

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第6996444号

(P6996444)

(45)発行日 令和4年1月17日(2022.1.17)

(24)登録日 令和3年12月20日(2021.12.20)

(51)国際特許分類

H 0 2 J 3/38 (2006.01)

F I

H 0 2 J 3/38 1 3 0

H 0 2 J 3/38 1 8 0

請求項の数 8 (全18頁)

(21)出願番号	特願2018-136674(P2018-136674)	(73)特許権者	000002130
(22)出願日	平成30年7月20日(2018.7.20)		住友電気工業株式会社
(65)公開番号	特開2020-14358(P2020-14358A)		大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(43)公開日	令和2年1月23日(2020.1.23)	(74)代理人	110000280
審査請求日	令和3年1月21日(2021.1.21)		特許業務法人サクレスト国際特許事務所
		(72)発明者	奥村 俊明
			大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内
		(72)発明者	綾井 直樹
			大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内
		審査官	田中 慎太郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電力変換装置及びフリッカ検出方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

系統電源と連系する電力変換装置であって、
前記系統電源が接続される交流電路における周波数偏差の変動を計測する第1変動計測部と、
前記交流電路に注入される無効電力の変動を計測する第2変動計測部と、
前記第1変動計測部によって計測された前記周波数偏差の変動と、前記第2変動計測部によって計測された前記無効電力の変動とが同期しているか否かに基づいて、前記無効電力に起因するフリッカを検出する検出部と、
を備える、
電力変換装置。

【請求項2】

単独運転検出による前記無効電力の注入中であるか否かを判定する無効電力注入判定部をさらに備え、
前記検出部は、前記無効電力注入判定部によって前記無効電力の注入中と判定された場合に、前記フリッカを検出する検出処理を実行する、
請求項1に記載の電力変換装置。

【請求項3】

前記第1変動計測部は、前記周波数偏差のゼロクロス時刻に基づいて前記周波数偏差の変動を計測し、

前記第 2 変動計測部は、前記無効電力のゼロクロス時刻に基づいて前記無効電力の変動を計測する、

請求項 1 又は 2 に記載の電力変換装置。

【請求項 4】

前記第 1 変動計測部は、少なくとも 2 点の前記周波数偏差のゼロクロス時刻に基づいて、前記周波数偏差の変動として前記周波数偏差の周期を計測し、

前記第 2 変動計測部は、少なくとも 2 点の前記無効電力のゼロクロス時刻に基づいて、前記無効電力の変動として前記無効電力の周期を計測する、

請求項 3 に記載の電力変換装置。

【請求項 5】

前記検出部は、前記周波数偏差のゼロクロス時刻と、前記無効電力のゼロクロス時刻とが所定の回数以上同期しているか否かに基づいて、前記周波数偏差の変動と、前記無効電力の変動とが同期しているか否かを判定する、

請求項 3 又は 4 に記載の電力変換装置。

【請求項 6】

前記検出部によって前記フリッカが検出された場合に、無効電力の注入量を制限する制限部をさらに備える、

請求項 1 から請求項 5 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 7】

前記交流回路の電圧の変動を計測する第 3 変動計測部をさらに備え、

前記検出部は、前記第 3 変動計測部によって計測された前記電圧の変動にさらに基づいて、前記フリッカを検出する、

請求項 1 から請求項 6 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 8】

系統電源と電力変換装置との系統連系におけるフリッカを検出するフリッカ検出方法であって、

前記系統電源が接続される交流回路における周波数偏差の変動を計測し、

前記交流回路に注入される無効電力の変動を計測し、

計測された前記周波数偏差の変動と、計測された前記無効電力の変動とが同期しているか否かに基づいて、前記無効電力に起因するフリッカを検出する、

フリッカ検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力変換装置及びフリッカ検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

例えばパワーコンディショナ等の電力変換装置には、系統連系における単独運転検出機能が設けられる。単独運転検出機能の 1 つとして、電力系統側に無効電力を注入し、系統停止時に現れる周波数の変化を検出することで単独運転状態であると判定する無効電力注入方式がある。

【0003】

上記のような無効電力注入方式による単独運転検出機能に起因するフリッカの発生が問題となっている。特許文献 1 には、系統電源の周波数偏差が予め定められた範囲を超えた場合に無効電力の注入を抑制することで、フリッカを抑制する装置が開示される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2017 - 093025 号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】**【 0 0 0 5 】**

特許文献 1 に開示された装置では、周波数偏差が予め定められた範囲を一度でも超えれば、フリッカが発生したと判定し、無効電力の注入を抑制する。しかし、周波数偏差が予め定められた範囲を一度超えただけではフリッカが発生していない場合があり、周期的に電圧が変動するフリッカを正確に検出できない可能性がある。

【課題を解決するための手段】**【 0 0 0 6 】**

本開示は、以下の発明を含む。但し、本発明は、特許請求の範囲によって定められるものである。

【 0 0 0 7 】

本発明の一態様に係る電力変換装置は、系統電源と連系する電力変換装置であって、前記系統電源が接続される交流電路における周波数偏差の変動を計測する第 1 変動計測部と、前記交流電路に注入される無効電力の変動を計測する第 2 変動計測部と、前記第 1 変動計測部によって計測された前記周波数偏差の変動と、前記第 2 変動計測部によって計測された前記無効電力の変動とが同期しているか否かに基づいて、前記無効電力に起因するフリッカを検出する検出部と、を備える。

【 0 0 0 8 】

また、本発明の一態様に係るフリッカ検出方法は、系統電源と電力変換装置との系統連系におけるフリッカを検出するフリッカ検出方法であって、前記系統電源が接続される交流電路における周波数偏差の変動を計測し、前記交流電路に注入される無効電力の変動を計測し、計測された前記周波数偏差の変動と、計測された前記無効電力の変動とが同期しているか否かに基づいて、前記無効電力に起因するフリッカを検出する。

【発明の効果】**【 0 0 0 9 】**

本発明によれば、周期性を有するフリッカを正確に検出することができる。

【図面の簡単な説明】**【 0 0 1 0 】**

【図 1】実施形態に係るパワーコンディショナ（電力変換装置）による系統連系の一構成例を示すブロック図である。

【図 2】実施形態に係るパワーコンディショナのフリッカ検出に関する機能を示す機能ブロック図である。

【図 3】J E M 1 4 9 8 に規定される注入無効電力を示すグラフである。

【図 4】実施形態に係るパワーコンディショナによる単独運転検出処理の手順を示すフローチャートである。

【図 5】実施形態に係るパワーコンディショナによるフリッカ検出処理の手順を示すフローチャートである。

【図 6】シミュレーションに使用した系統連系のモデルを示す回路図である。

【図 7 A】シミュレーションにより得られた周波数偏差の変動を示すグラフである。

【図 7 B】シミュレーションにより得られた無効電力の変動を示すグラフである。

【図 7 C】シミュレーションにより得られた系統電圧の変動を示すグラフである。

【図 8】変形例に係るパワーコンディショナによる系統連系の一構成例を示すブロック図である。

【図 9】変形例に係るパワーコンディショナのフリッカ検出に関する機能を示す機能ブロック図である。

【図 1 0】変形例に係るパワーコンディショナによるフリッカ検出処理の手順を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】**【 0 0 1 1 】**

< 本発明の実施形態の概要 >

10

20

30

40

50

以下、本発明の実施形態の概要を列記して説明する。

【 0 0 1 2 】

(1) 本実施形態に係る電力変換装置は、系統電源と連系する電力変換装置であって、前記系統電源が接続される交流電路における周波数偏差の変動を計測する第 1 変動計測部と、前記交流電路に注入される無効電力の変動を計測する第 2 変動計測部と、前記第 1 変動計測部によって計測された前記周波数偏差の変動と、前記第 2 変動計測部によって計測された前記無効電力の変動とが同期しているか否かに基づいて、前記無効電力に起因するフリッカを検出する検出部と、を備える。

【 0 0 1 3 】

上記実施形態に係る電力変換装置は、周波数偏差の変動と、無効電力の変動とが同期しているか否かによって、無効電力に起因するフリッカの発生を正確に検出することができる。

10

【 0 0 1 4 】

(2) また、本実施形態に係る電力変換装置において、前記電力変換装置は、単独運転検出による前記無効電力の注入中であるか否かを判定する無効電力注入判定部をさらに備え、前記検出部は、前記無効電力注入判定部によって前記無効電力の注入中と判定された場合に、前記フリッカを検出する検出処理を実行してもよい。これにより、単独運転検出による無効電力の注入を中にのみ検出処理が実行されるため、フリッカの検出を効率的に行うことができる。

【 0 0 1 5 】

(3) また、本実施形態に係る電力変換装置において、前記第 1 変動計測部は、前記周波数偏差のゼロクロス時刻に基づいて前記周波数偏差の変動を計測し、前記第 2 変動計測部は、前記無効電力のゼロクロス時刻に基づいて前記無効電力の変動を計測してもよい。上記のように、周波数偏差の位相と無効電力の位相とは互いに逆である。よって、周波数偏差のゼロクロス時刻と、無効電力のゼロクロス時刻とは概ね同一となる。上記の構成とすることにより、周波数偏差のゼロクロス時刻に基づいて計測された周波数偏差の変動と、無効電力のゼロクロス時刻に基づいて計測された無効電力の変動とを用いることで、周波数偏差の変動と無効電力の変動とが同期しているか否かを正確に判定することができ、単独運転検出によるフリッカの検出精度が向上する。

20

【 0 0 1 6 】

(4) また、本実施形態に係る電力変換装置において、前記第 1 変動計測部は、少なくとも 2 点の前記周波数偏差のゼロクロス時刻に基づいて、前記周波数偏差の変動として前記周波数偏差の周期を計測し、前記第 2 変動計測部は、少なくとも 2 点の前記無効電力のゼロクロス時刻に基づいて、前記無効電力の変動として前記無効電力の周期を計測してもよい。これにより、周波数偏差の周期と、無効電力の周期とによって、周波数偏差の変動と無効電力の変動とが同期しているか否かを正確に判定することができ、単独運転検出によるフリッカの検出精度が向上する。

30

【 0 0 1 7 】

(5) また、本実施形態に係る電力変換装置において、前記検出部は、前記周波数偏差のゼロクロス時刻と、前記無効電力のゼロクロス時刻とが同期する回数に基づいて、前記フリッカを検出してもよい。これにより、計測誤差によるフリッカ検出精度への影響を抑制することができ、単独運転検出によるフリッカの検出精度がより一層向上する。

40

【 0 0 1 8 】

(6) また、本実施形態に係る電力変換装置において、前記電力変換装置は、前記検出部によって前記フリッカが検出された場合に、無効電力の注入量を制限する制限部をさらに備えてもよい。これにより、単独運転検出によるフリッカが検出された場合に、無効電力の注入量を制限することで当該フリッカを抑制することができる。

【 0 0 1 9 】

(7) また、本実施形態に係る電力変換装置において、前記電力変換装置は、前記交流電路の電圧の変動を計測する第 3 変動計測部をさらに備え、前記検出部は、前記第 3 変動計測部によって計測された前記電圧の変動にさらに基づいて、前記フリッカを検出しても

50

よい。これにより、周波数偏差の変動及び注入無効電力の変動に加えて、系統電源の電圧を用いることで、単独運転検出によるフリッカの検出精度がさらに向上する。

【 0 0 2 0 】

(8) また、本実施形態に係るフリッカ検出方法は、系統電源と電力変換装置との系統連系におけるフリッカを検出するフリッカ検出方法であって、前記系統電源が接続される交流電路における周波数偏差の変動を計測し、前記交流電路に注入される無効電力の変動を計測し、計測された前記周波数偏差の変動と、計測された前記無効電力の変動とが同期しているか否かに基づいて、前記無効電力に起因するフリッカを検出する。これにより、周波数偏差の変動と、無効電力の変動とが同期しているか否かによって、同一周期で周波数偏差と無効電力とが変動するという周期性を有するフリッカの発生を正確に検出することができる。

10

【 0 0 2 1 】

< 本発明の実施形態の詳細 >

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施形態の詳細を説明する。

【 0 0 2 2 】

[1 . 電力変換装置の構成]

図 1 は、本実施形態に係る電力変換装置による系統連系の一構成例を示すブロック図である。電力システム 1 0 0 は、系統電源 (交流電源) 2 0 0 と、太陽光発電装置 3 0 0 と、蓄電池 4 0 0 と、電力変換装置であるパワーコンディショナ 5 0 0 と、周波数センサ 6 0 0 とを備える。太陽光発電装置 3 0 0 はパワーコンディショナ 5 0 0 に接続され、発電電力がパワーコンディショナ 5 0 0 に供給される。蓄電池 4 0 0 はパワーコンディショナ 5 0 0 に接続され、パワーコンディショナ 5 0 0 に対して直流電力の入出力が可能である。即ち、蓄電池 4 0 0 は放電時にはパワーコンディショナ 5 0 0 へ直流電力を供給し、充電時にはパワーコンディショナ 5 0 0 から直流電力を受電する。

20

【 0 0 2 3 】

系統電源 2 0 0 からは交流電路 2 1 0 が延びており、需要家の家電機器等の負荷に交流電力を供給する。パワーコンディショナ 5 0 0 は、太陽光発電装置 3 0 0 及び蓄電池 4 0 0 の少なくとも一方から与えられた直流電力を交流電力に変換する。パワーコンディショナ 5 0 0 は、交流電路 2 1 0 に接続され、電力系統側に交流電力を出力する。

【 0 0 2 4 】

パワーコンディショナ 5 0 0 は、電力変換回路 5 1 0 と、制御部 5 2 0 とを備える。電力変換回路 5 1 0 は、DC / DC コンバータ 5 1 1 , 5 1 2 と、インバータ 5 1 3 とを有する。DC / DC コンバータ 5 1 1 は、太陽光発電装置 3 0 0 に接続され、DC / DC コンバータ 5 1 2 は、蓄電池 4 0 0 に接続される。DC / DC コンバータ 5 1 1 , 5 1 2 は、図示しない昇圧チョップ回路、降圧チョップ回路等を含み、太陽光発電装置 3 0 0 及び蓄電池 4 0 0 から出力される直流電力を電圧変換する。DC / DC コンバータ 5 1 1 , 5 1 2 は、DC バス 5 1 4 を介してインバータ 5 1 3 に接続される。インバータ 5 1 3 は、DC / DC コンバータ 5 1 1 , 5 1 2 から出力される直流電力を交流電力に変換する。インバータ 5 1 3 は、変換した交流電力を交流電路 2 1 0 へ出力する。

30

【 0 0 2 5 】

制御部 5 2 0 は、電力変換回路 5 1 0 に接続され、電力変換回路 5 1 0 を制御する。制御部 5 2 0 は、CPU 5 2 1 と、メモリ 5 2 2 とを有する。メモリ 5 2 2 は、揮発性メモリである RAM と、フラッシュメモリ等の非揮発性メモリとを有する (図示せず) 。CPU 5 2 1 は、メモリ 5 2 2 に記憶されたコンピュータプログラムを実行することができる。かかるコンピュータプログラムには、後述するフリッカ検出処理を実行するためのフリッカ検出プログラム 5 2 3 が含まれる。

40

【 0 0 2 6 】

なお、制御部 5 2 0 は、CPU 及びメモリなどの複数の半導体チップ等から構成することもできるし、CPU 及びメモリ等の部分回路を内蔵する 1 つの L S I パッケージとして構成することもできる。また、制御部 5 2 0 を、ソフトウェアを実行可能な CPU により構

50

成するのではなく、同等の機能を実現する F P G A (Field-Programmable Gate Array)、A S I C (Application Specific Integrated Circuit) 等のハードウェア回路とすることもできる。

【 0 0 2 7 】

周波数センサ 6 0 0 は、交流電路 2 1 0 に設けられ、系統電力の周波数である系統周波数を検出する。周波数センサ 6 0 0 は、制御部 5 2 0 に接続されており、系統周波数の検出結果 (検出データ) を制御部 5 2 0 に送信する。なお、周波数センサ 6 0 0 に代えて電圧センサを交流電路 2 1 0 に設け、系統電力の周期より短いサンプリング周期で又は時間的に連続して電圧センサが系統電圧を検出し、電圧センサによって検出された系統電圧から制御部 5 2 0 等が系統周波数を計測する構成であってもよい。

10

【 0 0 2 8 】

[2 . 電力変換装置の機能]

図 2 は、本実施形態に係るパワーコンディショナ 5 0 0 のフリッカ検出に関する機能を示す機能ブロック図である。制御部 5 2 0 は、周波数偏差計測部 5 3 1 と、無効電力注入制御部 5 3 2 と、単独運転検出部 5 3 3 として機能する。周波数偏差計測部 5 3 1 は、過去移動平均算出部 5 3 1 a と、現在移動平均算出部 5 3 1 b とを有する。過去移動平均算出部 5 3 1 a は、周波数センサ 6 0 0 から与えられた過去の系統周波数の移動平均値を算出する。例えば、系統周波数のサンプリング周期を 5 m s とし、過去移動平均算出部 5 3 1 a は、2 0 0 m s 前の 3 2 0 m s 間における系統周波数の移動平均値を算出する。現在移動平均算出部 5 3 1 b は、周波数センサ 6 0 0 から与えられた現在の系統周波数の移動平均値を算出する。例えば、現在移動平均算出部 5 3 1 b は、最新の 4 0 m s 間における系統周波数の移動平均値を算出する。周波数偏差計測部 5 3 1 は、系統周波数の過去移動平均値から現在移動平均値を減算することで、系統周波数偏差を計測する。

20

【 0 0 2 9 】

無効電力注入制御部 5 3 2 は、周波数偏差計測部 5 3 1 によって計測された系統周波数偏差に基づいて、無効電力量を算出し、この無効電力量を電力系統へ注入するよう電力変換回路 5 1 0 を制御する。

【 0 0 3 0 】

図 3 は、J E M 1 4 9 8 に規定される注入無効電力を示すグラフである。無効電力量は、例えば、図 3 に示される J E M 1 4 9 8 規定の注入無効電力の特性にしたがって算出される。図 3 のグラフにおいて、縦軸は無効電力を示し、横軸は周波数偏差を示す。図 3 に示されるように、周波数偏差が -0.01 Hz から 0.01 Hz の範囲は不感帯であり、無効電力は 0 である。周波数偏差が -0.01 Hz 以下では、注入無効電力は所定のゲインで増加し、 0.25 p.u. に到達すると、それ以下の周波数偏差では注入無効電力が 0.25 p.u. で固定される。周波数偏差が 0.01 以上の範囲では、上記と正負が逆転する。即ち、周波数偏差が 0.01 Hz 以上では、注入無効電力は減少し (負の値が大きくなり)、 -0.25 p.u. に到達すると、それ以上の周波数偏差では注入無効電力が -0.25 p.u. で固定される。

30

【 0 0 3 1 】

単独運転検出部 5 3 3 は、周波数センサ 6 0 0 から与えられた系統周波数を監視し、系統周波数に所定以上の変動が生じた場合に、単独運転状態と判断する。単独運転検出部 5 3 3 は、単独運転状態を検出すると、電力変換回路 5 1 0 を停止することにより、電力系統側への電力供給を停止する。

40

【 0 0 3 2 】

制御部 5 2 0 は、第 1 変動計測部 5 3 4 と、第 2 変動計測部 5 3 5 と、フリッカ検出部 (検出部) 5 3 6 としてさらに機能する。第 1 変動計測部 5 3 4 は、周波数偏差計測部 5 3 1 によって算出された系統周波数偏差の変動を計測する。系統周波数偏差の変動は、具体的には、系統周波数偏差の周期とすることができる。本実施形態では、第 1 変動計測部 5 3 4 は、系統周波数偏差のゼロクロス時刻を 2 点以上 (一例として、数 kHz ~ 数十 kHz のサンプリング周波数の場合に例えば 2 ~ 1 0 点) 検出し、検出された 2 点以上のゼロ

50

クロス時刻から、系統周波数偏差の周期を計測する。

【 0 0 3 3 】

第2変動計測部535は、無効電力注入制御部532によって算出された無効電力量の変動を計測する。無効電力の変動は、具体的には、無効電力の周期とすることができる。本実施形態では、第2変動計測部535は、無効電力のゼロクロス時刻を2点以上（一例として、数kHz～数十kHzのサンプリング周波数の場合に例えば2～10点）検出し、検出された2点以上のゼロクロス時刻から、無効電力の周期を計測する。

【 0 0 3 4 】

フリッカ検出部536は、第1変動計測部534によって計測された周波数偏差の変動と、第2変動計測部535によって計測された無効電力の変動とが同期しているか否かを判定することにより、フリッカを検出する。つまり、フリッカ検出部536は、周波数偏差の変動と無効電力の変動とが同期していると判定される場合にフリッカが発生していると判断し、周波数偏差の変動と無効電力の変動とが同期していないと判定される場合にフリッカが発生していないと判断する。周波数偏差の変動と無効電力の変動とが同期しているか否かは、例えば、周波数偏差の周期と無効電力の周期とが一致又は所定範囲内で近似しているか否か、周波数偏差のゼロクロス時刻と無効電力のゼロクロス時刻とが一致又は所定範囲内で近似しているか否か等により判定される。

10

【 0 0 3 5 】

制御部520は、無効電力注入判定部537と、制限部538としてさらに機能する。無効電力注入判定部537は、無効電力注入制御部532が算出する無効電力量に基づいて、単独運転検出による無効電力の注入中であるか否かを判定する。例えば、無効電力注入判定部537は、算出された無効電力量が所定の閾値以下であれば、無効電力の注入中ではないと判定し、算出された無効電力量が閾値より大きければ、無効電力の注入中であると判定することができる。

20

【 0 0 3 6 】

制限部538は、フリッカ検出部536によってフリッカが検出された場合に、無効電力の注入量を制限する。電力変換回路510が、太陽光発電装置300及び蓄電池400を含む直流電源から供給される直流電力を、無効電力が注入された交流電力へ変換し、交流電路210に交流電力を供給する。制限部は、フリッカ検出部536によってフリッカが検出された場合に、電力変換回路510による無効電力の注入量を制限する。例えば、制限部538は、無効電力注入制御部532に対して制限指令を出力し、無効電力注入制御部532は、制限指令を受け付けると、算出された無効電力量を制限する。無効電力量の制限は、例えば無効電力を0としてもよいし、算出された無効電力量を所定量（フリッカの抑制効果が得られる程度）減少させてもよい。

30

【 0 0 3 7 】

[3 . 電力変換装置の動作]

以下、本実施形態に係るパワーコンディショナ500の動作について説明する。

【 0 0 3 8 】

[3 - 1 . 単独運転検出]

まず、パワーコンディショナ500による単独運転検出について説明する。図4は、本実施形態に係るパワーコンディショナ500による単独運転検出処理の手順を示すフローチャートである。

40

【 0 0 3 9 】

周波数センサ600は、交流電路210における系統電力の周波数である系統周波数を検出する。周波数センサ600からは、検出データが制御部520へ送信される。かかる系統周波数の検出は、例えば5ms毎に繰り返し行われる。CPU521は、周波数センサ600から系統周波数の検出データを受信すると、メモリ522に逐次記憶する（ステップS101）。

【 0 0 4 0 】

CPU521は、メモリ522に蓄積された系統周波数の時系列データから、所定時間過

50

去の所定の移動平均時間分のデータを抽出し（ステップ S 1 0 2 ）、系統周波数の過去移動平均値を算出する（ステップ S 1 0 3 ）。

【 0 0 4 1 】

C P U 5 2 1 は、メモリ 5 2 2 に蓄積された系統周波数の時系列データから、所定の移動平均時間分の最新のデータを抽出し（ステップ S 1 0 4 ）、系統周波数の現在移動平均値を算出する（ステップ S 1 0 5 ）。

【 0 0 4 2 】

C P U 5 2 1 は、系統周波数の過去移動平均値と現在移動平均値との差である周波数偏差を算出する（ステップ S 1 0 6 ）。

【 0 0 4 3 】

C P U 5 2 1 は、算出された周波数偏差に基づいて、周波数フィードバックによる無効電力量を算出する（ステップ S 1 0 7 ）。この処理では、例えば、C P U 5 2 1 が、メモリ 5 2 2 に予め記憶されている無効電力量と周波数偏差との関係を示す無効電力の特性データを参照し、周波数偏差と当該特性データとによって、注入する無効電力量を算出する。特性データは、例えば図 3 に示される J E M 1 4 9 8 規定の特性とすることができる。

【 0 0 4 4 】

C P U 5 2 1 は、算出された無効電力量に基づいて、制御信号を生成し、これを電力変換回路 5 1 0 に出力して、無効電力を注入するよう電力変換回路 5 1 0 を制御する（ステップ S 1 0 8 ）。

【 0 0 4 5 】

C P U 5 2 1 は、メモリ 5 2 2 に格納される系統周波数の直近のデータを参照し、系統周波数に所定以上の変化があったか否かを判定する（ステップ S 1 0 9 ）。系統周波数に所定以上の変化があった場合には（ステップ S 1 0 9 において Y E S ）、C P U 5 2 1 は単独運転状態であると判断し、電力変換回路 5 1 0 を停止させ（ステップ S 1 1 0 ）、単独運転検出処理を終了する。他方、系統周波数に所定以上の変化がない場合には（ステップ S 1 0 9 において N O ）、C P U 5 2 1 は、ステップ S 1 0 1 に処理を戻す。したがって、系統周波数に所定以上の変化がない間は、ステップ S 1 0 1 ～ S 1 0 9 の処理が繰り返される。ステップ S 1 0 1 ～ S 1 0 9 の周期は、例えば 5 m s とされる。

【 0 0 4 6 】

[3 - 2 . フリッカ検出]

次に、パワーコンディショナ 5 0 0 によるフリッカ検出について説明する。図 5 は、本実施形態に係るパワーコンディショナ 5 0 0 によるフリッカ検出処理の手順を示すフローチャートである。

【 0 0 4 7 】

C P U 5 2 1 は、無効電力の注入中であるか否かを判定する（ステップ S 1 5 1 ）。この処理では、例えば、ステップ S 1 0 7 により算出された最新の無効電力量が所定の閾値以下である場合に、C P U 5 2 1 が無効電力の注入が行われていないと判定し、無効電力量が閾値より大きい場合に、無効電力の注入中であると判定することができる。また、メモリ 5 2 2 に無効電力の注入中であることを示すフラグを設け、上記の単独運転検出処理において、無効電力量が閾値より大きい場合に当該フラグを立て、無効電力量が閾値以下である場合に当該フラグを倒すようにし、C P U 5 2 1 がフラグを参照することにより、無効電力の注入中であるか否かを判定することもできる。

【 0 0 4 8 】

無効電力を注入していない場合（ステップ S 1 5 1 において N O ）、C P U 5 2 1 は、フリッカ検出処理を終了する。他方、無効電力の注入中である場合（ステップ S 1 5 1 において Y E S ）、C P U 5 2 1 は、ステップ S 1 5 2 に処理を移す。

【 0 0 4 9 】

C P U 5 2 1 は、上記のステップ S 1 0 6 により算出された周波数偏差を、メモリ 5 2 2 に逐次記憶する。これにより、メモリ 5 2 2 には、周波数偏差の時系列データが記憶される。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

C P U 5 2 1 は、周波数偏差の時系列データから、周波数偏差の最新のゼロクロス時刻を特定する（ステップ S 1 5 2 ）。

【 0 0 5 1 】

C P U 5 2 1 は、上記のステップ S 1 0 7 により算出された無効電力量を、メモリ 5 2 2 に逐次記憶する。これにより、メモリ 5 2 2 には、無効電力量の時系列データが記憶される。

【 0 0 5 2 】

C P U 5 2 1 は、無効電力量の時系列データから、無効電力の最新のゼロクロス時刻を特定する（ステップ S 1 5 3 ）。

10

【 0 0 5 3 】

C P U 5 2 1 は、周波数偏差のゼロクロス時刻と無効電力のゼロクロス時刻との差を算出し、この差が所定の閾値範囲内であるか否かを判定することにより、周波数偏差のゼロクロス時刻と無効電力のゼロクロス時刻とが同期しているか否かを判定する（ステップ S 1 5 4 ）。差が閾値範囲内である場合、即ち、周波数偏差のゼロクロス時刻と無効電力のゼロクロス時刻とが同期している場合（ステップ S 1 5 4 において Y E S ）、C P U 5 2 1 は、メモリ 5 2 2 に設けられたカウンタの値を 1 つインクリメントする（ステップ S 1 5 5 ）。なお、カウンタの初期値は 0 である。他方、差が閾値範囲を超えている場合、即ち、周波数偏差のゼロクロス時刻と無効電力のゼロクロス時刻とが同期していない場合（ステップ S 1 5 4 において N O ）、C P U 5 2 1 は、カウンタを初期化し（ステップ S 1 5 6 ）、ステップ S 1 5 1 へ処理を戻す。

20

【 0 0 5 4 】

ステップ S 1 5 5 の処理の後、C P U 5 2 1 は、カウンタの値が所定の閾値以上であるか否かを判定する（ステップ S 1 5 7 ）。ここで、閾値は 2 以上の適宜の整数に設定される。カウンタ値が閾値未満である場合（ステップ S 1 5 7 において N O ）、C P U 5 2 1 は、ステップ S 1 5 1 へ処理を戻す。ここで、カウンタは初期化されずにステップ S 1 5 1 からの処理が実行される。このため、再度周波数偏差のゼロクロス時刻と無効電力のゼロクロス時刻とが同期していれば、カウンタ値はインクリメントされる。

【 0 0 5 5 】

カウンタ値が閾値以上である場合（ステップ S 1 5 7 において Y E S ）、C P U 5 2 1 は、単独運転検出機能に起因したフリッカを検出する。閾値が 2 以上に設定されることで、ゼロクロス時刻が 2 点以上で比較される。周波数偏差及び無効電力は周期的に変動するため、隣り合うゼロクロス時刻は周期に対応する。したがって、2 点以上のゼロクロス時刻を比較することで、周波数偏差及び無効電力の周期が同期しているか否かを評価することができる。即ち、2 回以上連続して周波数偏差及び無効電力のゼロクロス時刻が近似している場合、周波数偏差の変動と無効電力の変動とは同期していると判断される。

30

【 0 0 5 6 】

カウンタ値が閾値以上の場合、C P U 5 2 1 は、無効電力の注入量を制限する（ステップ S 1 5 8 ）。この処理では、ステップ S 1 0 7 により算出される無効電力量を減少させることにより、無効電力量が制限される。なお、電力変換回路 5 1 0 を停止させることで、無効電力量を制限することもできる。無効電力の注入量を制限すると、C P U 5 2 1 は、フリッカ検出処理を終了する。

40

【 0 0 5 7 】

[4 . 評価試験]

発明者らは、パワーコンディショナの系統連系のモデルをコンピュータに構築し、当該モデルを使用してフリッカ現象のシミュレーションを実施した。図 6 は、シミュレーションに使用した系統連系のモデルを示す回路図である。モデル 1 0 は、パワーコンディショナ 1 1 と、系統電源 1 2 と、インダクタンス成分 L と、抵抗成分 R , R ' とによって構成される。パワーコンディショナ 1 1 の出力側は、直列インダクタンス成分 L 及び直列抵抗成分 R を介して系統電源 1 2 に接続される。また、系統電源 1 2 は抵抗成分 R ' に並列接続され

50

る。図 6 における V_{out} はパワーコンディショナ 11 の出力電圧を、 I はパワーコンディショナ 11 の出力電流を示す。また、 I_p を有効電力による電流、 I_q を無効電力による電流とすると、 $I = I_p + I_q$ となる。シミュレーションでは、逆潮流方向を正としている。系統電源 12 の電圧 V_{sys} は、式 (1) のように定義した。

【数 1】

$$V_{sys} = \sqrt{2} \times 202 \times \sin \omega t \quad \cdots (1)$$

【0058】

有効電力による電流 I_p が流れると、抵抗成分 R によって電圧 V_R が発生する。また、無効電力による電流 I_q が流れると、インダクタンス成分 L によって電圧 V_L が発生する。

10

【0059】

発明者らは、上記のモデル 10 に対して、周期的に更新される無効電力を注入した場合の動作のシミュレーションを行った。一般社団法人日本電機工業会（JEMA）によって制定される標準規格 JEM 1498「分散型電源用単相パワーコンディショナの標準形能動的単独運転検出方式（ステップ注入付周波数フィードバック方式）」では、無効電力の更新周期を 5 ms とし、系統電源の周波数偏差を、200 ms 前の 320 ms 間における移動平均周波数値から最新の 40 ms 間における移動平均周波数値を減算した結果としている。シミュレーションでは、無効電力の更新周期を系統電源 12 の交流周期に、周波数偏差を 10 周期前の 16 周期分平均から最新の 2 周期分平均を減算した結果にそれぞれ簡略化した。

20

【0060】

シミュレーションでは、図 3 に示される JEM 1498 に規定される注入無効電力を用いた。

【0061】

図 7 A ~ 図 7 C は、シミュレーションの結果を示すグラフであり、図 7 A は周波数偏差の変動を示し、図 7 B は無効電力の変動を示し、図 7 C は系統電圧の変動を示す。シミュレーションでは、何らかの原因によって周波数が変動した場合を想定し、時間 $t = 0$ において、約 -0.7 Hz の周波数偏差を初期値として与えた。この結果、周波数フィードバック（単独運転検出）機能によって、正の無効電力が発生する。正の無効電力が発生すると、インダクタンス成分 L によって負の電圧 V_L が発生する。

30

【0062】

周波数偏差は、過去の移動平均周波数値の増減と、現在の移動平均周波数値の増減とが反転を繰り返す。即ち、ある時刻（例えば、 $t = \text{約 } 0.4$ ）においては、過去の移動平均周波数値が現在の移動平均周波数値より大きい、その後の時刻（例えば、 $t = \text{約 } 0.8$ ）においては、過去の移動平均周波数値が現在の移動平均周波数値より小さくなる。また、さらにその後の時刻（例えば、 $t = \text{約 } 1.2$ ）においては、過去の移動平均周波数値が現在の移動平均周波数値より再び大きくなる。したがって、図 7 A に示されるように、周波数偏差が周期的に変動する。

【0063】

上記の周波数偏差の変動により、周波数偏差が 0.01 以上の値となると、周波数フィードバック機能によって、負の無効電力が発生する。負の無効電力が発生すると、インダクタンス成分 L によって正の電圧 V_L が発生する。再び周波数偏差が -0.01 以下の値となると、周波数フィードバック機能によって、正の無効電力が発生する。正の無効電力が発生すると、インダクタンス成分 L によって負の電圧 V_L が発生する。このように、注入無効電力と、系統電圧とが周期的に変動する（図 7 B 及び図 7 C 参照）。これがフリッカ現象であり、系統電圧の周期的変動がフリッカである。

40

【0064】

図 7 A ~ 図 7 C に示されるように、周波数偏差の周期と、無効電力の周期と、系統電圧の周期とは同一である。また、周波数偏差の位相と無効電力の位相とは互いに逆である。一

50

方、周波数偏差の位相と系統電圧の位相とは同じである。即ち、無効電力の位相と系統電圧の位相は互いに逆である。

【 0 0 6 5 】

本実施形態に係るパワーコンディショナ 5 0 0 は、周波数偏差の変動と、無効電力の変動とが同期しているか否かに基づいて無効電力に起因するフリッカを検出する。上記のように、無効電力に起因するフリッカは、同一周期で周波数偏差と無効電力とが変動するという周期性を有するため、本実施形態に係るパワーコンディショナ 5 0 0 によって、フリッカの発生を正確に検出することができることが分かる。

【 0 0 6 6 】

また、パワーコンディショナ 5 0 0 は、単独運転検出による無効電力の注入中であるか否かを判定し、無効電力の注入中である場合に、フリッカを検出するため、フリッカの検出を効率的に行うことができる。

10

【 0 0 6 7 】

また、パワーコンディショナ 5 0 0 は、周波数偏差のゼロクロス時刻と、無効電力のゼロクロス時刻とを検出する。周波数偏差のゼロクロス時刻は周波数偏差の変動を反映しており、無効電力のゼロクロス時刻は無効電力の変動を反映している。したがって、これらのゼロクロス時刻を用いることで、周波数偏差の変動と無効電力の変動とが同期しているか否かを正確に判定することができ、単独運転検出によるフリッカの検出精度が向上する。

【 0 0 6 8 】

また、パワーコンディショナ 5 0 0 は、周波数偏差のゼロクロス時刻を 2 点以上検出することで、周期的に変動する周波数偏差の周期を計測し、無効電力のゼロクロス時刻を 2 点以上検出することで、周期的に変動する無効電力の周期を計測することができる。これにより、周波数偏差の周期と、無効電力の周期とによって、周波数偏差の変動と無効電力の変動とが同期しているか否かを正確に判定することができ、単独運転検出によるフリッカの検出精度が向上する。

20

【 0 0 6 9 】

また、パワーコンディショナ 5 0 0 は、周波数偏差のゼロクロス時刻と、無効電力のゼロクロス時刻とが同期する回数をカウントし、この回数に基づいてフリッカを検出する。これにより、計測誤差によるフリッカ検出精度への影響を抑制することができ、単独運転検出によるフリッカの検出精度がより一層向上する。

30

【 0 0 7 0 】

また、パワーコンディショナ 5 0 0 は、フリッカが検出された場合に、無効電力の注入量を制限する。これにより、フリッカを抑制することができる。

【 0 0 7 1 】

[5 . 変形例]

本変形例に係るパワーコンディショナ 5 0 0 は、周波数偏差の変動及び注入無効電力の変動に加えて、系統電源の電圧（系統電圧）を用いてフリッカを検出する。図 8 は、本変形例に係るパワーコンディショナによる系統連系の一構成例を示すブロック図である。本変形例では、電力システム 1 0 0 が、電圧センサ 6 1 0 を備える。

【 0 0 7 2 】

電圧センサ 6 1 0 は、交流電路 2 1 0 に設けられ、系統電圧を検出する。電圧センサ 6 1 0 は、制御部 5 2 0 に接続されており、系統電圧の検出結果（検出データ）を制御部 5 2 0 に送信する。

40

【 0 0 7 3 】

図 9 は、本変形例に係るパワーコンディショナ 5 0 0 のフリッカ検出に関する機能を示す機能ブロック図である。制御部 5 2 0 は、第 3 変動計測部 5 3 9 として機能する。第 3 変動計測部 5 3 9 は、電圧センサ 6 1 0 によって検出された系統電圧の変動を計測する。系統電圧の変動は、具体的には、系統電圧の周期とすることができる。本変形例では、第 3 変動計測部 5 3 9 は、系統電圧のゼロクロス時刻を 2 点以上（一例として、数 k H z ～数十 k H z のサンプリング周波数の場合に例えば 2 ～ 1 0 点）検出し、検出された 2 点以上

50

のゼロクロス時刻から、系統電圧の周期を計測する。

【 0 0 7 4 】

フリッカ検出部 5 3 6 は、第 1 変動計測部 5 3 4 によって計測された周波数偏差の変動と、第 2 変動計測部 5 3 5 によって計測された無効電力の変動とが同期しているか否かを判定し、また、第 1 変動計測部 5 3 4 によって計測された周波数偏差の変動と、第 3 変動計測部 5 3 9 によって計測された系統電圧の変動とが同期しているか否かを判定することにより、フリッカを検出する。つまり、フリッカ検出部 5 3 6 は、周波数偏差の変動と無効電力の変動とが同期していると判定され、且つ、周波数偏差の変動と系統電圧の変動とが同期していると判定される場合にフリッカが発生していると判断し、周波数偏差の変動と無効電力の変動との同期、及び周波数偏差の変動と系統電圧の変動との同期の少なくとも何れかが成立しない場合に、フリッカが発生していないと判断する。周波数偏差の変動と系統電圧の変動とが同期しているか否かは、例えば、周波数偏差の周期と系統電圧の周期とが一致又は所定範囲内で近似しているか否か、周波数偏差のゼロクロス時刻と系統電圧のゼロクロス時刻とが一致又は所定範囲内で近似しているか否か等により判定される。

10

【 0 0 7 5 】

次に、本変形例に係るパワーコンディショナ 5 0 0 によるフリッカ検出の動作について説明する。図 1 0 は、本変形例に係るパワーコンディショナ 5 0 0 によるフリッカ検出処理の手順を示すフローチャートである。

【 0 0 7 6 】

C P U 5 2 1 は、無効電力の注入中であるか否かを判定する（ステップ S 1 5 1）。無効電力を注入していない場合（ステップ S 1 5 1 において N O）、C P U 5 2 1 は、フリッカ検出処理を終了する。他方、無効電力の注入中である場合（ステップ S 1 5 1 において Y E S）、C P U 5 2 1 は、ステップ S 1 5 2 に処理を移す。

20

【 0 0 7 7 】

C P U 5 2 1 は、周波数偏差の時系列データから、周波数偏差の最新のゼロクロス時刻を特定する（ステップ S 1 5 2）。また、C P U 5 2 1 は、無効電力量の時系列データから、無効電力の最新のゼロクロス時刻を特定する（ステップ S 1 5 3）。

【 0 0 7 8 】

C P U 5 2 1 は、電圧センサ 6 1 0 により検出された系統電圧を、メモリ 5 2 2 に逐次記憶する。これにより、メモリ 5 2 2 には、系統電圧の時系列データが記憶される。

30

【 0 0 7 9 】

C P U 5 2 1 は、系統電圧の時系列データから、系統電圧の最新のゼロクロス時刻を特定する（ステップ S 2 5 1）。

【 0 0 8 0 】

C P U 5 2 1 は、周波数偏差のゼロクロス時刻と無効電力のゼロクロス時刻との差を算出し、この差が所定の閾値範囲内であるか否かを判定することにより、周波数偏差のゼロクロス時刻と無効電力のゼロクロス時刻とが同期しているか否かを判定する（ステップ S 1 5 4）。差が閾値範囲内である場合、即ち、周波数偏差のゼロクロス時刻と無効電力のゼロクロス時刻とが同期している場合（ステップ S 1 5 4 において Y E S）、C P U 5 2 1 は、周波数偏差のゼロクロス時刻と系統電圧のゼロクロス時刻との差を算出し、この差が所定の閾値範囲内であるか否かを判定することにより、周波数偏差のゼロクロス時刻と系統電圧のゼロクロス時刻とが同期しているか否かを判定する（ステップ S 2 5 2）。差が閾値範囲内である場合、即ち、周波数偏差のゼロクロス時刻と系統電圧のゼロクロス時刻とが同期している場合（ステップ S 2 5 2 において Y E S）、C P U 5 2 1 は、メモリ 5 2 2 に設けられたカウンタの値を 1 つインクリメントする（ステップ S 1 5 5）。なお、カウンタの初期値は 0 である。

40

【 0 0 8 1 】

周波数偏差のゼロクロス時刻と無効電力のゼロクロス時刻とが同期していない場合（ステップ S 1 5 4 において N O）、又は、周波数偏差のゼロクロス時刻と系統電圧のゼロクロス時刻とが同期していない場合（ステップ S 2 5 2 において N O）、C P U 5 2 1 は、カ

50

ウンタを初期化し（ステップ S 1 5 6 ）、ステップ S 1 5 1 へ処理を戻す。

【 0 0 8 2 】

ステップ S 1 5 5 の処理の後、CPU 5 2 1 は、カウンタの値が所定の閾値以上であるか否かを判定する（ステップ S 1 5 7 ）。ここで、閾値は 2 以上の適宜の整数に設定される。カウンタ値が閾値未満である場合（ステップ S 1 5 7 において NO ）、CPU 5 2 1 は、ステップ S 1 5 1 へ処理を戻す。ここで、カウンタは初期化されずにステップ S 1 5 1 からの処理が実行される。このため、周波数偏差のゼロクロス時刻と無効電力のゼロクロス時刻とが再度同期し、且つ、周波数偏差のゼロクロス時刻と系統電圧のゼロクロス時刻とが再度同期していれば、カウンタ値はインクリメントされる。

【 0 0 8 3 】

カウンタ値が閾値以上である場合（ステップ S 1 5 7 において YES ）、CPU 5 2 1 は、単独運転検出機能に起因したフリッカを検出する。閾値が 2 以上に設定されることで、ゼロクロス時刻が 2 点以上で比較される。周波数偏差、無効電力及び系統電圧のそれぞれは周期的に変動するため、隣り合うゼロクロス時刻は周期（周期の $1/2$ ）に対応する。したがって、2 点以上のゼロクロス時刻を比較することで、周波数偏差及び無効電力の周期が合致しているか否か、並びに、周波数偏差及び系統電圧の周期が合致しているか否かを評価することができる。即ち、2 回以上連続して周波数偏差及び無効電力のゼロクロス時刻が同期し、且つ、周波数偏差及び系統電圧のゼロクロス時刻が同期している場合、周波数偏差の変動、無効電力の変動、及び系統電圧の変動のそれぞれは同期していると判断される。

【 0 0 8 4 】

カウンタ値が閾値以上の場合、CPU 5 2 1 は、無効電力の注入量を制限する（ステップ S 1 5 8 ）。無効電力の注入量を制限すると、CPU 5 2 1 は、フリッカ検出処理を終了する。

【 0 0 8 5 】

以上のように、本変形例に係るパワーコンディショナ 5 0 0 は、周波数偏差の変動及び注入無効電力の変動に加えて、系統電源の電圧を用いることで、単独運転検出によるフリッカをさらに精度よく検出することができる。

【 0 0 8 6 】

なお、上記の変形例では、周波数偏差のゼロクロス時刻と無効電力のゼロクロス時刻とを比較し、周波数偏差のゼロクロス時刻と系統電圧のゼロクロス時刻とを比較する構成としたが、周波数偏差のゼロクロス時刻と無効電力のゼロクロス時刻とを比較し、無効電力のゼロクロス時刻と系統電圧のゼロクロス時刻とを比較してもよいし、周波数偏差のゼロクロス時刻、無効電力のゼロクロス時刻、及び系統電圧のゼロクロス時刻をまとめて比較してもよい。

【 0 0 8 7 】

[6 . 補記]

なお、今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 8 】

1 0 モデル

1 1 パワーコンディショナ

1 2 系統電源

1 0 0 電力システム

2 0 0 系統電源

3 0 0 太陽光発電装置

4 0 0 蓄電池

5 0 0 パワーコンディショナ（電力変換装置）

10

20

30

40

50

- 6 0 0 周波数センサ
- 2 1 0 交流電路
- 5 1 0 電力変換回路
- 5 1 1 , 5 1 2 D C / D C コンバータ
- 5 1 3 インバータ
- 5 1 4 D C バス
- 5 2 0 制御部
- 5 2 1 C P U
- 5 2 2 メモリ
- 5 2 3 検出プログラム
- 5 3 1 周波数偏差計測部
- 5 3 1 a 過去移動平均算出部
- 5 3 1 b 現在移動平均算出部
- 5 3 2 無効電力注入制御部
- 5 3 3 単独運転検出部
- 5 3 4 第 1 変動計測部
- 5 3 5 第 2 変動計測部
- 5 3 6 フリッカ検出部 (検出部)
- 5 3 7 無効電力注入判定部
- 5 3 8 制限部
- 5 3 9 第 3 変動計測部
- 6 1 0 電圧センサ

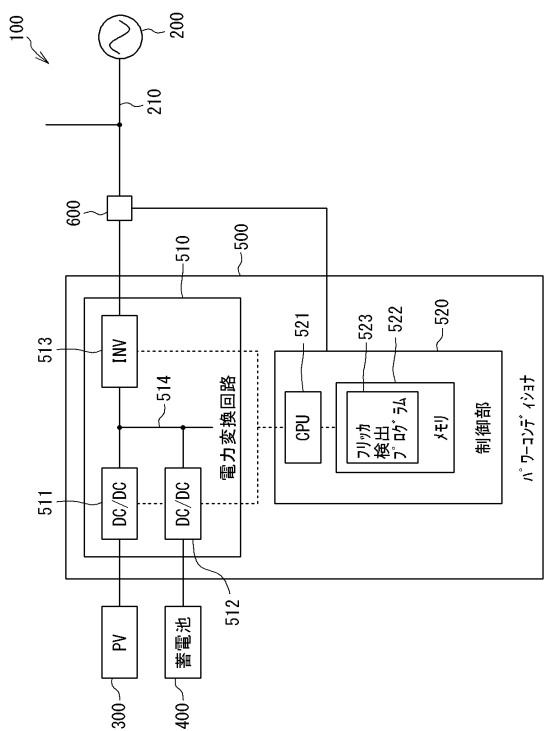
10

20

【 図 面 】

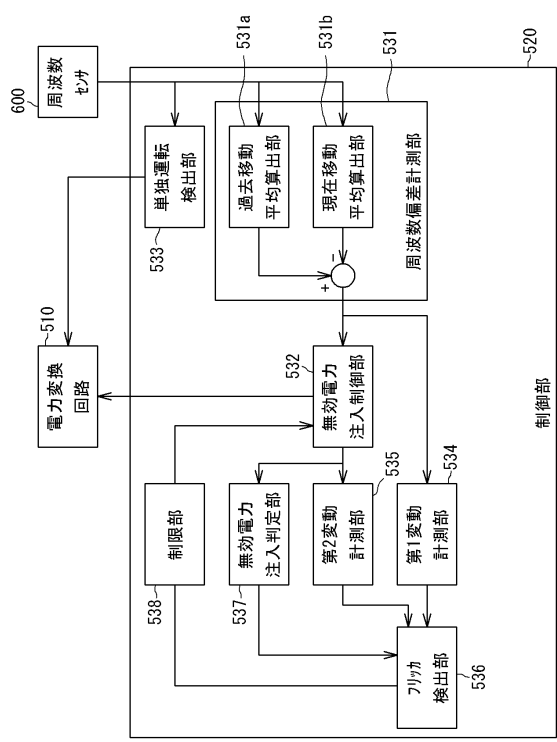
【 図 1 】

図 1



【 図 2 】

図 2



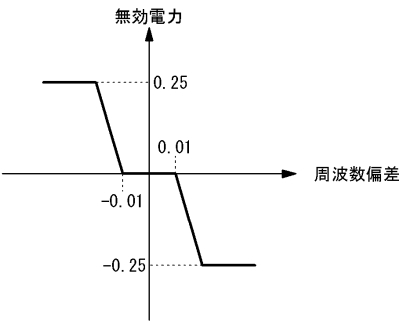
30

40

50

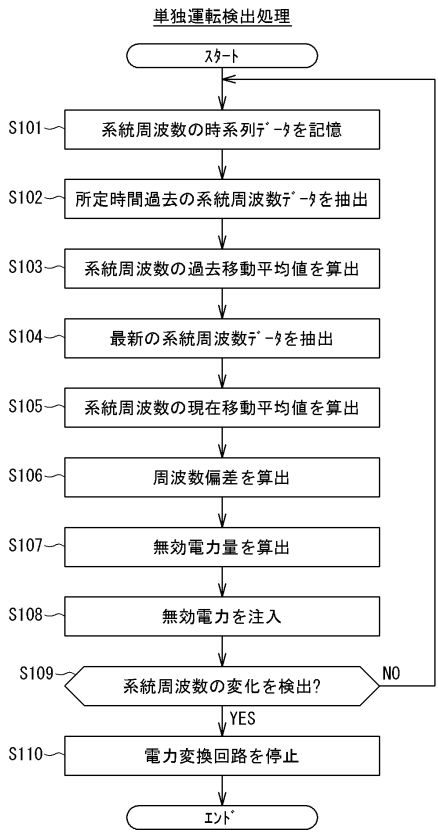
【図 3】

図 3



【図 4】

図 4

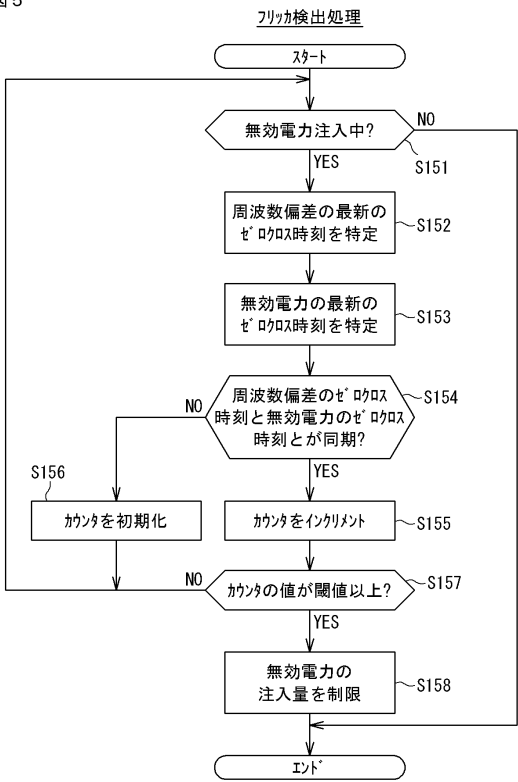


10

20

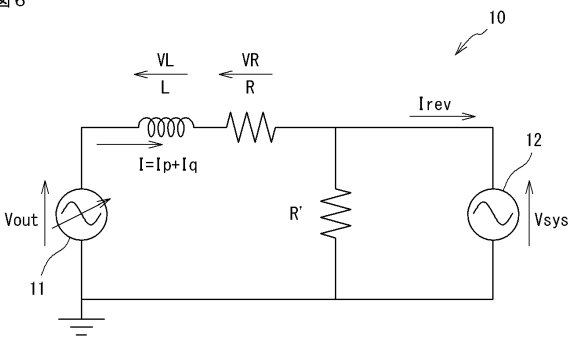
【図 5】

図 5



【図 6】

図 6



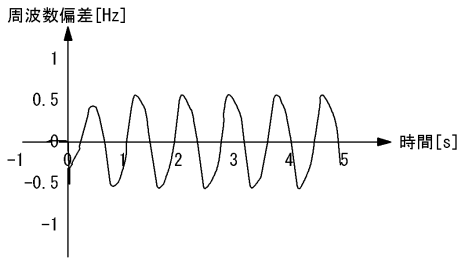
30

40

50

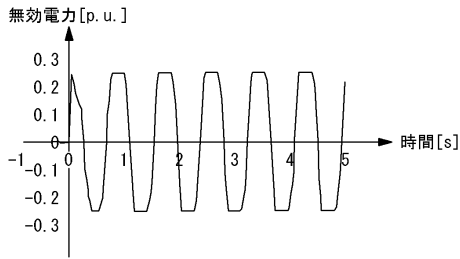
【図 7 A】

図 7 A



【図 7 B】

図 7 B

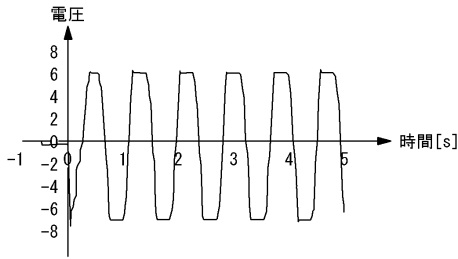


10

20

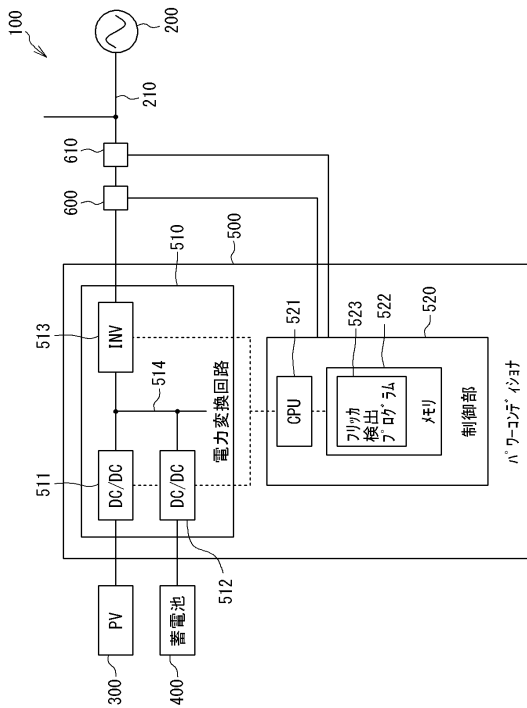
【図 7 C】

図 7 C



【図 8】

図 8



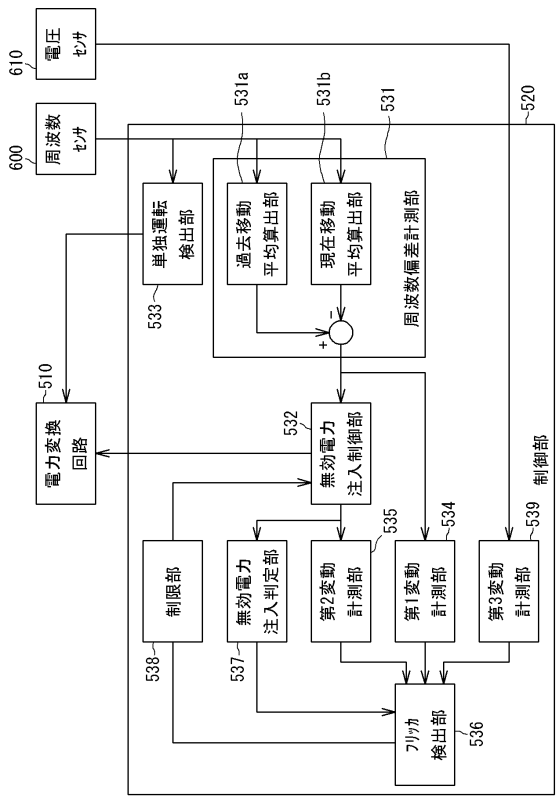
30

40

50

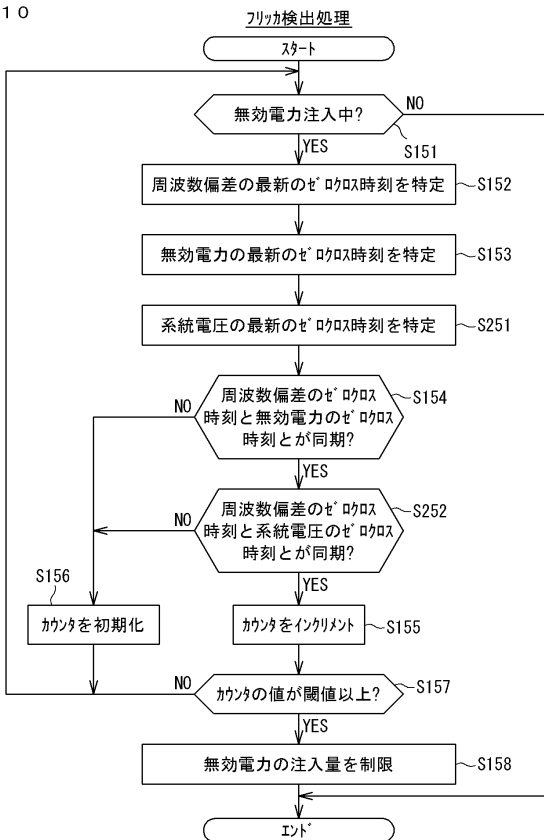
【図 9】

図 9



【図 10】

図 10



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 2 0 2 2 6 6 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 0 6 4 3 2 8 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 0 8 2 8 8 6 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 0 4 2 5 7 6 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 0 1 2 9 9 4 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 1 3 1 4 4 1 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 3 / 1 4 2 5 5 3 (W O , A 2)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 2 J 3 / 0 0 - 5 / 0 0