

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3547355号

(P3547355)

(45) 発行日 平成16年7月28日(2004.7.28)

(24) 登録日 平成16年4月23日(2004.4.23)

(51) Int.Cl.⁷

F I

H O 2 M 7/48

H O 2 M 7/48

R

G O 5 F 1/67

G O 5 F 1/67

A

H O 2 J 3/38

H O 2 J 3/38

R

H O 2 J 3/38

S

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平11-372678
 (22) 出願日 平成11年12月28日(1999.12.28)
 (65) 公開番号 特開2001-190077(P2001-190077A)
 (43) 公開日 平成13年7月10日(2001.7.10)
 審査請求日 平成13年9月17日(2001.9.17)

(73) 特許権者 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
 (73) 特許権者 000233044
 株式会社日立エンジニアリングサービス
 茨城県日立市幸町3丁目2番2号
 (74) 代理人 100075096
 弁理士 作田 康夫
 (72) 発明者 一瀬 雅哉
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
 株式会社 日立製作所 日立
 研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力変換システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

負荷に電力を供給し、前記負荷とともに遮断投入手段を介して電力系統に接続される電力変換器と、

前記遮断投入手段の前記電力系統側の交流電圧と、前記遮断投入手段の負荷側の交流電圧とを入力し、該電力系統側の交流電圧と該負荷側の交流電圧との位相差を出力する位相検出器と、

該位相差を入力し、位相差が予め定めた範囲の値である場合に系統連系許可信号を出力する位相判定器と、

該系統連系許可信号と前記電力系統側交流電圧と負荷側の交流電流とを入力し、前記遮断投入手段が閉の状態の前記電力系統に異常があった場合に、前記遮断投入手段の開閉信号と自立許可信号とを出力する自立・異常判定器と、

前記電力変換器を駆動するパルス信号を出力する変換器制御器とを備え、

前記変換器制御器が、自立運転中に前記電力系統側の電圧が復帰した場合には、該位相差を小さくする方向に前記電力変換器の出力位相を調整する電力変換システム。

【請求項2】

請求項1において、前記変換器制御器は、系統連系時と自立運転時とで電流指令を切り替える電流制御系を備える電力変換システム。

【請求項3】

請求項1あるいは請求項2の何れかに記載の電力変換システムにおいて、前記位相判定器

10

20

が前記入力された位相差をヒステリシスを有するレベル判定手段を介して前記系統連系許可信号を出力する電力変換システム。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 の何れかに記載の電力変換システムにおいて、前記遮断投入手段の負荷側に風力発電システムが接続し、前記電力変換器に電力貯蔵手段が接続している電力変換システム。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 の何れかに記載の電力変換システムにおいて、前記変換器制御器が入力する前記位相差を所定の範囲に制限した位相補正信号と負荷側の位相とを加えた信号は、前記電力系統で許容されている範囲より小さな周波数変動範囲の信号である電力変換システム。

10

【請求項 6】

請求項 4 に記載の電力変換システムにおいて、前記電力貯蔵手段に前記電力変換器とは別の電力変換器を介して風力発電システムが接続している電力変換システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は電力変換システムに関し、特に系統と連系し電力を吸収または放出する電力変換器の制御に関する。

【0002】

20

【従来の技術】

特開平 8 - 6 6 0 4 8 号公報に記載の電力変換器の制御装置では、電力変換器の単独運転時に変換器の制御を第一の PLL を用いた電流制御から第二の PLL を用いた電圧制御に切り替えて、負荷に対して自立運転をしている。また、特開平 8 - 9 6 4 8 号公報に記載の電力変換器では、自立運転から系統連系運転に復帰する際に、系統の電圧と変換器出力の電圧位相及び振幅を判定し、一致した瞬間に一致信号を判定して遮断器を閉路し一旦変換器を停止して再度運転を再開して連系運転への制御切り替えを行う構成としている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

上記の従来技術では、自立運転と連系運転の切り替え時に、制御量が全く一致せず、制御量がステップ状に変化する場合が生じる。また、自立運転から系統連系運転への復帰時に過電流でシステムが停止する場合がある。このため系統連系運転に切り替える際に制御を復帰させるために変換器を停止させなければならない。また、上記第二の従来例では、遮断器の動作時に、過電流が生じる場合がある。

30

【0004】

【課題を解決するための手段】

本発明者の検討によれば、上記のような従来技術における過電流や制御量の急変の原因として、位相一致の瞬間を捉えて遮断器などの遮断投入手段を動作させるために生じる位相ずれ、連系運転時位相検出器と自立運転時位相検出器の切り替え、電流制御と電圧制御の切り替えが挙げられる。従って、連系運転復帰時に、電力変換器の出力電圧位相を系統電圧位相に一致するように電力変換器を制御して、遮断器を閉路すれば、過電流を防止できる。また、連系運転時と自立運転時において、共通の制御系を用いれば、制御量の急変を防止できる。

40

【0005】

上記の観点に基づく電力変換システムは、遮断投入手段の電力系統側の交流電圧及び負荷側の交流電圧に基づいて、これら交流電圧の位相差を無くすように電力変換器の出力位相を調整するための制御信号を出力する制御装置を備える。あるいは、本電力変換システムは、これら交流電圧の位相差に応じて遮断投入手段を開閉するための信号を出力する制御装置を備える。これら制御装置は、好ましくは、系統連系時と自立運転時とで電流指令を切り替える電流制御系を備える。

50

さらに次の構成のいずれかあるいは複数を付加してもよい。

【0006】

(1) 系統連系運転と自立運転で電流制御系を共通で使用する構成。

【0007】

(2) 変換器出力電圧のフィードフォワード成分を自立運転時に固定とする構成。

【0008】

(3) 電流制御の一方(d軸またはq軸)の指令値を電圧制御の出力とし、他の一方の電流制御入力偏差を零とし、かつ電流検出の座標変換に位相検出信号を用いる構成。

【0009】

(4) 2相3相の座標変換を自励発振とする構成。

10

【0010】

(5) 電力調整器と電圧調整器の積分量を使用している側の積分量に合わせる構成。

【0011】

(6) 位相調整時の位相差 $\Delta\theta$ の補正量に制限を設け、系統で許容された周波数変動分に相当する量以内の位相補正量で位相調整する構成。

【0012】

(7) 電圧調整器の電圧指令値に遮断器の系統側電圧を使用し、その値に系統で定まる電圧変動許容範囲内のリミッタを設けて、リミッタ出力を指令値とする構成。

【0013】

(8) 変換器制御器の電圧フィードフォワード検出値を自立運転時に固定しない構成。

20

【0014】

【発明の実施の形態】

(実施例1)

本発明の一実施例について図1を用いて説明する。

【0015】

図1において、遮断器3aの一方は電力系統に接続されており、遮断器3aの他方は家庭や工場や風力発電システム4aなどの負荷及び電力変換システムに接続されている。電力変換システムは連系用のトランス6aと電力変換器及び2次電池5a及び電力変換器を制御するためのシステム制御装置により構成されている。電力変換器は負荷に電力を供給するとともに、風力発電システムで発生した電力を2次電池5aに貯蔵する。

30

【0016】

電力変換器の連系点の電圧 V_c は電圧検出器1bにより検出され、位相検出器に入力される。また電力変換器の連系点電流 I_c は電流検出器2aにより検出され、変換器制御器及び自立・異常判定器へ入力される。変換器の出力電流 I_{acr} は電流検出器2bにより検出され、変換器制御器へ入力される。

【0017】

また、遮断器3aの系統側の電圧 V_s は電圧検出器1aにより検出され、位相検出器、変換器制御器及び自立・異常判定器に入力される。

【0018】

変換器制御器では、電圧位相 θ_c 及び θ_c' 、電力変換器の連系点電圧 V_c 、連系点電流 I_c および変換器電流 I_{acr} を用いて変換器が吸収または放出する有効電力及び無効電力を制御するためのゲートパルス G_p を電力変換器へ出力する。

40

【0019】

位相検出器は系統の電圧 V_s 、電力変換器の連系点の電圧 V_c 及び自立・異常判定器の出力である自立信号 MD を入力し、位相判定器に、系統電圧 V_s と連系点電圧 V_c との位相差 $\Delta\theta$ を出力する。また、位相検出の出力 θ_c 及び θ_c' は変換器制御器へ出力される。

【0020】

位相判定器は位相差 $\Delta\theta$ を判定し、系統連系許可信号 R_a を自立・異常判定器へ出力する。

【0021】

50

自立・異常判定器は、入力された系統電圧 V_s , 連系点電流 I_c , 連系許可信号 R_a により、電力変換器システムの単独運転状態、または系統の事故などの負荷に影響を与える事象を検出し、遮断器を開放または閉路する信号 S_o を遮断器に出力するとともに自立許可信号 M_D を位相検出器、及び変換器制御器へ出力する。

【0022】

遮断器 3 a は閉路または開路信号 S_o により動作する。

【0023】

図 2 は自立・異常判定器を詳細に示している。図 2 において系統電圧 V_s 及び連系点電流 I_c はそれぞれ、単独運転検出器及び停電/過電圧検出器に入力される。単独運転検出器は単独運転を電流 I_c 及び電圧 V_s から検出し、単独運転を検出すると信号 T_a の値を“1”に設定し、OR 回路へ出力する。また、停電/過電圧検出器は、電圧の低下や上昇の程度を判定して異常を検知した際に信号 O_a の値を“1”に設定し、OR 回路へ出力する。また、OR 回路は位相判定器の出力である連系許可信号 R_a (連系許可時に“0”, 不許可時“1”)も入力し、単独運転信号 T_a または停電/過電圧信号 O_a または連系許可信号 R_a のいずれかが“1”の場合、遮断器 3 a に開放信号 S_o を出力し、遮断器 3 a を開放させるか、または開放の状態を継続させる。また、遮断器開放信号 S_o を出力すると同時に自立許可信号 M_D を位相検出器および変換器制御器へ出力する。

【0024】

図 3 は位相判定器を詳細に示している。位相検出器からの位相差信号 $\Delta\theta$ をレベル判定器に入力し、遮断器を閉路した際に変換器および負荷に影響を与えない零近傍の位相差のとき、系統連系許可信号 R_a に“0”を設定して自立・異常判定器へ出力する。位相差の判定レベルとしては、例えば、系統電圧 V_s と変換器電圧 V_c の位相差が A で、電力系統から変換器までリアクタンスを X とすると、遮断器を閉路した際に式(1)により求まる電力 P が変換器と系統との間で吸収または放出される。この電力が変換器容量に対して十分に小さくなるような位相差 A を選択すれば変換器への影響が小さくなる。

【0025】

【数 1】

$$P = V_s \cdot V_c \cdot \sin A / X [W] \quad \dots (1)$$

また、判定レベル近傍に $\Delta\theta$ がある時に出力の連系許可信号が“1”, “0”と小刻みに値が変化するのを防止するため、判定にヒステリシスを持たせると良い。

【0026】

図 4 は位相検出器を詳細に示している。変換器の出力電圧 V_c から位相演算器により検出した位相信号 θ_c は、系統電圧 V_s から位相演算器により検出された位相信号 θ_s との差を減算器 7 a にて演算し、演算した位相差 $\Delta\theta$ を位相判定器へ出力する。また、位相信号 θ_c は変換器制御器に出力されるとともに、位相保持器にも入力される。位相保持器は、自立・異常判定器の自立許可信号 M_D を入力し、自立許可信号 M_D が自立運転を示した場合、その時点からの位相で系統周波数の自励発振モードに移行し、位相信号 θ_{ch} を加算器 8 a へ出力する。また、位相差 $\Delta\theta$ はリミッタに入力され、系統で許容される周波数変動に相当する位相差で補正量 $\Delta\theta$ を制限し、制限した値 $\Delta\theta'$ を加算器 8 a に出力する。加算器 8 a は、該位相信号 θ_{ch} と $\Delta\theta'$ を加算し、加算した結果の $\theta_{c'}$ を変換器制御器へ出力する。

【0027】

位相演算器について説明する。系統電圧 V_c を三相二相変換して得られる結果 $\cos(\omega \cdot t + \varphi)$ 及び $\sin(\omega \cdot t + \varphi)$ の内の $\sin(\omega \cdot t + \varphi)$ を式(2)及び式(3)に示すフーリエ変換の式にて演算し、 V_{aR} 及び V_{aI} を得る。また、同様に $\cos(\omega \cdot t + \varphi)$ を式(4)及び式(5)に示すフーリエ変換の式にて演算し、 V_{bR} 及び V_{bI} を得る。但し、内部発振器信号を $\cos(\omega \cdot t)$ および $\sin(\omega \cdot t)$ とし、 t を時間、 φ を内部発振器との位相差とする。

【0028】

【数 2】

$$\begin{aligned}
VaR &= \int_0^T [\cos(\omega \cdot t) \times \sin(\omega \cdot t + \phi)] dt \\
&= \frac{1}{2} \int_0^T [\sin(2\omega \cdot t + \phi) + \sin(\phi)] dt \\
&= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2\omega} [-\cos(2\omega \cdot t + \phi) + t \cdot \sin(\phi)]_0^T \\
&= \frac{1}{4\omega} [-\cos(2\omega \cdot T + \phi) + T \cdot \sin(\phi)] - \frac{1}{4\omega} [-\cos(\phi)] \\
&= \frac{T}{4\omega} \sin(\phi) \quad \dots (2)
\end{aligned}$$

10

【 0 0 2 9 】

【 数 3 】

$$\begin{aligned}
Val &= \int_0^T [\sin(\omega \cdot t) \times \sin(\omega \cdot t + \phi)] dt \\
&= -\frac{1}{2} \int_0^T [\cos(2\omega \cdot t + \phi) - \cos(\phi)] dt \\
&= -\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2\omega} [\sin(2\omega \cdot t + \phi) - t \cdot \cos(\phi)]_0^T \\
&= \frac{-1}{4\omega} [\sin(2\omega \cdot T + \phi) - T \cdot \cos(\phi)] + \frac{1}{4\omega} [\sin(\phi)] \\
&= \frac{T}{4\omega} \cos(\phi) \quad \dots (3)
\end{aligned}$$

20

【 0 0 3 0 】

【 数 4 】

$$\begin{aligned}
VbR &= \int_0^T [\cos(\omega \cdot t) \times \cos(\omega \cdot t + \phi)] dt \\
&= \frac{1}{2} \int_0^T [\cos(2\omega \cdot t + \phi) + \cos(-\phi)] dt \\
&= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2\omega} [\sin(2\omega \cdot t + \phi) + t \cdot \cos(-\phi)]_0^T \\
&= \frac{1}{4\omega} [\sin(2\omega \cdot T + \phi) + T \cdot \cos(-\phi)] - \frac{1}{4\omega} [\sin(\phi)] \\
&= \frac{T}{4\omega} \cos(\phi) \quad \dots (4)
\end{aligned}$$

30

【 0 0 3 1 】

【 数 5 】

40

$$\begin{aligned}
 V_{bI} &= \int_0^T [\sin\{\omega \cdot t\} \times \cos\{\omega \cdot t + \phi\}] dt \\
 &= \frac{1}{2} \int_0^T [\sin\{2\omega \cdot t + \phi\} + \sin\{-\phi\}] dt \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2\omega} [-\cos\{2\omega \cdot t + \phi\} + t \cdot \sin\{-\phi\}]_0^T \\
 &= \frac{1}{4\omega} [-\cos\{2\omega \cdot T + \phi\} + T \cdot \sin\{-\phi\}] - \frac{1}{4\omega} [-\cos\{\phi\}] \\
 &= \frac{-T}{4\omega} \sin\{\phi\} \quad \dots (5)
 \end{aligned}$$

10

【0032】

更に得られた結果を用いて式(6)及び式(7)に示す式にて演算し、VR及びVIを得る。

【0033】

【数6】

$$VR = V_{aR} + V_{bI} \quad \dots (6)$$

【0034】

【数7】

$$VI = V_{bR} - V_{aI} \quad \dots (7)$$

20

演算結果VR及びVIは、式(8)による座標変換で内部発振器の位相 $\cos(\omega \cdot t)$ 及び $\sin(\omega \cdot t)$ を使って交流信号Vcos及びVsinに変換される。

【0035】

【数8】

$$\begin{pmatrix} V_{\cos} \\ V_{\sin} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} +VR \cdot \cos(\omega \cdot t) + VI \cdot \sin(\omega \cdot t) \\ -VR \cdot \sin(\omega \cdot t) + VI \cdot \cos(\omega \cdot t) \end{pmatrix} \quad \dots (8)$$

30

【0036】

更に式(9)に示す演算式にて位相角 θ_c が演算される。

【0037】

【数9】

$$\theta_c = \text{Atan}(V_{\sin} / V_{\cos}) \quad \dots (9)$$

系統電圧Vsの位相信号 θ_s も同様にして求められる。

【0038】

図5は本実施例の変換器制御器の構成を示している。また、図6は図5の変換器制御器の検出器を詳細に示している。また、図7は、図5の変換器制御器の制御器を詳細に示している。以下図5から図7を用いて本実施例の変換器制御器について説明する。

40

【0039】

変換器制御器は、系統に出力されている有効電力P及び無効電力Qを電流検出値Icと電圧検出値VcよりPQ演算器により演算する。こうして得られた有効電力P、無効電力Qは有効電力調整器APR、無効電力調整器AQRにそれぞれ入力され、有効電力調整器APR及び無効電力調整器AQRにて、電力P及びQを指令値 P^* 、 Q^* に一致させるように電流指令値 I_{d1}^* 、 I_{q1}^* をそれぞれ演算し切替器10a及び10bに出力する。また、変換器の連系している点の電圧振幅検出値Vs'が振幅演算器により演算され、リミッタに出力される。また変換器の出力電圧Vcの振幅値Vc'も振幅演算器により演算

50

され電圧調整器 A V R のフィードバック信号として減算器に入力される。リミッタは入力された電圧振幅検出値 V_s' の値を系統電圧の定格範囲内に制限し、フィルタに出力し、フィルタによって高周波分を除去された電圧振幅 V^* を電圧調整器 A V R の指令値として用いるために減算器 7 f に出力する。減算器 7 f は演算した結果を電圧調整器 A V R に出力し、電圧調整器 A V R の出力 I_{d2}^* は切替器 1 0 a に入力される。また、電流フィードバックの q 軸成分 I_q は切替器 1 0 b に入力され、切替器 1 0 b は I_q か I_{q1}^* のどちらかを出力する。

【0040】

また、電力調整器 A P R の内部に持っている積分値と、電圧調整器 A V R の内部に持っている積分値は同一のメモリ Z a を使用しており、制御に使用していない方の積分値を制御に使用している方の積分値に一致するようにしている。 10

【0041】

位相信号 θ_c は電流 I_{acr} の座標変換器及び電圧 V_c の座標変換器に入力される。各座標変換器は位相信号 θ_c を用いて三相交流信号を 2 軸の直流量に変換し、電流 I_{acr} は I_d 及び I_q に変換され、電圧 V_c は V_{ds} 及び V_{qs} に変換される。電圧の d 軸成分 V_{ds} 及び q 軸成分 V_{qs} はそれぞれ切替器 1 0 c , 1 0 d に入力される。切替器 1 0 c , 1 0 d は、連系運転で通常検出されるべき電圧検出値の d 軸成分の大きさ (1 . 0 p u) 、及び q 軸成分の大きさ (0 . 0 p u) の固定値が入力される。それぞれの切替器 1 0 c , 1 0 d の出力信号を V_{ds}' , V_{qs}' とすると、出力には V_{ds} 及び V_{qs} が出力されるか、または 1 . 0 p u 及び 0 . 0 p u が出力される。 20

【0042】

切替器 1 0 a と切替器 1 0 b の出力 I_d^* 及び I_q^* はそれぞれ減算器 7 b , 7 c に入力され、電流 I_{acr} のフィードバック値 I_d 及び I_q と減算器 7 b , 7 c にて演算され、結果をそれぞれ d 軸電流調整器 A C R d 及び q 軸電流調整器 A C R q に出力する。また、切替器 1 0 a , 1 0 b の出力 I_d^* 及び I_q^* はそれぞれ非干渉成分演算器 w L に出力される。各電流調整器 A C R d 及び A C R q の出力は加減算器 9 a と加減算器 9 b のそれぞれに出力される。また q 軸の電流指令値 I_q^* から非干渉成分演算器 w L は非干渉成分を演算し加減算器 9 a に出力する。同様に d 軸の電流指令値 I_d^* から非干渉成分演算器 w L は非干渉成分を演算し加減算器 9 b に出力する。

【0043】

加減算器 9 a 及び 9 b は更に、電圧検出値の d 軸成分 V_{ds}' 及び q 軸成分 V_{qs}' をそれぞれ加算して、演算結果の V_d^* 及び V_q^* を 2 相 3 相座標変換器に出力し、2 相 3 相座標変換器は、位相信号 θ_c' を用いて入力された V_d^* 及び V_q^* の信号を三相交流に変換して P W M 演算器に出力し、P W M 演算によりゲートパルス G p を出力する。 θ_{ch} と $\Delta \theta_c'$ すなわちリミッタにより値が制限された $\Delta \theta$ との和である θ_c' を用いることにより、 $\Delta \theta$ を無くすように電力変換器の出力位相を調整することができる。 30

【0044】

自立許可信号 M D は切替器 1 0 a と切替器 1 0 b と切替器 1 0 c と切替器 1 0 d に入力され、自立運転の信号 M D が自立運転に設定されると、切替器 1 0 a は I_d^* として I_{d2}^* を選択し、切替器 1 0 b は I_q^* として I_q を選択し、切替器 1 0 c , 1 0 d は電圧フィードフォワード成分を固定するため V_{ds}' に 1 . 0 p u の固定値を使用し、切替器 1 0 d は V_{qs}' に 0 . 0 p u の固定値を使用する。 40

【0045】

本実施例によれば、遮断器 3 a の系統側の電圧 V_s を位相検出器に入力しているので、自立運転時に系統電圧が復帰した際に電力変換システムの出力位相を系統の位相に一致するように調整することができるので、変換器の過電流や負荷への影響が少なく系統連系運転に復帰できる。また、遮断器 3 a の閉路を位相の一致した時点で直接電力変換器システムが操作して閉路させることができるので、別に連系保護装置などの機器が不要になる。

【0046】

本実施例では、位相検出器の出力を自立運転への移行時に一部をホールドするだけで、電 50

流検出の座標変換は位相検出器の信号をそのまま使用しているので、自立運転への移行や系統連系への復帰時に位相検出信号が急変することなく、電力変換器を安定に制御することが可能である。

【0047】

本実施例では、系統連系運転と自立運転で電流制御系を共通で使用しており、切替時の制御量の急変が抑制される。また、電流制御を自立運転時に使用することで、負荷が変動して変換器の容量を超えるような場合、電流制御のリミッタ動作により、過電流を防止できる。

【0048】

本実施例では、変換器電圧のフィードフォワード成分 V_{ds} 、 V_{qs} を自立運転時に固定 10
とすることで、高調波を低減できる。

【0049】

本実施例では、電流制御の一方（本実施例では d 軸）の指令値を電圧制御の出力とし、他の一方の電流制御入力偏差を零とし、かつ電流検出の座標変換に位相検出信号を用いることで従来の電流ベクトル制御を使用しながら自立運転の制御に切替が可能になる。更に 2 相 3 相の座標変換を自励発振の位相信号 θ_c' を用いることで、自立運転時の出力電圧周波数を安定化できる。

【0050】

本実施例では、電力調整器 APR と電圧調整器 AVR の積分量を使用している側の積分量 20
に合わせているため、切替時に制御量の急変無く安定に切替が可能になる。

【0051】

本実施例では、位相差 $\Delta\theta$ の補正量に制限を設け、系統で許容された周波数変動分に相当する量以内の位相補正量で位相調整するので、負荷の周波数変動を最小限に抑制しながら自立運転から系統連系運転に復帰できる。

【0052】

本実施例では、電圧調整器 AVR の電圧指令値 V^* に遮断器の系統側電圧 V_s を持って 30
きて、それに系統で定まる電圧許容範囲内のリミッタを設けてその出力を指令値とすることで、自立運転時に系統電圧が低下している時はリミッタの下限値が電圧指令値になり、また、系統の電圧が復帰した際には自立系の電圧は系統の電圧に一致させることが可能になる。

【0053】

次に、本発明の他の実施例を説明する。なお、各図を通して同等の構成要素には同一の符号を付して、詳細な説明は省略することにする。

【0054】

（実施例 2）

図 8 及び図 9 は、それぞれ本発明の他の実施例の変換器制御器における検出器及び制御器を示す。

【0055】

この実施例では、実施例 1 の変換器制御器の電圧フィードフォワード検出値 V_{ds} 及び V_{qs} を自立運転時に固定値を使用していたのをやめ、自立運転時にも系統連系運転時と 40
同様に検出した値を使用する構成としている。

【0056】

本実施例によれば、実施例 1 と同様の効果に加え、電圧フィードフォワード検出値を常時使用しているので、自立運転時に送電線で事故などが発生した際の電圧変動に高速に追従でき、変換器の過電流を防止できる。

【0057】

（実施例 3）

図 10 及び図 11 は、それぞれ本発明の他の実施例における検出器及び制御器を示す。

【0058】

この実施例では、実施例 1 の自立運転時の変換器制御器の構成が異なり、有効電力調整器 50

A P R に代えて d 軸電圧調整器 A V R d を用い、無効電力調整器 A Q R に代えて q 軸電圧調整器 A V R q を用いる構成としている。

【 0 0 5 9 】

本実施例によれば、実施例 1 と同様の効果に加え、電流調整器を d 軸成分と q 軸成分の両方で行えるので過電流に対して抑制効果がある。

【 0 0 6 0 】

(実施例 4)

図 1 2 及び図 1 3 は、それぞれ本発明の他の実施例における検出器及び制御器を示す。

【 0 0 6 1 】

この実施例では、実施例 3 の自立運転時の変換器制御器の構成が異なり、電流の座標変換も固定位相 θ_c' を用いる構成としている。 10

【 0 0 6 2 】

本実施例によれば、実施例 1 と同様の効果に加え、電流調整器を d 軸成分と q 軸成分の両方で行えるので過電流に対して抑制効果がある。

【 0 0 6 3 】

(実施例 5)

図 1 4 及び図 1 5 は、それぞれ本発明による他の実施例における検出器及び制御器を示す。

【 0 0 6 4 】

この実施例では、実施例 3 の自立運転時の変換器制御器の構成が異なり、2 相 3 相変換の基準位相に位相検出信号 θ_c を用いる構成としている。 20

【 0 0 6 5 】

本実施例によれば、実施例 1 と同様の効果に加え、電流調整器を d 軸成分と q 軸成分の両方で行えるので過電流に対して抑制効果がある。

【 0 0 6 6 】

(実施例 6)

図 1 6 及び図 1 7 は、本発明の他の実施例における検出器及び制御器を示す。

この実施例では、実施例 3 の自立運転時の変換器制御器の構成が異なり、電圧フィードバック成分を演算する座標変換の基準位相信号に固定した信号 θ_c' を用いる構成としている。 30

【 0 0 6 7 】

本実施例によれば、実施例 1 と同様の効果に加え、電流調整器を d 軸成分と q 軸成分の両方で行えるので過電流に対して抑制効果がある。

【 0 0 6 8 】

(実施例 7)

図 1 8 は、実施例 1 の 2 次電池 5 a を用いた電力貯蔵用変換器に、超電導システムを適用した場合の実施例である。電力変換器の直流部分には超電導コイル 1 0 0 が設置されており、該超電導システムはシステム制御装置からの指令により電力を系統とやりとりする。本実施例では、超電導システムの自立運転が可能になる。 40

【 0 0 6 9 】

また、超電導システムの他に図 1 9 に示すような、太陽光発電装置を適用できる。太陽光発電装置の電力変換器の直流部分には太陽電池パネル 1 0 1 が設置されており、制御装置からの指令により電力を系統へ放出する。

【 0 0 7 0 】

また、太陽光発電装置の他に図 2 0 に示すような、インバータ及びコンバータを有する風力発電システム 4 b を適用できる。インバータ及びコンバータの直流部分は共通で使用しており、電力貯蔵用の電池が設置されており、システム制御装置からの指令により電力を系統から吸収あるいは放出する。

【 0 0 7 1 】

また、風力発電システムの他に図 2 1 に示すような、直流送電システムを適用できる。直 50

流送電システムの出力は、電力変換器により系統へ電力を供給する。

【 0 0 7 2 】

【 発明の効果 】

本発明によれば、電力系統と連系する電力変換器を備える電力変換システムにおいて、自立運転と連系運転を安定に切り替えることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態による、電力変換システム。

【 図 2 】 図 1 の構成を説明する図。

【 図 3 】 図 1 の構成を説明する図。

【 図 4 】 図 1 の構成を説明する図。

10

【 図 5 】 図 1 の構成を説明する図。

【 図 6 】 図 5 の構成を説明する図。

【 図 7 】 図 5 の構成を説明する図。

【 図 8 】 本発明の他の実施例を説明する図。

【 図 9 】 本発明の他の実施例を説明する図。

【 図 1 0 】 本発明の他の実施例を説明する図。

【 図 1 1 】 本発明の他の実施例を説明する図。

【 図 1 2 】 本発明の他の実施例を説明する図。

【 図 1 3 】 本発明の他の実施例を説明する図。

【 図 1 4 】 本発明の他の実施例を説明する図。

20

【 図 1 5 】 本発明の他の実施例を説明する図。

【 図 1 6 】 本発明の他の実施例を説明する図。

【 図 1 7 】 本発明の他の実施例を説明する図。

【 図 1 8 】 本発明の他の実施例を説明する図。

【 図 1 9 】 本発明の他の実施例を説明する図。

【 図 2 0 】 本発明の他の実施例を説明する図。

【 図 2 1 】 本発明の他の実施例を説明する図。

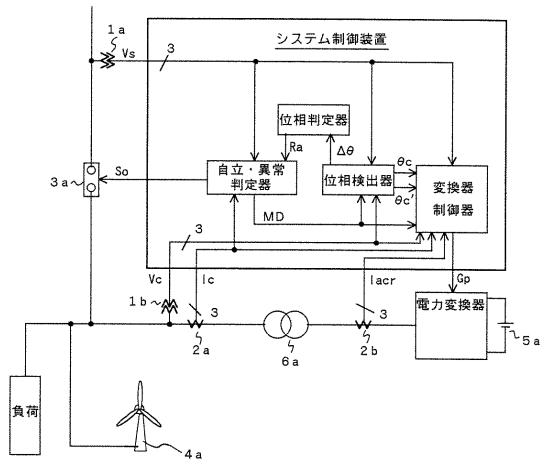
【 符号の説明 】

1 a ... 電圧検出器、 2 a ... 電流検出器、 3 a ... 遮断器、 4 a , 4 b ... 風力発電システム、
5 a ... 2 次電池、 6 a ... トランス、 V s ... 遮断器の系統側電圧、 S o ... 遮断器の開放または閉路信号、 V c ... 連系点電圧、 I c ... 連系点電流、 I a c r ... 変換器出力電流、 R a ... 系統連系許可信号、 M D ... 自立信号、 $\Delta \theta$... 位相差、 θc , $\theta c'$... 位相信号、 G p ... ゲートパルス。

30

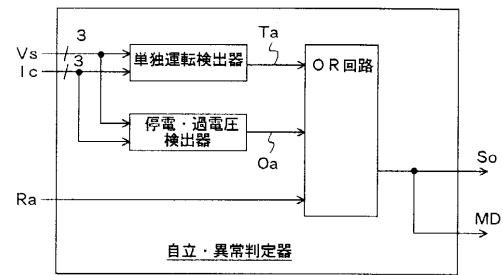
【図 1】

図 1



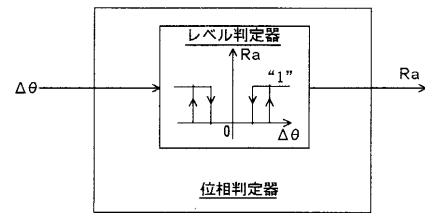
【図 2】

図 2



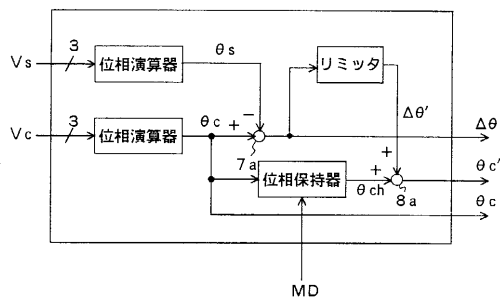
【図 3】

図 3



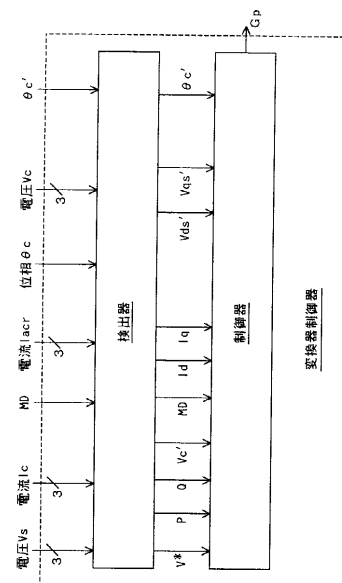
【図 4】

図 4



【図 5】

図 5



【 図 6 】

【 圖 7 】

6

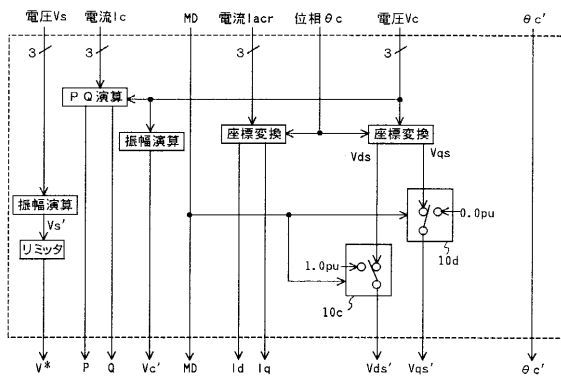
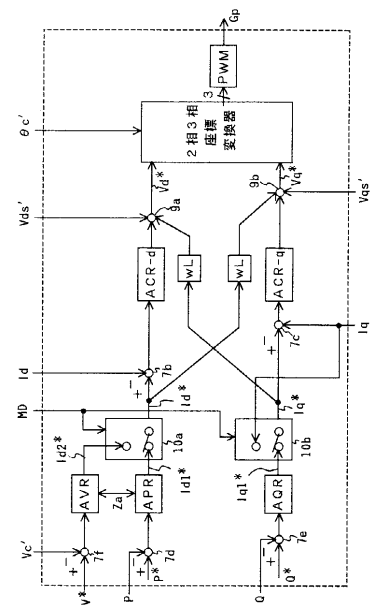


図 7



【 圖 8 】

【 図 9 】

図 8

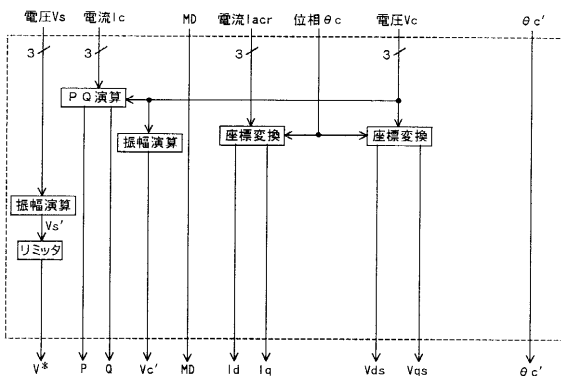
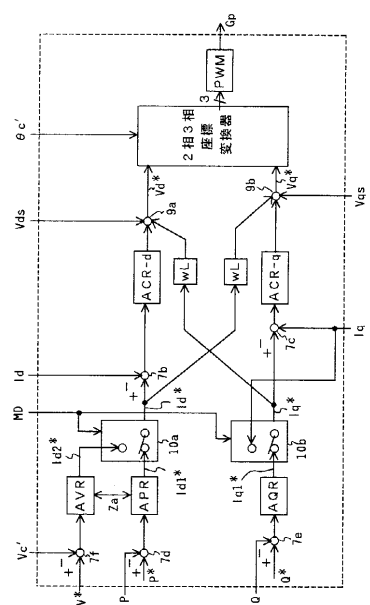
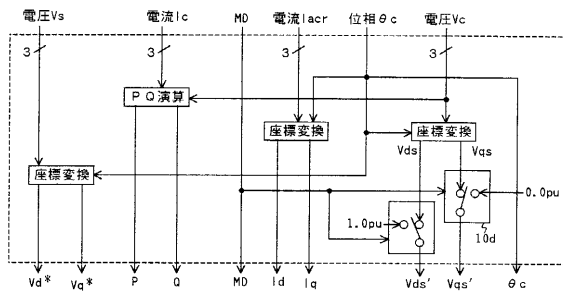


図 9



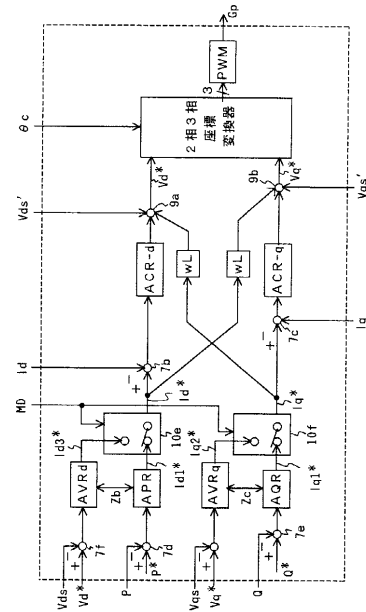
【 図 1 4 】

图 14



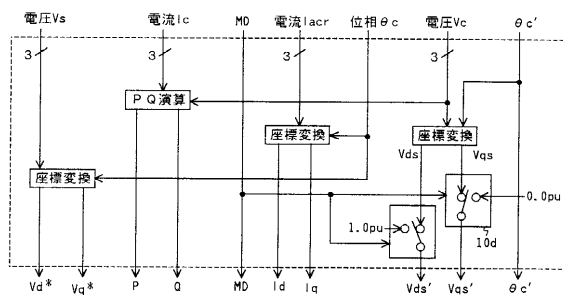
【 図 1 5 】

☒ 15



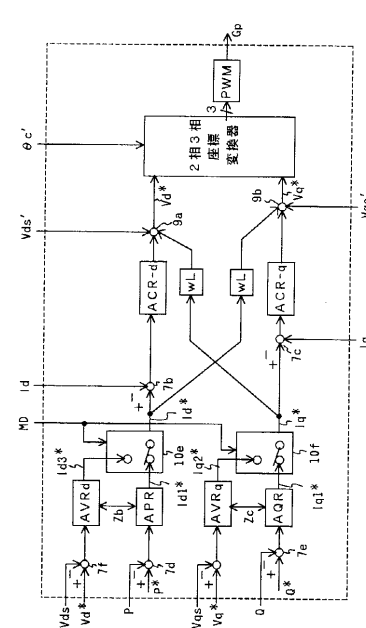
【 図 1 6 】

图 16



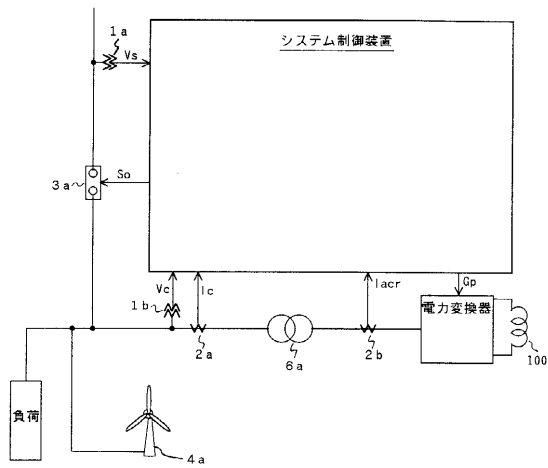
【 図 1 7 】

17



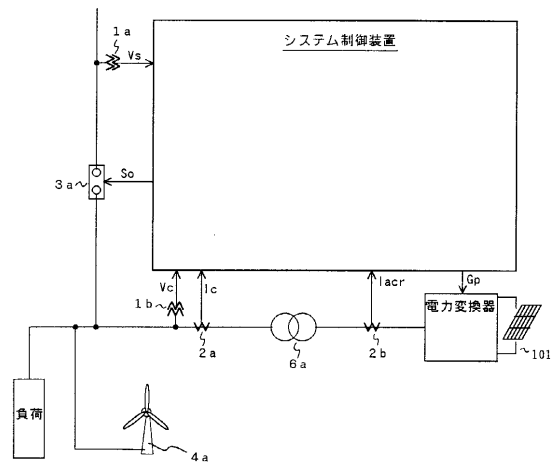
【 図 1 8 】

18



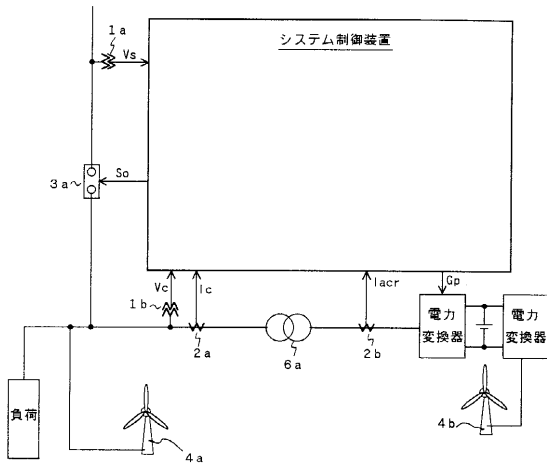
【 図 1 9 】

图 19



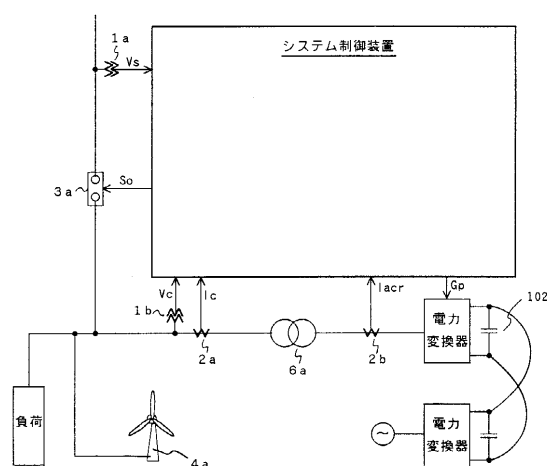
【 図 2 0 】

图 20



【 図 2 1 】

21



フロントページの続き

- (72)発明者 二見 基生
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社 日立製作所 日立研究所内
- (72)発明者 上田 茂太
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社 日立製作所 日立研究所内
- (72)発明者 鈴木 和夫
茨城県日立市幸町三丁目2番2号 株式会社 日立エンジニアリングサービス
内
- (72)発明者 前川 聡
茨城県日立市幸町三丁目2番2号 株式会社 日立エンジニアリングサービス
内
- (72)発明者 清藤 康弘
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社 日立製作所 日立事業所内

審査官 川端 修

- (56)参考文献 特開平11-332105(JP,A)
特開平08-009648(JP,A)
特開平08-066048(JP,A)
特開平11-262187(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H02M 7/48

G05F 1/67

H02J 3/38