

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4835587号
(P4835587)

(45) 発行日 平成23年12月14日(2011.12.14)

(24) 登録日 平成23年10月7日(2011.10.7)

(51) Int.Cl. F I
H02J 3/38 (2006.01) H02J 3/38 W
 H02J 3/38 G

請求項の数 4 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2007-309907 (P2007-309907)	(73) 特許権者	000002945
(22) 出願日	平成19年11月30日(2007.11.30)		オムロン株式会社
(65) 公開番号	特開2009-136095 (P2009-136095A)		京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
(43) 公開日	平成21年6月18日(2009.6.18)		801番地
審査請求日	平成21年2月20日(2009.2.20)	(74) 代理人	100086737
			弁理士 岡田 和秀
		(72) 発明者	今村 和由
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不 動堂町801番地 オムロン株式会社内
		(72) 発明者	坪田 康弘
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不 動堂町801番地 オムロン株式会社内
		(72) 発明者	馬淵 雅夫
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不 動堂町801番地 オムロン株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 単独運転検出方法、制御装置、単独運転検出装置および分散型電源システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

分散型電源が電力系統から切り離され単独運転しているか否かの検出のため電力系統に無効電力を与えて系統周波数変動、系統電圧変動、高調波変動を起こさせると共に、この系統周波数変動、系統電圧変動、高調波変動に基づいて単独運転検出を行う単独運転検出方法において、

系統電力の系統周波数を計測する工程と、

系統電力の系統電圧を計測する工程と、

系統電力の高調波歪を計測する工程と、

上記計測した系統周波数から系統周波数偏差を演算する工程と、

上記演算した系統周波数偏差に基づいて系統周波数変動型単独運転検出系統からの無効電力量を演算する工程と、

上記演算した系統周波数変動型単独運転検出系統からの無効電力を無効電力加算部に入力する工程と、

上記演算した系統周波数偏差が一定以下で、かつ、単独運転状態での電气的変動が系統電圧変動である場合に、系統電圧変動型単独運転検出系統からの一定量の無効電力を上記無効電力加算部に入力する工程と、

上記演算した系統周波数偏差が一定以下で、かつ、単独運転状態での電气的変動が高調波変動である場合に、高調波変動型単独運転検出系統からの一定量の無効電力を上記無効電力加算部に入力する工程と、

上記無効電力加算部にて入力された無効電力を加算し、この加算した無効電力を電力系統に注入する工程と、
を含む、ことを特徴とする単独運転検出方法。

【請求項 2】

分散型電源が電力系統から切り離されて単独運転しているか否かを検出する単独運転検出装置に対してその検出動作を制御する制御装置において、

系統電力の電圧を計測する系統電圧計測部と、

系統電力の高調波歪電圧を計測する高調波歪計測部と、

系統電力の系統周波数を計測する系統周波数計測部と、

上記系統周波数計測部の計測値から現在の系統周波数の移動平均値と、過去の系統周波数の移動平均値とを算出すると共に、この算出値から系統周波数偏差を演算する系統周波数偏差演算部と、

10

上記系統周波数偏差演算部の系統周波数偏差から電力系統に注入する無効電力量を演算する無効電力量注入演算部と、

系統周波数偏差が所定系統周期数分にわたり連続して一定以下となる状態が継続して系統周波数に実質変化が無く、かつ、系統電圧が予め設定した所定電圧範囲内に沿って変化したときに系統電圧が単独運転発生に起因して急変したと判定して一定の無効電力を注入する制御を行う第 1 無効電力注入演算部と、

系統周波数偏差が所定系統周期数分にわたり連続して一定以下となる状態が継続して系統周波数に実質変化が無く、かつ、高調波歪電圧が予め設定した所定電圧範囲内に沿って変化したときに高調波歪電圧が単独運転発生に起因して急変したと判定して一定の無効電力を注入する制御を行う第 2 無効電力注入演算部と、

20

上記第 1、第 2 無効電力注入演算部からのいずれか一方の無効電力を選択する無効電力注入方式判定部と、

上記無効電力量注入演算部からの演算無効電力と、上記無効電力注入方式判定部にて選択した上記第 1、第 2 無効電力注入演算部からのいずれか一方の無効電力とを加算する無効電力加算部と、

上記無効電力加算部の出力に応じて出力電流制御信号を出力する出力電流制御部と、を備えた、ことを特徴とする制御装置。

【請求項 3】

30

分散型電源が電力系統から切り離され単独運転しているか否かの検出のため無効電力を電力系統に注入する単独運転検出装置において、

請求項 2 に記載の制御装置と、

上記制御装置の上記出力電流制御部からの出力電流制御信号が入力されるインバータ制御部と、

上記インバータ制御部にて制御され無効電力を電力系統に注入するインバータと、を備えた、ことを特徴とする単独運転検出装置。

【請求項 4】

直流電力を発電する分散型電源と、

上記分散型電源と連系接続する電力系統と、

40

上記分散型電源および上記電力系統間に配置され、電力変換機能を通じて、上記分散型電源にて発電した直流電力を上記電力系統の交流電力に変換し、この変換した交流電力を負荷に供給するパワーコンディショナと、

上記パワーコンディショナおよび上記電力系統間に配置され、上記分散型電源が上記電力系統から切り離されて単独運転しているか否かを検出する請求項 3 に記載の単独運転検出装置と、

を備えた、ことを特徴とする分散型電源システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、分散型電源が電力系統から切り離され単独運転しているか否かの検出のため電力系統に電氣的な能動信号を与えて電氣的変動を起こさせると共に、この電氣的変動に基づいて単独運転検出を行う単独運転検出方法に関するものである。また、本発明は、分散型電源の単独運転検出用制御装置、単独運転検出装置および分散型電源システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

単独運転は、事故発生やその他の事情で電力系統が停止しているときに、分散型電源が局所的な系統負荷に電力を供給している状態である。分散型電源は、需要地あるいはその近辺に電源を設置して発電することができる。分散型電源には、電力系統に連系された、エンジン発電機、タービン発電機、電力貯蔵装置、燃料電池等、の各種がある。また、このような分散電源を系統電力に連系させて使用するため、周波数や電圧を電力系統に適合させるパワーコンディショナが数多く提案されている。

10

【0003】

以上説明した分散型電源と、その分散型電源の出力を交流に変換するパワーコンディショナとを備えた分散型電源設備を商用電力系統と連系して家電製品などの負荷に給電する分散型電源システムが実施されている。この分散型電源システムでは、商用電力系統の保全作業の安全を確保するため、商用電力系統の不測の停電時及び作業停電時において、直ちに分散型電源設備側のパワーコンディショナの動作を停止させるか、又は直ちに開閉器を作動させて連系を解除することにより、分散型電源を商用電力系統から解列させて、分散型電源の単独運転を防止する機能が不可欠である。

20

【0004】

図14に、分散型電源の多数台連系のイメージ図を示す。パワーコンディショナの単独運転検出時間は、能動方式で0.5～1.0秒要している。これは、(i)住宅単位での単独運転を想定した特性であり、分散型電源が少量普及の段階では問題にならなかった。しかし昨今、分散型電源が普及期にはいっており、図14で示すような多数台連系が実施されている。この場合、(ii)柱上変圧器単位、(iii)区分開閉器単位、(iv)遮断機単位での単独運転の可能性がある。これらの高圧系を含んだ場合、高低圧混触事故を想定して、単独運転の検出が必要となる。

30

【0005】

このような単独運転を検出する方式の1つに、電力系統に能動信号として無効電力を注入し単独運転発生時には上記注入した無効電力により電氣的変動を引き起し、この電氣的変動を検出して、分散型電源の単独運転を検出する能動方式が既に提案されている。

【0006】

そして、本出願人は、特願2006-225016で電氣的変動が系統周波数変動である単独運転検出方法、特願2007-168421で電氣的変動が系統電圧である単独運転検出方法、特願2007-209285で電氣的変動が高調波変動である単独運転検出方法について出願している。

【0007】

しかしながら、これら各単独運転検出方法では、単独運転状態として、単独運転検出装置からの注入無効電力と負荷無効電力とがバランスしている場合と、バランスしていない場合とで、また、注入無効電力と負荷無効電力とがバランスしていても、していなくても、単独運転検出装置からの注入有効電力と、負荷有効電力とがバランスしている場合と、バランスしていない場合とでは、単独運転検出感度が高く良好な単独運転検出方法がある一方で、単独運転検出感度が著しく低くなる単独運転検出方法がある。

40

【0008】

なお、単独運転検出の特許文献は多数あり代表例を以下に挙げる。

【特許文献1】特開平02-144615号公報

【特許文献2】特開平08-98411号公報

【特許文献3】特許3397912号公報

50

【特許文献4】特許3424443号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

そこで、本出願人は、上記電力バランス等の単独運転状態のいかにかわらず、複数の単独運転検出方法を組み合わせることにより、単独運転状態の広範囲な態様にわたり単独運転検出を良好ないし比較的良好な感度で行うことができることに関して鋭意研究を行ったのである。

【0010】

しかしながら、一方では、複数の単独運転検出方法を組み合わせ、同時に電力系統に無効電力等の能動信号を注入した場合には、電力系統に好ましくない影響を及ぼす場合があるので、その影響を考えた場合、単純に、複数の単独運転検出方法を組み合わせることはできない。

【0011】

そこで、本発明においては、上記単独運転検出方法における単独運転検出システムを組み合わせること、単独運転状態のいかにかわらず、電力系統に与える影響を軽減しつつ、全体的には単独運転検出感度を良好ないし比較的良好に維持することができる単独運転検出方法を提供することを課題としている。

【課題を解決するための手段】

【0012】

(1)本発明による単独運転検出方法は、分散型電源が電力系統から切り離され単独運転しているか否かの検出のため電力系統に無効電力を与えて系統周波数変動、系統電圧変動、高調波変動を起こさせると共に、この系統周波数変動、系統電圧変動、高調波変動に基づいて単独運転検出を行う単独運転検出方法において、

系統電力の系統周波数を計測する工程と、

系統電力の系統電圧を計測する工程と、

系統電力の高調波歪を計測する工程と、

上記計測した系統周波数から系統周波数偏差を演算する工程と、

上記演算した系統周波数偏差に基づいて系統周波数変動型単独運転検出システムからの無効電力量を演算する工程と、

上記演算した系統周波数変動型単独運転検出システムからの無効電力を無効電力加算部に入力する工程と、

上記演算した系統周波数偏差が一定以下で、かつ、単独運転状態での電気的変動が系統電圧変動である場合に、系統電圧変動型単独運転検出システムからの一定量の無効電力を上記無効電力加算部に入力する工程と、

上記演算した系統周波数偏差が一定以下で、かつ、単独運転状態での電気的変動が高調波変動である場合に、高調波変動型単独運転検出システムからの一定量の無効電力を上記無効電力加算部に入力する工程と、

上記無効電力加算部にて入力された無効電力を加算し、この加算した無効電力を電力系統に注入する工程と、

を含む、ことを特徴とするものである。

【0013】

上記単独運転検出の不感帯は、単独運転検出感度において相対的な感度である。すなわち、単独運転検出感度を、例えば、高感帯、低感帯との2つに相対的に感度を分けた場合に、その低感帯より感度が低い感度帯のことである。あるいは、通常の感度に対してそれより以下の感度を不感帯と称することもできる。これらはユーザの設定により、不感帯を定義することができる。いずれにしても、上記複数の単独運転検出システムにおいて、少なくともいずれか1つの単独運転検出システムに他の単独運転検出システムと相対的に比較して、電気的変動の種類によっては、単独運転検出の感度が不足する場合には、他の単独運転検出システムでその不感帯を補足することである。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 4 】

したがって、能動信号を電力系統に付与して各種の電気的変動が起きても、単独運転検出が例えば全く不可能な程度の検出感度の単独運転検出系統から、単独運転検出が可能な単独運転検出系統もあるので、単独運転検出系統としては、複数の単独運転検出系統を備え、それら単独運転検出系統の組み合わせ（単独の場合も含む意義）で広い単独運転状態を単独運転検出感度がより低い感度帯を不感帯とし、他の単独運転検出系統が検出できるように相対的に各単独運転検出系統が検出感度をカバーするものである。

【 0 0 1 5 】

本発明では、単独運転検出系統を単独でまたは複数組み合わせるので、広範囲にわたる単独運転状態に対して、電力系統に与える影響を軽減しながら、全体的には単独運転検出感度を良好に維持することができる。

10

【 0 0 1 9 】

(2) 本発明による制御装置は、分散型電源が電力系統から切り離されて単独運転しているか否かを検出する単独運転検出装置に対してその検出動作を制御する制御装置において、

系統電力の電圧を計測する系統電圧計測部と、

系統電力の高調波歪電圧を計測する高調波歪計測部と、

系統電力の系統周波数を計測する系統周波数計測部と、

上記系統周波数計測部の計測値から現在の系統周波数の移動平均値と、過去の系統周波数の移動平均値とを算出すると共に、この算出値から系統周波数偏差を演算する系統周波数偏差演算部と、

20

上記系統周波数偏差演算部の系統周波数偏差から電力系統に注入する無効電力量を演算する無効電力量注入演算部と、

系統周波数偏差が所定系統周期数分にわたり連続して一定以下となる状態が継続して系統周波数に実質変化が無く、かつ、系統電圧が予め設定した所定電圧範囲内に沿って変化したときに系統電圧が単独運転発生に起因して急変したと判定して一定の無効電力を注入する制御を行う第 1 無効電力注入演算部と、

系統周波数偏差が所定系統周期数分にわたり連続して一定以下となる状態が継続して系統周波数に実質変化が無く、かつ、高調波歪電圧が予め設定した所定電圧範囲内に沿って変化したときに高調波歪電圧が単独運転発生に起因して急変したと判定して一定の無効電力を注入する制御を行う第 2 無効電力注入演算部と、

30

上記第 1、第 2 無効電力注入演算部からのいずれか一方の無効電力を選択する無効電力注入方式判定部と、

上記無効電力量注入演算部からの演算無効電力と、上記無効電力注入方式判定部にて選択した上記第 1、第 2 無効電力注入演算部からのいずれか一方の無効電力とを加算する無効電力加算部と、

上記無効電力加算部の出力に応じて出力電流制御信号を出力する出力電流制御部と、を備えた、ことを特徴とするものである。

【 0 0 2 0 】

(3) 本発明による単独運転検出装置は、分散型電源が電力系統から切り離され単独運転しているか否かの検出のため無効電力を電力系統に注入する単独運転検出装置において、

40

上記 (2) に記載の制御装置と、

上記制御装置の上記出力電流制御部からの出力電流制御信号が入力されるインバータ制御部と、

上記インバータ制御部にて制御され無効電力を電力系統に注入するインバータと、を備えた、ことを特徴とするものである。

【 0 0 2 1 】

(4) 本発明による分散型電源システムは、

直流電力を発電する分散型電源と、

50

上記分散型電源と連系接続する電力系統と、
上記分散型電源および上記電力系統間に配置され、電力変換機能を通じて、上記分散型電源にて発電した直流電力を上記電力系統の交流電力に変換し、この変換した交流電力を負荷に供給するパワーコンディショナと、
上記パワーコンディショナおよび上記電力系統間に配置され、上記分散型電源が上記電力系統から切り離されて単独運転しているか否かを検出する上記(3)に記載の単独運転検出装置と、
を備えた、ことを特徴とするものである。

【0022】

本発明での単独運転検出装置はその名称に限定されるものではなく、パワーコンディショナ、その他の名称で称する場合も含む。

10

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、単独運転状態のいかにかわらず、電力系統に与える影響を軽減しつつ、全体的には単独運転検出を良好な感度で行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態に係る単独運転検出方法を説明する。図1は実施の形態の単独運転検出方法で単独運転を検出する単独運転検出装置を備えた分散型電源システムの概略構成を示す。実施の形態では高調波として総合高調波歪電圧や高調波歪電圧で説明するが、これに限定されない。

20

【0025】

図1に示す分散型電源システム10は、直流電力を発電する、例えば太陽光発電機やガスエンジン発電機等の分散型電源12と、この分散型電源12と連系接続する電力系統14と、分散型電源12および電力系統14間に配置され、電力変換機能を備えたパワーコンディショナ16と、パワーコンディショナ16および電力系統14間に配置され、電力系統14停電時の分散型電源12の単独運転を検出する単独運転検出装置18とを有し、パワーコンディショナ16は、電力変換機能を通じて、分散型電源12にて発電した直流電力を電力系統14の交流電力に変換し、この変換した交流電力を一般家電機器等の図外の負荷等に供給するものである。

30

【0026】

単独運転検出装置18は、連系リレー20、22と、制御装置24と、インバータ制御部26と、インバータ28と、電流検出器30とを備える。

【0027】

制御装置24は、入力線L1、L2、Mそれぞれ通じて電力系統ライン32に接続して電力系統14の系統電圧、高調波歪電圧、系統周波数を計測し、これらから、出力線Pを通じて連系リレー20、22に単独運転検出出力を出力することにより連系リレー20、22をオフすると共にインバータ制御部26に出力線Qを通じて注入無効電力を注入するための電流制御指令値を出力するようになっている。

【0028】

40

そして制御装置24は、計測した系統周波数から所定系統周期内での系統周波数偏差を演算すると共にこの演算した系統周波数偏差に基づいて電力系統に注入するべき無効電力を演算し、この演算に係る無効電力を電力系統に注入している一方、上記計測した系統周波数と系統電圧と高調波歪電圧とから上記系統周波数偏差が所定系統周期数分にわたり連続して一定以下となる状態が継続して系統周波数に実質変化が無くかつ系統電圧、高調波歪電圧が所定電圧変動範囲を超える変化でもって急変したという条件が成立させるか否かを判定し、上記条件が成立との判定により、上記既に注入している無効電力に加えて、さらに無効電力を注入する制御を行うことができる。

【0029】

制御装置24をマイコンで構成してもよい。例えば、制御装置24をマイコンで構成し

50

た場合、制御装置 24 は、CPU、メモリ、インターフェース等を有する。上記メモリに実施の形態の単独運転検出方法を実施するための制御プログラムが記憶されている。CPU は、インターフェースを介して、入力される系統電圧、系統電流、系統電力、等に基づいて、各種演算等を実行し、その実行結果から、インターフェースを介して、連系リレー 20, 22 の開閉指令である単独運転検出出力を出力し、インバータ制御部 26 に対する各種指令である電流制御指令値を出力するようになっている。

【0030】

実施の形態では、説明の理解のため、制御装置 24 にマイコンを内蔵させそのマイコンの制御プログラムにより以下に説明する機能を実行するようになっている。図 2 はそのマイコンの機能構成を示す。

10

【0031】

図 2 を参照して制御装置 24 の機能を詳細に説明する。図 2 は制御装置 24 の機能の理解に供するためブロック構成で示した図であり、マイコン内部にこのブロック構成がハードウェアとして存在するものではない。勿論、ハードウェアとして構成することも可能であるから、実施の形態ではそのいずれにも限定しない。

【0032】

制御装置 24 は、電力系統ライン 32 から入力線 L1 を通じて入力する系統電力の電圧を計測する系統電圧計測部 34a と、電力系統ライン 32 から入力線 L2 を通じて入力する系統電力の高調波歪電圧を計測する高調波歪計測部 34b と、電力系統ライン 32 から入力線 M を通じて入力する系統電力の系統周波数を計測する系統周波数計測部 36 と、この系統周波数計測部 36 の計測値から単独運転判定を行いその判定に従い連系リレー 20, 22 をオンオフする単独運転検出出力を出力線 P に出力する単独運転判定部 38 と、系統周波数計測部 36 の計測値から現在の系統周波数の移動平均値と、過去の系統周波数の移動平均値とを算出すると共にこの算出値から系統周波数偏差を演算する系統周波数偏差演算部 40 と、この系統周波数偏差演算部 40 の系統周波数偏差から電力系統に注入する無効電力量を演算する無効電力量注入演算部 42 とを備える。

20

【0033】

制御装置 24 はまた、系統周波数偏差が所定系統周期数分にわたり連続して一定以下となる状態が継続して系統周波数に実質変化が無く、かつ、系統電圧が予め設定した所定電圧範囲内に沿って変化したときに系統電圧が単独運転発生に起因して急変したと判定して一定の無効電力を注入する制御を行う第 1 無効電力注入演算部 44a を備える。

30

【0034】

制御装置 24 はさらにまた、系統周波数偏差が所定系統周期数分にわたり連続して一定以下となる状態が継続して系統周波数に実質変化が無く、かつ、高調波歪電圧が予め設定した所定電圧範囲内に沿って変化したときに高調波歪電圧が単独運転発生に起因して急変したと判定して一定の無効電力を注入する制御を行う第 2 無効電力注入演算部 44b を備える。

【0035】

制御装置 24 はさらにまた、第 1、第 2 無効電力注入演算部 44a, 44b からのいずれか一方の無効電力を選択して出力する選択ゲート 45 と、選択ゲート 45 の選択動作を制御する無効電力注入方式判定部 47 と、無効電力量演算部 42 からの演算無効電力と、選択ゲート 45 からの第 1、第 2 無効電力注入演算部 44a, 44b からの無効電力とを加算する無効電力加算部 46 と、無効電力加算部 46 の出力に応じて出力電流制御信号をインバータ制御部 26 へ出力線 Q を通じて出力する出力電流制御部 48 と、を備える。

40

【0036】

系統周波数偏差演算部 40 は、現在の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 40a と、過去の系統周波数の移動平均値を算出する過去移動平均算出部 40b と、これら両算出値から系統周波数偏差を演算する演算部 40c とを備える。

【0037】

系統周波数計測部 36 は、系統電圧から電力系統の系統周波数を計測周期単位、例えば

50

5 m 秒単位で順次計測するものである。なお、電力系統の系統周波数を 50 Hz (1 系統周期は 20 m 秒) とした場合、その系統周期単位は、電力系統の系統周期の 1 / 3 以下、例えば、5 m 秒単位にすることが望ましい。

【0038】

系統周波数偏差演算部 40 においては、系統周波数計測部 36 で順次計測した 5 m 秒単位の系統周期に基づき、連続した所定移動平均時間分、例えば 40 m 秒分の系統周期の移動平均値を順次算出するものである。なお、所定移動平均時間は、系統周期の一周期、例えば 20 m 秒よりも長く、かつ所望する検出速度、例えば 100 m 秒よりもできる限り短い時間を条件とするため、例えば 40 m 秒にすることが望ましい。

【0039】

図 3 は、系統周波数計測部 36、系統周波数偏差演算部 40 に関わる動作説明図であり、C0 は系統周波数計測部 36 で現在計測した系統周期、C1 が 5 m 秒前に計測した系統周期、Cn は n * 5 m 秒前の系統周期の計測値を示す。したがって、系統周波数偏差演算部 40 は、最新の移動平均値は、C0 - C7 分の 40 m 秒分の系統周期を移動平均化して 5 m 秒単位で順次算出するものである。

【0040】

過去の移動平均値は、C0 - C7 の最新の移動平均値とした場合、C0 から 200 m 秒前の C40 - C47 の 40 m 秒分の系統周期を移動平均化して 5 m 秒単位で順次算出したものである。また、現在の系統周波数偏差は、過去の移動平均値 (C40 - C47) - 最新の移動平均値 (C0 - C7) で算出するものである。

【0041】

無効電力量注入演算部 42 は、図 4 の無効電力量対系統周波数偏差との特性を使用して、系統周波数偏差演算部 40 で算出した系統周波数偏差に基づいて無効電力量を算出し、この無効電力量を加算部 46 を経て出力電流制御部 48 に通知するものである。図 4 に示す無効電力量対系統周波数偏差特性は、系統周波数偏差が小さいときは系統周波数偏差の変化に対する無効電力量の変化割合を小さくすなわち特性線 L1 の傾きを小さくして単独運転検出感度を低くするレンジである低感帯レンジ R1 と、系統周波数偏差が大きいときは系統周波数偏差の変化に対する無効電力量の変化割合を大きくすなわち特性線 L1 の傾きを大きくして単独運転検出感度を高くするレンジである高感帯レンジ R21, R22 とを設定する。

【0042】

系統周波数偏差が高感帯レンジ R21 では無効電力量を減少し、高感帯レンジ R22 では無効電力量を増加し、低感帯レンジ R1 では、系統周波数偏差に対する無効電力量の変化割合を小さく設定する。すなわち系統周波数偏差が小さい低感帯レンジ R1 でも、分散型電源 12 の単独運転を検出すべく、無効電力を注入することができ、さらには、無効電力量の変化割合を高感帯レンジ R21, R22 の場合に比較して小さくすることで、系統電圧の低速な系統周波数の揺れの影響を受けることなく、分散型電源 12 が電力系統 14 に与える影響を確実に防止可能とする。

【0043】

以上説明した分散型電源システムは図 5 で示すシステムでも同様である。このシステムではパワーコンディショナ 16 内部に単独運転検出装置を内蔵したものである。図 1 と対応する部分には同一の符号を付している。

【0044】

そして、系統周波数偏差演算部 40 と、無効電力量注入演算部 42 とが系統周波数変動を単独運転状態時に示す 1 つの電気的変動として電力系統に無効電力を注入する 1 つの単独運転検出系統 (系統周波数変動型単独運転検出系統) を構成する。

【0045】

また、系統電圧計測部 34a と、第 1 無効電力注入演算部 44a とが系統電圧変動を単独運転状態時に示す 1 つの電気的変動として電力系統に無効電力を注入する 1 つの単独運転検出系統 (系統電圧変動型単独運転検出系統) を構成する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

さらに、高調波歪計測部 3 4 b と、第 2 無効電力注入演算部 4 4 b とが高調波歪電圧変動（高調波変動）を単独運転状態時に示す 1 つの電气的変動として電力系統に無効電力を注入する 1 つの単独運転検出系統（高調波変動型単独運転検出系統）を構成する。

【 0 0 4 7 】

なお、上記各単独運転検出系統は、一例であり、他の単独運転検出系統であってもよいことは勿論である。また、単独運転検出系統は 3 つ以上の複数であってもよいことは勿論である。

【 0 0 4 8 】

以下、さらに説明する。なお、説明では、説明の重複等を回避するため系統電圧変動型と高調波変動型両単独運転検出系統についてはまとめて説明する。

10

【 0 0 4 9 】

系統電圧計測部 3 4 a と高調波歪計測部 3 4 b では、それぞれ、図 6 で示すように、各系統周期ごとに系統電圧、総合高調波歪電圧を計測する。図 6 で「T 0」, 「T 1」, 「T 2」, ..., 「T 1 3」は系統周期であり、「N 0」, 「N 1」, 「N 2」, 「N 3」, 「N 4」, 「N 5」; 「M 0」, 「M 1」, 「M 2」, 「M 3」, 「M 4」, 「M 5」は、それぞれの系統周期での系統電圧と総合高調波歪電圧である。N 0, M 0 は現在の系統周期 T 0 での系統電圧, 総合高調波歪電圧、N 1, M 1 は系統周期 T 1 での系統電圧, 総合高調波歪電圧、...、N 5, M 5 は系統周期 T 5 での系統電圧, 総合高調波歪電圧である。N a v r, M a v r は実施の形態では現在系統周期 T 0 から 3 系統周期前の系統周期 T 3 から 5 系統周期前の系統周期 T 5 までの合計 3 系統周期の系統電圧, 総合高調波歪電圧の平均値である。もちろん、この系統電圧, 総合高調波歪電圧の平均値 N a v r, M a v r は実施の形態の 3 系統周期に限定されず、適宜に決定することができる。

20

【 0 0 5 0 】

総合高調波歪電圧を T H D、2 次高調波歪電圧を V_2 、3 次高調波歪電圧を V_3 、4 次高調波歪電圧を V_4 、5 次高調波歪電圧を V_5 、6 次高調波歪電圧を V_6 、7 次高調波歪電圧を V_7 とすると、総合高調波歪電圧は、それぞれの高調波歪電圧 V_2 ないし V_7 を二乗し、それらの加算値の平方根である次式で与えられる。

【 0 0 5 1 】

$$T H D = \sqrt{(V_2)^2 + (V_3)^2 + (V_4)^2 + (V_5)^2 + (V_6)^2 + (V_7)^2}$$

30

ただし、上記式の総合高調波歪電圧は、2 次ないし 7 次の高調波歪電圧から上記演算式で与えられるが、それ以上の次数の高調波歪電圧を除外するものではない。

【 0 0 5 2 】

また、高調波歪計測部 3 4 b では、総合高調波歪電圧を計測したが、例えば、3 次高調波歪電圧 V_3 を計測してもよいし、他の次数の高調波歪電圧を計測してもよい。

【 0 0 5 3 】

その意味で、以下の説明では総合高調波歪電圧と称するのではなく、単に高調波歪電圧として説明する。

【 0 0 5 4 】

上記では、単独運転検出を総合高調波電圧や 2 次以上の高調波歪電圧で行うが、総合高調波歪電流、総合高調波歪電力、あるいは 2 次以上の高調波歪電流、2 次以上の高調波歪電力でもよい。

40

【 0 0 5 5 】

第 1 無効電力注入演算部 4 4 a においては、系統電圧計測部 3 4 a からの系統電圧の計測値と、系統周波数計測部 3 6 からの系統周波数の計測値と、系統周波数偏差演算部 4 0 からの系統周波数偏差と、を入力し、これらから、条件 (a 1) として系統周波数偏差が所定系統周期数分にわたり連続して一定範囲内となる状態が継続して系統周波数に実質変化が無いが、かつ、条件 (b 1) として系統電圧が予め設定した所定電圧変動範囲内に沿って変化したかという上記 2 条件 (a 1) (b 1) が成立するか否かを判定する。

【 0 0 5 6 】

50

第2無効電力注入演算部44bにおいては、高調波歪計測部34bからの高調波歪の計測値と、系統周波数計測部36からの系統周波数の計測値と、系統周波数偏差演算部40からの系統周波数偏差と、を入力し、これらから、条件(a2)として系統周波数偏差が所定系統周期数分にわたり連続して一定範囲内となる状態が継続して系統周波数に実質変化が無いか、かつ、条件(b2)として高調波歪電圧が予め設定した電圧範囲内に沿って変化したかという上記2条件(a2)(b2)が成立するか否かを判定する。

【0057】

この判定を系統電圧、高調波歪電圧が上昇と下降方向とに分けて図7(a)(b)、図8(a)(b)(c)(d)、図9(a)(b)を参照して説明する。

【0058】

図7(a)(b)は判定条件(a1)(a2)、図8(a)(b)は判定条件(b1)、図8(c)(d)は判定条件(b2)、図9(a)(b)は上記判定条件(a1)(b1)または(a2)(b2)が共に成立する場合の第1、第2無効電力注入判定部44a、44bからの無効電力の注入状態、を示す。

【0059】

また、図7(a)、図8(a)、図8(c)、図9(a)はそれぞれ系統電圧が上昇方向に急変する場合、図7(b)、図8(b)、図8(d)、図9(b)はそれぞれ系統電圧が下降方向に急変する場合を示す。

【0060】

判定条件(a1)(a2)に関して、図7(a)(b)で横方向のT0, T1, T2, T3, T4, T5は上記した系統周期、縦軸は系統周波数偏差である。点線f1は系統周波数偏差が偏差0Hzからプラス(+)側に0.5Hz、f2は系統周波数偏差が偏差0Hzからマイナス(-)側に0.5Hzである。この系統周波数偏差が±0.5Hzの一定範囲(偏差範囲 T = 1.0Hz)内の状態が所定系統周期数分、実施の形態では例えば6系統周期にわたり連続して継続すれば系統周波数に実質変化が無いと判定する。もちろん、上記判定では系統周波数偏差が上記一定範囲内に連続して継続する系統周期の数は6系統周期に限定されず、少なくとも2以上の系統周期でよい。

【0061】

図7(a)で示すように系統電圧、高調波歪電圧が上昇方向に急変する場合には系統周波数偏差が系統周期T1から偏差0Hzからプラス(+)側であり、図7(b)で示すように系統電圧、高調波歪電圧が下降方向に急変する場合には系統周波数偏差が系統周期T1から偏差0Hzからマイナス(-)側である。なお、系統周期ごとに系統周波数偏差を演算するために系統周期と系統周期との間の系統周波数偏差はデジタル的に変化する。また、実施の形態では系統周波数偏差演算部40で系統周期ごとに系統周波数偏差を演算するが、これに限定されない。

【0062】

なお図7(a)(b)では理解のため系統周波数偏差が現在系統周期T0から過去3系統周期以上連続して上記一定範囲内として系統周波数は実質変化していないとして判定条件(a1)(a2)は成立する状態で示している。

【0063】

次に図8(a)(b)(c)(d)を参照して、判定条件(b1)(b2)を説明する。

【0064】

図8(a)(b)は横軸に系統周期、縦軸は系統電圧(V)、図8(c)(d)は横軸に系統周期、縦軸は高調波歪電圧(V)である。実線(Navr), (Mavr)は、現在系統周期T0から3周期前から5周期前までの3系統周期T3, T4, T5の系統電圧の平均値Navr、高調波歪電圧の平均値Mavrを示す線である。N0, N1, N2, N3, N4, N5; M0, M1, M2, M3, M4, M5はそれぞれ系統周期T0, T1, T2, T3, T4, T5それぞれでの系統電圧、高調波歪電圧である。

【0065】

10

20

30

40

50

点線 (N i) は、各系統電圧の変化を示すためにそれらを結ぶ線、点線 (M i) は、各高調波歪電圧の変化を示すためにそれらを結ぶ線である。

【 0 0 6 6 】

図 8 (a) (c) で示すように系統電圧、高調波歪電圧上昇方向での系統電圧、高調波歪電圧変動の判定条件 (b 1) (b 2) は、上記各系統電圧、高調波歪電圧が図 8 (a) (c) 中の網掛け領域 S 1 a、S 1 b 内の電圧であることである。この網掛け領域 S 1 a、S 1 b に関して具体数値による判定条件式を示すと、下記 (1 a) (1 b) である。図 8 (a) (c) 中の黒丸 () 印は、各系統電圧、高調波歪電圧を示す目印である。この判定条件式では、各系統周期 T 0 , T 1 , T 2 , T 3 , T 4 , T 5 ごとの系統電圧 N 0 , N 1 , N 2 , N 3 , N 4 , N 5 ; 各系統周期 T 0 , T 1 , T 2 , T 3 , T 4 , T 5 ごとの高調波歪電圧 M 0 , M 1 , M 2 , M 3 , M 4 , M 5 が、それぞれ、過去複数の系統周期それぞれの系統電圧平均値 N a v r、高調波歪み電圧平均値 M a v r に対して各系統周期 T 0 , T 1 , T 2 , T 3 , T 4 , T 5 ごとに定めた所定電圧変動範囲でもって変化したときに系統電圧、高調波歪電圧が変動したと判定する。これは図 8 (b) (d) でも同様である。

10

【 0 0 6 7 】

この場合、判定条件式 (1 a) (1 b) では、系統電圧 N 0 , N 1 , N 2 , N 3 , N 4 , N 5 のうち、N 0 , N 1 は、系統電圧平均値 N a v r との差、また、高調波歪電圧 M 0 , M 1 , M 2 , M 3 , M 4 , M 5 のうち、M 0 , M 1 は、高調波歪電圧平均値 M a v r との差が、それぞれ他の系統電圧 N 2 , N 3 , N 4 , N 5、高調波歪電圧 M 2 , M 3 , M 4 , M 5 それぞれよりも大きく急増するような系統電圧変化パターン、高調波歪電圧変化パターンを判定条件に含めている。このことにより、単独運転発生が原因とする場合と、そうではない他の原因とを区別できるようにしている。また、系統電圧 N 3 , N 4 , N 5 が系統電圧平均値 N a v r との差が所定電圧変化幅 (- 0 . 5 ~ + 0 . 5 V) 内で推移していたが、系統電圧 N 2 では系統電圧平均値 N a v r との差が、所定電圧 + 0 . 5 を超えて、系統電圧 N 0 , N 1 では所定電圧、実施の形態では系統電圧平均値 N a v r との差 (系統電圧変化幅) は 3 V を超えて、また、高調波歪電圧系統電圧 M 3 , M 4 , M 5 が所定電圧変化幅 (- 0 . 5 ~ + 0 . 5 V) 内で推移していたが、高調波歪電圧 M 2 では高調波歪電圧平均値 M a v r との差が、所定電圧 + 0 . 5 を超えて、高調波歪電圧 M 0 , M 1 では高調波歪電圧平均値 M a v r との差 (高調波歪電圧変化幅) は、所定電圧、実施の形態では 2 V を超えて急増することを判定条件にしている。

20

30

【 0 0 6 8 】

以上から、系統電圧、高調波歪電圧が過去複数の系統周期に沿って予め設定した系統電圧変化パターン、高調波歪電圧変化パターンに対応した変化を呈したときに、単独運転発生に関わる系統電圧変動あり、あるいは高調波変動ありと判定して当該電力系統に無効電力を注入することができる。

【 0 0 6 9 】

また、上記判定を行う第 1、第 2 無効電力注入演算部 4 4 a , 4 4 b それぞれの判定出力を、選択ゲート 4 5 からいずれかを選択出力することが可能であるので、単独運転発生態様に対応する側の判定出力で無効電力を電力系統により高速に注入して単独運転検出することを可能とし、単独運転検出の高速化を図ることができる。

40

$$\begin{aligned} & [(N 0 - N a v r) > 3 V] \text{ and } \\ & [(N 1 - N a v r) > 3 V] \text{ and } \\ & [(N 2 - N a v r) > - 0 . 5 V] \text{ and } \\ & [- 0 . 5 < (N 3 - N a v r) < 0 . 5 V] \text{ and } \\ & [- 0 . 5 < (N 4 - N a v r) < 0 . 5 V] \text{ and } \\ & [- 0 . 5 < (N 5 - N a v r) < 0 . 5 V] \quad \dots (1 a) \end{aligned}$$

$$[(M 0 - M a v r) > 2 V] \text{ and }$$

50

$$\begin{aligned} & \{ (M1 - M_{avr}) > 2V \} \text{ and} \\ & \{ (M2 - M_{avr}) > -0.5V \} \text{ and} \\ & \{ -0.5 < (M3 - M_{avr}) < 0.5V \} \text{ and} \\ & \{ -0.5 < (M4 - M_{avr}) < 0.5V \} \text{ and} \\ & \{ -0.5 < (M5 - M_{avr}) < 0.5V \} \quad \dots (1a) \end{aligned}$$

図8(b)(d)で示すように系統電圧、高調波歪電圧下降方向での系統電圧変動、高調波歪電圧変動の判定条件(b1)(b2)は、上記各系統電圧、高調波歪電圧が図8(b)(d)中の網掛け領域S2a, S2b内の電圧であることである。この網掛け領域S2a, S2bに関して具体数値による判定条件式を示すと、下記式(2a)(2b)である。図8(b)(d)中の黒丸()印は、各系統電圧、高調波歪電圧を示す目印である。図8(b)(d)中の(N_{avr})(N_i)(M_{avr})(M_i)は図8(a)(b)中の(N_{avr})(N_i)(M_{avr})(M_i)に対応する。()書きは、系統電圧の平均値N_{avr}、高調波歪電圧の平均値M_{avr}、系統電圧N0ないしN5、高調波歪電圧M0ないしM5と区別するためである。

10

$$\begin{aligned} & \{ (N0 - N_{avr}) < -3V \} \text{ and} \\ & \{ (N1 - N_{avr}) < -3V \} \text{ and} \\ & \{ (N2 - N_{avr}) < 0.5V \} \text{ and} \\ & \{ -0.5 < (N3 - N_{avr}) < 0.5V \} \text{ and} \\ & \{ -0.5 < (N4 - N_{avr}) < 0.5V \} \text{ and} \\ & \{ -0.5 < (N5 - N_{avr}) < 0.5V \} \quad \dots (2a) \end{aligned}$$

20

$$\begin{aligned} & \{ (M0 - M_{avr}) < -2V \} \text{ and} \\ & \{ (M1 - M_{avr}) < -2V \} \text{ and} \\ & \{ (M2 - M_{avr}) < 0.5V \} \text{ and} \\ & \{ -0.5 < (M3 - M_{avr}) < 0.5V \} \text{ and} \\ & \{ -0.5 < (M4 - M_{avr}) < 0.5V \} \text{ and} \\ & \{ -0.5 < (M5 - M_{avr}) < 0.5V \} \quad \dots (2b) \end{aligned}$$

30

なお、理解のため代表例として各系統周期ごとの系統電圧は上記網掛け領域S1a, S2a内、各系統周期ごとの高調波歪電圧は上記網掛け領域S1b, S2b内に入っていて系統電圧、高調波歪電圧が上昇する場合も下降する場合も系統電圧変動の判定条件(b1)、高調波歪電圧変動の判定条件(b2)を充足するようになっている。

【0070】

判定条件(b1)(b2)は、上記条件式で示すように現在系統周期T0から3周期前から5周期前までの3系統周期T3, T4, T5それぞれの系統電圧平均値N_{avr}、高調波歪電圧平均値M_{avr}に対して過去6周期T0 - T5それぞれの系統電圧、高調波歪電圧がそれぞれの系統周期ごとにいずれも網掛け領域S1a, S1b, S2a, S2b内であるときである。

40

【0071】

第1無効電力注入演算部44aは、上記図7(a)(b)、図8(a)(b)で示すように上記判定条件(a1)(b1)が成立するか否かの判定を行うと共に成立するとの判定により、図9(a)(b)で示すように電力系統に無効電力を注入する制御を行うことができる。

【0072】

第2無効電力注入演算部44bは、上記図7(a)(b)、図8(c)(d)で示すように上記判定条件(a2)(b2)が成立するか否かの判定を行うと共に成立するとの判定により、図9(a)(b)で示すように電力系統に無効電力を注入する制御を行うことができる。

50

【 0 0 7 3 】

図 9 (a) (b) において横軸は、図 7 (a) (b)、図 8 (a) ないし (d) それぞれに対応した系統周期であり、縦軸は無効電力注入演算部 4 4 から位相進み側または位相遅れ側に追加注入する無効電力 (V a r) を示す。実施の形態では図解のため図 9 (a) (b) 中に無効電力 (V a r) の値が位相進み側 2 0 0 V a r、位相遅れ側 2 0 0 V a r が記入されているが、注入無効電力の値を限定する趣旨ではない。

【 0 0 7 4 】

また、現在系統周期 T_0 で判定条件 (a 1) (b 1) ; (a 2) (b 2) が成立すると共に、系統周波数偏差の符号が図 9 (a) では現在系統周期 T_0 ではプラス側、図 9 (b) ではマイナス側になっているので、現在系統周期 0 で系統電圧上昇、高調波歪電圧上昇では位相進み、系統電圧下降、高調波歪電圧下降では位相遅れの無効電力として 2 0 0 V a r を注入している。

10

【 0 0 7 5 】

これは、系統周波数偏差の符号がプラスでは無効電力量注入演算部 4 2 からの無効電力が位相進みで、系統周波数偏差の符号がマイナスでは無効電力量注入演算部 4 2 からの無効電力が位相遅れであるから、加算部 4 6 で無効電力量注入演算部 4 2 からの無効電力と無効電力注入演算部 4 4 a , 4 4 b からの無効電力とが相殺されないように、無効電力量注入演算部 4 2 からの無効電力の位相遅れ進みと、無効電力注入演算部 4 4 a , 4 4 b からの無効電力の位相遅れ進みとを一致させるためである。

【 0 0 7 6 】

以上の説明において、本実施の形態では、図 1 0 で示すように、上記した系統周波数変動型、系統電圧変動型、および高調波変動型三者の単独運転検出系統に対して、以下の単独運転検出方法を提供することができる。

20

【 0 0 7 7 】

すなわち、電力系統への無効電力の注入に関して、まず、ステップ n_0 で、系統周波数計測部 3 6、系統電圧計測部 3 4 a、高調波歪計測部 3 4 b それぞれからの系統周波数、系統電圧、高調波を計測し、それら計測から、ステップ n_1 では、系統周波数偏差演算部 4 0 で系統周波数偏差を演算する。そして、ステップ n_2 で、系統周波数変動型の単独運転検出系統内の無効電力量注入演算部 4 2 で注入無効電力量が演算され、ステップ n_3 で、その演算された量の無効電力が無効電力加算部 4 6 に入力される。ステップ n_3 は、ステップ n_2 での無効電力と、後述するステップ n_6 、 n_8 の一方の無効電力とを加算するステップである。そしてステップ n_4 は、それら加算した無効電力による出力電流制御部 4 8 での出力電流制御である。

30

【 0 0 7 8 】

一方、ステップ n_1 で演算した系統周波数偏差が 0 . 1 H z 以下で、かつ、単独運転状態での電气的変動が系統電圧変動である場合は、無効電力注入方式判定部 4 7 は、系統電圧変動型単独運転検出系統である第 1 無効電力注入演算部 4 4 a からの無効電力を選択するように選択ゲート 4 5 を切り替えることで、ステップ n_5 から、ステップ n_6 に移行し、ステップ n_3 で第 1 無効電力注入演算部 4 4 a からの一定量の無効電力が無効電力加算部 4 6 に入力される。

40

【 0 0 7 9 】

また、ステップ n_1 で演算した系統周波数偏差が 0 . 1 H z 以下であるが、単独運転状態での電气的変動が系統電圧変動でない場合は、ステップ n_7 に移行する。そして、このステップ n_7 で、系統周波数偏差が 0 . 1 H z 以下で、かつ、単独運転状態での電气的変動が高調波変動である場合は、無効電力注入方式判定部 4 7 は、高調波変動型単独運転検出系統である第 2 無効電力注入演算部 4 4 b からの無効電力を選択するように選択ゲート 4 5 を切り替えることで、ステップ n_7 から、ステップ n_8 に移行し、ステップ n_3 で第 2 無効電力注入演算部 4 4 b からの一定量の無効電力が無効電力加算部 4 6 に入力される。

【 0 0 8 0 】

50

そして、単独運転検出時には、上記三者の単独運転検出系統のうち、系統周波数変動型単独運転検出系統からの無効電力と、系統電圧変動型または高調波変動型の単独運転検出系統のうちのいずれか一方の無効電力とを、ステップ n 4 で、出力電流制御部 4 8 からインバータ制御部 2 6 に出力させることとなる。

【 0 0 8 1 】

以上の無効電力の出力形態を、図 1 1 の表を参照して説明する。この表では、系統周波数偏差に基づく無効電力量注入演算部 4 2 から無効電力を注入している場合に、注入無効電力と負荷無効電力とがバランスしているか否か、注入無効電力と負荷無効電力とがバランスしている場合とバランスしていない場合それぞれで分散型電源 1 2 の有効電力と負荷有効電力とがバランスしているか否か、さらに、高調波のあり、なしで、上記三者の単独運転検出系統のどの組み合わせが好ましいかを示す表である。この表で 印は、単独運転検出感度が高く単独運転検出可能、 印は、単独運転検出感度が低い単独運転検出可能、 × 印は、単独運転検出感度が無く単独運転検出不可能であることを示す。

10

【 0 0 8 2 】

すなわち、系統周波数変動型では、無効電力がバランスしていない領域のすべてにわたり、 印であり、無効電力量がバランスしている領域のすべてにわたり、 印である。

【 0 0 8 3 】

系統電圧変動型では、有効電力がバランスしていない領域のすべてで 印であり、有効電力がバランスしている領域のすべてで × 印である。

【 0 0 8 4 】

高調波変動型では、高調波ありのすべてで 印であり、高調波なしのすべてで × 印である。

20

【 0 0 8 5 】

図 1 1 では、結局、上記三者の単独運転検出系統を組み合わせることで、無効電力、有効電力のすべてのバランス状態において、単独運転検出が可能であり、また、無効電力量がバランスし、有効電力もバランスし、高調波なしの場合の単独運転検出状態でも、系統周波数変動型の単独運転検出系統により、単独運転検出が可能である。

【 0 0 8 6 】

そして、上記三者の単独運転検出系統から無効電力を注入するのではなく、電力系統への影響を軽減するために、系統周波数変動型の単独運転検出系統一者単独による単独運転検出のための無効電力量注入、あるいは、系統周波数変動型の単独運転検出系統と、系統周波数変動型または高調波変動型の単独運転検出系統のいずれか一方との二者で単独運転検出のための無効電力の注入を行うので、電力系統に対する影響を極力軽減しつつ広範囲の単独運転状態に対して単独運転検出を良好な感度で行うことができる。

30

【 0 0 8 7 】

図 1 2、図 1 3 を参照して本発明の他の実施の形態を説明する。この実施の形態では、選択ゲート 4 9 により、上記三者のいずれか 1 つを選択するものである。図 1 3 のステップ n 9 で、系統周波数偏差が 0 . 1 H z 以下でなければ、ステップ n 2 に進み、系統周波数偏差が 0 . 1 H z 以下であれば、ステップ n 5 ' 以降に進むものである。したがって、図 1 0 のステップ n 5 は、図 1 3 のステップ n 9 と n 5 '、図 1 0 のステップ n 7 は図 1 3 のステップ n 9 と n 7 ' と同等である。したがって、この実施の形態の場合でも、図 1 1 の表から、電力系統に対する影響を極力軽減しつつ広範囲の単独運転状態に対して単独運転検出を良好な感度で行うことができる。

40

【 0 0 8 8 】

本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した範囲内で、種々な変更ないしは変形を含むものである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 9 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明の実施の形態に係る単独運転検出方法が適用される分散型電源システムの構成を示す図である。

50

【図 2】図 2 は、図 1 の制御装置の機能ブロック図である。

【図 3】図 3 は周期偏差を演算の説明に供する図である。

【図 4】図 4 は周期偏差対無効電力量との関係を示す図である。

【図 5】図 5 は本発明の実施の形態に係る単独運転検出方法が適用される他の分散型電源システムの構成を示す図である。

【図 6】図 6 は各系統周期ごとの系統電圧、高調波歪電圧と 3 周期分の系統電圧、高調波歪電圧の平均値との説明に用いる図である。

【図 7】図 7 (a) は系統電圧、高調波歪電圧が上昇側に急変する場合に系統周波数変化が判定条件 (a 1) (a 2) を充足するか否かの説明に用いる図、図 7 (b) は系統電圧、高調波歪電圧が下降側に急変する場合に系統周波数変化が判定条件 (a 1) (a 2) を充足するか否かの説明に用いる図である。

10

【図 8】図 8 (a) は系統電圧が上昇側に急変する場合の系統電圧変化が判定条件 (b 1) を充足するか否かの説明に用いる図、図 8 (b) は系統電圧が下降側に急変する場合の系統電圧変化が判定条件 (b 1) を充足するか否かの説明に用いる図、図 8 (c) は高調波歪電圧が上昇側に急変する場合の高調波歪電圧変化が判定条件 (b 2) を充足するか否かの説明に用いる図、図 8 (d) は高調波歪電圧が下降側に急変する場合の高調波歪電圧変化が判定条件 (b 2) を充足するか否かの説明に用いる図である。

【図 9】図 9 (a) は系統電圧、高調波歪電圧が上昇側に急変する場合の無効電力注入の説明に用いる図、図 9 (b) は系統電圧、高調波歪電圧が下降側に急変する場合の無効電力注入の説明に用いる図である。

20

【図 10】図 10 は実施の形態の動作説明に関わるフローチャートである。

【図 11】図 11 は上記フローチャートに対応する系統周波数変動型、系統電圧変動型、高調波変動型三者の単独運転検出系統における無効電力バランス、有効電力バランス、高調波あり、なしでの単独運転検出状態を示す表図である。

【図 12】図 12 は他の実施の形態に関わる制御装置の機能ブロック図である。

【図 13】図 13 は他の実施の形態の動作説明に関わるフローチャートである。

【図 14】図 14 は、分散型電源の多数台連系のイメージ図である。

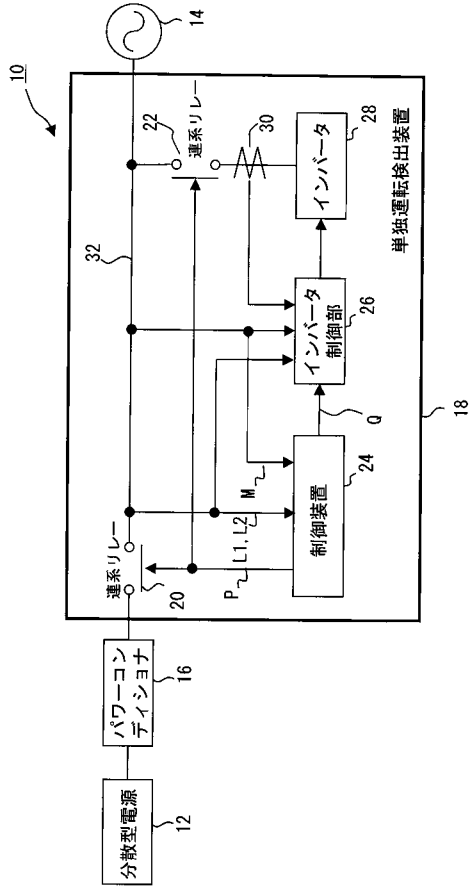
【符号の説明】

【 0 0 9 0 】

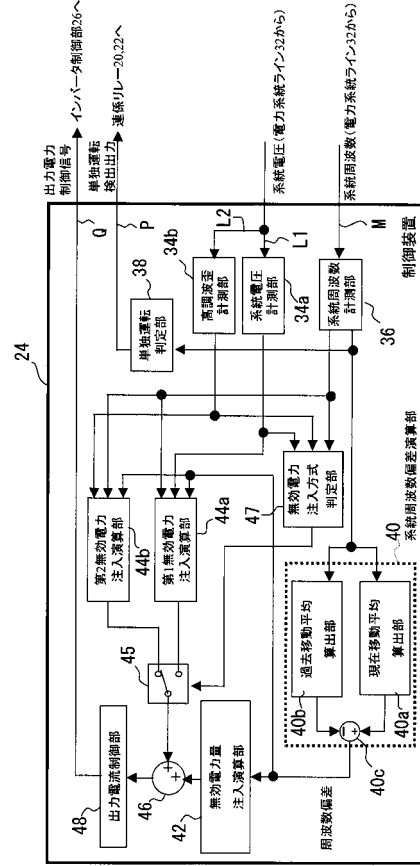
- 1 0 分散型電源システム
- 1 2 分散型電源
- 1 4 電力系統
- 1 6 パワーコンディショナ
- 1 8 単独運転検出装置
- 2 0 , 2 2 連系リレー
- 2 4 制御装置
- 2 6 インバータ制御部
- 2 8 インバータ

30

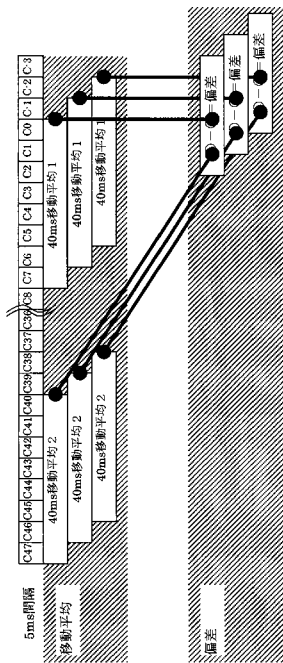
【図1】



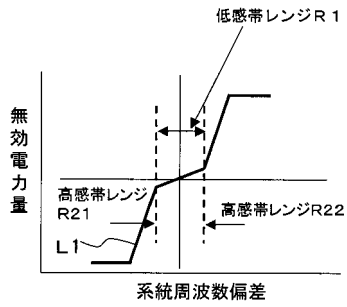
【図2】



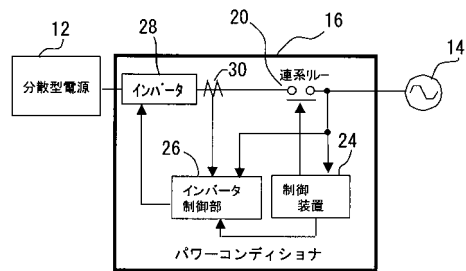
【図3】



【図4】



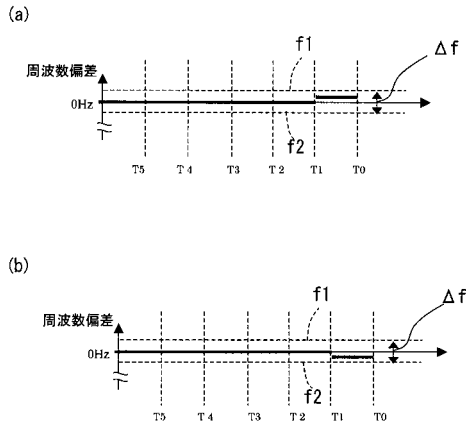
【図5】



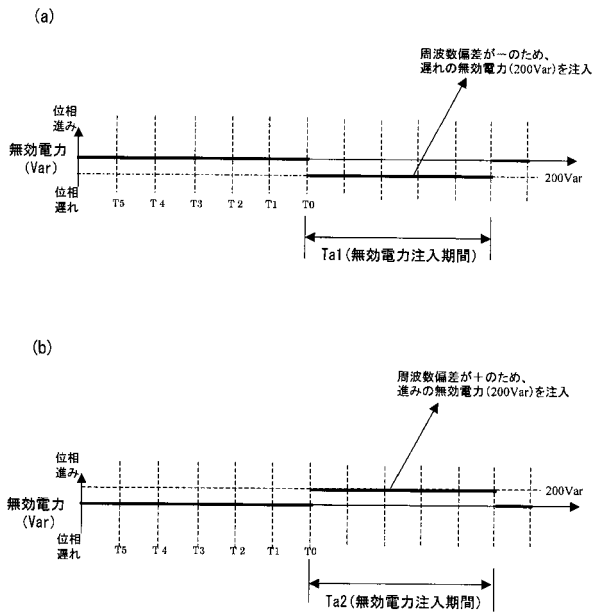
【図6】

T13	T12	T11	T10	T9	T8	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1	T0	系統周期
								N5	N4	N3	N2	N1	N0	系統電圧
								M5	M4	M3	M2	M1	M0	総合高調波歪電圧
								Navr						
								Mavr						

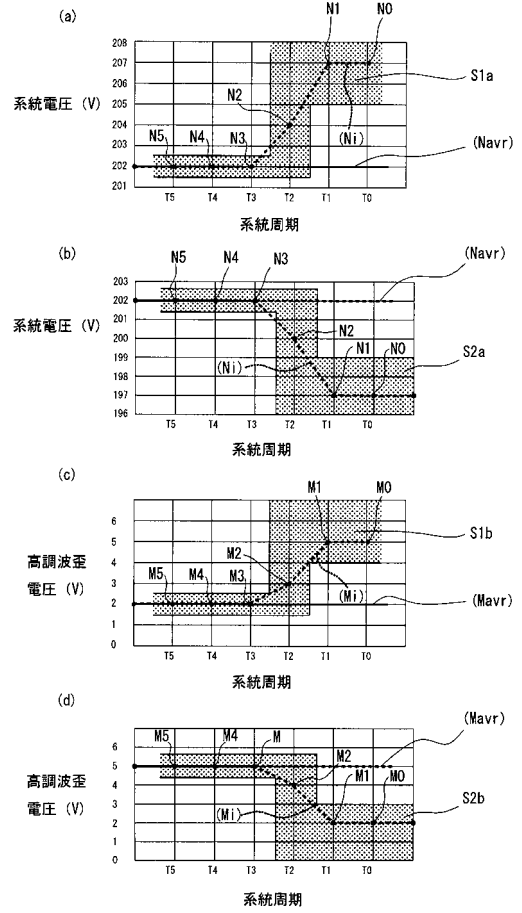
【図7】



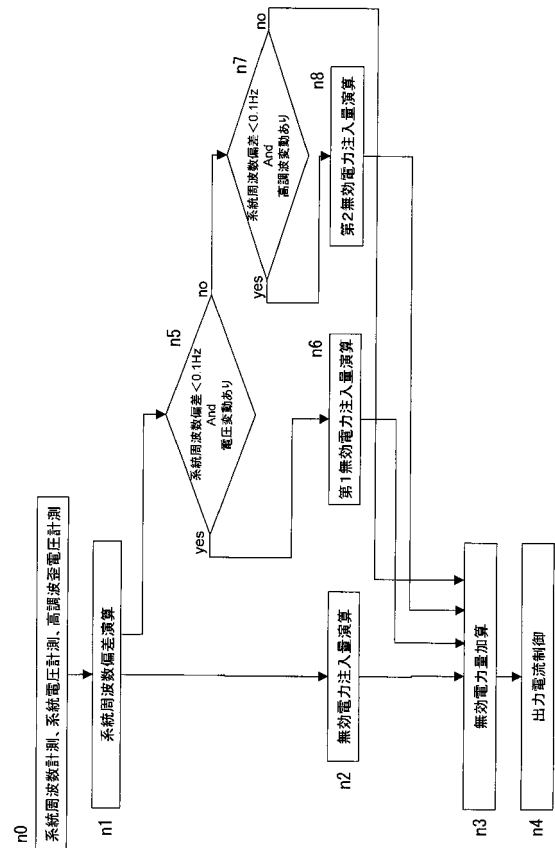
【図9】



【図8】



【図10】

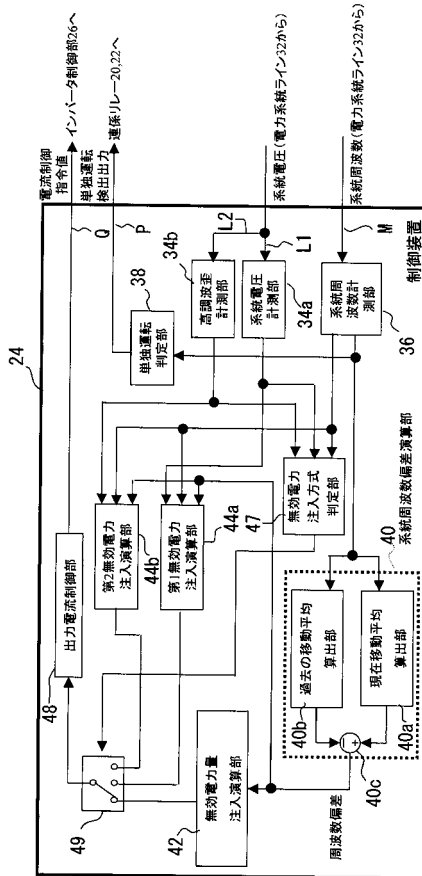


【図 1 1】

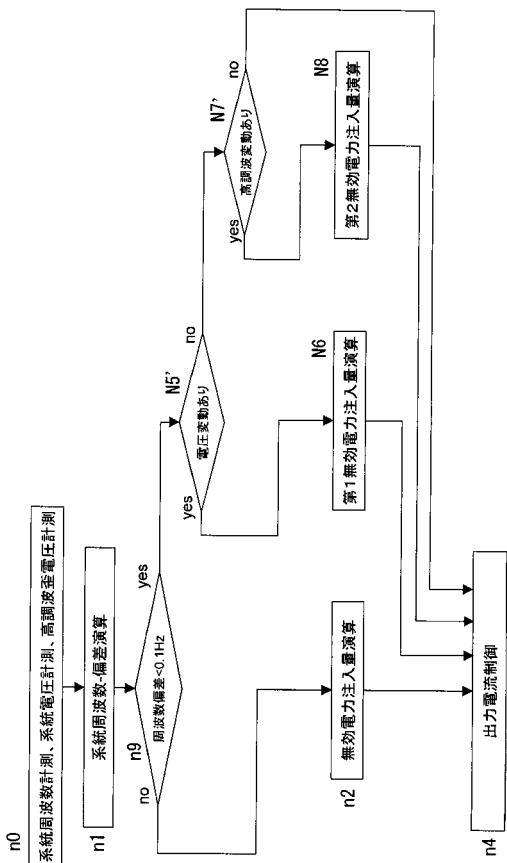
	無効電力がバランスしていない		無効電力がバランスしている	
	有効電力がバランスしていない	有効電力がバランスしている	有効電力がバランスしていない	有効電力がバランスしている
系統周波数変動型	高調波あり	高調波なし	高調波あり	高調波なし
系統電圧変動型	高調波なし	高調波あり	高調波なし	高調波あり
高調波変動型	○	○	○	○
	○	○	○	○
	○	○	○	○

○・・・単独運転検出可能(高感帯)
 △・・・単独運転検出可能(低感帯)
 ×・・・単独運転検出不可(不感帯)

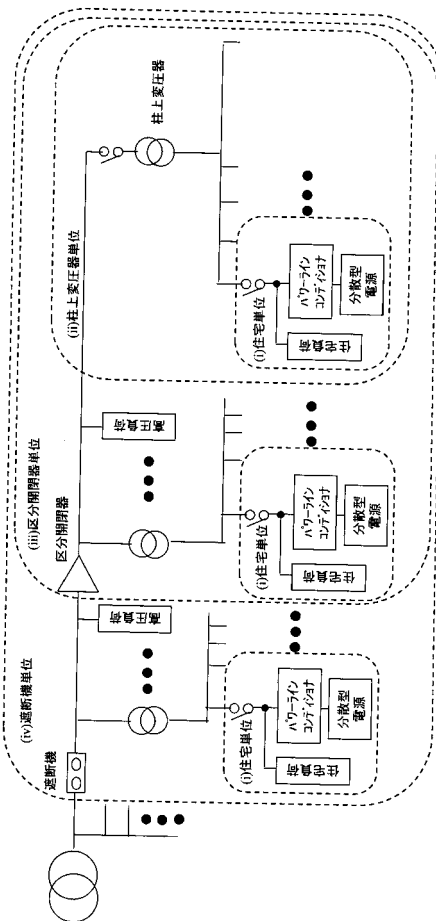
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

審査官 石川 晃

(56)参考文献 特開2003-180036(JP,A)
特開2006-262557(JP,A)
特開2007-202266(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02J 3/38