

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6138341号
(P6138341)

(45) 発行日 平成29年5月31日 (2017.5.31)

(24) 登録日 平成29年5月12日 (2017.5.12)

(51) Int. Cl.			F I		
FO3D	7/04	(2006.01)	FO3D	7/04	Z
FO3D	9/22	(2016.01)	FO3D	9/22	
HO2P	9/00	(2006.01)	HO2P	9/00	F
			HO2P	9/00	B

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2016-505836 (P2016-505836)	(73) 特許権者	512197272
(86) (22) 出願日	平成26年4月4日 (2014.4.4)		ヴォッベン プロパティーズ ゲーエムベ ーハー
(65) 公表番号	特表2016-515675 (P2016-515675A)		WOBBEN PROPERTIES G MBH
(43) 公表日	平成28年5月30日 (2016.5.30)		ドイツ連邦共和国 26607 アウリッ ヒ ボアシヒシュトラーセ 26
(86) 国際出願番号	PCT/EP2014/056783		Borsigstrasse 26, 2 6607 Aurich Germany
(87) 国際公開番号	W02014/166824	(74) 代理人	100080816
(87) 国際公開日	平成26年10月16日 (2014.10.16)		弁理士 加藤 朝道
審査請求日	平成27年10月27日 (2015.10.27)	(74) 代理人	100098648
(31) 優先権主張番号	102013206119.6		弁理士 内田 深人
(32) 優先日	平成25年4月8日 (2013.4.8)	(74) 代理人	100119415
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		弁理士 青木 充

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 風力発電装置、並びに風力発電装置を運転する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

風力発電装置であって、
 少なくとも2つのロータブレード(108)を備えたロータ(106)と、
 該風力発電装置の前記ロータ(106)と直接的に又は間接的に結合されており且つ前記ロータ(106)の回転により電力を発生させる発電機(200)と、
 該風力発電装置の運転を制御するための制御ユニット(120)とを有し、
 前記制御ユニット(120)は、給電系統(130)のパラメータが所定の限界値より上に又は下になった場合に、第1エラー運転モードを作動させ、
 更に前記制御ユニット(120)は、前記第1エラー運転モードにおいて、前記ロータ(106)の回転数をゼロに減少させると共に、前記第1エラー運転モードにおいて前記発電機(200)により発生される電力を電氣的な消費装置(400)により消費させるために電氣的な消費装置(400)を作動させるように構成されていること、及び、
 前記制御ユニット(120)は、給電系統のパラメータが所定の限界値を上回る又は下回る場合に、第2エラー運転モードを作動させるように構成されており、
 更に前記制御ユニット(120)は、前記第2エラー運転モードにおいて、該風力発電装置が電力を前記給電系統から受け取り且つ電氣的な消費装置(400)により消費するよう該風力発電装置を制御するように構成されていること
 を特徴とする風力発電装置。

【請求項2】

前記給電系統（１３０）の前記パラメータは、系統周波数、系統電圧、及び／又は、系統周波数の変化又は系統電圧の変化であり、前記給電系統（１３０）と接続されている測定ユニット（１４０）により測定可能であること

を特徴とする、請求項１に記載の風力発電装置。

【請求項３】

少なくとも２つのロータブレード（１０８）を備えたロータ（１０６）と、前記ロータ（１０６）と直接的に又は間接的に結合されており且つ前記ロータ（１０６）の回転により電力を発生させる発電機（２００）と、

該風力発電装置の運転を制御するための制御ユニット（１２０）とを有し、

前記制御ユニット（１２０）は、給電系統のパラメータが所定の限界値を上回る又は下回る場合に、第２エラー運転モードを作動させるように構成されており、

更に前記制御ユニット（１２０）は、前記第２エラー運転モードにおいて、該風力発電装置が電力を前記給電系統から受け取り且つ電氣的な消費装置（４００）により消費するよう該風力発電装置を制御するように構成されていること

を特徴とする風力発電装置。

【請求項４】

更に該風力発電装置にはデータ入力部（３００）が設けられており、該データ入力部（３００）を介し、エネルギー供給事業者が、該風力発電装置の制御に対して影響を及ぼすことができること

を特徴とする、請求項１～３のいずれか一項に記載の風力発電装置。

【請求項５】

少なくとも２つのロータブレード（１０８）を備えたロータ（１０６）と、前記ロータ（１０６）と直接的に又は間接的に結合されており且つ前記ロータ（１０６）の回転により電力を発生させる発電機（２００）とを有する風力発電装置を運転する方法であって、以下のステップ、即ち、

給電系統のパラメータが所定の限界値より上に又は下になった場合に、制御ユニット（１２０）により第１エラー運転モードを作動させるステップと、

前記ロータの回転数をゼロに減少させると共に、前記第１エラー運転モードにおいて前記発電機により発生される電力を電氣的な消費装置（４００）により消費させるために電氣的な消費装置（４００）を作動させるステップとを含み、

更に以下のステップ、即ち、

前記給電系統（１３０）のパラメータが所定の限界値を上回る又は下回る場合に、前記制御ユニットにより第２エラー運転モードを作動させるステップと、

該風力発電装置が電力を前記給電系統から受け取り且つ前記電氣的な消費装置（４００）により消費するよう該風力発電装置を制御するステップとを含むこと

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、風力発電装置、並びに風力発電装置を運転する方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

風力発電装置（風力エネルギー設備）は、回転可能なロータを有し、該ロータは、風力により回転運動を行う。ロータは、直接的に又は変速機を介して発電機と結合されており、該発電機は、ロータの回転運動を電力へ変換する。発生された電力は、給電系統（電力系統）へ供給される。給電系統は、エネルギーを発生する複数のユニット（風力発電、火力発電、太陽光発電など）と、多数の需要家とから構成される。給電系統は、例えば系統周波数や系統電圧などのパラメータを有する。給電系統の事業者の役割は、給電系統のパラメータ（系統電圧及び系統周波数）が所定の限界値を上回る又は下回ることをないように給電系統を運転することである。

【 0 0 0 3 】

給電系統内に所定のエラー（不具合）がある場合、即ち例えばパラメータの1つが限界値を上回る又は下回った場合には、風力発電装置の運転は、風力発電装置が減速制御されるよう、即ち風力発電装置のロータの回転数が減少されるように影響を及ぼされ、場合によりロータは停止され、従って電力はもはや発生されず、給電系統へ送り込まれることもない。風力発電装置のロータの大きな質量が原因で風力発電装置のロータは、直ぐに停止することはできない。換言すると、給電系統内にエラーが発生した場合には、風力発電装置のロータの回転数は、例えば（ピッチ角の変更による）ロータブレードのピッチングにより減少される。この際、ロータブレードは、風に対して最小の作用面（風の当たる面）となるようにピッチングないし回転される。風力発電装置のロータは、給電系統内のエラーの発生後にも依然として回転するので、回転数が減少されたとしても依然として風力発電装置においては電力が発生され、給電系統へ送出されることになる。

10

【 0 0 0 4 】

ドイツ特許商標庁は、本出願の優先権の基礎となるドイツ特許出願について、以下の文献を調査した。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 DE 10 2005 049 426 B4

【 特許文献 2 】 US 2007/0100506 A1

20

【 特許文献 3 】 US 4,511,807 A

【 特許文献 4 】 EP 2 075 890 A1

【 特許文献 5 】 WO 99/50945 A1

【 特許文献 6 】 US 2003/0193933 A1

【 特許文献 7 】 EP 2 621 070 A1

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

本発明の課題は、風力発電装置が接続されている給電系統内のエラーに対してより良い反応を可能とする、風力発電装置、並びに風力発電装置を運転する方法を提供することである。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

前記課題は、請求項 1 による風力発電装置、並びに請求項 5 による方法により解決される。

即ち本発明の第 1 の視点により、風力発電装置であって、少なくとも 2 つのロータブレードを備えたロータと、該風力発電装置の前記ロータと直接的に又は間接的に結合されており且つ前記ロータの回転により電力を発生させる発電機と、該風力発電装置の運転を制御するための制御ユニットとを有し、前記制御ユニットは、給電系統のパラメータが所定の限界値より上に又は下になった場合に、第 1 エラー運転モードを作動させ、更に前記制御ユニットは、前記第 1 エラー運転モードにおいて、前記ロータの回転数をゼロに減少させると共に、前記第 1 エラー運転モードにおいて前記発電機により発生される電力を電気的な消費装置により消費させるために電気的な消費装置を作動させるように構成されていること、及び、前記制御ユニットは、給電系統のパラメータが所定の限界値を上回る又は下回る場合に、第 2 エラー運転モードを作動させるように構成されており、更に前記制御ユニットは、前記第 2 エラー運転モードにおいて、該風力発電装置が電力を前記給電系統から受け取り且つ電気的な消費装置により消費するよう該風力発電装置を制御するように構成されていることを特徴とする風力発電装置が提供される。

40

また本発明の第 2 の視点により、少なくとも 2 つのロータブレードを備えたロータと、前記ロータと直接的に又は間接的に結合されており且つ前記ロータの回転により電力を発

50

生させる発電機とを有する風力発電装置を運転する方法であって、以下のステップ、即ち、給電システムのパラメータが所定の限界値より上に又は下になった場合に、制御ユニットにより第1エラー運転モードを作動させるステップと、前記ロータの回転数をゼロに減少させると共に、前記第1エラー運転モードにおいて前記発電機により発生される電力を電気的な消費装置により消費させるために電気的な消費装置を作動させるステップとを含み、更に以下のステップ、即ち、前記給電システムのパラメータが所定の限界値を上回る又は下回る場合に、前記制御ユニットにより第2エラー運転モードを作動させるステップと、該風力発電装置が電力を前記給電システムから受け取り且つ前記電気的な消費装置により消費するように該風力発電装置を制御するステップとを含むことを特徴とする方法が提供される。

尚、本願の特許請求の範囲において付記された図面参照符号は、専ら本発明の理解の容易化のためのものであり、図示の形態への限定を意図するものではないことを付言する。

【発明を実施するための形態】

【0008】

本発明において、以下の形態が可能である。

(形態1) 風力発電装置であって、少なくとも2つのロータブレードを備えたロータと、該風力発電装置の前記ロータと直接的に又は間接的に結合されており且つ前記ロータの回転により電力を発生させる発電機と、該風力発電装置の運転を制御するための制御ユニットとを有し、前記制御ユニットは、給電システムのパラメータが所定の限界値より上に又は下になった場合に、第1エラー運転モードを作動させ、更に前記制御ユニットは、前記第1エラー運転モードにおいて、前記ロータの回転数をゼロに減少させると共に、前記第1エラー運転モードにおいて前記発電機により発生される電力を電気的な消費装置により消費させるために電気的な消費装置を作動させるように構成されていること。

(形態2) 前記風力発電装置において、前記給電システムの前記パラメータは、系統周波数、系統電圧、及び/又は、系統周波数の変化又は系統電圧の変化であり、前記給電システムと接続されている測定ユニットにより測定可能であることが好ましい。

(形態3) 特に前記風力発電装置において、少なくとも2つのロータブレードを備えたロータと、前記ロータと直接的に又は間接的に結合されており且つ前記ロータの回転により電力を発生させる発電機と、該風力発電装置の運転を制御するための制御ユニットとを有し、前記制御ユニットは、給電システムのパラメータが所定の限界値を上回る又は下回る場合に、第2エラー運転モードを作動させるように構成されており、更に前記制御ユニットは、前記第2エラー運転モードにおいて、該風力発電装置が電力を前記給電システムから受け取り且つ電気的な消費装置により消費するように該風力発電装置を制御するように構成されていることが好ましい。

(形態4) 前記風力発電装置において、更に該風力発電装置にはデータ入力部が設けられており、該データ入力部を介し、エネルギー供給事業者が、該風力発電装置の制御に対して影響を及ぼすことができることが好ましい。

(形態5) 少なくとも2つのロータブレードを備えたロータと、前記ロータと直接的に又は間接的に結合されており且つ前記ロータの回転により電力を発生させる発電機とを有する風力発電装置を運転する方法であって、以下のステップ、即ち、給電システムのパラメータが所定の限界値より上に又は下になった場合に、制御ユニットにより第1エラー運転モードを作動させるステップと、前記ロータの回転数をゼロに減少させると共に、前記第1エラー運転モードにおいて前記発電機により発生される電力を電気的な消費装置により消費させるために電気的な消費装置を作動させるステップとを含むこと。

(形態6) 前記方法において、更に以下のステップ、即ち、前記給電システムのパラメータが所定の限界値を上回る又は下回る場合に、前記制御ユニットにより第2エラー運転モードを作動させるステップと、該風力発電装置が電力を前記給電システムから受け取り且つ前記電気的な消費装置により消費するように該風力発電装置を制御するステップとを含むことが好ましい。

【0009】

本発明においては、少なくとも2つのロータブレードを備えたロータと、風力発電装置

10

20

30

40

50

の該ロータと直接的に又は間接的に結合されており且つ該ロータの回転により電力を発生させる発電機と、風力発電装置の運転を制御するための制御ユニットとを有する風力発電装置が設けられている。制御ユニットは、給電系統（電力系統）のパラメータが所定の限界値より上に又は下になった場合に、第1エラー運転モードを作動（活動化）させる。更に制御ユニットは、第1エラー運転モードにおいて、ロータの回転数をゼロに減少させると共に、第1エラー運転モードにおいて発電機により発生される電力をチョッパにより消費させるためにチョッパを作動させるように構成されている。

【0010】

本発明は、同様に少なくとも2つのロータブレードを備えたロータと、該ロータと直接的に又は間接的に結合されており且つ該ロータの回転により電力を発生させる発電機と、風力発電装置の運転を制御するための制御ユニットとを有する風力発電装置に関し、この際、制御ユニットは、給電系統のパラメータが所定の限界値を上回る又は下回る場合に、第2エラー運転モードを作動させる。更に制御ユニットは、第2エラー運転モードにおいて、風力発電装置が電力を給電系統から受け取り且つチョッパにより消費するよう風力発電装置を制御するように構成されている。

10

【0011】

本発明は、例えばインバータのようなパワーエレクトロニクス装置を有する電力キャビネットを備えた風力発電装置を設けるという思想に関する。この電力キャビネット内には、更にチョッパが設けられ、該チョッパは、負荷抵抗と結合されている。風力発電装置は、制御ユニットを有し、該制御ユニットは、給電系統内に例えば過周波数のようなエラーが検知された場合に、風力発電装置のロータの回転数をロータブレードのピッチ角の変更により減少させる。従って制御ユニットによりロータの回転数が減少される。しかし風力発電装置のロータの大きな質量が原因でロータは、間髪おかず直ぐに停止することはできない。むしろ風力発電装置は、ロータを完全に停止させるために例えば2～3秒の時間を必要とするだろう。この時間の間、ロータと結合された発電機は、給電系統へ出力される電力を更に発生させることになる。

20

【0012】

本発明により制御ユニットは、給電系統内にエラー（給電系統のパラメータのための所定の限界値を上回ることないし下回ること）が発生した場合に、エラー運転モードへの切り替えを可能とする。エラー運転モードにおいて制御ユニットは、発電機により発生された電力をチョッパと少なくとも1つの負荷抵抗とを介して熱に変換するために、チョッパを作動させる。発電機を用い、給電系統内のエラーの検知以降、ロータの回転数の減少時に（ないし減少過程で）風力発電装置により発生される電力は、チョッパを介して熱に変換される。従って風力発電装置が、給電系統内のエラーの検知以降（即ち急激に）電力をもはや給電系統へ供給しないことが実現可能である。

30

【0013】

このことは、エラーが給電系統内の過周波数を表わす場合に特に有意義であり、過周波数は、給電系統へ供給される電力が多すぎることを示している。過周波数を減少させるためには、給電系統へ供給されるエネルギーを少なくするか、又は給電系統から取り出されるエネルギーを多くしなくてはならない。エラー運転モードにおいて発生される風力発電装置の電力を（例えば熱に変換するために）チョッパを本発明により作動させることにより、風力発電装置は、極めて迅速に、即ち実質的に給電系統内にエラーが発生した以降、電力をもはや給電系統へ供給することはなく、従って風力発電装置は、極めて迅速に、特に過周波数の場合における給電系統内のエラーに対して反応し、従って系統を保護するように介入を行うことが可能である。本発明により、風力発電装置により発生された電力を、直ぐに且つ急激に、もはや給電系統へ供給しないようにすることが可能である。

40

【0014】

本発明の一視点により風力発電装置は、例えば無風状態で且つ給電系統内にエラー（例えば過周波数）が発生した場合に、給電系統から電力を受け取り、チョッパと該チョッパ

50

に結合された負荷抵抗とを介して熱に変換させるために使用することが可能であり、従ってその際には、風力発電装置は、電気的な消費装置として給電系統と接続されていることになる。

【0015】

本発明の更なる一視点により、エネルギー供給事業者が風力発電装置の運転に対して影響を及ぼすことが可能である。このことは、特に給電系統内にエラーがある場合に行うことが可能である。本発明によりエネルギー供給事業者の要求に対し、例えば給電系統内にエラーがある場合には風力発電装置を停止（シャットダウン）させ、停止時（完全停止に至るまでの間）に発生される電力を本発明によりチョッパを介して熱に変換することが可能である。従って風力発電装置を極めて迅速に系統から引き離すことが達成され、この際に電力が給電系統へ供給されることはない。

10

【0016】

風力発電装置を運転するための本発明による方法は、給電系統内に過電圧が検知された場合にも適応することが可能である。

【0017】

本発明の更なる一視点により、系統周波数の周波数変化を検知することが可能であり、例えば周波数変化のための所定の限界値を上回った場合に風力発電装置を停止させることが可能であり、この際に発生される電力は、チョッパと負荷抵抗とを用いて熱に変換することが可能である。従って例えば緊急時には、送出される電力を迅速にゼロに降下させることが可能である。

20

【0018】

本発明の更なる構成は、下位請求項の対象である。

【0019】

以下、本発明の利点及び実施例を、図面に関連して詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1A】本発明による一風力発電装置を模式的に示す図である。

【図1B】本発明による一ウインドパークを模式的に示す図である。

【図2】本発明の第1実施例による方法を説明するためのグラフを示す図である。

【図3】本発明の第2実施例による方法を説明するためのグラフを示す図である。

30

【図4】本発明による方法を説明するためのグラフを示す図である。

【実施例】

【0021】

図1は、本発明による一風力発電装置を模式的に示す図である。

【0022】

図1は、本発明による一風力発電装置を模式的に示す図である。風力発電装置100は、タワー102とナセル104を有する。ナセル104には、3つのロータブレード108とスピナ110とを備えたロータ106が設けられている。ロータ106は、運転時には風力により回転運動を行い、それによりナセル104内の発電機を駆動する。ロータブレード108のピッチ角は、各々のロータブレード108のロータブレード付根部におけるピッチモータにより変更可能である。

40

【0023】

更に風力発電装置100は、風力発電装置の運転を制御するための制御ユニット120と、例えばチョッパ400の形式の電気的な消費装置400を有する。電気的な消費装置400は、風力発電装置が発生させたが給電系統（電力系統）へ送出することのできないエネルギーを消費し、特に熱に変換するために使用される。

【0024】

図1Bは、複数の風力発電装置を有するウインドパークの模式的な図を示している。図1Bでは、特に3つの風力発電装置100を有するウインドパーク112が示されており、これらの風力発電装置100は、同じタイプでも異なったタイプでもよい。3つの風力

50

発電装置 100 は、基本的にウインドパーク 112 の任意数の風力発電装置 100 を代替的に表わすものである。これらの風力発電装置 100 は、それらの電力、即ち特に発生された電流を電氣的なパークネットワーク 114 を介して提供する。この際、個々の風力発電装置 100 のその都度発生された電流ないし電力は合算可能であり、また任意選択的に変圧器（トランスフォーマ）116 を設けることも可能であり、該変圧器 116 は、パークネットワーク 114 内の電圧を昇圧変換し、そして一般的には PCC（Point of Common Coupling）とも称される供給ポイント 118 において給電系統（電力系統）130 への給電が行われる。図 1 B では、ウインドパーク 112 の簡素化された図だけが示されており、図 1 B では、例えば、勿論制御装置を設けることもできるがそのような制御装置は示されていない。任意選択的に変圧器をそれらの風力発電装置 100 の各々の出力部に設けることも可能である。

10

【0025】

本発明では、本発明の一実施例により少なくとも 1 つの風力発電装置 100 が設けられており、即ち必ずしもウインドパークが設けられている必要はない。しかし本発明は、複数の風力発電装置を有するウインドパークにも適用可能である。

【0026】

系統周波数、系統電圧、及び/又は、系統周波数の変化又は系統電圧の変化を検知するために、任意選択的に測定ユニット 140 を給電系統 130 と接続させることが可能である。

【0027】

本発明により電気エネルギーを例えば熱に変換するための（電氣的な）消費装置（Verbraucher）400 が設けられる。消費装置 400 は、例えばチョッパとして構成することが可能である。消費装置 400 は、消費装置 400 の稼働を制御するために、任意選択的に制御電子装置を有することも可能である。

20

【0028】

電氣的な消費装置 400 は、風力発電装置 100 内に設けることが可能である。任意選択的に電氣的な消費装置 400 は、ウインドパークの中央部（センタ箇所）に設けることも可能である。

【0029】

任意選択的に中央ウインドパーク制御ユニット（Farm Control Unit）FCU を設けることが可能であり、該中央ウインドパーク制御ユニット FCU は、ウインドパークの運転並びに各々の風力発電装置の運転を制御することが可能である。この際、中央ウインドパーク制御ユニット FCU は、本発明により各風力発電装置のために第 1 運転モード及び/又は第 2 運転モードを作動（活動化）させることが可能である。任意選択的に中央ウインドパーク制御ユニット FCU は、データ入力部を有することが可能であり、該データ入力部を用い、エネルギー供給事業者は、第 1 エラー運転モード及び/又は第 2 エラー運転モードが作動可能となるように中央ウインドパーク制御ユニット FCU を制御することが可能である。

30

【0030】

図 2 は、第 1 実施例による方法を説明するためのグラフを示している。図 2 では、風力発電装置により送出された電力 P の延在経過が時間 t に対して示されると共に、系統周波数 f の延在経過が時間 t に対して示されている。第 1 実施例による風力発電装置は、図 1 に示された風力発電装置に基づくことが可能である。時点 t1 において給電系統内にエラーが発生し、系統周波数が 50 ヘルツの値を上回って上昇したとする。この時点 t1 以降、風力発電装置により送出される電力は、典型的にはゼロに減少される。

40

【0031】

風力発電装置は、風力発電装置の運転を制御するための制御ユニット 120 を有する。風力発電装置の制御ユニット 120 は、連続的に又は定期的な間隔において給電系統の現在のパラメータを取得する。これらのパラメータは、例えば系統電圧及び系統周波数とすることが可能である。制御ユニット 120 は、これらのパラメータを記憶されている限界

50

値と比較するように構成されている。検知されたパラメータが、記憶されている限界値を上回る又は下回る場合には、制御ユニット120は、エラー運転モードへの切り替えを行うことが可能である。

【0032】

エラー運転モードにおいて風力発電装置は、該風力発電装置が電力をモはや給電システムへ送出不ないように制御されるべきである。そのために典型的には、ロータブレードがフラッグ位置 (Fahnenstellung 風に対する作用面が最小となる位置) へ移動されるように、ロータブレードのピッチ角が変更される。従って風力発電装置のロータの回転数は、ゼロに減少される。ロータの回転数がゼロに下がるまでの時間の間、風力発電装置は、風力発電装置の発電機とロータの直接的な又は間接的な結合が原因で電力 (図2において斜線で示されている) を発生させ、給電システムへ送出すことになるだろう。

10

【0033】

本発明により制御ユニット120は、エラー運転モードの作動 (活動化) 時に同様に少なくとも1つの消費装置400 (例えば風力発電装置の電力キャビネット内の例えばチョップパ及び負荷抵抗) を作動させるように構成されている。風力発電装置の電力キャビネットは、チョップパ400の他、例えば風力発電装置のインバータを有する。風力発電装置の電力キャビネット内のチョップパ400がエラー運転モードの作動時 (即ち給電システム内に所定のエラーを検知した場合) に作動される場合には、ロータの回転の減少時にまだ発生される発電機の電力を、消費装置400 (チョップパ及び負荷抵抗) を介して例えば熱に変換することが可能である。従ってエラー運転モードが作動されると直ちに (即ち給電システム内に所定のエラーが検知されると直ちに) 風力発電装置は、モはや電力を給電システムへ送出すことはない。

20

【0034】

給電システム内の所定のエラーの一例は、過周波数 (即ち給電システム内の周波数が限界周波数より上にあること) である。このような場合には、給電システムへ送出手される電力が多すぎる状態にあり且つ給電システムから取り出される電力が少なすぎる状態にある。従って過周波数を減少させるためには、給電システムへ送出手される電力をできるだけ迅速に減少させなくてはならない。このことは、本発明に従い、エラー運転モードの作動により達成することが可能である。エラー運転モードの作動後に風力発電装置は、電力をモはや給電システムへ送出すことはない。エラー運転モードの作動後に風力発電装置により発生される電力は、本発明に従い、消費装置 (チョップパ及び負荷抵抗) により熱に変換される。従って本発明により風力発電装置から給電システムへ送出手される電力を急激にゼロに減少させることが達成可能である。従って風力発電装置により給電システムへ送出手される電力の急減な降下 (電力供給の停止) が可能とされる。

30

【0035】

所定のエラーの更なる一例は、緊急遮断 (緊急カットオフ) 即ち即座の遮断を必要とする、風力発電装置の内部エラーである。

【0036】

図3は、第2実施例による風力発電装置を制御する方法を説明するためのグラフを示している。この実施例において風力発電装置は、給電システムにおける消費装置として作用し、従って給電システムから電力を受け取り、チョップパにより熱に変換させることが可能である。

40

【0037】

第2実施例に従い、第1実施例による風力発電装置は、電力受取運転モード (電力消費モード) を有する。この運転モードにおいて風力発電装置は、消費装置として給電システムへ接続することが可能であり、電力を給電システムから取り出すことが可能である。そしてこの電力は、消費装置400 (チョップパ及び負荷抵抗) により熱に変換させることが可能である。

【0038】

電力受取運転モードは、無風状態 (即ち風力発電装置が電力を給電システムへ送出不ない場合) で且つ給電システム内にエラー (例えば過周波数) が発生した場合に、例えば制御ユニッ

50

トにより作動（活動化）させることが可能である。上述のように、そのような場合には給電システムへ送出される電力が減少されなくてはならないか、又は給電システムから取り出される電力が増加されなくてはならない。第2実施例により第2の方式が行われ、この際、風力発電装置は、電気的な消費装置として作用し、電力を給電システムから受け取り、チョッパを介して例えば熱に変換することが可能である。

【0039】

第3実施例に従い、第1実施例による風力発電装置がエラー運転モードにおいて給電システムへの電力送出をゼロに減少させた後、第2実施例による電力受取運転モードを制御ユニットにより作動させることが可能である。換言すると、給電システムへの風力発電装置の電力送出がゼロに減少されると直ちに、風力発電装置の制御ユニットは、電力受取運転モードへの切り替えを行い、電力を給電システムから取り出し、消費装置（チョッパ）により例えば熱に変換することが可能である。

10

【0040】

使用される消費装置（チョッパ）の容量、並びに使用されるチョッパ及び負荷抵抗の個数により、風力発電装置により発生された電力をチョッパにより熱に変換するエラー運転モードにおける風力発電装置の性能が定義ないし制限される。この際、どの時間枠にわたりどのくらいの電力がチョッパにより受け取られなくてはならないかが特に重要である。1つ又は複数のチョッパにより受け取られる電力が比較的少ない場合には、この受け取りは、比較的長い期間にわたり可能である。しかしチョッパを介して比較的多くの電力を例えば熱に変換しなくてはならない場合には、この変換は、比較的短い期間で行うことが可能である。

20

【0041】

図4は、風力発電装置により送出された電力と系統周波数との間の関係を説明するためのグラフを示している。系統周波数が許容限界値内にある限り、風力発電装置の最大可能電力Pが給電システムへ供給される。

【0042】

系統周波数が限界値よりも下にある場合には、より多くの電力が給電システムへ送出されるべきである。系統周波数が第1限界値よりも上にある場合には、風力発電装置から給電システムへ送出される電力は、系統周波数が増加するにつれて減少される。系統周波数が第2限界値を上回る場合には、風力発電装置は減速制御され、第1実施例により、風力発電装置の減速制御時に発生される電力が消費装置（チョッパ及び負荷抵抗）を介して消費され、従って給電システムへの供給は行われない。従って第2限界値への到達以降、電力はもはや給電システムへ供給されない。

30

【0043】

更なる一実施例により、本発明による風力発電装置は（データ）入力部300を有することが可能であり、該入力部300を介し、エネルギー供給事業者EVUは、風力発電装置の運転ないし制御に対して影響を及ぼすことが可能である。この際、風力発電装置は、エネルギー供給事業者EVUの要求に応じ、風力発電装置が電力をもはや給電システムへ送しないように制御することが可能である。このことは、第1実施例により行うことが可能であるが、差異としては、給電システム内にエラーが検知されるのではなく、エラー運転モードの作動がエネルギー供給事業者EVUにより行われるということがある。

40

【0044】

電力受取運転モードは、同様にエネルギー供給事業者EVUを介して作動させることが可能である。

【0045】

本発明の更なる一視点により、系統周波数の周波数変化を監視することが可能であり、この周波数変化が限界値を上回る場合には、第1実施例によるエラー運転モードを作動することが可能である。従って風力発電装置は、例えば系統周波数の大きな周波数変化のような緊急時に反応することが可能である。

【0046】

50

本発明の更なる一実施例により、複数の風力発電装置と、中央ウインドパーク制御ユニットとを有するウインドパークが設けられている。中央ウインドパーク制御ユニットは、データバスを介してそれらの風力発電装置と接続することが可能であり、それらの風力発電装置の制御に影響を及ぼすことが可能である。従って例えば中央ウインドパーク制御ユニット (farm control unit FCU) は、第1実施例によるエラー運転モードの作動を開始させることが可能である。

【0047】

従って第1実施例によるエラー運転モードは、風力発電装置の制御ユニットか、中央ウインドパーク制御ユニットか、又はエネルギー供給事業者により作動させることが可能である。

10

【符号の説明】

【0048】

100	風力発電装置	
102	タワー	
104	ナセル	
106	ロータ	
108	ロータブレード	
110	スピナ	
120	制御ユニット	
300	データ入力部	20
400	消費装置 (チョッパ)	
112	ウインドパーク	
114	パークネットワーク	
116	変圧器	
118	供給ポイント	
130	給電系統 (電力系統)	
140	測定ユニット	
P	電力	30
f	系統周波数	
t	時間	
t1	エラー発生時の時間	

フロントページの続き

- (72)発明者 ブスカー、カイ
ドイツ連邦共和国 2 6 6 2 9 グローセフェーン シュトイアーマンスヴェーク 1 5
- (72)発明者 ベークマン、アルフレート
ドイツ連邦共和国 2 6 6 3 9 ヴィースモール アム パーク 3 0

審査官 田谷 宗隆

- (56)参考文献 特開2011-176956(JP, A)
米国特許出願公開第2011/0025059(US, A1)
国際公開第2010/140247(WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|---------|
| F 0 3 D | 7 / 0 4 |
| F 0 3 D | 9 / 2 2 |
| H 0 2 P | 9 / 0 0 |