

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5014437号
(P5014437)

(45) 発行日 平成24年8月29日(2012.8.29)

(24) 登録日 平成24年6月15日(2012.6.15)

(51) Int. Cl.		F I			
HO2P	9/00	(2006.01)	HO2P	9/00	F
FO3D	9/00	(2006.01)	HO2P	9/00	E
			FO3D	9/00	A

請求項の数 15 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2009-543529 (P2009-543529)
 (86) (22) 出願日 平成19年4月24日 (2007.4.24)
 (65) 公表番号 特表2010-515417 (P2010-515417A)
 (43) 公表日 平成22年5月6日 (2010.5.6)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2007/002905
 (87) 国際公開番号 W02008/084284
 (87) 国際公開日 平成20年7月17日 (2008.7.17)
 審査請求日 平成22年4月16日 (2010.4.16)
 (31) 優先権主張番号 11/618,211
 (32) 優先日 平成18年12月29日 (2006.12.29)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 509183394
 インゲチーム パワー テクノロジー,
 エス. エー.
 INGETEAM POWER TECH
 NOLOGY, S. A.
 スペイン国 ナバラ イー-31621、
 サリグレン 13 エーヴィディー. シ
 ウダード デ ラ イノベーション
 Avd. Ciudad de la I
 nnovacion, 13 E-316
 21 Sarriguren, Nava
 rra Spain
 (74) 代理人 100097320
 弁理士 宮川 貞二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 励磁機と、送電系統に接続されない電力変換器とを有する可変速風力タービンのための電圧低下
 対応ライドスルーシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

可変速風力タービンを動作させるための方法であって：

動力伝達系を回転させるためのローターを用いて風力エネルギーを機械的動力に変換する工程と；

前記動力伝達系に結合される二次励磁形誘導発電機 (DFIG) を利用して前記機械的動力を電力に変換する工程と；

前記動力伝達系に結合された励磁機および送電系統から絶縁された電力変換システムを使用して、DFIGのローターが発生する電力を受け取り、またはDFIGの前記ローターが要求する電力を提供する工程と；

前記送電系統内で発生した電圧低下に応じて、前記電力変換システムおよび前記励磁機を通じて、前記DFIGの前記ローターと前記動力伝達系との間で電気エネルギーを転送する工程とを備える；

方法。

【請求項2】

送電系統接続要件を満たす所望のステータ電流を発生するためローター電流を調整する工程をさらに含む、

請求項1の方法。

【請求項3】

前記電圧低下が起きている間、前記送電系統に無効電流を供給するよう前記ローター電

流を調整する、
請求項 2 の方法。

【請求項 4】

前記電圧低下が起きている間、前記送電系統に有効電流を供給するよう前記ローター電流を調整する、
請求項 2 の方法。

【請求項 5】

前記電圧低下が起きている間、前記送電系統に有効および無効の混合電流を供給するよう前記ローター電流を調整する、
請求項 2 の方法。

10

【請求項 6】

前記電圧低下が起きている間、前記送電系統に無効電力を供給するよう前記ローター電流を調整する、
請求項 2 の方法。

【請求項 7】

前記電圧低下が起きている間、前記送電系統に有効電力を供給するよう前記ローター電流を調整する、
請求項 2 の方法。

【請求項 8】

前記電圧低下が起きている間、前記送電系統に有効および無効の混合電力を供給するよう前記ローター電流を調整する、
請求項 2 の方法。

20

【請求項 9】

スイッチング周波数を動的に調整し、修正できる、
請求項 1 で特定される電力変換システムを動作させる方法。

【請求項 10】

前記電力変換システムの励磁機側変換器のスイッチング周波数を動的に調整し、修正できる、
請求項 6 の方法。

【請求項 11】

前記電力変換システムのローター側変換器のスイッチング周波数を動的に調整し、修正できる、
請求項 6 の方法。

30

【請求項 12】

可変速風力タービンであって：
少なくとも一枚のブレードを有するローターシャフトと；
前記ローターシャフトに結合される動力伝達系であって、前記動力伝達系は二次励磁形誘導発電機（DFIG）を有し、前記二次励磁形誘導発電機は、少なくとも電力送電系統に接続可能なステータを有する動力伝達系と；
前記動力伝達系に結合される励磁機と；
前記送電系統から絶縁され、前記二次励磁形誘導発電機のローターおよび前記励磁機に電氣的に結合されて、前記ローターと前記励磁機との間で電力を転送する電力変換装置とを備え；

40

前記励磁機は、前記発電機のスピードが予め定められた値以上になる場合、前記風力タービンのコンポーネント用の電源として用いられる、
可変速風力タービン。

【請求項 13】

前記発電機の回転数が所定の値以上になる場合、それに応じて交流（AC）および直流（DC）電力を発電するための手段をさらに備える、
請求項 12 の可変速風力タービン。

50

【請求項 14】

交流（AC）補助電源を生成するための手段と、
 直流（DC）補助電源を生成するための手段とをさらに備える、
 請求項 12 の可変速風力タービン。

【請求項 15】

直流（DC）電源を生成する前記励磁機に結合される交流 / 直流（AC / DC）変換器と、

交流（AC）補助電源を生成する DC 電源に接続される直流 / 交流（DC / AC）変換器とをさらに備える、

請求項 12 の可変速風力タービン。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明による方法および装置は、可変速風力タービンの分野に関し、より詳細には、二次励磁形誘導発電機（DFIG）と、励磁機と、送電系統に接続されない中間の静的変換器と、電圧低下がある間でも二次励磁形誘導発電機と送電系統の接続を維持する制御システムと、を備える可変速風力タービン、および同様な可変速風力タービンを実装する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

20

この数年間、風力発電は世界中でかなり増加している。そのため、送電系統管理会社は、送電系統内の電圧低下が発生したとき又は何らかの擾乱が発生したときでも、送電系統と風力タービンの接続遮断を回避するために、風力タービンの送電系統への電気接続に対する仕様を改訂した。それにともない、風力タービンに対して電圧擾乱が発生したとき送電系統の安定性に寄与するよう定めた新しい他の要件が要求されている。

【0003】

通常、送電系統の障害が二次励磁システムにおいて発生した場合、変換器の過電流保護回路は変換器を OFF に切り換える。この保護回路は、二次励磁形誘導発電機のステータ側の短絡に起因してローター電流をローター側変換器が安定化できないことにより作動する。しかし、この OFF への切換えは、ローター電流が変換器のダイオードを通過して DC のバス回路に流れて DC バス電圧を上昇させるので、システムの保護には不十分である。この過電圧は変換器の部品に損傷を与えることがある。そのために、ローターを短絡し、発電機のステータの接続を送電系統から遮断することが行われる。この種の制御は、最近まで二次励磁風力タービンシステムで実施されてきた。しかし、風力発電の普及により新しい送電系統運用規則の作成が進められており、風力発電はこれらの新しい要件に適合する必要がある。これらの要件は主として二つの点に絞られる。すなわち、送電系統から風力タービンの接続を遮断しない点、および風力タービンが送電系統の安定性に寄与する点である。

30

【0004】

新しい送電系統運用規則の要件を満たすために様々な風力タービンメーカーが多くの新解決法を開発している。これらの解決法の幾つかは、以下の文献に記載されている：

40

- 米国特許第 6,921,985 号（特許文献 1）：この文献には、インバータが送電系統に結合されているブロック図が示されている。クローバ回路のような、変換器からの外部素子が発電機のローター出力に結合されている。このクローバ回路は、送電系統に障害が発生したときに、電力変換器を保護するために、及び、システムを送電系統に接続したままに保つために、発電機のローターからの電流を短絡するように動作する。

- 米国特許公開第 2006/016388-A1 号（特許文献 2）：この文献には、インバータが送電系統に結合されているブロック図が示されている。クローバ回路のような、変換器から外部にある素子が発電機のローターに結合されている。このクローバ回路を用いて、電圧が低下したときに変換器をローター巻線から電氣的に遮断する。

50

- 米国特許第 7, 102, 247 号 (特許文献 3) : この文献には構成が異なる二つのブロック図が示されている。ともに送電系統 (V1、V2、V3) に接続される変換器を示す。送電系統障害が発生したときにシステムを送電系統に接続したままにするために、二つの外部素子が接続されている。この文献には、抵抗を有するクローバ回路が示され、幾つかの追加の素子がバスシステムに含まれている。これらの追加素子は送電系統障害が発生したときに作動する。

- WO 第 2004/098261 号 (特許文献 4) : この文献には、変換器が送電系統に接続されているブロック図が示されている。この文献には、バスシステムに接続されるクローバ回路が示されている。このクローバ回路は、電圧低下が発生した後バス電圧が上昇したときに作動する。

10

【0005】

しかしながら、これらの文献および WO 第 2004/040748 号 (特許文献 5) または WO 第 2004/070936A1 号 (特許文献 6) 等に展開され、記述されているどの解決策も共通の特徴を有する。すなわち、これらすべての解決策には、送電系統に直接接続される電子式電力変換器が含まれている。この特徴により、過渡電圧が送電系統内で発生したときに重大な問題が発生する。後述するように、送電系統側変換器は、低下した送電系統電圧により動作しようとするので (送電系統障害によるが)、この送電系統側変換器は、障害が発生すると機能制限を起し送電系統、そのエネルギー排出能力が低下する。現状では、送電系統障害が発生した場合、発電機の減磁エネルギーがバスに送られ、送電系統側変換器のその制限により、バス電圧が上昇し、変換器部品に損傷を与えることがある。そのため、これらの解決策には、主としてローターまたはバスシステムに接続される追加素子が幾つか含まれる。これらの追加素子は、送電系統の障害が発生したとき、風力タービンを送電系統に接続したままで新しい送電系統運用規則の仕様を満たすように発電機の減磁エネルギーを吸収する。これらの部品は全て、抵抗器等の受動素子とスイッチ等の能動素子の組合せにより形成されるのが普通である。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】 米国特許第 6, 921, 985 号

【特許文献 2】 米国特許公開第 2006/016388 号

30

【特許文献 3】 米国特許第 7, 102, 247 号

【特許文献 4】 WO 第 2004/098261 号

【特許文献 5】 WO 第 2004/040748 号

【特許文献 6】 WO 第 2004/070936 号

【特許文献 7】 米国特許出願第 11/477, 593 号 (米国特許公開第 2007/0216164 号)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

これらの種類の解決策では、送電系統で発生する擾乱または変動はどれも送電系統側変換器に直接影響を与えるので、その電流制限により送電系統障害の間風力タービンの性能が完全には最適化されない。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

本明細書で説明する本発明の例示の実施の形態は、上記短所および上記説明以外の他の短所をも解決する。また、本発明は上記短所を解決することを求められず、本発明の例示の実施の形態は、上記問題点の内のいくつかを解決しないかもしれない。その場合でも、本明細書で説明した例示の実施の形態では、送電系統に接続された電力素子がない故に送電系統障害があるときでも風力タービンの性能が最適化される。励磁機を有する本システムにより、励磁機側の変換器が安定電圧で常に動作することが保証される。

50

【 0 0 0 9 】

送電系統障害が発生したときに、二次励磁形誘導発電機を送電系統に接続したままに維持できる制御法を提供する。本明細書で説明する例示の実施の形態は、引用して本明細書に組み込む米国特許出願第 1 1 / 4 7 7 , 5 9 3 号 (特許文献 7) で説明している配置に基づく。本明細書で説明する方法は、追加素子を必要とせず、電気エネルギー (発電機の減磁に起因する) を機械エネルギーに変換する励磁機を用いる。

【 0 0 1 0 】

さらに、別の安定電力源を生成する電源として励磁機を用いるシステムを説明する。

【 0 0 1 1 】

本明細書で説明する例示の実施の形態の一面によれば、風力タービンを送電系統に接続したままにして、電圧擾乱または送電系統障害を制御する送電系統のために、少なくとも一つ以上のブレードと、一つ以上の発電機と、動力伝達系に結合された一つ以上の励磁機と、DCリンクバスにより結合された一つ以上の電子式電力変換器であって、その変換器のAC側の一端は二次励磁形誘導発電機のローター回路に接続され、AC側の他端は励磁機に接続されている電力変換器とを備える二次励磁形誘導発電機を有する可変速風力タービンが提供される。

10

【 0 0 1 2 】

本配置によれば、パワーエレクトロニクスは送電系統に接続されない。従って、電力は二次誘導形誘導発電機のステータを通過のみ送電系統に配送され、電圧擾乱は励磁機側変換器に直接悪影響を与えない。

20

【 0 0 1 3 】

本発明の局面によれば、発電機減磁エネルギーは、送電系統障害が発生したときに、パワーエレクトロニクスを通過して巡回し、励磁機を通過して機械的動力に変換される。励磁機は、電圧低下が起きたとき電気エネルギーを運動エネルギーに変換する。従って、主制御ユニットは、変換器の一方の側のローター電流および変換器の他方の側の励磁機側電流を制御することにより、二つの電子式電力変換器に指令を与え、電圧低下が発生しているときそのローター電流を励磁機に流すようにして、このエネルギーを運動エネルギーに変換する。

【 0 0 1 4 】

別の局面は、励磁機側変換器の安定した電圧による動作が常時提供されることである。このため、変換器の全電力容量は電圧擾乱の間でも保たれる。対照的に、近年のほとんどの解決法は、送電系統側変換器を有し、それは送電系統に残っている電圧に制限される電力容量をもつ送電系統。従って、本発明で、可変速風力タービンの性能は、電圧擾乱がある間でもかなり改良されることになる。

30

【 0 0 1 5 】

別の局面は、本システムが最低回転速度に達した時、可変速風力タービンの各種の素子に電力を提供する電源としてこの励磁機電圧を用いている点である。本システムの特徴は、このような電源が送電系統から完全に独立しているということである。従って、送電系統で発生する擾乱がこの電力源に悪影響を与えることはない。

【 0 0 1 6 】

言うまでもなく、上記の概要説明と以下の詳細説明はともに例示であって単なる説明にすぎず、特許請求の範囲によって定義されるべき本発明を制限するものではない。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 7 】

付帯の図面は、本発明の一つ以上の例示の実施の形態の一部を構成する。しかし、それが本発明を特定の実施の形態に制限すると見なしてはならない。本発明およびその動作の様子は、同一参照符号が同一素子と対応する付帯の図面と併せると、後述の詳細な説明からさらに深く理解されよう。

【 図 1 】 一例示の実施の形態による、励磁機と、送電系統に接続されない電力変換器と、を有する可変速風力タービンの回路図を示す。

50

【図 2】電力変換器が送電系統に接続される従来技術の配置を有する可変速風力タービンの回路図の一実施を示す。

【図 3】非同期機の電気等価回路を示す。

【図 4】励磁機コントローラの一例示の実施の形態のブロック図を示す。

【図 5】電源として用いられる励磁機の一例示の実施の形態のブロック図を示す。

【図 6】幾つかの送電系統接続運用規則により要求され、満たされるべき典型的な電圧プロファイルを表す図である。

【図 7】送電系統障害があるときの一例示の実施の形態の二次励磁形誘導発電機のステータ電圧を例示する図である。

【図 8】送電系統障害があるときのローター、ステータおよび励磁機の電流を例示する図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0018】

送電系統に電圧擾乱が発生したときの可変速風力タービンおよびその制御モードを以下に説明する。幾つかの図面は、説明を容易にするための図解としてのみ参照する。さらに説明に沿って同一参照符号を用いて、同一または類似の部品を参照する。

【0019】

可変速風力タービン発電機システムの全体を図 1 に示す。本例示の実施の形態では、本可変速システムは、一つ以上のローターブレード (101) および動力伝達系に連結されるローターハブを備える。動力伝達系は主として、タービンシャフト (102)、ギアボックス (103)、ローターシャフト (104) および二次励磁形誘導発電機 (105) を備える。二次励磁形誘導発電機のステータ (110) は、一つ以上のコンタクタ、つまり遮断器 (115) を用いて送電系統に接続することができる。本システムはまた、非同期機、DC 回転機、同期機 (例えば、永久磁石回転機)、またはモータか発電機のどちらかとして動く可逆電気回転機等の励磁機 (112) を備え、これは動力伝達系に機械的に結合される。図 1 に示すように、励磁機 (112) は、一端を励磁機に、他端を DFIG (110、111) のローターに連結したシャフト (113) により動力伝達系に結合することができる。励磁機は、DC リンクバス (124) により結合される二つのアクティブ型電力変換器 (122、125) (すなわち、背中合わせ型変換器) にも接続され、変換器の AC 側の一端は、二次励磁形誘導発電機のローター回路に接続され、AC 側の他端は、励磁機 (112) に接続される。

20

30

【0020】

代替として、サイクロ変換器、マトリクス変換器または他の形式の双方向変換器を背中合わせ型変換器の代わりに接続してもよい。変換器制御ユニット (CCU) (100) は、二次励磁形誘導発電機および励磁機の電力調整を行う。本システムは、二次励磁形誘導発電機のローター回路に接続され、電子式電力変換器のアクティブスイッチにより生成される急激な電圧変動からローター回路を保護する dV/dt フィルタ (120) 等のフィルタを備える。さらに、 dV/dt フィルタ (127) は電子式電力変換器と励磁機との間に接続される。

【0021】

40

本例示の実施の形態の別の局面では、送電系統に接続される電力変換器をもたない。図 2 に古典的な二次励磁形誘導システムを示す。電力変換器 (201) は送電系統に接続されるので、送電系統のゆらぎが電力変換器に影響を与える。それと異なり、本例示の実施の形態では、電力変換器 (125) は励磁機に接続されるので、安定電圧で動作し、送電系統電圧から全体が切り離される。

【0022】

本発明の別の例示の実施の形態では、送電系統で障害が発生した場合に使用できる方法が提供される。そのような事態が起こるとき、ステータ電流、ローター電流およびローター電圧は、継続時間および振幅が、電気的な機械パラメータ R_s (301)、 L'_s (302)、 L'_r (303)、 R_r/s (304)、 L_m (305)、 R_c (307) に依

50

存する第1過渡状態を示す。非同期機の電氣的等価回路を図3に示すが、この回路には電氣的パラメータ、例えば送電系統のインピーダンス、および電圧擾乱のプロファイル、すなわちスルーレート、深さおよび時間等が含まれる。従って、本発明のこの例示の実施の形態では、この第1過渡状態の間、励磁機は発電機の減磁に起因する電気エネルギーを機械的エネルギーに変換する。

【0023】

電圧低下が発生したとき、非同期機(110)の磁化分岐(305)は、この非同期機内の磁束を保持しようとする。この磁束は、瞬時に変化できないので非同期機内の送電系統電圧(308)と磁化電圧(306)との間の差電圧(309)として現れる。この電圧(309)は磁束および回転速度に比例する。この差電圧(309)は、ステータ漏洩インダクタンス(302)およびステータ抵抗(301)だけで限定される過電流をステータ内に発生する。ステータとローターの関係は、トランスの一次側と二次側の間関係と類似しているため、ステータ電流内の過渡現象の影響がローター電流内にも現れる。

【0024】

二次励磁形誘導発電機の場合には、発電機のローターは電子式電力変換器に電氣的に接続される。従って、この過渡状態の間ローター電流は、発電機減磁により、ローターから電子式電力変換器を通してDCバスシステムに流れる。従来の解決策では、送電系統側変換器は、送電系統の残り電圧が低下するのでこのエネルギーを排出させることができず、従って、DC電圧が上昇して電力用電子素子が損傷を受けることがあった。

【0025】

上記問題を解決するために開発された別の解決策は、送電系統に接続された第2の電子式電力変換器を有するという限定を課されることになるので、このエネルギーの過渡現象を吸収するための幾つかの追加システムを必要とする。上記米国特許第6,921,985号(特許文献1)、米国特許公開第2006/016388A1号(特許文献2)、米国特許第7,102,247号(特許文献3)、WO第2004/098261号(特許文献4)は異なる解決策を説明している。しかし、これらの構成はエネルギー排出能力が著しく低い。そのため、電圧低下が発生すると、DCバスシステムおよび変換器スイッチが損傷を受けることがあるので、受動素子内でこのエネルギーを消費しなければならない。これらの素子は異なる接続配置をもち、ローターまたはDCバスシステムへ接続されることになるであろう。

[送電系統障害時の動作]

【0026】

さらに本例示の実施の形態では、電圧低下が発生したとき、その動作は二つのプロセスから構成される。これらのプロセスは同時に発生し得るが理解を深めるために別々に説明する。

第1プロセス：変換器システムおよび励磁機を経由する、ローター回路と機械的運動系との間のエネルギー転送プロセス。

第2プロセス：別の要件に従って、電流および電力を発生するために本システムを公称動作状態にするプロセス。

[第1プロセス]

【0027】

本例示の実施の形態では、他の解決策におけるような限定はない。励磁機端(129)の電圧が安定しているか、または少なくとも動作範囲にあるので、励磁機側変換器(125)はそのエネルギー排出能力を維持する。上記の電圧は主として回転速度に依存するので、動力伝達系の慣性により安定性が保証され、従って、電圧低下が発生したとき、結果として生じる回転速度変動は、有意な大きさではなく、ドラスティックにその電圧を変化させない。

【0028】

一例示の実施の形態では、電圧低下が発生している間の二次励磁形誘導発電機(110)の減磁に起因するエネルギーは、変換器(122、125)および励磁機(112)を

10

20

30

40

50

通って流れ、機械的エネルギーに変換される。従って、全てのエネルギーは動力伝達系に転送される。電圧低下が起きたとき、ローター(111)で発生した過電圧によるローター電流(121)は、ローター側変換器(122、202)を通してDCバスシステム(124)に流れる。この第1過渡期を最小限の時間で復旧させるために、励磁機側変換器(125)は、最大電流能力で動作してバス電圧を全ての時間において制御状態に保つ。このときの電流制限は、動作条件管理を担う主制御ユニットにより算出される。励磁機電圧(129)が安定状態に保たれている場合、変換器(125)は、大きなエネルギー排出能力を有する。このエネルギーは、運動エネルギーとしてそれを貯蔵する励磁機に送られる。従って、この最大能力の提供によりこの第1過渡期を数msにまで短縮させることができる。

10

【0029】

送電系統で、図6に示すような送電系統の典型的なプロファイルの送電系統障害が発生すると、送電系統ステータ、ローター側および励磁機側の変換器電流(801)、(802)、(803)は、図8に示される電気的な変化を示す。この図で、電流がローターから励磁機に流れる様子が分かる。励磁機側変換器は、発電機減磁によるエネルギーを全て排出するために最初のおよそ50msの間、その最大電流容量で動作する。主制御ユニットは変換器(125)をその最大電流で動作させる。この電流で動作する時間は、電圧低下障害の特性および電気システムパラメータに依存して変化する。

【0030】

その電流に現れる振動は、発電機の機械的な回転周波数に対応する。励磁機側変換器の電流(803)は、発電機が完全に減磁されるとゼロに漸近する。また、電圧低下が起きると同時に、ローター側変換器は典型的な仕様値に基づく公称無効電流を発生しようとする。従って、ステータおよびローターの最終的な電流中心値はシステムの公称電流条件に対応する。その振動は後述するように制御により抑制される。ステータ電圧を表す図7に、この無効電流発生の効果を示す。最初のおよそ25msでステータ電圧は50%低下する。そして、本送電系統支援方法により無効電流が発生して、ステータ電圧は公称値の65%まで上昇する。尚、送電系統に無効電流を供給する送電系統支援方法について説明したが、送電系統に問題が起きている間他の制御法を採ることもできる。

20

【0031】

一例示の実施の形態では、エネルギーを励磁機に排出する方法を調整する主制御ユニット(100)が、電子式電力変換器のアクティブスイッチを制御することにより、励磁機側変換器(125)の動作を制御する。図4は電力変換器(125)のスイッチを制御する方法を示す。エネルギーを高速で排出するために、電圧低下アルゴリズムによる検出法、およびスイッチにより提供されるDCバスレギュレータ(407)により設定される最大瞬間電流の演算を、主制御ユニット内の制御システムが使用する。この電圧低下アルゴリズムはステータおよびローターの測定電流に基づく。主制御ユニット(100)は、半導体の限界温度、スイッチング周波数および他のパラメータに基づいて、変換器(125)のスイッチに供給できる最大電流を設定する。一例示の実施の形態では、そのスイッチング周波数を可変にすることができる。従って、DCバスレギュレータ(407)は、励磁機(112)に転送される有効電流である $S_p \text{---} I_{E q}$ を設定する。一例示の実施の形態では、この $S_p \text{---} I_{E q}$ は変換器(125)が利用可能な最大電流である。

30

40

【0032】

一例示の実施の形態では、主制御ユニット(100)は、励磁機側変換器(125)がその最大電流で動作している時間を設定する。一例示の実施の形態では、この時間は固定されている。そして、主制御ユニットが固定及び演算することができる。一例示の実施の形態では、この時間を可変にすることができ、それは電気的なシステム変数、すなわち $A_v \text{---} U_{bus}$ 、ローター電流(121)およびステータ電流(118)等の変数に依存することになる。一例示の実施の形態では、以下の基準が満たされる：

$A_v \text{---} U_{bus} < \text{最大バス電圧の或る比率の電圧；}$

$\text{ローター電流(121)} < \text{最大ローター電流の或る比率の電流；}$

50

ステータ電流 (1 1 8) < 最大ステータ電流の或る比率の電流。

[第 2 プロセス]

【 0 0 3 3 】

送電系統の障害が発生した場合に二次励磁形誘導発電機で発生する一つの影響は、電流に現れる振動である。この振動は、回転する発電機の周波数に対応する。送電系統の障害が発生した場合、ステータの磁束は、回転しないので、ローターからみるとその磁束が逆回転するベクトルに見える。制御ループ内に実装される幾つかの制御メカニズムにより、この振動を低減すること、あるいはそれを少なくとも補償することが重要である。

【 0 0 3 4 】

2 軸回転基準系で展開される非同期機の式は、ローター電流およびシステムの電気パラメータに依存する。

【 0 0 3 5 】

その結果、ローターシステムは、一方でローター電流に関係し、他方でローター回転速度に周波数依存する磁化電流に関係する。

【 0 0 3 6 】

従って、送電系統障害が発生した場合、電流調整ループは本システムの制御を維持するために、障害の間これらの振動を検出しなければならない。制御システムがこれらの振動を検出すると、この過渡状態の時間を最小化し、本システムを各種規則が要求する状態に移行させるようこれらの振動の低減を試みなければならない。

【 0 0 3 7 】

一例示の実施の形態では、この第 2 のプロセスは、第 1 プロセスが開始してから数 m s で開始できる。主制御ユニットがこの第 2 プロセスの開始時間を決定する。

【 0 0 3 8 】

この第 2 プロセスの間、別の方法を考慮することができる。

【 0 0 3 9 】

一例示の実施の形態では、送電系統に無効電流つまり無効電力を供給する送電系統支援方法を用いることができる。

【 0 0 4 0 】

別の例示の実施の形態では、送電系統に有効電流つまり有効電力を供給する送電系統支援方法を用いることができる。

【 0 0 4 1 】

さらに別の例示の実施の形態では、混合された制御方法を用いることができ、有効電流および無効電流、または有効電力および無効電力を送電系統に供給することができる。

[E M P S システム]

【 0 0 4 2 】

以上に加え、本発明の例示の実施の形態に関連する情報は、電源として励磁機 (1 1 2) を用いた別の安定電力源を生成することである。励磁機が発生する電圧 (1 2 9) は回転速度に依存するので、本システムが規定の回転速度に達すると、励磁機の発電機が発生する電圧は、図 5 に示すような、本システムが要求する電力源 (5 0 2)、(5 0 8) を生成するのに十分である。

【 0 0 4 3 】

図 5 に示す一例示の実施の形態では、本システムは、二つの異なる DC 電圧源を生成する半導体による二つの AC / DC システム (5 0 3)、(5 0 2) を有する。二つの電圧源 (AC / DC システム (5 0 2)、(5 0 3)) をデカップリングするために、幾つかのダイオード (5 0 9)、(5 1 0) を DC 出力に配置する。システム (5 0 2) は電圧 V 2 を発生し、システム (5 0 3) は電圧 V 1 を発生する。従って、DC 電源は V 1 と V 2 の高い方に等しい。通常は、V 1 の方が V 2 より僅かに高い。

【 0 0 4 4 】

システムが要求する複数の独立補助電源を生成するために、この DC 電源から幾つかの補助電源システムを接続できる。これらの補助電源システムは、DC / DC (5 0 7) ま

10

20

30

40

50

たはDC/AC(505)システムであり、半導体、受動素子等の電気素子で構成される。

【0045】

一例示の実施の形態では、幾つかのスイッチ又はコンタクタ(504)、(506)が、互いのシステムをアイソレートするためにDC/DCまたはDC/ACシステムの入力に配置される。

【0046】

一例示の実施の形態では、補助電源は異なるステップを有する：

- スイッチつまりコンタクタ(501)が閉じられるので、主電源は送電系統から来る。DC/ACシステム(502)は電圧レベルV2を発生するので、コンタクタ(504)、(506)を閉じると補助電源が生成される。発電機が設定回転速度、speed__1の値に達する前に、補助電源の供給源が送電系統から生成される。発電機の回転速度がspeed__1の値未満の間はスイッチつまりコンタクタ(501)は常に閉じられている。

- 発電機の回転数がspeed__1の値に達すると、AC/DCシステム(503)が、別の補助電圧源を生成するのに十分な電圧V2を発生し、次いで、スイッチコンタクタ(501)が開になる。補助電圧は、発電機回転数がspeed__1の値を超えている間、AC/DCシステム(503)から生成される。

【0047】

一例示の実施の形態では、電源システムの冗長性を改善するために、スイッチつまりコンタクタ(501)を閉のままに保つことができる。

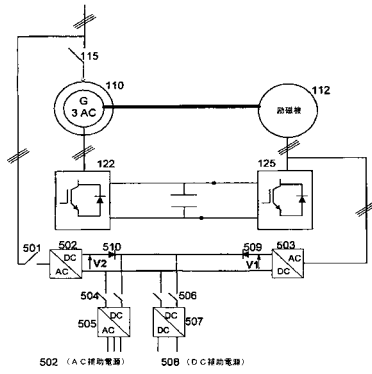
【0048】

本発明例示の実施の形態を参照して詳細に図解し、説明したが、当業者には言うまでもなく、以下のクレームで定義されるような本発明の精神および範囲を逸脱することなく、形状および詳細の多様な変更を行うことができる。例示の実施の形態は説明を目的としているだけであり、制限を目的としていないと考えるべきである。従って、本発明の範囲は、本発明の詳細説明で定義されるものでなく付帯の特許請求の範囲により定義され、その範囲内の全ての多様な事柄は、本発明内に含まれると解釈される。

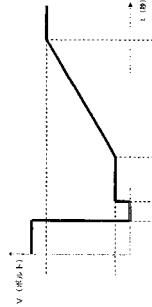
10

20

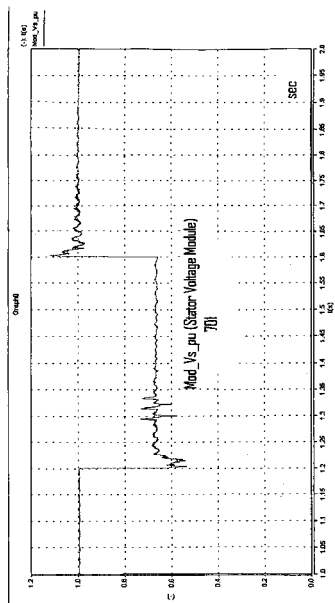
【 図 5 】



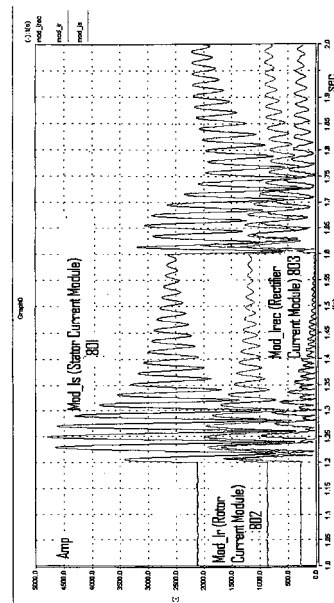
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100100398
弁理士 柴田 茂夫
- (74)代理人 100131820
弁理士 金井 俊幸
- (74)代理人 100155192
弁理士 金子 美代子
- (72)発明者 リバス, グレゴリオ
スペイン国 ナバラ イー 3 1 6 2 1、サリグレン 13 エーヴィディー. シウダード デ
ラ イノベーション インゲチーム エナジー エス.エー.内
- (72)発明者 ガルメンディア, イケル
スペイン国 ナバラ イー 3 1 6 2 1、サリグレン 13 エーヴィディー. シウダード デ
ラ イノベーション インゲチーム エナジー エス.エー.内
- (72)発明者 エロリーガ, ジョス
スペイン国 ナバラ イー 3 1 6 2 1、サリグレン 13 エーヴィディー. シウダード デ
ラ イノベーション インゲチーム エナジー エス.エー.内
- (72)発明者 メイヤー, イェス
スペイン国 ナバラ イー 3 1 6 2 1、サリグレン 13 エーヴィディー. シウダード デ
ラ イノベーション インゲチーム エナジー エス.エー.内
- (72)発明者 バルパチャノ, ハビエル ペレス
スペイン国 ナバラ イー 3 1 6 2 1、サリグレン 13 エーヴィディー. シウダード デ
ラ イノベーション インゲチーム エナジー エス.エー.内
- (72)発明者 ソレ, デビッド
スペイン国 ナバラ イー 3 1 6 2 1、サリグレン 13 エーヴィディー. シウダード デ
ラ イノベーション インゲチーム エナジー エス.エー.内
- (72)発明者 アセド, ホルヘ
スペイン国 ナバラ イー 3 1 6 2 1、サリグレン 13 エーヴィディー. シウダード デ
ラ イノベーション インゲチーム エナジー エス.エー.内

審査官 高橋 祐介

(56)参考文献 国際公開第2005/015730(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02P 9/00

F03D 9/00