

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4872826号
(P4872826)

(45) 発行日 平成24年2月8日(2012.2.8)

(24) 登録日 平成23年12月2日(2011.12.2)

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

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2007-168421 (P2007-168421)	(73) 特許権者	000002945
(22) 出願日	平成19年6月27日 (2007.6.27)		オムロン株式会社
(65) 公開番号	特開2009-11037 (P2009-11037A)		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1月15日 (2009.1.15)		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	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
		(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
			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無効電力を電力系統に注入する単独運転検出方法において、

系統周波数が過去複数の系統周期にわたり実質変化が無い状態のときに系統電圧が変動したときに当該電力系統に無効電力を注入し、

系統電圧が過去複数の系統周期それぞれの系統電圧の平均値に対して各系統周期ごとの系統電圧が各系統周期ごとに定めた所定電圧変動幅をもって変化したときに系統電圧が変動したと判定する、ことを特徴とする単独運転検出方法。

【請求項2】

系統周波数偏差が過去複数の系統周期にわたり連続して一定範囲内となる状態が継続したときに系統周波数に実質変化が無いと判定する、ことを特徴とする請求項1に記載の単独運転検出方法。

【請求項3】

単独運転検出のため所定系統周期内での系統周波数偏差に基づいて演算された電力量の無効電力を電力系統に注入することを前提として、系統周波数が過去複数の系統周期にわたり実質変化が無い状態のときに系統電圧が変動したときに当該電力系統に無効電力を追加で注入する、ことを特徴とする請求項1または2に記載の単独運転検出方法。

【請求項4】

上記追加の無効電力の位相進み遅れが上記系統周波数偏差に基づいて注入している無効

電力の位相進み遅れと一致している、ことを特徴とする請求項 3 に記載の単独運転検出方法。

【請求項 5】

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、

電力系統の電圧を計測する系統電圧計測部と、電力系統の系統周波数を計測する系統周波数計測部と、この系統周波数計測部の計測値から単独運転判定を行い電力系統との連系リレーをオンオフする単独運転判定部と、系統周波数計測部の計測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、この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演算部と、系統周波数偏差および系統電圧に基づいて無効電力を注入する制御を行う無効電力注入判定部とを備え、

系統周波数が過去複数の系統周期にわたり実質変化が無い状態のときに系統電圧が変動したときに当該電力系統に無効電力を注入し、

系統電圧が過去複数の系統周期それぞれの系統電圧の平均値に対して各系統周期ごとの系統電圧が各系統周期ごとに定めた所定電圧変動幅をもって変化したときに系統電圧が変動したと判定する、ことを特徴とする制御装置。

【請求項 6】

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 5 に記載の制御装置を備えた、ことを特徴とする単独運転検出装置。

【請求項 7】

分散型電源と、この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とを備える分散型電源システムにおいて、この単独運転検出装置が請求項 6 に記載の単独運転検出装置である、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】

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を検出する単独運転検出方法、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。

【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。

【0003】

図 10 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 10 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。

【0004】

このような単独運転を検出する方式の 1 つに、系統周波数偏差に基づいて電力系統に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力変動を引き起し、この電力変動を検出して、分散型電源の単独運転を検出する電力変動方式が既に提案されて

10

20

30

40

50

いる。

【 0 0 0 5 】

しかしながら、系統周波数偏差に基づいて電力系統に無効電力を注入する単独運転検出方法では、系統周波数偏差が少ない場合は、単独運転検出装置から無効電力を注入も少なく、単独運転が継続していることがある。

【 0 0 0 6 】

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 0 2 - 1 4 4 6 1 5 号公報

【特許文献 2】特開平 0 8 - 9 8 4 1 1 号公報

【特許文献 3】特許 3 3 9 7 9 1 2 号公報

【特許文献 4】特許 3 4 2 4 4 4 3 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

本出願人は上記単独運転の継続の原因について鋭意研究した結果、分散型電源の出力無効電力と負荷無効電力とがバランスしているために、単独運転になっても、系統周波数偏差が少ないため、上記注入した無効電力も少なく、電力変動が引き起こされなくなり、結果として単独運転検出されずに単独運転状態が継続されてしまうことを究明することができるに至った。

【 0 0 0 8 】

そこで本発明により解決すべき課題は、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ときにも、単独運転を確実に検出することができるようにすることである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

(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無効電力を電力系統に注入する単独運転検出方法において、系統周波数が過去複数の系統周期にわたり実質変化が無い状態のときに系統電圧が変動したときに当該電力系統に無効電力を注入し、系統電圧が過去複数の系統周期それぞれの系統電圧の平均値に対して各系統周期ごとの系統電圧が各系統周期ごとに定めた所定電圧変動幅をもって変化したときに系統電圧が変動したと判定することを特徴とするものである。

【 0 0 1 0 】

無効電力が分散型電源側と負荷側とでバランスしている一方で、有効電力が分散型電源側と負荷側とでバランスしていないときに、単独運転状態になると、系統周波数に実質変化が無いが、系統電圧が変動する。本発明はそのことを利用したものであり、まず第 1 に系統周波数が過去複数の系統周期にわたり実質変化が無いこと、つぎに第 2 に、単独運転発生時には系統電圧が変動するという 2 つの条件が成立したときに、無効電力を注入することにより上記無効電力に関しての上記バランス状態を積極的に崩すことにより、結果として、電力系統に電力変動が引き起こされ、単独運転を確実に検出することができるようになる。

【 0 0 1 1 】

本発明は好ましくは系統周波数偏差が過去複数の系統周期にわたり連続して一定範囲内となる状態が継続したときに系統周波数に実質変化が無いと判定する。

【 0 0 1 3 】

本発明は好ましくは単独運転検出のため所定系統周期内での系統周波数偏差に基づいて演算された電力量の無効電力を電力系統に注入することを前提として、系統周波数が過去複数の系統周期にわたり実質変化が無い状態のときに系統電圧が変動したときに当該電力系統に無効電力を追加で注入することである。

【 0 0 1 4 】

10

20

30

40

50

こうした場合、注入する無効電力が負荷無効電力と等しくバランスしているときは、そのバランス状態を崩して確実に単独運転検出のための無効電力を注入することができる。

【0015】

本発明は好ましくは上記追加の無効電力の位相進み遅れが上記注入する無効電力の位相進み遅れと一致していることである。

【0016】

こうした場合、上記両無効電力の位相遅れ進みが一致していることにより当該両無効電力同士が相殺されずに済んで好ましい。

【0017】

(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、電力系統の電圧を計測する系統電圧計測部と、電力系統の系統周波数を計測する系統周波数計測部と、この系統周波数計測部の計測値から単独運転判定を行い電力系統との連系リレーをオンオフする単独運転判定部と、系統周波数計測部の計測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、この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演算部と、系統周波数偏差および系統電圧に基づいて無効電力を注入する制御を行う無効電力注入判定部とを備え、系統周波数が過去複数の系統周期にわたり実質変化が無い状態のときに系統電圧が変動したときに当該電力系統に無効電力を注入し、系統電圧が過去複数の系統周期それぞれの系統電圧の平均値に対して各系統周期ごとの系統電圧が各系統周期ごとに定めた所定電圧変動幅でもって変化したときに系統電圧が変動したと判定する、ことを特徴とする。

【0018】

(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、上記制御装置を備えた、ことを特徴とする。

【0019】

(4) 本発明による分散型電源システムは、分散型電源と、この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とを備える分散型電源システムにおいて、この単独運転検出装置が請求項5に記載の単独運転検出装置である、ことを特徴とする。

【0020】

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。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、無効電力がバランスしているときでも、分散型電源の単独運転を確実に検出することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

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。

【0023】

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

10

20

30

40

50

の負荷等に供給するものである。

【 0 0 2 4 】

単独運転検出装置 1 8 は、連系リレー 2 0 , 2 2 と、制御装置 2 4 と、インバータ制御部 2 6 と、インバータ 2 8 と、電流検出器 3 0 とを備える。

【 0 0 2 5 】

制御装置 2 4 は、主としてマイクロコンピュータにより構成されたものであり、入力線 L , M それぞれを通じて電力系統ライン 3 2 に接続して電力系統 1 4 の系統電圧、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 2 0 , 2 2 に単独運転検出出力を出力することにより連系リレー 2 0 , 2 2 をオフすると共にインバータ制御部 2 6 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している。

10

【 0 0 2 6 】

そして制御装置 2 4 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かつ系統電圧が所定電圧変動幅を超える変化でもって急変したという条件が成立か否かを判定し、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追加で無効電力を注入する制御を行う。

【 0 0 2 7 】

20

制御装置 2 4 をマイクロコンピュータ以外のハードウェアで構成することもできる。この制御装置 2 4 をマイクロコンピュータで構成した場合、制御装置 2 4 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ソフトウェア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 2 0 , 2 2 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 2 6 に対する各種指令である電流制御指令値を出力している。

【 0 0 2 8 】

実施の形態では、説明の理解のため、制御装置 2 4 にマイクロコンピュータを内蔵させそのマイクロコンピュータのソフトウェアプログラムにより以下に説明する機能を実行している。図 2 はそのマイクロコンピュータの機能構成を示す。

30

【 0 0 2 9 】

図 2 を参照して制御装置 2 4 の機能を詳細に説明する。制御装置 2 4 は、電力系統ライン 3 2 から入力線 L 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 3 4 と、電力系統ライン 3 2 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 3 6 と、この系統周波数計測部 3 6 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 2 0 , 2 2 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 3 8 と、系統周波数計測部 3 6 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 4 0 と、この系統周波数偏差演算部 4 0 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演算部 4 2 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かつ、かつ、系統電圧が所定電圧変動幅を超える変化でもって急変したとき無効電力を追加注入する制御を行う無効電力注入判定部 4 4 と、無効電力量演算部 4 2 からの演算無効電力と無効電力注入判定部 4 4 からの追加無効電力とを加算する加算部 4 6 と、加算部 4 6 の出力に応じて出力電流制御信号をインバータ制御部 2 6 へ出力線 Q を通じて出力する出力電流制御部 4 8 と、を備える。

40

【 0 0 3 0 】

系統周波数偏差演算部 4 0 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

50

算出部 40 a 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 40 b 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 40 c とを備える。

【0031】

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 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。

【0032】

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。

10

【0033】

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。

【0034】

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。

20

【0035】

無効電力量演算部 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 42 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。

30

【0036】

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。

40

【0037】

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。

【0038】

実施の形態では系統電圧計測部 34 と、無効電力注入判定部 44 と、を備えたことを特徴とするものである。以下に説明する。

【0039】

50

系統電圧計測部 34 では、図 6 で示すように、各系統周期 $N_0 \dots$ ごとに系統電圧 N_0 を計測する。図 6 で「 T_0 」, 「 T_1 」, 「 T_2 」, ..., 「 T_{13} 」は系統周期であり、「 N_0 」, 「 N_1 」, 「 N_2 」, 「 N_3 」, 「 N_4 」, 「 N_5 」は、それぞれの系統周期での系統電圧である。 N_0 は現在の系統周期 T_0 での系統電圧、 N_1 は系統周期 T_1 での系統電圧、...、 N_5 は系統周期 T_5 での系統電圧である。 N_{avr} 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の平均値である。もちろん、この系統電圧の平均値 N_{avr} 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。

【0040】

無効電力注入判定部 44 においては、系統電圧計測部 34 からの系統電圧の計測値と、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 (a) 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 (b) として系統電圧が所定電圧変動幅を超える変化でもって急変したかという上記 2 条件 (a) (b) が成立するか否かを判定する。

10

【0041】

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

【0042】

また、図 7 (a)、図 8 (a)、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 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。

20

【0043】

判定条件 (a) に関して、図 7 (a) (b) で横方向の $T_0, T_1, T_2, T_3, T_4, T_5$ は上記した系統周期、縦軸は系統周波数偏差である。点線 a_1 は系統周波数偏差が偏差 0 Hz からプラス (+) 側に 0.5 Hz 、 a_2 は系統周波数偏差が偏差 0 Hz からマイナス (-) 側に 0.5 Hz である。この系統周波数偏差が $\pm 0.5 \text{ Hz}$ の一定範囲 (偏差範囲 $f = 1.0 \text{ Hz}$) 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。

30

【0044】

ただし、プラス (+) 側に 0.5 Hz 、マイナス (-) 側に 0.5 Hz については、一例でありこれに限定するものではない。

【0045】

図 7 (a) で示すように系統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 T_1 から偏差 0 Hz からプラス (+) 側であり、図 7 (b) で示すように系統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 T_1 から偏差 0 Hz からマイナス (-) 側である。

【0046】

40

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。

【0047】

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 T_0 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 (a) は成立する状態で示している。

【0048】

次に図 8 (a) (b) を参照して、判定条件 (b) を説明する。

【0049】

50

図8(a)(b)は横軸に系統周期、縦軸は系統電圧(V)である。実線a3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を示す線である。N0, N1, N2, N3, N4, N5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である。点線a4は、各系統電圧N0, N1, N2, N3, N4, N5の変化を示すためにそれらを結ぶ線である。

【0050】

図8(a)で示すように系統電圧上昇方向での系統電圧変動の判定条件(b)は、上記各系統電圧N0, N1, N2, N3, N4, N5が図8(a)中の網掛け領域S1内の電圧であることである。この網掛け領域S1に関して具体数値による判定条件式を示すと、下記(1)である。

【0051】

ただし、式(1)は、一例でありこれに限定するものではない。

【0052】

図8(a)中の黒丸()印は、各系統電圧を示す目印である。この判定条件式では、各系統周期T0, T1, T2, T3, T4, T5ごとの系統電圧N0, N1, N2, N3, N4, N5が過去複数の系統周期それぞれの系統電圧の平均値Navrに対して各系統周期T0, T1, T2, T3, T4, T5ごとの系統電圧N0, N1, N2, N3, N4, N5が各系統周期ごとに定めた所定電圧変動幅でもって変化したときに系統電圧が変動したと判定する。これは図8(b)でも同様である。

【0053】

$$\begin{aligned} & \{ (N0 - Navr) > 3V \} \text{ and} \\ & \{ (N1 - Navr) > 3V \} \text{ and} \\ & \{ (N2 - Navr) > -0.5V \} \text{ and} \\ & \{ -0.5 < (N3 - Navr) < 0.5V \} \text{ and} \\ & \{ -0.5 < (N4 - Navr) < 0.5V \} \text{ and} \\ & \{ -0.5 < (N5 - Navr) < 0.5V \} \quad \dots (1) \end{aligned}$$

図8(b)で示すように系統電圧下降方向での系統電圧変動の判定条件(b)は、上記各系統電圧N0, N1, N2, N3, N4, N5が図8(b)中の網掛け領域S2内の電圧であることである。この網掛け領域S2に関して具体数値による判定条件式を示すと、下記(2)である。

【0054】

ただし、式(2)は、一例でありこれに限定するものではない。

【0055】

図8(b)中の黒丸()印は、各系統電圧を示す目印である。

【0056】

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

実施の形態では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S1, S2内に入っていて系統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(b)を充足するようにしている。この判定条件(b)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Navrに対して過去6周期T0 - T5それぞれの系統電圧がそれぞれの系統周期ごとにいずれも網掛け領域S1, S2内であるときである。

【0057】

無効電力注入判定部44は、上記図7(a)(b)、図8(a)(b)で示すように上記判定条件(a)(b)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、

10

20

30

40

50

図9(a)(b)で示すように電力系統に追加無効電力を注入する制御を行う。図9(a)(b)において横軸は、図7(a)(b)、図8(a)(b)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判定部44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(Var)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(Var)の値が位相進み側200Var、位相遅れ側200Var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。

【0058】

この実施の形態では、現在系統周期T0で判定条件(a)(b)が成立すると共に、系統周波数偏差が図9(a)では現在系統周期T0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で系統電圧上昇では位相進み、系統電圧下降では位相遅れの無効電力として200Varを注入している。これは、系統周波数偏差がプラスでは無効電力量演算部42からの無効電力が位相進みで、系統周波数偏差がマイナスでは無効電力量演算部42からの無効電力が位相遅れであるから、加算部42で無効電力量演算部42からの無効電力と無効電力注入判定部44からの無効電力とが相殺されないように、無効電力量演算部42からの無効電力の位相遅れ進みと、無効電力注入判定部44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。

【0059】

なお、図9(a)、図9(b)のいずれも1系統周期が20m秒とした場合、無効電力の注入期間Ta1、Ta2は共に100m秒となっているが、この注入期間Ta1、Ta2に限定されない。注入期間Ta1、Ta2は100m秒以上、200m秒以下が電力系統ライン32に電力変動を引き起こし易く、また、単独運転検出を高速で行ううえで好ましい。

【0060】

なお、実施の形態では系統電圧が上昇側に急変する場合と下降側に急変する場合で説明したが、いずれの側に急変しても判定条件(b)を満たすことに限定するものではなく、いずれか一方側に急変する場合のみを判定条件(b)、またはいずれか他方側に急変する場合のみを判定条件(b)を満たすこととしてもよい。

【0061】

以上から無効電力量演算部42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、分散型電源12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を判定条件(a)(b)で判定し、両判定条件(a)(b)が共に成立した場合に、無効電力注入判定部44からは無効電力量演算部42からの注入無効電力と進み遅れの位相を合わせた無効電力を注入し、これによって、インバータ制御部26には電力系統ライン32に電力変動を起こすための電流制御指令値を入力することができる結果、電力系統ライン32が単独運転時には電力変動を引き起こされ、単独運転を検出することができるようになる。

【0062】

以上説明したように実施の形態では、分散型電源12が電力系統14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方法において、系統周波数が過去複数の系統周期にわたり実質変化が無い状態のときに系統電圧が変動したときに当該電力系統に無効電力を注入するようにしたから、無効電力が分散型電源12側と図外の負荷側とでバランスしている状態を崩すことができる結果、単独運転を確実に検出することができるようになる。

【0063】

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】

【0064】

【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。

10

20

30

40

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と 3 周期分の系統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) を充足するか否かの説明に用いる図、図 7 (b) は系統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) 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) 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) 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。

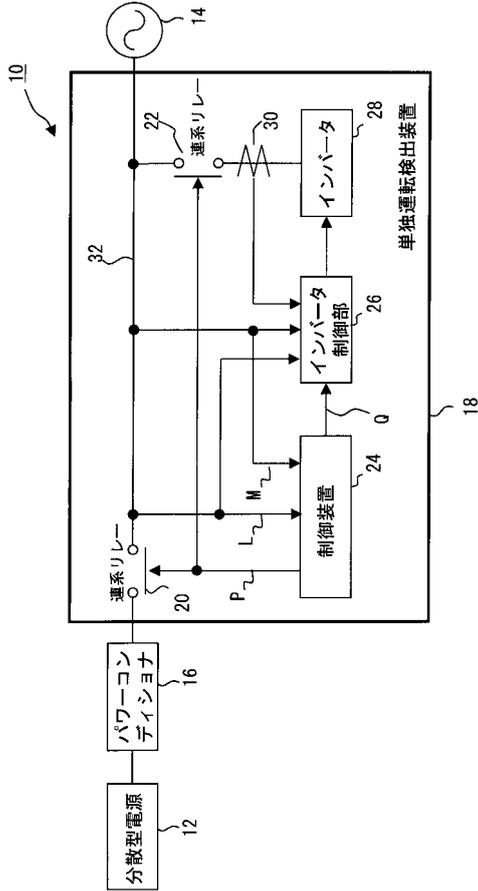
【図 10】図 10 は、分散型電源の多数台連系のイメージ図である。

【符号の説明】

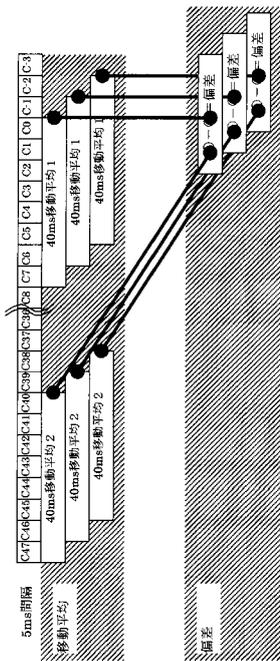
【 0 0 6 5 】

1 0	分散型電源システム	20
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	
3 4	系統電圧計測部	
3 6	系統周波数計測部	
3 8	単独運転判定部	
4 0	系統周波数偏差演算部	30
4 2	無効電力量演算部	
4 4	無効電力注入判定部	
4 6	加算部	
2 6	インバータ制御部	
2 8	インバータ	

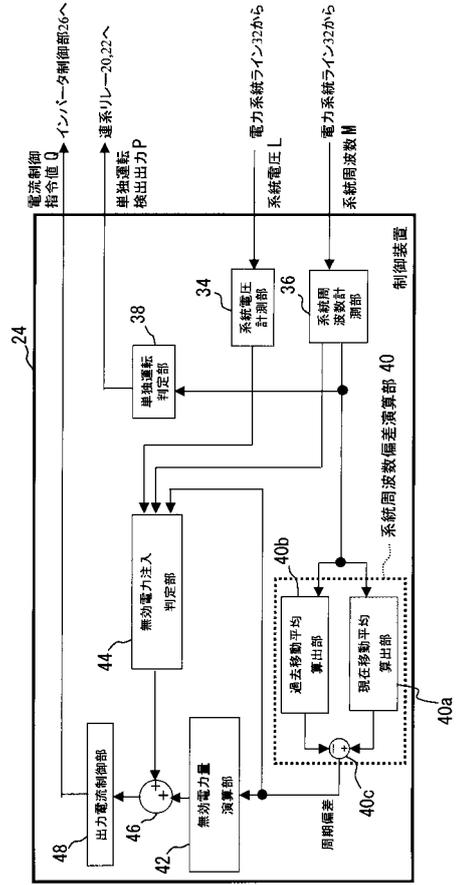
【図1】



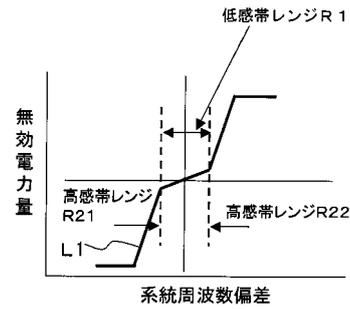
【図3】



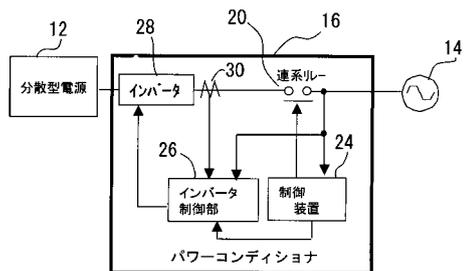
【図2】



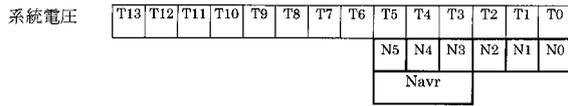
【図4】



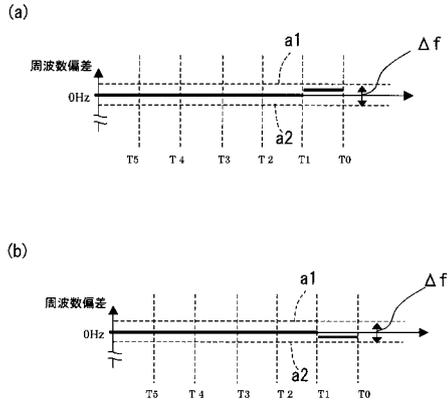
【図5】



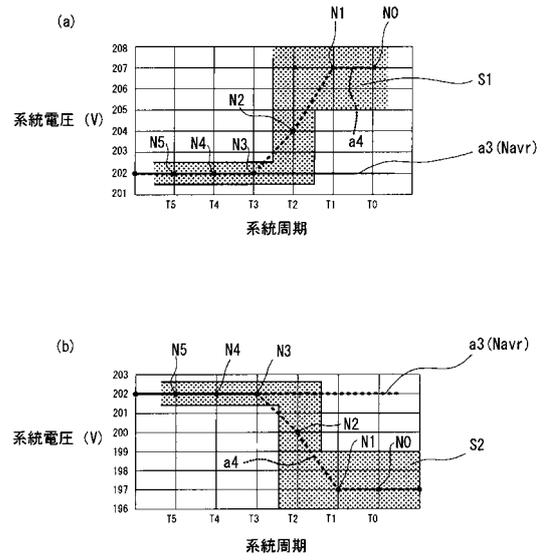
【図6】



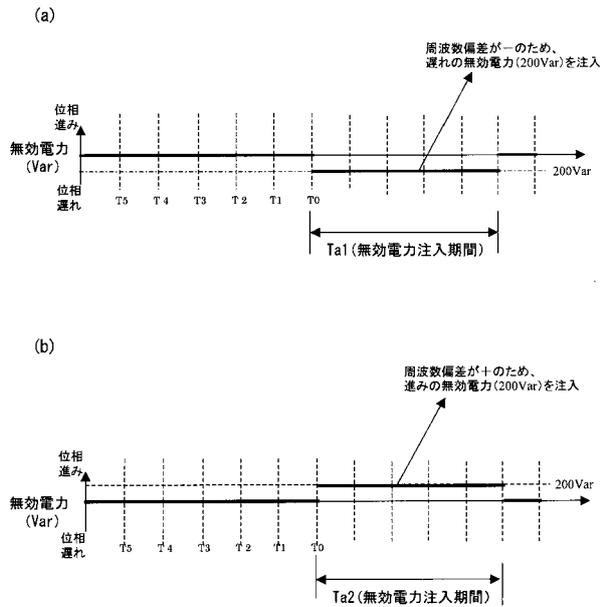
【図7】



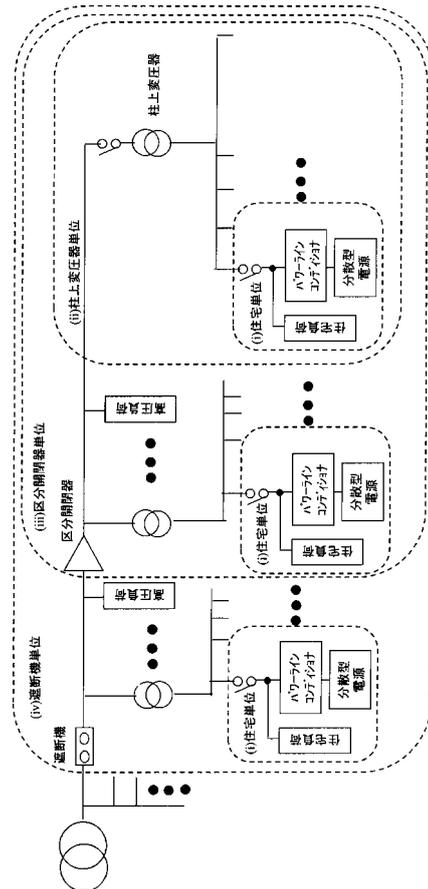
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

審査官 石川 晃

- (56)参考文献 特開平08 - 051724 (JP, A)
特開2002 - 281673 (JP, A)
特開平08 - 070534 (JP, A)
特開2000 - 358331 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02J 3/38