される。エンドスイッチが、有利には、回転角指示デバイスによって形成される。回転角指示デバイスの機能性を検査することにより、具体的には、エンドスイッチの機能性も検査される。上述したエンドスイッチは、好適には第1のエンドスイッチとも称される。ブレード角調整システムが、好適には、安全ブレード角位置に、または安全ブレード角位置に対してオフセットされるブレード角位置にロータブレードが到達するときに、ロータブレードによって作動され得る1つまたは少なくとも1つの第2のエンドスイッチを備え、第2のエンドスイッチの作動により電気モータが停止される。第2のエンドスイッチは、好適にはロータブレードにより機械的に作動され得る。

【0038】

1つのデザインによると、ブレード角調整システムが、1つのまたは少なくとも1つの電気エネルギー貯蔵ユニットを備える。コンバータが、好適には、入力ステージと、入力ステージの下流に接続される中間回路と、中間回路の下流に接続される出力ステージとを備える。具体的には、電気エネルギー貯蔵ユニットが中間回路に接続される。入力ステージが、有利には、電力供給装置に接続され、および/またはその下流に接続される。具体的には、入力ステージおよび/またはコンバータが、電力供給装置により電気エネルギーの供給を受ける。電力供給装置が例えば、例えば風力発電設備ネットワーク、ウィンドファームネットワークなどの、電気ネットワークにより、または公共の電力供給ネットワークにより、形成される。具体的には、電力供給装置が複数のフェーズを有し、例えば3つのフェーズを有する。監視ユニットは、有利には入力ステージに接続される。入力ステージが、好適には、例えば直接にまたはそれらの間で相互接続される制御ユニットにより、監視ユニットにより制御され得る。電気モータが、好適には、出力ステージに接続され、または出力ステージの下流に接続される。監視ユニットが、有利には、出力ステージに接続される。出力ステージが、好適には、例えば直接にまたはそれらの間で相互接続される制御ユニットにより、監視ユニットによって接続され得る。ブレード角調整システムおよび/またはコンバータが、好適には、中間回路電圧検出デバイスを備え、中間回路電圧検出デバイスにより、中間回路に印加される電気(electrical)中間回路電圧が検出される。監視ユニットが、具体的には、中間回路電圧検出デバイスに接続される。中間回路電圧が、好適には、監視ユニットによって検出される。構成要素が、好適には、エ

10

20

30

40

50

エネルギー貯蔵ユニットを含む。具体的には、監視ユニットにより、通常運転におけるエネルギー貯蔵ユニットの機能性を検査するために、入力ステージが、中間回路電圧を、中間回路公称電圧から、より低い具体的には所定の試験電圧へと低下させるために起動され、この試験電圧は、エネルギー貯蔵ユニットに割り当てられる所定の最低電圧より低く、中間回路電圧が最低電圧と比較される。構成要素が、好適には、エネルギー貯蔵ユニットと中間回路との間にある上記電気接続部分または1つの電気接続部分をさらに含む。

【0039】

入力ステージは、整流入力ステージまたは整流器であり、特に好適には制御される整流器である。中間回路は、好適には、DC電圧中間回路、および/またはDC中間回路である。具体的には、中間回路は中間回路コンデンサを備える。出力ステージは、好適には、トランジスタ出力ステージである。例えば、出力ステージがインバータおよび/またはパルス幅変調器を形成する。

10

【0040】

電気エネルギー貯蔵ユニットが、例えば1つのまたは少なくとも1つのダイオードなどの、1つのまたは少なくとも1つの整流構成要素を具体的には介して、中間回路に接続される。電気接続部分が、好適には、エネルギー貯蔵ユニットと中間回路との間に少なくとも1つの整流器構成要素を備える。エネルギー貯蔵ユニットが、有利には、少なくとも1つの、具体的には充電可能な、バッテリー、および/または少なくとも1つのコンデンサを備える。充電可能なバッテリーは例えば蓄電池と称される。

【0041】

20

試験電圧は、好適にはゼロに等しくない。試験電圧は、有利にはゼロより高い。試験電圧は、好適には、中間回路に印加される試験電圧を用いてコンバータおよび/または電気モータも動作させられ得るようにするのに十分な高さである。したがって、コンバータおよび/または電気モータが、具体的には試験電圧を用いて動作させられ得る。中間回路電圧がエネルギー貯蔵ユニットの最低電圧より低い場合、および/または中間回路電圧が試験電圧に相当する場合、監視ユニットにより、運転制御デバイスにエラーが好適には報告され、および/または中間回路電圧を低下させるための入力ステージの起動が終了され、それにより具体的にはその公称電圧に実質的に戻る。

【0042】

さらなる発展形態によると、ブレード角調整システムおよび/またはコンバータがエネルギー貯蔵ユニット電流検出デバイスを備え、このエネルギー貯蔵ユニット電流検出デバイスにより、エネルギー貯蔵ユニットによって出力されるエネルギー貯蔵ユニット電流が検出される。監視ユニットは、好適にはエネルギー貯蔵ユニット電流検出デバイスに接続される。エネルギー貯蔵ユニット電流が、有利には、監視ユニットによって検出される。監視ユニットは、好適には電気モータに接続される。電気モータは、有利には、監視ユニットにより、例えば直接に、あるいは制御ユニット、コンバータ、および/またはそれらの間で相互接続される出力ステージにより、制御され得る。具体的には、通常運転におけるエネルギー貯蔵ユニットの機能性を監視ユニットにより補助的に検査するために、

30

- 出力ステージが起動され、その結果、エネルギー貯蔵ユニットが、電気モータを備えるコンバータを介して、好適には、具体的には通常運転においておよび/または現行状態において出力される機械的性能から変化しないようにまたは実質的に変化しないように、電氣的に負荷をかけられ、その間、入力ステージが監視ユニットによって起動され、中間回路電圧を試験電圧まで低下させ、

40

- 具体的には中間回路電圧および/またはエネルギー貯蔵ユニット電流に基づくエネルギー貯蔵ユニットの放電が観察され、

- この放電の観察から、電気エネルギー貯蔵ユニットの現在の状態の特徴を示す少なくとも1つのデータが形成され、ならびに、

- エネルギー貯蔵ユニットのデータおよび/または現在の状態が、エネルギー貯蔵ユニットの状態の所定の要求条件と、および/またはエネルギー貯蔵ユニットの所定のターゲット状態と比較される。エネルギー貯蔵ユニットの状態がこの手段によって検査される

50

。電気エネルギー貯蔵ユニットの現在の状態、および／または電気エネルギー貯蔵ユニットの現在の状態の特徴を示すデータが、好適には、エネルギー貯蔵ユニットのSOC (state of charge (充填状態)) および／またはエネルギー貯蔵ユニットのSOH (state of health (健康状態)) を含む。具体的には、電気エネルギー貯蔵ユニットの状態の所定の要求条件および／またはエネルギー貯蔵ユニットの所定のターゲット条件が、エネルギー貯蔵ユニットの所定のターゲットSOC および／またはエネルギー貯蔵ユニットの所定のターゲットSOHを好適には含む。エネルギー貯蔵ユニットの現在の状態が所定の要求条件またはターゲット状態に相当しない場合、および／またはエネルギー貯蔵ユニットの現在の状態が所定の範囲を超えて所定の要求条件もしくはターゲット状態とは異なる場合、監視ユニットにより、運転制御ユニットにエラーが好適に報告される。

10

【0043】

1つのデザインによると、電気モータに印加される1つまたは複数の電気モータ電圧が、具体的にはそれらの間で制御ユニットおよび／または出力ステージが相互接続される状態において、監視ユニットによって変調され得、その結果、具体的には通常運転においておよび／または現行状態において、電気モータによって出力される機械的性能から、電気モータによって出力されるトルクから、および／または電気モータの回転速度から、変化しないようにまたは実質的に変化しないように、エネルギー貯蔵ユニットに対しての所定の電気負荷が得られる。したがって、「電気モータによって出力される機械的性能から変化しないようにまたは実質的に変化しないように」という表現は、具体的には、電気モータによって出力されるトルクから、および／または電気モータの回転速度から変化しないかまたは実質的に変化しないことを意味する。エネルギー貯蔵ユニットに対しての所定の電気負荷を発生させるために電気モータに供給され得る1つまたは複数のモータ電流が、具体的にはモータ電圧の変調によりモータ内に発生され得る。エネルギー貯蔵ユニット電流検出デバイスは、好適には、中間回路電流検出デバイスであり、この中間回路電流検出デバイスにより、中間回路を流れる電流(中間回路電流)が検出され得る。あるいは、エネルギー貯蔵ユニット電流検出デバイスは、例えばモータ電流検出デバイスであり、このモータ電流検出デバイスにより、電気モータに供給されるおよび／または電気モータ内で発生するモータ電流が検出され得る。

20

【0044】

30

さらなる発展形態によると、ブレード角調整システムが、電氣的に作動され得る少なくとも1つのブレーキを備え、このブレーキにより、ロータブレードが定位置で固定され得、および／またはロータハブに対してその回転を制動され得る。ブレード角調整システムが、好適には、ブレーキ制御デバイスをさらに備え、このブレーキ制御デバイスにより、ブレーキが制御される。ブレーキ制御デバイスは、好適には制御ユニットによって制御される。1つのデザインによると、ブレーキ制御デバイスが制御ユニットに一体化される。ブレーキが、好適には、具体的にはブレーキ制御デバイスをそれらの間で相互接続する場合に、制御ユニットによって制御される。ブレーキが、好適には、電気(electrical)ブレーキ接続ラインを介して、ブレーキ制御デバイスおよび／または制御ユニットに接続される。構成要素が、好適には、ブレーキ、ブレーキ制御デバイス、および／またはブレーキ接続ラインを含む。ブレード角調整システムが、好適には、ブレーキ電流検出デバイスを備え、このブレーキ電流検出デバイスにより、ブレーキに供給される電気ブレーキ電流が検出される。監視ユニットは、好適にはブレーキ電流検出デバイスに接続される。具体的には、ブレーキ電流が監視ユニットによって検出される。監視ユニットにより、通常運転における、ブレーキ、ブレーキ制御デバイス、および／またはブレーキ接続ラインの機能性を検査するために、ブレーキに供給される上記電気ブレーキ電流もしくはそのうちの1つ、および／またはブレーキ電流の時間曲線が、妥当性のために試験される。ブレーキ電流および／またはブレーキ電流の曲線が妥当ではない場合、ブレーキ、ブレーキ制御デバイス、および／またはブレーキ接続ラインにエラーが存在する。監視ユニットにより、また具体的には回転角指示デバイスにより、通常運転における、ブレーキ、ブ

40

50

レーキ制御デバイス、および/またはブレーキ接続ラインの機能性を検査するために、好適には、ロータブレードのブレード角位置が、ブレーキによるロータブレードの固定状態の変化に関して、検査される。ブレーキによるロータブレードの固定状態でのロータブレードのブレード角位置の変化が検出される場合、具体的には、ブレーキ、ブレーキ制御デバイス、および/またはブレーキ接続ラインにエラーが存在する。ブレーキ接続ラインが例えば、例えばプロテクタまたはリレーなどの、1つまたは複数の電流遮断要素を備える。ブレーキは、好適には、電気機械ブレーキである。具体的には、ブレーキはリテンションブレーキである。ブレーキ、ブレーキ制御デバイス、および/またはブレーキ接続ラインにエラーが存在する場合、監視ユニットにより、運転制御デバイスにエラーが好適には報告される。

10

【0045】

1つのデザインによると、ブレード角調整システムが、ブレード角制御デバイスと、具体的にはブレード角制御デバイスに接続されおよび/またはブレード角制御デバイスによって制御されるかもしくは制御可能である、1つのまたは少なくとも1つのブレード角調整デバイスとを備える。具体的には、ロータブレードがブレード角調整デバイスによりロータハブに対して回転させられ得、および/またはロータブレードが具体的にはブレード角調整デバイスによりロータハブに対して回転させられる。ブレード角調整デバイスが有利にはロータブレードに接続される。ブレード角調整デバイスが、好適には、非常停止制御信号入力装置、周波数検出デバイス、コンバータ、制御ユニット、電気モータ、回転角指示デバイス、エンドスイッチ、中間回路電圧検出デバイス、エネルギー貯蔵ユニット電流検出デバイス、ブレーキ、ブレーキ電流検出デバイス、および/あるいは監視ユニットまたは監視ユニットの一部を備える。具体的には、運転制御デバイスが、上記非常停止制御ラインまたは上記少なくとも1つの非常停止制御ラインにより、ブレード角調整デバイスに接続される。ブレード角調整デバイスが、有利には、運転制御デバイスと通信することができる。ブレード角制御デバイスは、好適には、監視ユニット、あるいは監視ユニットの何らかの一部を備える。

20

【0046】

1つのデザインによると、監視ユニットが中央処理装置を有し、ブレード角制御デバイスが中央処理装置を備える。監視ユニットが、有利には、中央処理装置に接続されるおよび/または中央処理装置と通信する、1つのまたは少なくとも1つのサブユニットを有し、ブレード角調整デバイスがサブユニットを備える。サブユニットは、具体的には中央処理装置によって制御され得るか、または中央処理装置によって制御される。

30

【0047】

さらなる発展形態によると、ロータハブは、その上に回転可能に設置される多数の、また好適には2つまたは3つのロータブレードを有する。ロータブレードが、好適には、ブレード角調整システムによりロータハブに対して回転させられ得、したがって、異なるブレード角位置に配置され得、好適にはロータブレードを位置決めするための制御命令が、運転制御デバイスにより、ブレード角調整システムに対して出力され得るかまたは出力され、ブレード角調整システムが、好適には、風力発電設備の通常運転時に制御命令に従い、それに応じてロータブレードを位置決めする。

40

【0048】

1つのデザインによると、ブレード角調整システムが上記ブレード角調整デバイスまたは1つのブレード角調整デバイスを備え、各ロータブレードが、具体的にはブレード角制御デバイスに接続されおよび/あるいはブレード角制御デバイスによって制御されるかまたは制御され得るブレード角調整デバイスを備える。各ブレード角調整デバイスが、有利には、上述のブレード角調整デバイスと同様に設計される。具体的には、各ロータブレードが、それぞれのブレード角調整デバイスによりロータハブに対して回転させられ得、および/または各ロータブレードが、それぞれのブレード角調整デバイスによりロータハブに対して回転させられる。各ブレード角調整デバイスが、有利には、それぞれのロータブレードに機械的に接続される。ブレード角調整デバイスが、好適には、非常停止制御信号

50

入力装置、周波数検出デバイス、コンバータ、制御ユニット、電気モータ、回転角指示デバイス、中間回路電圧検出デバイス、エネルギー貯蔵ユニット電流検出デバイス、ブレーキ、ブレーキ電流検出デバイス、および/または監視ユニットの一部を備える。具体的には、運転制御デバイスが、1つのまたは少なくとも1つの非常停止制御ラインにより各ブレード角調整デバイスに接続される。ブレード角制御デバイスが、有利には、運転制御デバイスと通信することができる。ブレード角制御デバイスが、好適には、監視ユニット、あるいは監視ユニットの何らかの一部を備える。監視ユニットが、好適には、中央処理装置に接続されるおよび/または中央処理装置と通信する多数のサブユニットを有し、ブレード角調整デバイスの各々がサブユニットを備える。具体的には、各サブユニットが中央処理装置であってよいまたは中央処理装置によって制御され得る。

10

【0049】

以下で、図面を参照して好適な実施形態に基づいて本発明を説明する。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】一実施形態による風力発電設備の概略側面図である。

【図2】風力発電設備の運転制御デバイスおよびブレード角調整システムの概略図である。

【図3】ブレード角調整システムのブレード角調整デバイスの概略図である。

【図4】風力発電設備の非常停止のために使用され得る構成要素の機能性の検査を示す概略流れ図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0051】

一実施形態による風力発電設備1の概略側面図が図1に示される。風力発電設備1は、タワー2を備え、タワー2は、土台3により地面4に固定される。地面4から離れる端部のところで、機械マウント5がタワー2上で支持され、機械マウント5上にロータ6が設置され、その結果、ロータ6がロータ軸7を中心として回転することができる。さらに、電気ジェネレータが機械マウント5に取り付けられ、電気ジェネレータがロータシャフト9を介してロータ6に接続される。ロータ6が、ロータハブ10、ならびに多数のロータブレード11および12を備え、ロータブレード11および12が、ロータ軸に対して横向きであるかまたはほぼ横向きであるブレード軸に沿ってロータハブ10から離れるように延在する。ロータブレード11および12が、それらのそれぞれのブレード軸を中心として回転することができるように、ロータハブ10上に設置される。図1はロータブレード11のブレード軸13のみを示す。ロータブレード11および12が、ブレード軸受48および49をそれぞれ介してロータハブ10上に回転可能に設置される。機械マウント5が機械ハウジング14を支持し、機械ハウジング14の中に、運転制御デバイス15が配置され、運転制御デバイス15が風力発電設備1を運転するための高水準の制御装置を形成する。さらに、ブレード角調整システム16がロータハブ10内に設けられ、ブレード角調整システム16によりロータブレード11および12がそれらのそれぞれのブレード角を中心としてロータハブ10に対して回転することができる。ロータ6が風17によって動力供給され、その結果、ロータ6がロータ軸7を中心として回転する。

30

40

【0052】

運転制御デバイス15およびブレード角調整システム16の概略図が図2に示され、ブレード角調整システム16がブレード角調整デバイス18および19を有し、ブレード角調整システム18および19の各々がそれぞれロータブレード11および12のうちの1つのロータブレードの専用のものである。ブレード角調整デバイス18がロータブレード11専用であり、したがってブレード角調整デバイス19がロータブレード12専用である。さらに、ブレード角調整システム16がブレード角制御デバイス20を備え、ブレード角制御デバイス20が通信回線21を介して運転制御デバイス15に接続され、運転制御デバイス15によって制御され得る。ロータ6と機械マウント5または機械ハウジング14との間のインターフェースが破線22によって示される。ブレード角調整デバイス1

50

8 および 19 が通信回線 23 を介してブレード角制御デバイス 20 に接続され、ブレード角制御デバイス 20 によって制御され得る。加えて、ブレード角調整デバイス 18 および 19 が非常停止制御ライン 24 を介して運転制御デバイス 15 に接続される。ブレード角調整デバイス 18 および 19 の各々がさらに、非常停止制御信号入力装置 56 および 57 をそれぞれ有し、非常停止制御ライン 24 が非常停止制御信号入力装置 56 および 57 に接続される。ブレード角調整デバイス 18 および 19 の各々が異なるロータブレードの専用のものであるが、ブレード角調整デバイス 18 および 19 はそれ以外では等しく、したがって、図 3 の概略図から分かるように、以下の記述においては説明をブレード角調整デバイス 18 のみに限定する。

【0053】

ブレード角調整デバイス 18 が、モータシャフト 26 を備える電気モータ 25 と、入力端のところで電力供給装置 28 に接続されて出力端のところでモータ接続ライン 58 を介して電気モータ 25 に接続されるコンバータ 27 と、ブレーキ制御デバイス 59 と、電氣的に作動され得るブレーキ 29 と、制御ユニット 30 とを備え、ブレーキ 29 がブレーキ制御デバイス 59 によって制御され得、ブレーキ接続ライン 60 を介してブレーキ制御デバイス 59 に接続され、ブレーキ 29 によりモータシャフト 26 が制動され、および / または定位置で保持され得、制御ユニット 30 によりコンバータ 27 が制御され得る。さらに、電気モータ 25 が制御ユニット 30 によって制御され得、コンバータ 27 がそれらの間で相互接続される。さらに、ブレーキ制御デバイス 59 が制御ユニット 30 によって制御され得る。また、ブレーキ制御デバイス 59 が制御ユニット 30 に一体化されてよい。具体的には、ブレーキ 29 が制御ユニット 30 によって制御され得、ブレーキ制御デバイス 59 がそれらの間で相互接続される。モータシャフト 26 が伝動装置 31 を介してロータブレード 11 に接続され、その結果、モータシャフト 26 が電気モータ 25 によりロータハブ 10 に対して回転させられ得、結果として、異なるブレード角位置に配置され得る。ブレード角調整デバイス 18 が回転角指示デバイス 32 およびブレーキ電流検出デバイス 33 をさらに備え、回転角指示デバイス 32 によりロータブレード 11 のブレード角位置が検出され得、ブレーキ電流検出デバイス 33 により、ブレーキ 29 に供給されるブレーキ電流 I_B が検出され得る。コンバータ 27 が、電力供給装置 28 に接続される入力ステージ 24 と、電気中間回路コンデンサ 36 を有する、入力ステージの下流に接続される中間回路 35 と、中間回路 35 の下流に接続される出力ステージとを備え、出力ステージに対して電気モータ 25 が接続される。ブレード角調整デバイス 18 が中間回路電圧検出デバイス 38 および中間回路電流検出デバイス 39 をさらに備え、中間回路電圧検出デバイス 38 により、中間回路 35 に印加される中間回路電圧 U が検出され得、中間回路電流検出デバイス 39 により、中間回路 35 を通って流れる中間回路電流 I が検出され得る。ブレード角調整デバイス 18 が、バッテリーの形態の電気エネルギー貯蔵ユニット 41 を備える非常電力供給デバイス 40 をさらに備え、電気エネルギー貯蔵ユニット 41 が接続ライン 42 および 43 を介して中間回路 35 に電氣的に接続される。ヒューズ 44 およびダイオード 45 が接続ライン 42 に組み込まれる。

【0054】

回転角指示デバイス 32 が 2 つの回転角インジケータ 46 および 47 を備え、モータシャフト 26 の回転角位置が回転角インジケータ 46 によって検出され得、ロータブレード 11 の回転角位置が回転角インジケータ 47 によって検出され得る。モータシャフト 26 が、ロータブレード 11 と共に回転するために、具体的にはそれらの間で相互接続される伝動装置 31 により、ロータブレード 11 に堅固に接続されることを理由として、両方の回転角位置がロータブレード 11 のブレード角位置を表す。伝動装置 31 が具体的には歯車駆動装置である。図 3 による回転角指示デバイス 32 が制御ユニット 30 に一体化されているが、回転角指示デバイス 32 は制御ユニット 30 から分離していてもよく、制御ユニット 30 に接続されていてよい。

【0055】

ブレード角調整システム 16 が、ブレード角制御デバイス 20 に一体化される中央処理

10

20

30

40

50

装置 5 1 を備える監視ユニット 5 0 と、ブレード角調整デバイス 1 8 および 1 9 のうちの 1 つに各々が一体化される多数のサブユニット 5 2 および 5 3 とを有する。風力発電設備の通常運転時に、ブレード角調整システム 1 6 の構成要素が監視ユニット 5 0 によりその機能性を試験され、これらが風力発電設備 1 の非常停止のために使用されるかまたは使用され得る。それぞれのサブユニット 5 2 および 5 3 によるこの試験はブレード角調整デバイス 1 8 および 1 9 内で行われ、サブユニット 5 2 および 5 3 によって実行される試験が中央処理装置 5 1 によって調整される。したがって、サブユニット 5 2 および 5 3 は等しく構成される。

【 0 0 5 6 】

以下で、「通常運転」という用語を説明する。風力発電設備 1 の運転時、ロータブレード 1 1 および 1 2 を位置決めするための制御命令 5 4 が、運転制御デバイス 1 5 により、通信回線 2 1 を介して、ブレード角調整システム 1 6 に対して出力される。通常運転は、ブレード角調整システム 1 6 がこれらの制御命令 5 4 に従い、それに応じてロータブレード 1 1 および 1 2 を位置決めする場合のものとして定義される。

【 0 0 5 7 】

しかし、風力発電設備 1 に重大なエラーが存在する場合、風力発電設備は停止されなければならない、これは非常停止または非常停止オペレーションとも称される。特に、風力発電設備 1 の非常停止のために使用されるかまたは使用され得る構成要素のうちの 1 つの構成要素が機能不良である場合に、重大なエラーが存在する。この場合、ロータブレード 1 1 および 1 2 がウィンドベーン位置とも称される安全ブレード角位置まで回転させられる。安全ブレード角位置の専用のエンドスイッチに到達するまで、各ロータブレードが安全ブレード角位置に向かって回転させられる。ロータブレード 1 1 のための第 1 のエンドスイッチまたは 1 次エンドスイッチが回転角指示デバイス 3 2 によって形成される。第 2 のエンドスイッチまたは 2 次エンドスイッチも好適には提供され、これが、機械的に作動され得、具体的には第 1 のエンドスイッチに対してわずかにオフセットされる。回転角指示デバイス 3 2 によって形成される第 1 のエンドスイッチが故障するかまたは機能不良である場合に、第 2 のエンドスイッチが提供される。第 2 のエンドスイッチは例えば物理的なエンドスイッチ (p h y s i c a l e n d s w i t c h) と称される。好適には第 3 のエンドスイッチまたは 3 次エンドスイッチがさらに提供され、これが、機械的に作動され得、好適には第 2 のエンドスイッチに対してわずかにオフセットされる。第 1 のおよび / または第 2 のエンドスイッチが故障するかまたは機能不良である場合に、第 3 のエンドスイッチが提供される。第 3 のエンドスイッチは例えば物理的なエンドスイッチとも称される。

【 0 0 5 8 】

非常停止は多様な手法で開始され得る。単純な事例では、運転制御デバイス 1 5 が、ロータブレード 1 1 および 1 2 を安全ブレード角位置に位置決めするための制御命令 5 4 を、通信回線 2 1 を介して、ブレード角調整システム 1 6 に対して発する。これが、風力発電設備 1 の通常の停止を含む。

【 0 0 5 9 】

別の事例では、非常停止が非常停止制御ライン 2 4 を介して開始される。通常運転において、非常停止制御信号 5 5 (E F C) が非常停止制御ライン 2 4 を介してブレード角調整デバイス 1 8 および 1 9 に送信され、非常停止の場合にはこの非常停止制御ライン 2 4 が運転制御デバイス 1 5 によって停止されるかまたは解除される。ブレード角調整デバイス 1 8 および 1 9 が非常停止制御信号 5 5 の非存在を認識し、ロータブレード 1 1 および 1 2 を安全ブレード角位置まで回転させる。

【 0 0 6 0 】

別の事例では、非常停止が監視ユニット 5 0 によって開始される。監視ユニット 5 0 が、安全な非常停止のために利用可能でなければならないような、ブレード角調整システム内の構成要素の機能性を検査する。これらの構成要素のうちの少なくとも 1 つの構成要素においてエラーが検出されると、監視ユニット 5 0 によりエラー通知が運転制御デバイス

15に対して出力され、監視ユニット50が風力発電設備の非常停止を引き起こすかまたは開始する。それにより、非常停止制御ライン24の機能性も検査される。非常停止制御信号55は所定の周波数を有する周期信号の形態をとり、その周波数が監視ユニット50により、また具体的にはサブユニット51および52により、検査される。非常停止制御信号55の周波数が所定の範囲を超えて所定の周波数とは異なる場合、監視ユニット50によりエラー通知が運転制御デバイス15に対して出力され、監視ユニット50が風力発電設備の非常停止を開始する。

【0061】

非常停止制御信号入力装置56は、ウォッチドッグ信号の手法で、相互的な監視と同様に、好適にはトルク式入力装置として実装される。また、非常停止制御信号55は好適には方形波信号である。したがって、通常状態には、運転制御デバイス15が、所定の周波数を有する方形波信号55を非常停止制御信号入力装置56に送ることが含まれる。非常停止制御信号55の所定のエッジ変化がないときに最初に非常停止が誘発される。

【0062】

構成要素の機能性を検査することの経過の一実施例が図4に示されており、以下でこれを説明する。

機能性を検査されるべき構成要素には、具体的には、非常停止制御ライン24、非常停止制御信号入力装置56、回転角インジケータ46、回転角インジケータ47、コンバータ27、制御ユニット30、電気モータ25、モータ接続ライン58、ブレーキ接続ライン60、ブレーキ29、ブレード軸受48、ダイオード45、ヒューズ44、接続ライン42および43、電気エネルギー貯蔵ユニット41、ならびに/または伝動装置31が含まれる。

【0063】

第1のステップ61で、非常停止制御ライン24および/または非常停止制御信号入力装置56が機能性を検査される。好適には、さらに、運転制御デバイス15の一部が、好適には間接的にウォッチドッグの原理またはハートビート(heart beat)の原理により、機能性を検査される。ステップ61の検査は、具体的には通常運転中にまたは通常運転に並行して行われ、具体的には恒久的にアクティブおよび/または情報提供的(informative)である。

【0064】

第2のステップ62で、回転角指示デバイス32、および/または回転角指示デバイス32によって形成される1次エンドスイッチが機能性を検査され、この機能性が、この事例では、具体的には、2つの回転角インジケータ46および47の機能性および妥当性に相当する。この検査は、ステップ62では、具体的には通常運転中にまたは通常運転に並行して行われ、具体的には恒久的にアクティブであり、および/または情報を提供する。

【0065】

第1のエンドスイッチは第2のエンドスイッチのすぐ前に置かれるように構成され得、その結果、第1のエンドスイッチが機能不良である場合、好適には利用可能であるさらに2つのエンドスイッチが存在することになる。別の可能性として、例えば、コストを低減するために、物理的なエンドスイッチ、具体的には第2のエンドスイッチを排除するということがある。

【0066】

第3のステップ63で、コンバータ27、電気モータ25、および/またはモータ接続ライン58が機能性を検査される。好適には、さらに、制御ユニット30が機能性を検査される。ステップ63の検査は、好適には、サブユニット52によって実行される。具体的には、この検査は、コンバータ27、および電気モータ25を備える駆動装置の検査に対応する。ステップ61および62で行われる並行する検査が好適にはステップ63中にアクティブ状態を維持する。

【0067】

サブユニット52が具体的には駆動装置の挙動を検査し、好適には、すべての関連する

10

20

30

40

50

内部状態の報告を有する。例えば過負荷を回避するために、容量が考慮に入れられてもよい。

【0068】

検査は好適には恒久的に行われ、具体的にはブレード角調整システム16がアクティブである限りにおいて、行われる。あるいは、検査が周期的に行われ、例えば中央処理装置51によって開始または誘発される。

【0069】

第4のステップ64で、ブレーキ29および/またはブレーキ接続ライン60が機能性を検査される。ステップ64の検査は、好適には、サブユニット52によって実行される。加えてまたはあるいは、この検査は、中央処理装置51により周期的に開始または誘発されてもよい。ブレーキ29の機能性は好適には以下の手法で検査される：

a) ブレーキ電流 I_B を検出してブレーキ電流 I_B の妥当性を検査する。

【0070】

b) ロータブレードがブレーキ29により定位置で固定または保持されている限りにおいて、ブレード角位置および/またはモータシャフトの回転角位置を検出する。

c) 所定のブレーキトルクに達するまで、電気モータ25により、係合するブレーキ29に対して絶えず増大するトルクが加えられるという形で、ブレーキトルクを決定する。ブレーキ29が有効であるかどうかの指標として、具体的には、回転角位置またはモータシャフトの回転速度が使用され得る。異なるアプローチa) からc) は互いに組み合わせられてもよい。

【0071】

第5のステップ65で、ブレード軸受48および/または伝動装置31が機能性を検査される。これには好適には以下の構成要素が含まれる：回転角インジケータ46、回転角インジケータ47、コンバータ27、制御ユニット30、電気モータ25、モータ接続ライン58、ブレーキ接続ライン60、ブレーキ29、ダイオード45、ヒューズ44、接続ライン42および43、ならびに/または電気エネルギー貯蔵ユニット41。

【0072】

具体的には、これは、伝送装置、クラッチ、モータシャフト、ピニオン、および/またはブレード軸受、から構成される動力伝達トレインに関係する。ステップ65の検査は、好適には、サブユニット52によって実行される。検査は好適には恒久的に行われ、具体的にはブレード角調整システム16がアクティブであってロータブレード11が回転されている限りにおいて、行われる。しかし、例えば、ブレード角調整システム16が長時間使用されていないが報告が生成されるべき場合などにおいては、検査が中央処理装置51により周期的に開始または誘発されてもよい。この場合、ロータブレード11は、好適には、所定の、具体的には許容される、試験角にわたって回転させられる。

【0073】

第6のステップ66で、具体的には、中間回路電圧 U を、エネルギー貯蔵ユニットの所定の最低電圧より低い試験電圧へと低下させることにより、電気エネルギー貯蔵ユニット41、ダイオード45、ヒューズ44、ならびに/または接続ライン42および43が機能性を検査される。これには好適には以下の構成要素が含まれる：回転角インジケータ46、回転角インジケータ47、コンバータ27、制御ユニット30、電気モータ25、モータ接続ライン58、ブレーキ接続ライン60、ブレーキ29、ブレード軸受48、および/または伝動装置31。

【0074】

ステップ66の検査に基づいて、最初に、非常電力供給デバイス40および/または電気エネルギー貯蔵ユニット41が基本的に利用可能であるかどうか(バッテリーの作動)に関する結論が導き出される。しかし、特に、エネルギー貯蔵ユニット41のSOCに関する結論には到達しない。ステップ66の検査は好適には周期的に行われ、具体的には中央処理装置51によって誘発または開始される。

【0075】

第7のステップ67で、具体的には電気モータ25によるエネルギー貯蔵ユニット41に対しての所定の負荷を用いて、さらに、電気エネルギー貯蔵ユニット41の機能性が検査される。具体的にはステップ67の検査中に、電気エネルギー貯蔵ユニット41のエネルギー量、電流負荷、および/または電圧変化が決定され、これらが評価のベースとして使用されるということにより、電気エネルギー貯蔵ユニット41の品質が好適には評価される。したがって、非常停止のために使用可能なエネルギーが十分であるかどうかに関する結論が導き出され得る。具体的には、エネルギー貯蔵ユニット41のSOCおよび/またはSOHが決定される。ステップ67の検査は好適には周期的に行われ、具体的には中央処理装置51によって誘発または開始される。

【0076】

10

ステップ61から67は好適には連続的に実行され、具体的には所与の順番で実行される。あるいは、ステップ63から67が連続的に、具体的には所与の順番で実行され、一方で、ステップ61および62が継続的に実行される。しかし、これらのステップは別の順番で実行されてもよい。ステップ61から67のうちの1つまたは複数のステップを排除すること、および/あるいは1つまたは複数の他のステップを追加することも可能である。

[形態1]

風力発電設備であって、ロータハブ(10)、および前記ロータハブ(10)上に回転可能に設置される少なくとも1つのロータブレード(11)を有する、風力によって回転させられ得るロータ(6)と、高水準の運転制御デバイス(15)と、前記高水準の運転制御デバイス(15)と通信し、前記風力発電設備の非常停止のために使用され得る構成要素を有するブレード角調整システム(16)であって、前記ブレード角調整システム(16)により、前記ロータブレード(11)が前記ロータハブ(10)に対して回転させられ得、したがって、異なるブレード角位置に配置され得る、ブレード角調整システム(16)とを備え、前記ロータブレードを位置決めするための制御命令(54)が、前記運転制御デバイス(15)により前記ブレード角調整システム(16)に対して出力され得、前記ブレード角調整システム(16)が、前記風力発電設備の通常運転時に前記制御命令(54)に従い、それに応じて前記ロータブレード(11)を位置決めする、風力発電設備において、前記ブレード角調整システム(16)が、前記通常運転と並行して動作することができる監視ユニット(50)をさらに有し、前記監視ユニット(50)により、前記構成要素の機能性または前記構成要素の一部分の機能性が検査され得ることを特徴とする、風力発電設備。

20

30

[形態2]

形態1に記載の風力発電設備において、前記運転制御デバイス(15)が、少なくとも1つの非常停止制御ライン(24)により前記ブレード角調整システム(16)に接続され、前記少なくとも1つの非常停止制御ライン(24)を介して、所定の周波数を有する少なくとも1つの周期的非常停止制御信号(55)が、前記運転制御デバイス(15)により前記ブレード角調整システム(16)に対して出力され得、前記構成要素が、前記非常停止制御ライン(24)を含み、前記非常停止制御信号(55)の少なくとも周波数が、通常運転において前記非常停止制御ライン(24)の機能性を検査するために前記監視ユニット(50)によって検査され得ることを特徴とする、風力発電設備。

40

[形態3]

形態1または2に記載の風力発電設備において、前記ブレード角調整システム(16)が、少なくとも1つのコンバータ(27)と、前記コンバータ(27)の下流に接続され、前記ロータブレード(11)に機械的に接続される少なくとも1つの電気モータ(25)と、少なくとも1つの回転角指示デバイス(32)とを備え、前記少なくとも1つの回転角指示デバイス(32)により、前記ロータブレード(11)の前記ブレード角位置が検出され得ることを特徴とする、風力発電設備。

[形態4]

形態3に記載の風力発電設備において、前記構成要素が、前記コンバータ(27)およ

50

び前記電気モータ(25)を含み、前記ロータブレード(11)の前記ブレード角位置が、前記監視ユニット(50)により、通常運転においてこれらの構成要素の機能性を検査するために変化に関して検査され得ることを特徴とする、風力発電設備。

[形態5]

形態3または4に記載の風力発電設備において、前記回転角指示デバイス(32)が、少なくとも2つの回転角インジケータ(46、47)を備え、前記少なくとも2つの回転角インジケータ(46、47)により、前記ロータブレードの前記ブレード角位置が互いに独立して検査され得、前記構成要素が、前記回転角指示デバイス(32)を含み、前記異なる回転角インジケータ(46、47)によって検出される前記回転角位置が、前記監視ユニット(50)により、通常運転において前記回転角指示デバイス(32)の機能性を検査するために妥当性を検査され得ることを特徴とする、風力発電設備。

10

[形態6]

形態3から5のいずれか1項に記載の風力発電設備において、前記コンバータ(27)が、電力供給装置(28)に接続される入力ステージ(34)と、前記入力ステージ(34)の下流に接続される中間回路(35)と、前記中間回路(35)の下流に接続される出力ステージ(37)とを備え、前記出力ステージ(37)に対して前記電気モータ(25)が接続され、前記ブレード角調整システム(16)が、前記中間回路(35)に接続される少なくとも1つの電気エネルギー貯蔵ユニット(41)と、中間回路電圧検出デバイス(38)とを備え、前記中間回路電圧検出デバイス(38)により、前記中間回路(35)に印加される中間回路電圧(U)が検出され得、前記構成要素が前記エネルギー貯蔵ユニット(41)を含み、前記入力ステージ(35)が、前記監視ユニット(50)により通常運転において前記エネルギー貯蔵ユニット(41)の機能性を検査するために、中間回路電圧(U)を中間回路公称電圧からより低い試験電圧へと低下させるために起動され得、前記試験電圧が前記エネルギー貯蔵ユニット(41)に割り当てられる最低電圧より低く、前記中間回路電圧(U)が前記最低電圧と比較され得ることを特徴とする、風力発電設備。

20

[形態7]

形態6に記載の風力発電設備において、前記試験電圧が、前記中間回路(35)に対して前記試験電圧が印加されるときに前記コンバータ(27)および前記電気モータ(25)を動作させるのに十分な高さでもあることを特徴とする、風力発電設備。

30

[形態8]

形態6または7に記載の風力発電設備において、前記ブレード角調整システム(16)が、エネルギー貯蔵ユニット電流検出デバイス(39)を備え、前記エネルギー貯蔵ユニット電流検出デバイス(39)により、前記エネルギー貯蔵ユニット(41)によって出力される電気エネルギー貯蔵ユニット電流(I)が検出され得、前記出力ステージ(27)が、前記電気モータ(25)により前記コンバータ(27)を介して前記エネルギー貯蔵ユニット(41)に電氣的に負荷をかけることができるように、起動され得、一方で、前記入力ステージ(27)が、前記中間回路電圧(U)を前記試験電圧へと低下させるために前記監視ユニット(50)によって起動され、前記エネルギー貯蔵ユニット(41)の放電が観察され得、前記電気エネルギー貯蔵ユニット(41)の現在の状態の特徴を示す少なくとも1つのデータが、前記放電の前記観察から取得され得、前記エネルギー貯蔵ユニット(41)の現在の状態が、前記監視ユニット(50)により、通常運転において前記エネルギー貯蔵ユニット(41)の機能性を補助的に検査するために、その状態についての所定の要求条件と比較され得ることを特徴とする、風力発電設備。

40

[形態9]

形態8に記載の風力発電設備において、前記電気モータ(25)に印加される1つまたは複数の電気モータ電圧が、前記監視ユニット(50)によって変調され得、その結果、前記電気モータ(25)によって出力される現行の機械的性能へと変化しないようにまたは実質的に変化しないように、前記エネルギー貯蔵ユニット(41)に対しての所定の電気負荷が得られ得ることを特徴とする、風力発電設備。

50

[形態10]

形態1から9のいずれか1項に記載の風力発電設備において、前記ブレード角調整システム(16)が、電氣的に作動され得る少なくとも1つのブレーキ(29)、およびブレーキ電流検出デバイス(33)を備え、前記少なくとも1つのブレーキ(29)により、前記ロータブレード(11)が、前記ロータハブ(10)に対しての回転に関して定位置で固定され得るかまたは制動され得、前記ブレーキ電流検出デバイス(33)により、前記ブレーキ(29)に供給される電気ブレーキ電流(I_B)が検出され得、前記構成要素が前記ブレーキ(29)を含み、前記ブレーキ電流(I_B)が、前記ブレーキ(29)の機能性を検査するために前記監視ユニット(50)により妥当性を検査され得ることを特徴とする、風力発電設備。

10

[形態11]

風力発電設備の非常停止のために使用され得る構成要素の機能性を検査するための方法において、前記風力発電設備が、ロータハブ(10)、および前記ロータハブ(10)上で回転可能に支持される少なくとも1つのロータブレード(11)を有する、風力によって回転させられ得るロータ(6)と、高水準の運転制御デバイス(15)と、前記高水準の運転制御デバイス(15)と通信し、前記ロータブレード(11)を前記ロータハブ(10)に対して回転させることができ、したがって前記ロータブレード(11)を異なる位置に配置することができる構成要素を備えるブレード角調整システム(16)とを有し、前記ロータブレード(11)を位置決めするための制御命令(54)が、前記運転制御デバイス(15)により前記ブレード角調整システム(16)に対して出力され、前記ブレード角調整システム(16)が、前記風力発電設備の通常運転において前記制御命令(54)に従い、それに応じて前記ロータブレード(11)を位置決めする、方法であって、前記ブレード角調整システム(16)が、前記通常運転と並行して動作する監視ユニット(50)をさらに有し、前記監視ユニット(50)により、前記構成要素の機能性または前記構成要素の一部分の機能性が検査されることを特徴とする、方法。

20

[形態12]

形態11に記載の方法において、前記運転制御デバイス(15)が、少なくとも1つの非常停止制御ライン(24)により前記ブレード角調整システム(16)に接続され、前記少なくとも1つの非常停止制御ライン(24)を介して、所定の周波数を有する少なくとも1つの周期的非常制御信号(55)が、前記運転制御デバイス(15)により前記ブレード角調整システム(16)に対して出力され、前記構成要素が前記非常停止制御ライン(24)を含み、通常運転において前記非常停止制御ライン(24)の機能性を検査するために、前記非常停止制御信号(55)の少なくとも周波数が前記監視ユニット(50)によって検査されることを特徴とする、方法。

30

[形態13]

形態11または12に記載の方法において、前記ブレード角調整システム(16)が、少なくとも1つのコンバータ(27)と、前記コンバータ(27)の下流に接続され、前記ロータブレード(11)に機械的に接続される少なくとも1つの電気モータ(25)と、少なくとも1つの回転角指示デバイス(32)とを備え、前記少なくとも1つの回転角指示デバイス(32)により、前記ロータブレード(11)の前記ブレード角位置が検出されることを特徴とする、方法。

40

[形態14]

形態13に記載の方法において、前記構成要素が、前記コンバータ(27)および前記電気モータ(25)を備え、前記ロータブレード(11)の前記ブレード角位置が、前記監視ユニット(50)により、通常運転においてこれらの構成要素の機能性を検査するために変化に関して検査されることを特徴とする、方法。

[形態15]

形態13または14に記載の方法において、前記回転角指示デバイス(32)が、少なくとも2つの回転角インジケータ(46、47)を備え、前記少なくとも2つの回転角インジケータ(46、47)により、前記ロータブレード(11)の前記ブレード角位置が

50

互いに独立して検出され、前記構成要素が前記回転角指示デバイス(32)を含み、前記異なる回転角インジケータ(46、47)によって検出される前記回転角位置が、前記監視ユニット(50)により、通常運転において前記回転角指示デバイス(32)の機能性を検査するために妥当性を検査されることを特徴とする、方法。

[形態16]

形態13から15のいずれか1項に記載の方法において、前記コンバータ(27)が、電力供給装置(28)に接続される入力ステージ(34)と、前記入力ステージ(34)の下流に接続される中間回路(35)と、前記中間回路(35)の下流に接続される出力ステージ(37)とを備え、前記出力ステージ(37)に対して前記電気モータ(25)が接続され、前記ブレード角調整システム(16)が、前記中間回路(35)に接続される少なくとも1つの電気エネルギー貯蔵ユニット(41)と、中間回路電圧検出デバイス(38)とを備え、前記中間回路電圧検出デバイス(38)により、前記中間回路(35)に印加される電気中間回路電圧(U)が検出され、前記構成要素が前記エネルギー貯蔵ユニット(41)を含み、前記入力ステージ(34)が、前記監視ユニット(50)により通常運転において前記エネルギー貯蔵ユニット(41)の機能性を検査するために、前記中間回路電圧(U)を中間回路公称電圧から、前記エネルギー貯蔵ユニット(41)に割り当てられる最低電圧より低い、より低い試験電圧へと低下させるために起動され、前記中間回路電圧(U)が前記最低電圧と比較されることを特徴とする、方法。

10

[形態17]

形態16に記載の方法において、前記試験電圧が、前記中間回路(35)に対して印加される前記試験電圧を用いて前記コンバータ(27)および前記電気モータ(25)も動作させることができるように十分な高さであることを特徴とする、方法。

20

[形態18]

形態16または17に記載の方法において、前記ブレード角調整システム(16)が、エネルギー貯蔵ユニット電流検出デバイス(39)を備え、前記エネルギー貯蔵ユニット電流検出デバイス(39)により、前記エネルギー貯蔵ユニット(41)によって出力される電気エネルギー貯蔵ユニット電流(I)が検出され、前記出力ステージ(37)が、前記電気モータ(25)により前記コンバータ(27)を介して前記エネルギー貯蔵ユニット(41)に電氣的に負荷をかけるように、起動され、一方で、前記入力ステージ(34)が、前記中間回路電圧(U)を前記試験電圧へと低下させるために前記監視ユニット(50)によって起動され、前記エネルギー貯蔵ユニット(41)の放電が観察され、前記電気エネルギー貯蔵ユニット(41)の現在の状態の特徴を示す少なくとも1つのデータが前記放電の前記観察から得られ、前記エネルギー貯蔵ユニット(41)の現在の状態が、前記監視ユニット(50)により、通常運転において前記エネルギー貯蔵ユニット(41)の機能性を補助的に検査するために、その状態についての所定の要求条件と比較されることを特徴とする、方法。

30

[形態19]

形態18に記載の方法において、前記電気モータ(25)に印加される1つまたは複数の電気モータ電圧が、前記監視ユニット(50)によって変調され得、その結果、前記電気モータ(25)により現行状態において出力される機械的性能へと変化しないように、前記エネルギー貯蔵ユニット(41)に対しての所定の電気負荷が得られ得ることを特徴とする、方法。

40

[形態20]

形態11から19のいずれか1項に記載の方法において、前記ブレード角調整システム(16)が、電氣的に作動され得る少なくとも1つのブレーキ(29)、およびブレーキ電流検出デバイス(33)を備え、前記少なくとも1つのブレーキ(29)により、前記ロータブレード(11)が、前記ロータハブ(10)に対しての回転に関して定位置で固定され得るかまたは制動され得、前記ブレーキ電流検出デバイス(33)により、前記ブレーキ(29)に供給される電気ブレーキ電流(I_B)が検出され得、前記構成要素が前記ブレーキ(29)を含み、前記ブレーキ電流(I_B)が、前記監視ユニット(50)に

50

より前記ブレーキ（２９）の機能性を検査するために妥当性を検査されることを特徴とする、方法。

【符号の説明】

【００７７】

| | | |
|----|---------------|----|
| １ | 風力発電設備 | |
| ２ | タワー | |
| ３ | 土台 | |
| ４ | 地面 | |
| ５ | 機械マウント | |
| ６ | ロータ | 10 |
| ７ | ロータ軸 | |
| ８ | 電気ジェネレータ | |
| ９ | ロータシャフト | |
| １０ | ロータハブ | |
| １１ | ロータブレード | |
| １２ | ロータブレード | |
| １３ | ブレード軸 | |
| １４ | 機械ハウジング | |
| １５ | 運転制御デバイス | |
| １６ | ブレード角調整システム | 20 |
| １７ | 風 | |
| １８ | ブレード角調整デバイス | |
| １９ | ブレード角調整デバイス | |
| ２０ | ブレード角制御デバイス | |
| ２１ | 通信回線 | |
| ２２ | インターフェース | |
| ２３ | 通信回線 | |
| ２４ | 非常停止制御ライン | |
| ２５ | 電気モータ | |
| ２６ | 電気モータのモータシャフト | 30 |
| ２７ | コンバータ | |
| ２８ | 電力供給装置 | |
| ２９ | ブレーキ | |
| ３０ | 制御ユニット | |
| ３１ | 伝動装置 | |
| ３２ | 回転角指示デバイス | |
| ３３ | ブレーキ電流検出デバイス | |
| ３４ | コンバータの入力ステージ | |
| ３５ | コンバータの中間回路 | |
| ３６ | 中間回路コンデンサ | 40 |
| ３７ | コンバータの出力ステージ | |
| ３８ | 中間回路電圧検出デバイス | |
| ３９ | 中間回路電流検出デバイス | |
| ４０ | 非常電力供給デバイス | |
| ４１ | 電気エネルギー貯蔵ユニット | |
| ４２ | 接続ライン | |
| ４３ | 接続ライン | |
| ４４ | ヒューズ | |
| ４５ | ダイオード | |
| ４６ | 回転角インジケータ | 50 |

- 4 7 回転角インジケータ
- 4 8 ブレード軸受
- 4 9 ブレード軸受
- 5 0 監視ユニット
- 5 1 監視ユニットの中央処理装置
- 5 2 監視ユニットのサブユニット
- 5 3 監視ユニットのサブユニット
- 5 4 制御命令
- 5 5 非常停止制御信号 (E F C)
- 5 6 非常停止制御信号入力装置
- 5 7 非常停止制御信号入力装置
- 5 8 モータ接続ライン
- 5 9 ブレーキ制御デバイス
- 6 0 ブレーキ接続ライン
- 6 1 第 1 の検査ステップ
- 6 2 第 2 の検査ステップ
- 6 3 第 3 の検査ステップ
- 6 4 第 4 の検査ステップ
- 6 5 第 5 の検査ステップ
- 6 6 第 6 の検査ステップ
- 6 7 第 7 の検査ステップ
- U 中間回路電圧
- I 中間回路電流
- I_B ブレーキ電流

10

20

【図 1】

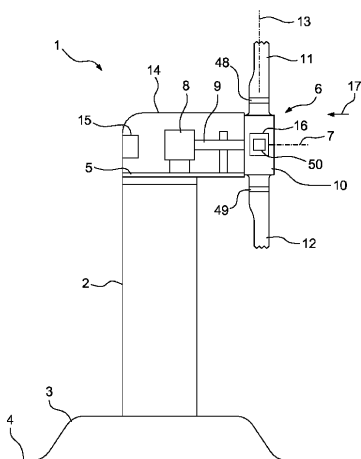


Fig. 1

【図 2】

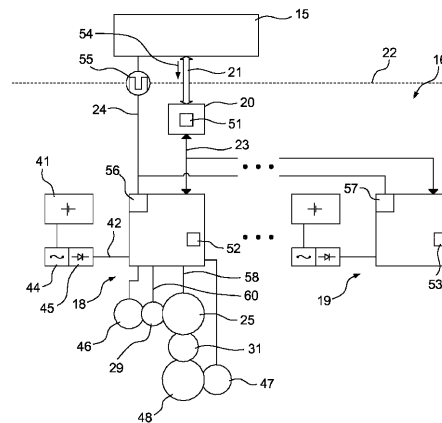


Fig. 2

【 図 3 】

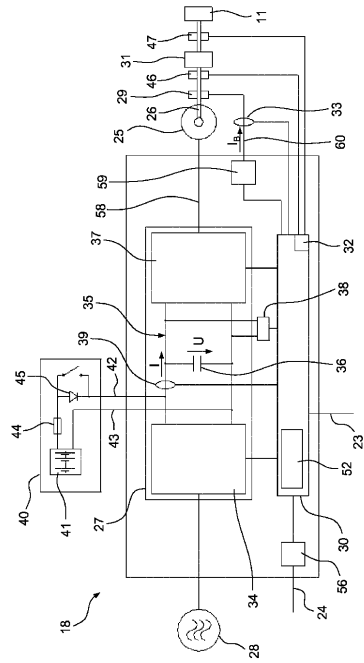
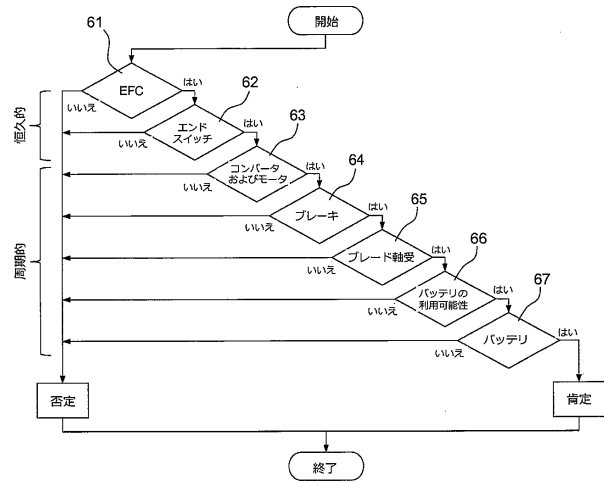


Fig. 3

【 図 4 】



フロントページの続き

(74)代理人 100117640

弁理士 小野 達己

(72)発明者 ブルテル, トビアス

ドイツ国 4 8 4 3 1 ライネ, シュマイヤーシュトラーク 7 0

(72)発明者 ダーネルグ, トビアス

ドイツ国 4 9 9 3 2 トゥーイーネ, アム・ハイリゲン・バウム 2

(72)発明者 ベルトロツティ, ファビオ

ドイツ国 4 8 4 5 5 バート・ベントハイム, グラフ・フォン・モルトケ・シュトラーク 1
2

審査官 井古田 裕昭

(56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 1 1 / 0 1 8 1 0 4 5 (U S , A 1)

特開 2 0 1 2 - 0 1 3 0 1 4 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 1 2 4 4 9 8 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F 0 3 D 1 7 / 0 0

H 0 2 P 9 / 0 0