

WO 2018/020666 A1

EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

phase determination unit determines the phase of the output current on the basis of the detected frequency. The drive unit controls the operation of the converter in accordance with the determined phase of the output current. The abnormality determination unit determines whether the frequency of the system voltage or a phase difference between a standard period and the period of the system voltage is within a prescribed range after the elapse of a prescribed amount of time from the detection of a sudden change in the phase and/or a frequency abnormality, and stops the operation of the drive unit when the frequency or the phase difference is not within the prescribed range. Thus, it is possible to provide a power conversion device having stable operation, and a control method therefor.

(57) 要約: 電力変換部と電圧検出部と周波数検出部と位相決定部と駆動部と位相跳躍検出部と周波数異常検出部と異常判定部とを備えた電力変換装置が提供される。電力変換部は、直流電力を交流電力に変換する変換器を有し、交流電力を電力系統及び負荷に出力する。電圧検出部は、電力系統の系統電圧の電圧値を検出する。周波数検出部は、系統電圧の周波数を検出する。位相決定部は、検出された周波数を基に、出力電流の位相を決定する。駆動部は、決定された出力電流の位相に応じて変換器の動作を制御する。異常判定部は、位相の急変及び周波数の異常の少なくとも一方の検出から所定時間の経過の後、系統電圧の周波数または基準周期と系統電圧の周期との位相差が所定の範囲内にあるか否かを判定し、所定の範囲内に無い場合に、駆動部の動作を停止させる。これにより、安定した動作の電力変換装置及びその制御方法が提供される。

明 細 書

発明の名称：電力変換装置及びその制御方法

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、電力変換装置及びその制御方法に関する。

背景技術

[0002] 太陽電池パネルなどの直流電源から入力される直流電圧を交流電圧に変換して電力系統に出力する電力変換装置がある。電力変換装置は、例えば、パワーコンディショナと呼ばれる。こうした電力変換装置において、電力系統から切り離された状態で動作し続けることを抑制する単独運転防止機能を有するものがある。また、瞬時電圧低下などの一時的な電力系統の不具合が発生した場合に、異常停止せずに動作を継続させるF R T (Fault Ride Through) 機能を有する電力変換装置もある。

[0003] しかしながら、単独運転防止機能とF R T機能とは、両者の動作の性質上、両立が難しい。このため、電力変換装置では、単独運転抑制機能とF R T機能とを両立させ、より安定した動作を得ることが望まれる。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：岡土千尋、他3名、「太陽光発電用インバータの新しい単独運転検出保護」T. IEE Japan, Vol. 114-B, No. 7/8, '94, p. 732-738

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明の実施形態は、安定した動作の電力変換装置及びその制御方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の実施形態によれば、電力変換部と、電圧検出部と、周波数検出部と、位相決定部と、駆動部と、位相跳躍検出部と、周波数異常検出部と、異常判定部と、を備えた電力変換装置が提供される。前記電力変換部は、直流

電源から供給された直流電力を交流電力に変換する変換器を有し、前記交流電力を電力系統及び負荷に出力する。前記電圧検出部は、前記電力系統の系統電圧の電圧値を検出する。前記周波数検出部は、前記系統電圧の周波数を検出する。前記位相決定部は、前記周波数検出部の検出した周波数を基に、前記電力変換部の前記系統電圧に対する出力電流の位相を決定する。前記駆動部は、前記位相決定部で決定された前記出力電流の位相に応じて前記変換器の動作を制御する。前記位相跳躍検出部は、予め記憶した基準周期と前記系統電圧の周期との位相差から前記系統電圧の位相の急変を検出する。前記周波数異常検出部は、前記系統電圧の周波数の異常を検出する。前記異常判定部は、前記位相の急変及び前記周波数の異常の少なくとも一方の検出から所定時間の経過の後、前記系統電圧の周波数または前記位相差が所定の範囲内にあるか否かを判定し、前記所定の範囲内に無い場合に、前記駆動部の動作を停止させる。

発明の効果

[0007] 本発明の実施形態によれば、安定した動作の電力変換装置及びその制御方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施形態に係る電力変換装置を模式的に表すブロック図である。

[図2]位相決定部に用いられる関数の一例を模式的に表すグラフ図である。

[図3]実施形態に係る電力変換装置の動作の一例を模式的に表すフローチャートである。

[図4]実施形態に係る電力変換装置の別の動作の一例を模式的に表すフローチャートである。

[図5]図5（a）及び図5（b）は、実施形態に係る電力変換装置の別の動作の一例を模式的に表すフローチャートである。

[図6]図6（a）及び図6（b）は、実施形態に係る電力変換装置の別の動作の一例を模式的に表すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下に、各実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

なお、図面は模式的または概念的なものであり、各部分の厚みと幅との関係、部分間の大きさの比率などは、必ずしも現実のものと同じとは限らない。また、同じ部分を表す場合であっても、図面により互いの寸法や比率が異なって表される場合もある。

なお、本願明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

[0010] 図1は、実施形態に係る電力変換装置を模式的に表すブロック図である。

図1に表したように、電力変換装置10は、平滑コンデンサ11と、電力変換部12と、制御部14と、電圧検出部15と、電流検出部16と、を備える。

[0011] 電力変換装置10は、直流電源2、電力系統4、及び、負荷6のそれぞれに接続される。電力変換装置10は、例えば、コネクタなどにより、直流電源2、電力系統4、負荷6のそれぞれに対して着脱可能に接続される。なお、本願明細書において、「接続」には、直接接触して接続される場合の他に、他の導電性部材などを介して電氣的に接続される場合も含むものとする。また、トランスなどを介して磁氣的に結合している場合なども、「接続」に含むものとする。

[0012] 電力変換装置10は、例えば、一对の電源入力線2a、2bを介して直流電源2に接続される。電力変換装置10には、直流電源2から直流電力が供給される。直流電源2は、例えば、太陽電池パネルである。電力変換装置10には、太陽電池パネルで発電された直流電力が供給される。直流電源2は、例えば、ガスタービンエンジンなどの小型発電機、燃料電池などの蓄電池、風力発電機、または、地熱発電機などでもよい。直流電源2は、いわゆる分散型電源である。直流電源2は、直流電力を電力変換装置10に供給可能な任意の分散型電源でよい。

[0013] 電力系統4は、例えば、電力を需要家の受電設備に供給するための送電線である。電力系統4の供給する電力は、交流である。電力系統4は、例えば

、商用電源の送電線である。電力系統４の交流電力の電圧は、例えば、１００Ｖ（実効値）である。電力系統４の交流電力の周波数は、例えば、５０Ｈｚまたは６０Ｈｚである。電力系統４は、例えば、自家発電システム内の送電線などでもよい。

[0014] 電力変換装置１０は、遮断器８を介して電力系統４に接続される。遮断器８は、電力変換装置１０と電力系統４とを接続する閉状態と、電力変換装置１０と電力系統４との接続を遮断する開状態と、を有する。遮断器８は、例えば、閉状態において電力変換装置１０と電力系統４とを電氣的に接続し、開状態において電力変換装置１０と電力系統４とを電氣的に絶縁する。遮断器８の開閉は、例えば、電力系統４の管理者によって制御される。遮断器８の開閉は、例えば、電力会社などによって制御される。

[0015] 負荷６は、交流負荷である。負荷６の定格電力は、電力系統４の交流電力に対応する。負荷６は、例えば、電子機器などである。負荷６は、例えば、配電盤や分電盤などを介して電力変換装置１０に接続される。また、負荷６は、電力変換装置１０と遮断器８との間に接続される。すなわち、負荷６は、遮断器８よりも電力変換装置１０側において、電力変換装置１０と接続される。

[0016] 電力変換装置１０は、直流電源２から供給された直流電力を電力系統４及び負荷６に対応した交流電力に変換し、電力系統４及び負荷６に供給する。このように、電力変換装置１０は、電力系統４に交流電力を供給する、いわゆる逆潮流を行うとともに、負荷６への電力供給を行う。

[0017] 平滑コンデンサ１１は、例えば、一対の電源入力線２ａ、２ｂの間に直列に接続される。平滑コンデンサ１１は、直流電源２から供給される直流の入力電圧を平滑化する。平滑コンデンサ１１は、直流電源２からの入力電圧によって充電される。

[0018] 電力変換部１２は、平滑コンデンサ１１によって平滑された直流電圧を交流電圧に変換して電力系統４に出力する。電力変換部１２は、例えば、変換器２０と、変圧器２２と、を有する。

- [0019] 変換器 20 は、直流電圧を交流電圧に変換して変圧器 22 に出力する。すなわち、変換器 20 は、いわゆるインバータである。変圧器 22 は、例えば、変換器 20 から出力された交流電圧を変圧し、変圧後の交流電圧を電力系統 4 及び負荷 6 に出力する。電力変換部 12 は、例えば、変換器 20 から出力される交流電圧の高調波成分を除去するフィルタなどをさらに有してもよい。
- [0020] 変換器 20 には、例えば、自励式の変換器が用いられる。変換器 20 は、例えば、スイッチング素子を有し、スイッチング素子のオン・オフによって、直流電圧を交流電圧に変換する。変換器 20 のスイッチング素子には、例えば、自己消弧型の素子が用いられる。より具体的には、例えば、GTO (Gate Turn-Off thyristor) や IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) などが用いられる。
- [0021] 変換器 20 の変換する交流電力は、単相交流でもよいし、三相交流でもよいし、他の交流電力でもよい。例えば、変換器 20 の変換する交流電力が三相交流である場合には、三相交流の各相毎に変圧器 22 が設けられる。以下では、単相交流を例に説明を行う。
- [0022] 電圧検出部 15 は、電力系統 4 の系統電圧の電圧値を検出する。換言すれば、電圧検出部 15 は、電力変換部 12 の出力電圧の電圧値を検出する。電圧検出部 15 は、制御部 14 と電氣的に接続されている。電圧検出部 15 は、検出した系統電圧の電圧値を制御部 14 に入力する。
- [0023] 電流検出部 16 は、電力系統 4 の系統電流の電流値を検出する。換言すれば、電流検出部 16 は、電力変換部 12 の出力電流の電流値を検出する。電流検出部 16 は、制御部 14 と電氣的に接続されている。電流検出部 16 は、検出した系統電流の電流値を制御部 14 に入力する。
- [0024] 制御部 14 は、例えば、CPU や MPU などのプロセッサである。制御部 14 は、例えば、図示を省略したメモリから所定のプログラムを読み出し、そのプログラムを逐次処理することによって、電力変換装置 10 の各部を統括的に制御する。プログラムを記憶したメモリは、制御部 14 内に設けても

よいし、制御部 1 4 と別に設け、制御部 1 4 と電氣的に接続してよい。また、制御部 1 4 は、1 つのプロセッサで構成してもよいし、複数のプロセッサで構成してもよい。

[0025] 制御部 1 4 は、電力変換部 1 2 と電氣的に接続されている。制御部 1 4 は、電力変換部 1 2 による電力の変換を制御する。制御部 1 4 は、例えば、変換器 2 0 のスイッチング素子と電氣的に接続される。制御部 1 4 は、例えば、スイッチング素子のオン・オフを制御する。これにより、制御部 1 4 は、例えば、直流電圧を電力系統 4 及び負荷 6 に応じた電圧及び周波数の交流電圧に変換する。

[0026] 制御部 1 4 は、駆動部 3 0、位相同期回路 3 1、位相跳躍検出部 3 2、電圧異常検出部 3 3、周波数異常検出部 3 4、周波数検出部 3 5、位相決定部 3 6、及び、異常判定部 3 7 を有する。

[0027] 位相同期回路 3 1 は、電圧検出部 1 5 に接続されている。位相同期回路 3 1 は、電圧検出部 1 5 によって検出された系統電圧の位相を検出し、系統電圧の位相に同期した同期信号を出力する。位相同期回路 3 1 は、いわゆる PLL (Phase Locked Loop) である。

[0028] 位相跳躍検出部 3 2 は、電圧検出部 1 5 に接続されている。位相跳躍検出部 3 2 は、電圧検出部 1 5 によって検出された系統電圧の位相の急変を検出する。

[0029] 位相跳躍検出部 3 2 は、系統電圧のゼロクロス点を基に、系統電圧の 1 周期の時間を算出する。また、位相跳躍検出部 3 2 は、系統電圧の基準周期を記憶している。位相跳躍検出部 3 2 は、基準周期と検出した周期との時間差から、基準周期と検出した周期との位相差を算出する。そして、位相跳躍検出部 3 2 は、算出した位相差が所定の範囲内にあるか否かを判定する。換言すれば、位相跳躍検出部 3 2 は、算出した位相差が上限値以下か否か及び下限値以上か否かを判定する。位相跳躍検出部 3 2 は、算出した位相差が所定の範囲から外れている場合に、位相の急変を検出する。すなわち、位相跳躍の発生を検出する。

- [0030] 基準周期は、例えば、予め設定された固定値である。基準周期は、例えば、50Hzまたは60Hzである。基準周期は、固定値に限ることなく、例えば、直前に検出された周期などでもよい。位相跳躍の検出方法は、上記に限ることなく、他の検出方法でもよい。
- [0031] 電圧異常検出部33は、電圧検出部15に接続されている。電圧異常検出部33は、電圧検出部15によって検出された系統電圧の異常を検出する。電圧異常検出部33は、検出された系統電圧の電圧値が所定の範囲内にあるか否かを判定する。換言すれば、電圧異常検出部33は、検出された系統電圧の電圧値が上限値以下か否か及び下限値以上か否かを判定する。電圧異常検出部33は、電圧値が所定の範囲から外れている場合に、系統電圧の異常を検出する。電圧異常検出部33には、例えば、電圧リレーが用いられる。
- [0032] 周波数異常検出部34は、電圧検出部15に接続されている。周波数異常検出部34は、電圧検出部15によって検出された系統電圧の周波数の異常を検出する。周波数異常検出部34は、検出された系統電圧の周波数が所定の範囲内にあるか否かを判定する。換言すれば、周波数異常検出部34は、検出された系統電圧の周波数が上限値以下か否か及び下限値以上か否かを判定する。周波数異常検出部34は、周波数が所定の範囲から外れている場合に、系統電圧の異常を検出する。周波数異常検出部34には、例えば、周波数リレーが用いられる。
- [0033] 周波数検出部35は、電圧検出部15に接続されている。周波数検出部35は、例えば、系統電圧のゼロクロス点を基に、系統電圧の周波数を検出する。なお、周波数異常検出部34は、自ら系統電圧の周波数を検出し、その周波数の異常を検出してもよいし、周波数検出部35で検出された周波数の異常を検出してもよい。
- [0034] 位相決定部36は、周波数検出部35の検出した周波数を基に、電力変換部12の系統電圧に対する出力電流の位相を決定する。
- [0035] 図2は、位相決定部に用いられる関数の一例を模式的に表すグラフ図である。

図2に表したように、位相決定部36は、系統電圧の周波数と、電力変換部12の系統電圧に対する出力電流の位相と、を関連付けた関数FTを記憶している。位相決定部36は、周波数検出部35の検出した周波数を基に関数FTを参照することにより、検出された周波数に対応する出力電流の位相を決定する。

[0036] 図2に表したように、位相決定部36は、系統電圧の周波数が定格周波数 f_0 よりも高い場合に、出力電流の位相を進め、系統電圧の周波数が定格周波数 f_0 よりも低い場合に、出力電流の位相を遅らせる。また、位相決定部36は、定格周波数 f_0 において、力率を実質的に1にする。定格周波数 f_0 は、例えば、50Hzまたは60Hzである。

[0037] 駆動部30には、電力基準が入力される。電力基準には、例えば、有効電力の基準と、無効電力の基準と、が含まれる。電力基準は、例えば、有効電力の基準のみでもよい。電力基準は、例えば、電力系統4を制御する上位のコントローラなどから電力変換装置10に入力される。電力基準は、電力変換装置10内で生成してもよい。例えば、直流電源2が太陽電池パネルである場合には、太陽電池パネルの出力電圧と出力電流とから求められる最適動作点の電力を電力基準として用いてもよい。

[0038] 駆動部30は、入力された電力基準に応じて変換器20の動作を制御する。これにより、駆動部30は、電力変換部12から電力基準に応じた電力が出力されるようにする。

[0039] また、駆動部30には、位相同期回路31から出力された同期信号が入力される。駆動部30は、電力変換部12の出力電圧の位相を同期信号に近づけるように、変換器20の動作を制御する。すなわち、駆動部30は、電力変換部12の出力電圧の位相を同期信号に同期させる。換言すれば、駆動部30は、電力変換部12の出力電圧の位相を系統電圧の位相に同期させる。

[0040] さらに、駆動部30には、位相決定部36で決定された出力電流の位相が入力される。駆動部30は、位相決定部36で決定された出力電流の位相に応じて変換器20の動作を制御する。

[0041] これにより、電力変換装置 10 が電力系統 4 と連系している場合には、系統電圧の周波数（電力変換部 12 の出力電圧の周波数）が、定格周波数 f_0 で実質的に一定になる。一方、遮断器 8 が開状態になり、電力変換装置 10 が電力系統 4 から切り離された場合には、負荷 6 に応じて系統電圧の周波数が変化する。より詳しくは、負荷 6 がインダクタンスを有する遅れ力率の場合には、系統電圧の周波数が上昇し、負荷 6 がキャパシタを有する進み力率の場合には、系統電圧の周波数が低下する。

[0042] 従って、電力変換装置 10 が電力系統 4 から切り離された場合には、位相跳躍検出部 32 や周波数異常検出部 34 などによって異常が検出される。すなわち、制御部 14 は、いわゆるスリップモード周波数シフト法によって、電力変換装置 10 の単独運転を検出する。なお、スリップモード周波数シフト法については、例えば、上記の非特許文献 1 などによって詳細に説明されている。

[0043] 異常判定部 37 は、駆動部 30、位相跳躍検出部 32、電圧異常検出部 33、及び、周波数異常検出部 34 のそれぞれと接続されている。異常判定部 37 は、電圧異常検出部 33 によって系統電圧の異常が検出された場合に、所定時間の計時を開始する。そして、異常判定部 37 は、所定時間の経過まで系統電圧の異常状態が継続されているか否かを判定する。異常判定部 37 は、異常状態が継続されていると判定した場合、系統電圧の異常を報知する信号を駆動部 30 に送信し、駆動部 30 の動作を停止させる。すなわち、電力変換部 12 からの交流電力の出力を停止させる。換言すれば、電力変換装置 10 をエラー停止させる。

[0044] 一方、異常判定部 37 は、所定時間の経過までに、電圧異常検出部 33 による系統電圧の異常の検出状態が解消されたと判定した場合、駆動部 30 の動作を継続させる。これにより、例えば、瞬時電圧低下などの一時的な系統電圧の擾乱が発生した場合にも、電力変換装置 10 の動作を逐一停止させることなく運転を継続させることができる。すなわち、系統電圧に対する FRT 機能を実現することができる。所定時間は、例えば、1 秒である。FRT

機能の計時時間（遅延時間）は、電力系統４や負荷６の仕様などに合わせて適宜設定すればよい。

[0045] また、異常判定部３７は、位相跳躍検出部３２によって位相跳躍の発生が検出された場合に、所定時間の計時を開始する。そして、異常判定部３７は、所定時間の経過の後、周波数異常検出部３４によって周波数の異常が検出されているか否かを判定する。この場合の所定時間は、例えば、１秒である。異常判定部３７は、周波数の異常が検出されていると判定した場合、周波数の異常を報知する信号を駆動部３０に送信し、駆動部３０の動作を停止させる。一方、異常判定部３７は、周波数の異常が検出されていないと判定した場合、駆動部３０の動作を継続させる。

[0046] 図３は、実施形態に係る電力変換装置の動作の一例を模式的に表すフローチャートである。

図３に表したように、電力変換装置１０の制御部１４においては、位相跳躍検出部３２が、検出した系統電圧の周期と基準周期との位相差から、位相跳躍の検出を行う（ステップＳ０１）。位相跳躍の発生が検出されると、位相跳躍の発生を示す信号が、位相跳躍検出部３２から異常判定部３７に入力される。

[0047] 位相跳躍検出部３２で位相跳躍の発生が検出されると、異常判定部３７において、所定時間の計時が開始される（ステップＳ０２）。そして、所定時間の経過の後、周波数異常検出部３４によって周波数の異常が検出されているか否かが、異常判定部３７で判定される。すなわち、系統電圧の周波数が所定の範囲内にあるか否かが判定される（ステップＳ０３）。

[0048] 周波数が所定の範囲内に無い場合には、駆動部３０の動作が停止され、電力変換装置１０がエラー停止する（ステップＳ０４）。一方、周波数が所定の範囲内に有る場合には、駆動部３０の動作が継続され、電力変換装置１０の運転が継続される（ステップＳ０５）。

[0049] 上述のように、電力変換装置１０が電力系統４から切り離されている場合には、負荷６に応じて系統電圧の周波数が変化する。従って、位相跳躍の検

出から所定時間が経過した後に、系統電圧の周波数が所定の範囲内に無い場合には、電力変換装置 10 をエラー停止させる。これにより、電力変換装置 10 の単独運転を適切に抑制することができる。

[0050] また、位相跳躍は、例えば、瞬時電圧低下などの一時的な系統電圧の擾乱でも発生する場合がある。従って、位相跳躍の検出から所定時間が経過した後に、系統電圧の周波数が所定の範囲内に有る場合には、電力変換装置 10 の運転を継続させる。これにより、例えば、瞬時電圧低下などに起因する位相跳躍の検出に対して、電力変換装置 10 の動作を逐一停止させることなく運転を継続させることができる。これにより、例えば、系統電圧の位相や周波数に対する F R T 機能を実現することができる。

[0051] 例えば、位相跳躍の検出に応答して単独運転が発生したと判断し、直ちにエラー停止する電力変換装置がある。こうした電力変換装置では、系統電圧の位相や周波数に対する F R T 機能が、単独運転の防止機能と重なってしまう。このため、位相や周波数に対する F R T 機能と単独運転防止機能との両立が難しい。

[0052] これに対して、本実施形態に係る電力変換装置 10 では、位相跳躍の検出から所定時間が経過した後に、周波数の異常が検出されているか否かを判定し、周波数が所定の範囲内に無い場合に、駆動部 30 の動作を停止させる。これにより、電力変換装置 10 では、位相や周波数に対する F R T 機能と単独運転防止機能とを両立させることができる。従って、位相跳躍の検出に応答して直ちにエラー停止する電力変換装置などに比べて、動作をより安定させることができる。

[0053] 図 4 は、実施形態に係る電力変換装置の別の動作の一例を模式的に表すフローチャートである。

図 4 に表したように、この例では、位相跳躍検出部 32 で位相跳躍が検出（ステップ S 11）され、異常判定部 37 で所定時間の計時が開始（ステップ S 12）された後、駆動部 30 が、電力変換部 12 の出力電圧の位相と、位相同期回路 31 から入力された同期信号と、の同期を停止させる（ステッ

プS 1 3)。

[0054] 異常判定部37は、所定時間の経過の後、位相跳躍検出部32からの信号を基に、系統電圧の周期と基準周期との間の位相差が、所定の範囲内にあるか否かを判定する(ステップS 1 4)。換言すれば、位相跳躍が検出されているか否かを判定する。

[0055] 異常判定部37は、位相差が所定の範囲内に無い場合、駆動部30の動作を停止させ、電力変換装置10をエラー停止させる(ステップS 1 5)。

[0056] 一方、異常判定部37は、位相差が所定の範囲内に有る場合、駆動部30の動作を継続させ、電力変換装置10の運転を継続させる(ステップS 1 6)。また、駆動部30は、電力変換装置10の運転を継続させる場合、電力変換部12の出力電圧の位相と、位相同期回路31から入力された同期信号と、の同期を再開させる。

[0057] 系統電圧の周波数が変化した場合には、系統電圧の周期と基準周期との間に、位相差が生じる。従って、図4に表したように、位相跳躍の検出から所定時間が経過した後に、位相差が所定の範囲内か否かを判定してもよい。この場合にも、上記実施形態と同様に、位相や周波数に対するFRT機能と単独運転防止機能とを両立させ、安定した動作を得ることができる。

[0058] この際、ステップS 1 3に表したように、位相同期回路31による位相の追従を停止させる。これにより、例えば、位相差の検出精度を高めることができる。

[0059] 図5(a)及び図5(b)は、実施形態に係る電力変換装置の別の動作の一例を模式的に表すフローチャートである。

図5(a)に表したように、この例では、系統電圧の周波数が所定の範囲内にあるか否かが判定された後、所定の範囲内に無いと判定された場合に、所定の範囲内に無いと判定された回数が、所定の回数に達したか否かが異常判定部37で判定される(ステップS 2 4)。なお、この例において、ステップS 2 1～ステップS 2 3までは、図3に関して説明したステップS 0 1～ステップS 0 3と実質的に同じであるから、詳細な説明は省略する。

[0060] 異常判定部 37 は、判定の回数が所定の回数に達していないと判定した場合、ステップ S 22 に戻り、ステップ S 22 及びステップ S 23 の処理を繰り返す。一方、異常判定部 37 は、判定の回数が所定の回数に達したと判定した場合、電力変換装置 10 をエラー停止させる（ステップ S 25）。また、ステップ S 23 において、周波数が所定の範囲内に有ると判定された場合には、上記と同様に、電力変換装置 10 の運転が継続される（ステップ S 26）。

[0061] 異常判定部 37 は、系統電圧の周波数が所定の範囲内に無いと判定される毎に、回数をカウントするとともに、例えば、周波数が所定の範囲内に有ると判定された場合や電力変換装置 10 をエラー停止させた場合（所定回数に達した場合）などに、回数のカウント値を初期値に戻す。

[0062] このように、電力変換装置 10 をエラー停止させるまでに、周波数を複数回確認する。これにより、例えば、瞬時電圧低下などにもなう一時的な変動の場合に、定常運転状態に復帰させるまでの時間を短くすることができる。例えば、より安定した動作を得ることができる。なお、このように複数回の確認を行う場合には、例えば、位相跳躍の検出からエラー停止までの時間が、約 1 秒となるように、計時時間などを調整する。

[0063] 図 5（b）に表したように、この例では、系統電圧の周期と基準周期との間の位相差が所定の範囲内にあるか否かが判定された後、所定の範囲内に無いと判定された場合に、所定の範囲内に無いと判定された回数が、所定の回数に達したか否かが異常判定部 37 で判定される（ステップ S 35）。なお、この例において、ステップ S 31～ステップ S 34、ステップ S 36 及びステップ S 37 は、図 4 に関して説明したステップ S 11～ステップ S 16 と実質的に同じであるから、詳細な説明は省略する。このように、電力変換装置 10 をエラー停止させるまでに、位相差を複数回確認するようにしてもよい。

[0064] 図 6（a）及び図 6（b）は、実施形態に係る電力変換装置の別の動作の一例を模式的に表すフローチャートである。

図6（a）及び図6（b）に表したように、この例では、周波数異常検出部34が、検出された系統電圧の周波数の異常を検出する（ステップS41、S51）。そして、周波数異常検出部34の周波数の異常の検出に応じて、異常判定部37が、所定時間の計時を開始する（ステップS42、S52）。以下の処理は、図5（a）及び図5（b）に関して説明した処理と実質的に同じであるから、詳細な説明は省略する。

[0065] このように、単独運転の検出は、周波数の異常を契機として行ってもよい。すなわち、単独運転の検出は、位相跳躍の検出及び周波数の異常の検出の少なくとも一方に応じて行えばよい。

[0066] 実施形態によれば、安定した動作の電力変換装置及びその制御方法が提供される。

[0067] 以上、具体例を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明の実施形態は、これらの具体例に限定されるものではない。例えば、電力変換装置に含まれる、電力変換部、変換器、電圧検出部、周波数検出部、位相決定部、駆動部、位相跳躍検出部、周波数異常検出部、異常判定部、及び、位相同期回路などの各要素の具体的な構成に関しては、当業者が公知の範囲から適宜選択することにより本発明を同様に実施し、同様の効果を得ることができる限り、本発明の範囲に包含される。

また、各具体例のいずれか2つ以上の要素を技術的に可能な範囲で組み合わせたものも、本発明の要旨を包含する限り本発明の範囲に含まれる。

[0068] その他、本発明の実施の形態として上述した電力変換装置及びその制御方法を基にして、当業者が適宜設計変更して実施し得る全ての電力変換装置及びその制御方法も、本発明の要旨を包含する限り、本発明の範囲に属する。

[0069] その他、本発明の思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例及び修正例に想到し得るものであり、それら変更例及び修正例についても本発明の範囲に属するものと了解される。

[0070] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これ

ら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

請求の範囲

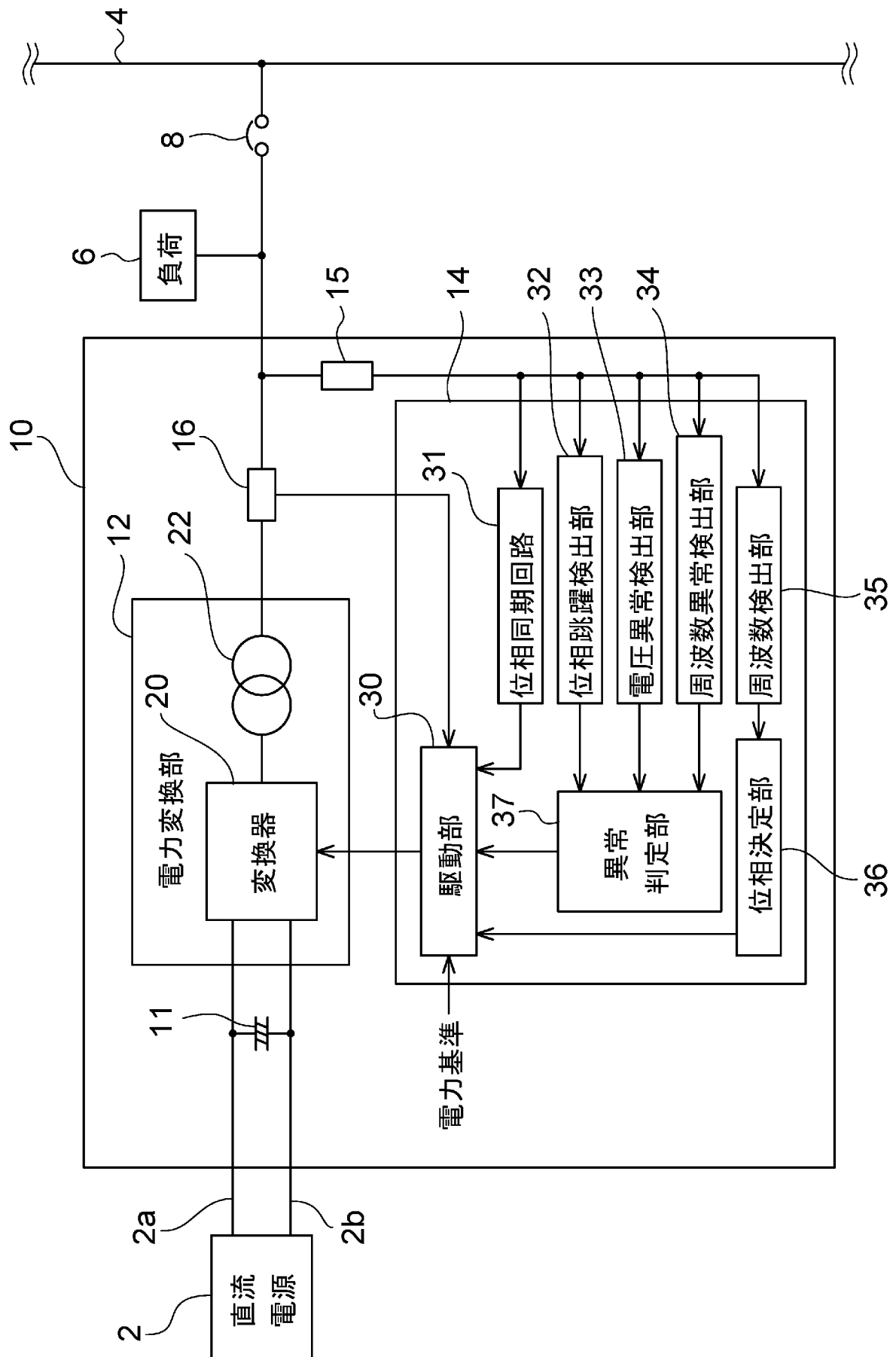
- [請求項1] 直流電源から供給された直流電力を交流電力に変換する変換器を有し、前記交流電力を電力系統及び負荷に出力する電力変換部と、
前記電力系統の系統電圧の電圧値を検出する電圧検出部と、
前記系統電圧の周波数を検出する周波数検出部と、
前記周波数検出部の検出した周波数を基に、前記電力変換部の前記系統電圧に対する出力電流の位相を決定する位相決定部と、
前記位相決定部で決定された前記出力電流の位相に応じて前記変換器の動作を制御する駆動部と、
予め記憶した基準周期と前記系統電圧の周期との位相差から前記系統電圧の位相の急変を検出する位相跳躍検出部と、
前記系統電圧の周波数の異常を検出する周波数異常検出部と、
前記位相の急変及び前記周波数の異常の少なくとも一方の検出から所定時間の経過の後、前記系統電圧の周波数または前記位相差が所定の範囲内にあるか否かを判定し、前記所定の範囲内に無い場合に、前記駆動部の動作を停止させる異常判定部と、
を備えた電力変換装置。
- [請求項2] 前記系統電圧の位相を検出し、前記系統電圧の位相に同期した同期信号を出力する位相同期回路をさらに備え、
前記異常判定部は、前記位相差が前記所定の範囲内に無い場合に、前記駆動部の動作を停止させ、
前記駆動部は、前記電力変換部の出力電圧の位相を前記同期信号に同期させるように、前記変換器の動作を制御するとともに、前記位相の急変及び前記周波数の異常の少なくとも一方が検出された際に、前記同期を停止させる請求項1記載の電力変換装置。
- [請求項3] 前記異常判定部は、前記系統電圧の周波数または前記位相差が所定の範囲内にあるか否かを判定した後、前記所定の範囲内に無いと判定された回数が、所定の回数に達したか否かを判定し、前記所定の回数

に達した場合に、前記駆動部の動作を停止させる請求項 1 記載の電力変換装置。

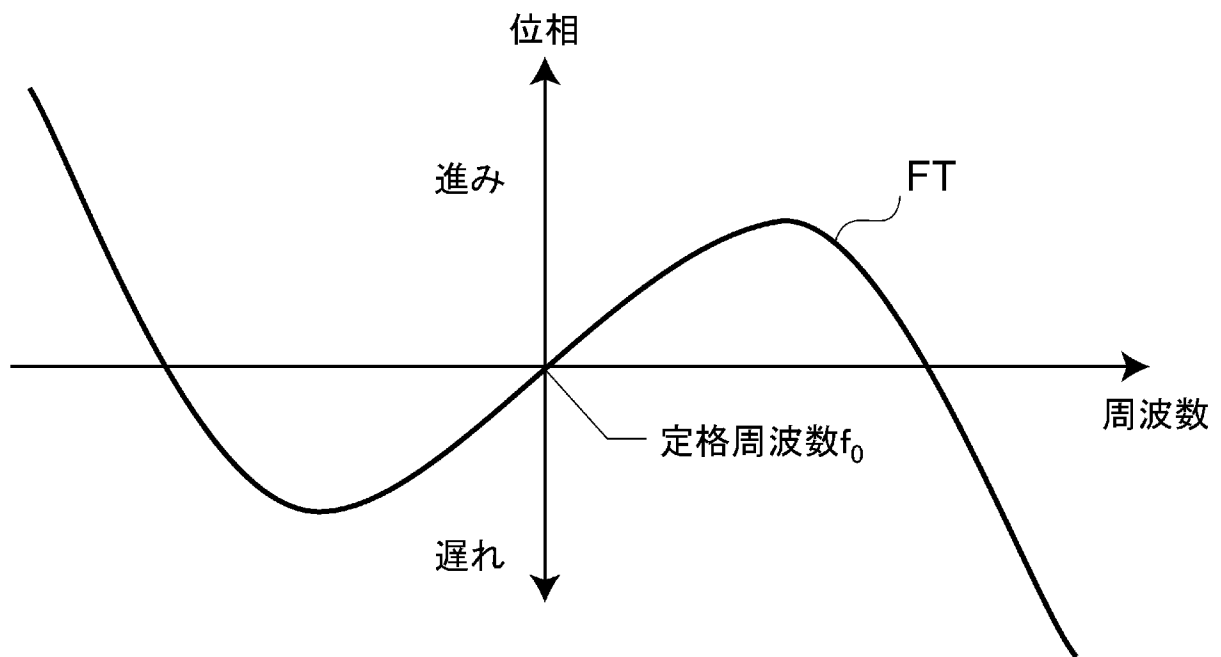
[請求項4] 前記位相決定部は、前記系統電圧の周波数が定格周波数よりも高い場合に、前記出力電流の位相を進め、前記系統電圧の周波数が前記定格周波数よりも低い場合に、前記出力電流の位相を遅らせる請求項 1 記載の電力変換装置。

[請求項5] 直流電源から供給された直流電力を交流電力に変換する変換器を有し、前記交流電力を電力系統及び負荷に出力する電力変換部と、
前記電力系統の系統電圧の電圧値を検出する電圧検出部と、
前記系統電圧の周波数を検出する周波数検出部と、
前記周波数検出部の検出した周波数を基に、前記電力変換部の前記系統電圧に対する出力電流の位相を決定する位相決定部と、
前記位相決定部で決定された前記出力電流の位相に応じて前記変換器の動作を制御する駆動部と、
を備えた電力変換装置の制御方法であって、
予め記憶した基準周期と前記系統電圧の周期との位相差から前記系統電圧の位相の急変を検出する位相跳躍検出部と、
前記系統電圧の周波数の異常を検出する周波数異常検出部と、
前記系統電圧の位相の急変及び前記系統電圧の周波数の異常の少なくとも一方を検出する工程と、
前記検出から所定時間の経過の後、前記系統電圧の周波数または前記位相差が所定の範囲内にあるか否かを判定する工程と、
前記所定の範囲内に無い場合に、前記駆動部の動作を停止させる工程と、
を備えた電力変換装置の制御方法。

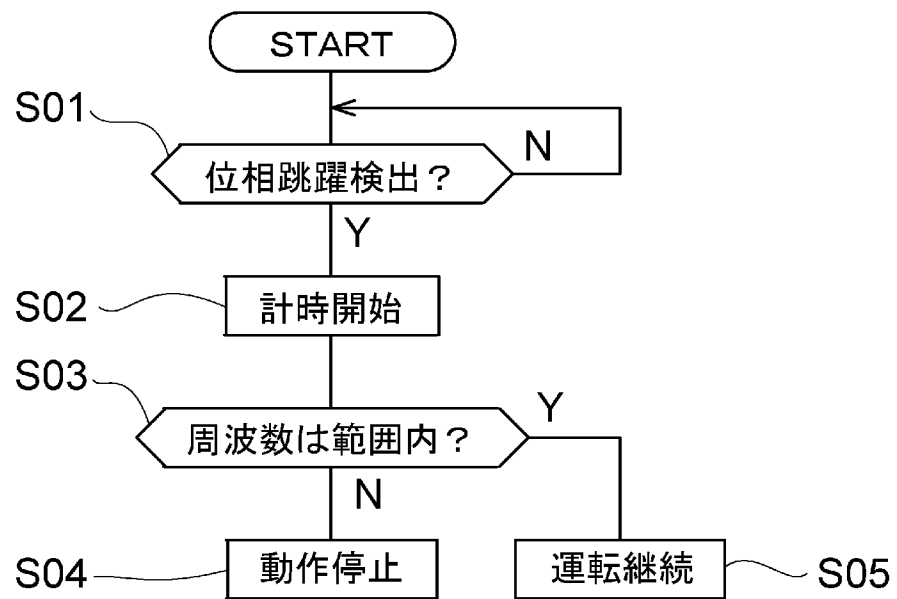
[図1]



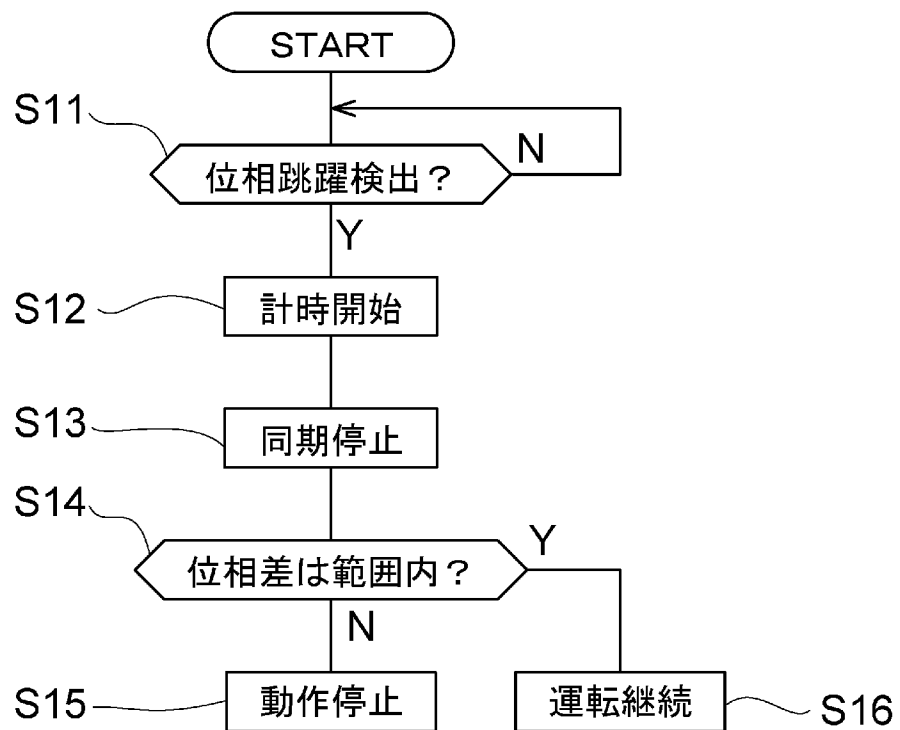
[図2]



[図3]

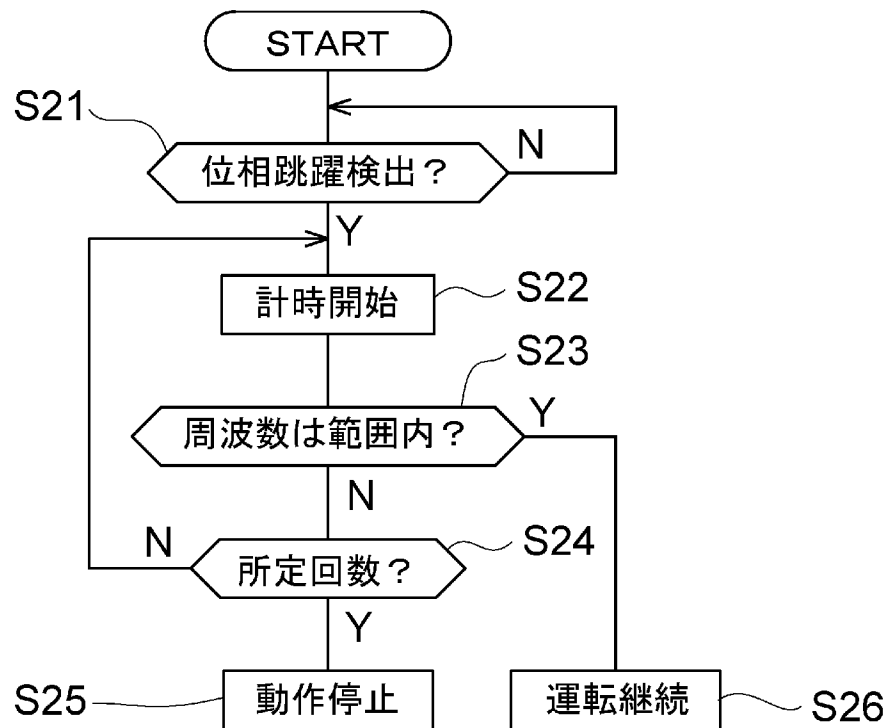


[図4]

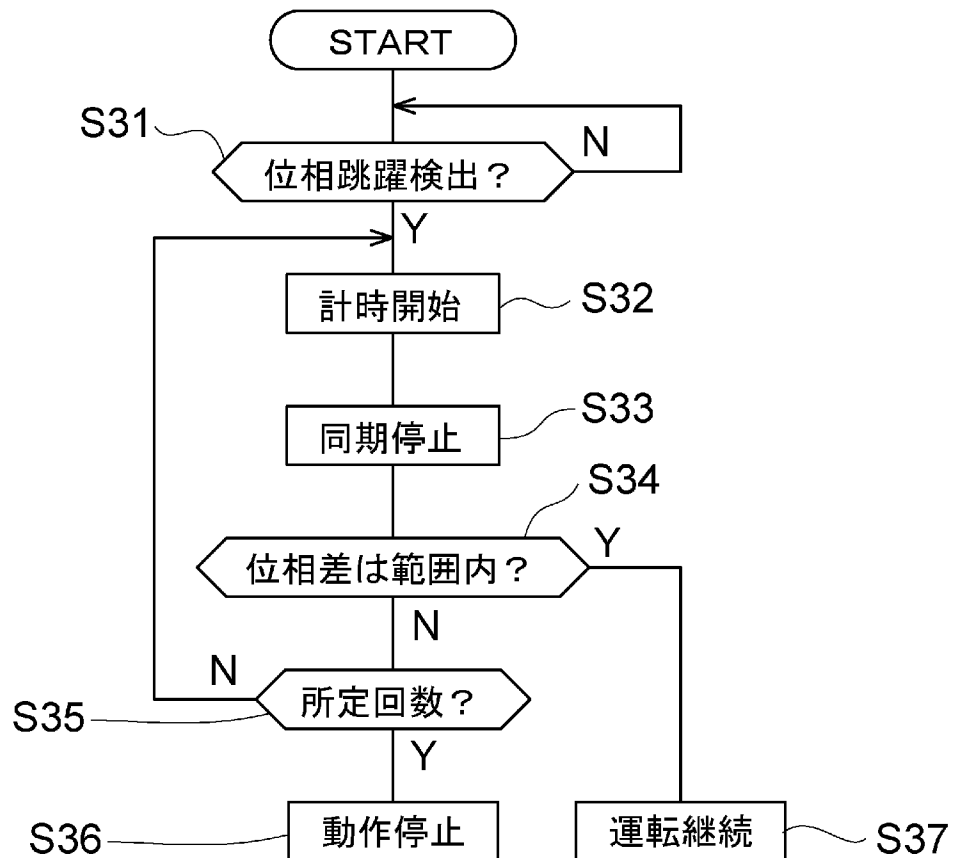


[図5]

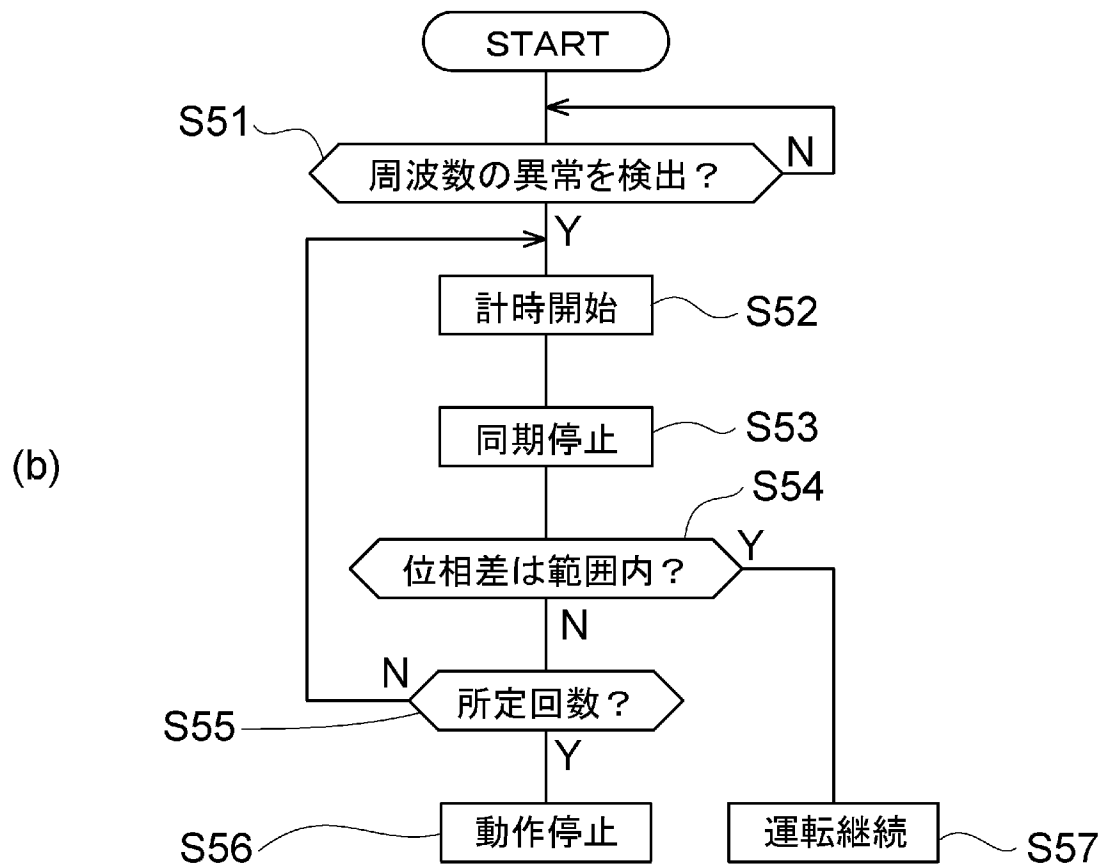
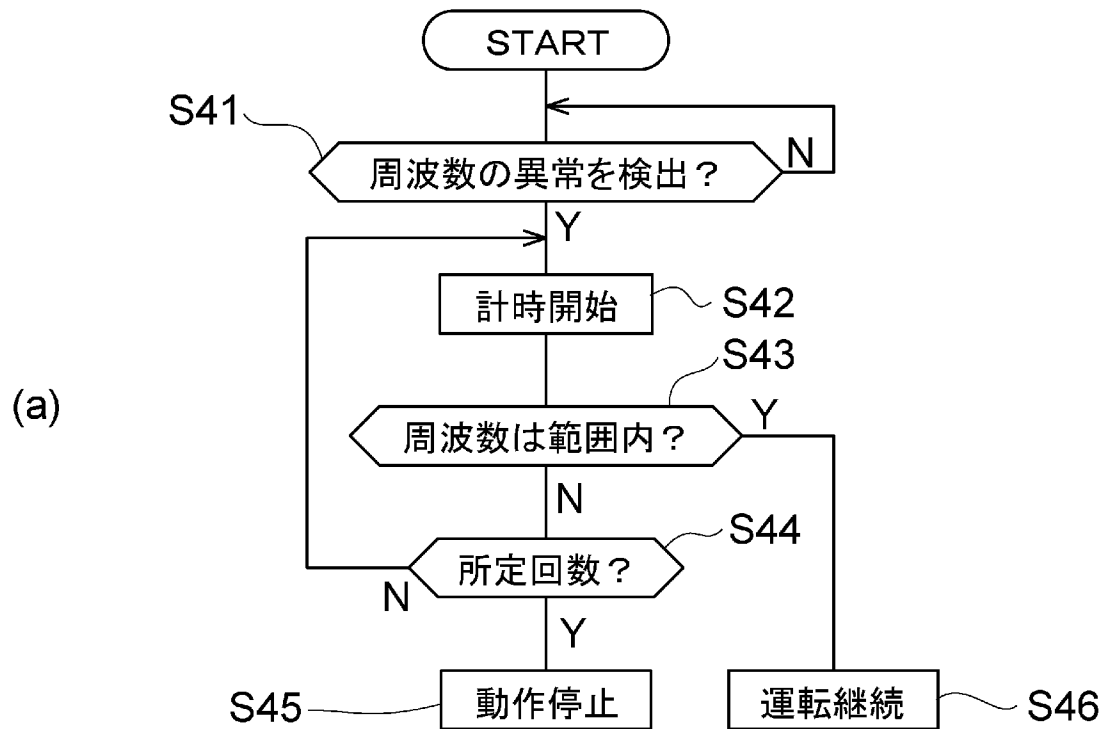
(a)



(b)



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/072379

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M7/48 (2007.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02M7/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 57-40373 A (Fuji Denki Seizo Kabushiki Kaisha), 05 March 1982 (05.03.1982), page 2, upper left column, line 4 to page 3, upper left column, line 13; fig. 1 (Family: none)	1-5
Y	JP 2000-92719 A (Sharp Corp.), 31 March 2000 (31.03.2000), paragraphs [0010] to [0011] (Family: none)	1-5
Y	JP 7-131937 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 19 May 1995 (19.05.1995), paragraphs [0044] to [0046] & US 5627737 A column 7, line 43 to column 8, line 36	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 September 2016 (05.09.16)

Date of mailing of the international search report
13 September 2016 (13.09.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/072379

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-136639 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 22 May 1998 (22.05.1998), paragraph [0010] (Family: none)	4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02M7/48(2007.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02M7/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 57-40373 A（富士電機製造株式会社）1982.03.05, 2頁左上欄4行-3頁左上欄13行, 図1（ファミリーなし）	1-5
Y	JP 2000-92719 A（シャープ株式会社）2000.03.31, 段落[0010]-[0011]（ファミリーなし）	1-5
Y	JP 7-131937 A（三洋電機株式会社）1995.05.19, 段落[0044]-[0046] & US 5627737 A, 7欄43行-8欄36行	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05.09.2016

国際調査報告の発送日

13.09.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

神田 太郎

5G

3780

電話番号 03-3581-1101 内線 3526

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 10-136639 A (松下電工株式会社) 1998.05.22, 段落[0010] (ファミリーなし)	4