

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4365332号  
(P4365332)

(45) 発行日 平成21年11月18日(2009.11.18)

(24) 登録日 平成21年8月28日(2009.8.28)

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

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2005-41367 (P2005-41367)	(73) 特許権者	000000284
(22) 出願日	平成17年2月17日 (2005.2.17)		大阪瓦斯株式会社
(65) 公開番号	特開2006-230115 (P2006-230115A)		大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
(43) 公開日	平成18年8月31日 (2006.8.31)	(74) 代理人	100075557
審査請求日	平成20年1月9日 (2008.1.9)		弁理士 西教 圭一郎
		(72) 発明者	中井 裕二
			大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
			大阪瓦斯株式会社内
		審査官	石川 晃

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発電設備の単独運転検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数台の発電設備を含み、各発電設備は、  
 発生電力を商用交流電力系統に連系し、変動信号を受信して発生電力を変動する発電手段と、

変動信号を発生して発電手段に与え、発生電力の変動の状態によって単独運転を検出する単独運転検出手段と、

稼働中の発電設備のうちの1台を代表機として選定する代表機選定手段と、

代表機選定手段によって代表機として選定されたとき、単独運転検出手段を動作させ、代表機として選定されないとき、単独運転検出手段を停止させる動作指示手段と、

稼働中の台数および出力容量のうち少なくとも一方を計数する計数手段とを含み、

単独運転検出手段は、代表機選定手段によって代表機として選定されたとき、計数手段によって計数された稼働台数および出力容量に基づいて、変動信号の値を決定して発生することを特徴とする発電設備の単独運転検出装置。

【請求項2】

各発電設備の出力容量は、等しく、

計数手段が稼働中の発電設備の台数を計数するとき、

単独運転検出手段が発生する変動信号の値Bを、単一機の発電設備の変動信号の値をB1とし、計数された稼働中の発電設備の台数をNとし、Aを予め定める値であって、 $0 < A < 1$  とするとき、

$$B = B_1 \cdot N \cdot A$$

に設定することを特徴とする請求項1記載の発電設備の単独運転検出装置。

【請求項3】

計数手段が稼働中の発電設備の合計の出力容量および代表機の出力容量を計数するとき

、  
単独運転検出手段が発生する変動信号の値Bを、代表機の変動信号の値を $B_i$ とし、計数された稼働中の発電設備の合計の出力容量をPとし、代表機の出力容量 $P_i$ とし、Aを予め定める値であって、 $0 < A < 1$ とするとき、

$$B = B_i \cdot (P / P_i) \cdot A$$

に設定することを特徴とする請求項1記載の発電設備の単独運転検出装置。

10

【請求項4】

単独運転検出手段は、

直流電力を交流電力に変換して商用交流電力系統に逆潮流するインバータを含み、

このインバータは、変動信号によって発生電力を変動して出力することを特徴とする請求項1～3のうちの1つに記載の発電設備の単独運転検出装置。

【請求項5】

発電手段は、

同期発電機と、

この同期発電機の界磁電流を調整する自動電圧調整器とを含み、

単独運転検出手段は、変動信号を自動電圧調整器に与えて無効電力を変動することを特徴とする請求項1～4のうちの1つに記載の発電設備の単独運転検出装置。

20

【請求項6】

代表機選定手段は、

全ての発電設備に、順次的な識別番号を予め付与しておき、

稼働中の発電設備が有する識別番号のうち、予め定める順位の識別番号を有する発電設備を、代表機として選定することを特徴とする請求項1～5のうちの1つに記載の発電設備の単独運転検出装置。

【請求項7】

請求項1～6のうちの1つに記載された発電設備の単独運転検出装置を含み、

各発電設備は、

商用交流電力系統と発電手段との間に介在され、単独運転検出手段によって単独運転が検出されたとき、および他の発電設備からの単独運転検出信号を受信したとき、遮断される遮断器と、

30

単独運転検出手段によって検出された前記単独運転検出信号を、他の発電設備に送信する手段とを含むことを特徴とする発電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、商用交流電力系統に、たとえば自家用同期発電機または系統連系用インバータなどを含む発電設備を、連系して運転し、その発電設備から商用交流電力系統側に電力を逆潮流することができる発電設備の単独運転検出装置および発電装置に関する

40

【背景技術】

【0002】

需要家に設置された分散型電源である発電設備は、常時、商用交流電力系統に接続されて系統連系して運転される。

【0003】

本件明細書中、単独運転とは、これらの発電設備が接続されている配電系統が何かの理由によって商用交流電力系統から解列されたにもかかわらず、この配電系統に接続されている電力負荷に対して前記配電設備による電力供給が継続されている状態を言う。

【0004】

50

このような単独運転が生じた場合、その単独運転状態を検出し、発電設備を解列するか、または停止しなければならず、さもなければ、再び商用交流電力系統からの電力が供給されるようになったとき、非同期状態での付け合わせの可能性が生じる。

【 0 0 0 5 】

或る従来技術（特許文献 1）では、需要家に 1 機の発電設備が導入された場合、単独運転の検出のために、発電設備に変動信号を注入し、商用交流電力系統の解列の有無によって表れる電氣的現象の変化を検出し、確実な単独運転の検出を行うことができる。この従来技術を、需要家に複数台の発電設備が導入された場合にも実施するとすれば、この従来技術では、発電設備毎の変動信号の同期が採られていないので、変動信号の注入に伴う電氣的現象が相互に打ち消されて相互干渉する可能性が懸念されている。

10

【 0 0 0 6 】

この問題を解決する他の従来技術（特許文献 2）は、簡略化して図 10 に示される。図 10 において、ステップ a 1 で発電を開始し、ステップ a 2 で複数の各発電設備の全機について、単独運転検出機能を動作させる。このときステップ a 3 では、各発電設備の単独運転検出機能に関する同期を採り、ステップ a 4 以降で、このような同期を採った単独運転検出機能が続行される。この従来技術では、配電線を用いて変動信号の同期が図られる。

【 0 0 0 7 】

他の従来技術（特許文献 3）では、全地球的測位システム（GPS）による時刻情報によって変動信号の同期を採り、他の従来技術（特許文献 4）では、複数の各発電設備の全

20

てに、変動信号を並列に与えて同期させ、さらに他の従来技術（特許文献 5）では、信号線

【 0 0 0 8 】

で接続して変動信号の同期を採る。

このように、需要家に複数台の発電設備が導入される場合、前述の他の各従来技術では、発電設備毎の単独運転検出機能を併用することを前提に、変動信号を同期させる。単独運転検出方式は、その検出原理から、能動的方式と受動的方式とに大別され、それぞれ多種の方式が存在する。前述のこれらの従来技術では、同種の方式で単独運転を検出する機能を有する発電設備が導入された場合は確実に、変動信号の同期を図ることができる。一方、これらの従来技術の問題は、単独運転検出機能を達成する方式が、複数の各発電設備毎に異種であるとき、変動信号の同期を図ることが困難になる。

30

【 0 0 0 9 】

またこれらの従来技術では、複数の各発電設備の全てについて、たとえば配電線などに変動信号が重畳されるので、結果的に冗長な変動信号が単独運転検出のために注入される可能性があり、商用交流電力系統に与える影響の点で好ましくない。

【 0 0 1 0 】

【特許文献 1】特開平 7 - 3 1 1 9 7

【特許文献 2】特開平 9 - 9 5 1 0

【特許文献 3】特開平 9 - 7 4 6 8 4

【特許文献 4】特開平 1 0 - 1 4 2 9 4

【特許文献 5】特開平 1 0 - 9 4 1 7 4

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 1 】

本発明の目的は、単独運転を検出するための原理が異なる異種方式であっても複数台の発電設備の単独運転検出のために生じる電氣的現象の相互干渉が生じないようにし、さらに構成、動作の冗長性をなくすようにした発電設備の単独運転検出装置および発電設備を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

本発明は、複数台の発電設備を含み、各発電設備は、

50

発生電力を商用交流電力系統に連系し、変動信号を受信して発生電力を変動する発電手段と、

変動信号を発生して発電手段に与え、発生電力の変動の状態によって単独運転を検出する単独運転検出手段と、

稼働中の発電設備のうちの1台を代表機として選定する代表機選定手段と、

代表機選定手段によって代表機として選定されたとき、単独運転検出手段を動作させ、代表機として選定されないとき、単独運転検出手段を停止させる動作指示手段と、

稼働中の台数および出力容量のうち少なくとも一方を計数する計数手段とを含み、

単独運転検出手段は、代表機選定手段によって代表機として選定されたとき、計数手段によって計数された稼働台数および出力容量に基づいて、変動信号の値を決定して発生することを特徴とする発電設備の単独運転検出装置である。

10

【0014】

本発明に従えば、前述の従来技術のように変動信号の同期を図るのではなく、稼働中の複数の発電設備のうち、1台を代表機として自動的に選定し、この代表機の単独運転検出機能のみを有効とし、代表機を除く他機の発電設備の単独運転機能を停止させる。これによって複数の各発電設備が並列に稼働され、それらの発電設備における単独運転を検出する原理が異種方式であっても、単独運転を検出するために生じる電氣的現象の相互干渉が防がれ、単独運転の検出が確実に達成される。さらに構成、動作の冗長性が解消される。

【0015】

稼働中の複数台の発電設備のために、前述の代表機として選定された単一機の発電設備において、単独運転の検出が行われるので、変動信号の値を、稼働中の発電設備の台数に依存して、またはそれらの稼働中の発電設備による合計の出力容量に依存して、変動信号の値、たとえばその変動信号の電圧または電流の振幅などの値を、変化して設定する。これによって複数の発電設備の稼働中の台数、出力容量が変化しても、単独運転の検出が確実にとなる。

20

【0016】

また本発明は、各発電設備の出力容量は、等しく、

計数手段は、稼働中の発電設備の台数を計数するとき、

単独運転検出手段が発生する変動信号の値  $B$  を、単一機の発電設備の変動信号の値を  $B_1$  とし、計数された稼働中の発電設備の台数を  $N$  とし、 $A$  を予め定める値であって、 $0 < A < B_1$  とするとき、

$$B = B_1 \cdot N \cdot A$$

に設定することを特徴とする。

30

【0017】

また本発明は、計数手段が稼働中の発電設備の合計の出力容量および代表機の出力容量を計数するとき、

単独運転検出手段が発生する変動信号の値  $B$  を、代表機の変動信号の値を  $B_i$  とし、計数された稼働中の発電設備の合計の出力容量を  $P$  とし、代表機の出力容量  $P_i$  とし、 $A$  を予め定める値であって、 $0 < A < B_i$  とするとき、

$$B = B_i \cdot (P / P_i) \cdot A$$

に設定することを特徴とする。

40

【0019】

本発明では、他の発電設備の稼働状況を、通信によって授受し、発電設備の稼働台数または出力容量に応じて、代表機への変動信号の出力を変化させる。たとえば複数の各発電設備が同一構成または同一出力容量を有し、単一機の発電設備における単独運転を検出するために用いられる変動信号の値を  $B_1$  とし、稼働中の発電設備の台数を  $N$  とするとき、変動信号の値  $B$  は、予め定める値  $A$  を掛け算した値であって、 $B = B_1 \cdot N \cdot A$  に設定する。またたとえば、代表機における単独運転を検出するために用いられる変動信号の値を  $B_i$  とし、この発電設備の出力容量を  $P_i$  とし、稼働中の発電設備の合計の出力容量を  $P$  とするとき、変動信号の値  $B$  は、予め定める値  $A$  を掛け算した値であって、 $B = B_i \cdot$

50

( $P/P_i$ )・Aに設定する。前記予め定める値Aは、出力係数と呼ぶことができ、零を超え、1以下の値であり、たとえば0.6または0.8などの値に定められてもよい。単独運転を検出するためには、生じる電氣的現象の変動、たとえば出力電圧の変動が、負荷変動と区別して検出可能となればよいので、稼働台数の増加に伴って出力係数Aの値を減少することができ、または稼働中の発電設備の合計の出力容量の増加に伴って出力係数Aの値を減少させる。

【0024】

また本発明は、単独運転検出手段は、  
直流電力を交流電力に変換して商用交流電力系統に逆潮流するインバータを含み、  
このインバータは、変動信号によって発生電力を変動して出力することを特徴とする。

10

【0025】

また本発明は、発電手段は、同期発電機と、  
この同期発電機の界磁電流を調整する自動電圧調整器とを含み、  
単独運転検出手段は、変動信号を自動電圧調整器に与えて無効電力を変動することを特徴とする。

【0026】

本発明に従えば、各発電設備の単独運転を検出するための検出原理の方式は、能動的方式として、たとえば(1)発電出力に周期的な無効電力変動を与えておき、単独運転移行時に表われる周期的な電圧変動あるいは電流変動等を検出する無効電力変動方式と、(2)発電出力に周期的な有効電力変動を与えておき、単独運転移行時に表われる周期的な電圧変動あるいは電流変動等を検出する有効電力変動方式と、(3)発電設備に並列インピーダンスを瞬間的、かつ、周期的に挿入し、単独運転移行時に表われる電圧変動または電流変動等の急変等を検出する負荷変動方式と、(4)系統の周波数変化率( $df/dt$ )を検出し、その変化率の正負と大きさに従って、発電設備の出力電圧を変動させ、単独運転時の周波数変動を検出するQCモード周波数シフト方式と、(5)発電設備から出力する周波数特性に予めバイアス等を与えておくことによって、単独運転移行時に発電設備の周波数特性等と単独系統の負荷特性で決まる周波数にシフトする性質を利用して単独運転を検出する周波数シフト方式とであってもよく、(1)~(5)のいずれかが組合わされて採用されてもよい。

20

【0027】

また本発明は、代表機選定手段は、  
全ての発電設備に、順次的な識別番号を予め付与しておき、  
稼働中の発電設備が有する識別番号のうち、予め定める順位の識別番号を有する発電設備を、代表機として選定することを特徴とする。

30

【0028】

本発明に従えば、各発電設備には、識別番号IDが付与されており、各発電設備は、予め定める順位の発電設備の稼働状況を取得し、その予め定める順位の発電設備が稼働していない場合には、当該機が代表機となるように、自動的に選定される。これによって代表機を人為的に設定する場合には当該発電設備が停止したときに、単独運転検出ができなくなるといった問題が生じることはなく、常に1台のみが代表機となるように選定が行われることになる。前述の予め定める順位は、最も上位であってもよいが、最も下位であってもよく、またはそのほかの順位であってもよい。

40

【0029】

また本発明は、前述の発電設備の単独運転検出装置を含み、  
各発電設備は、  
商用交流電力系統と発電手段との間に介在され、単独運転検出手段によって単独運転が検出されたとき、および他の発電設備からの単独運転検出信号を受信したとき、遮断される遮断器と、  
単独運転検出手段によって検出された前記単独運転検出信号を、他の発電設備に送信する手段とを含むことを特徴とする発電装置である。

50

## 【0030】

本発明に従えば、常に稼働中の発電設備のうちの1台のみが代表機として選定されるので、単独運転を検出する機能を達成する電氣的現象の相互干渉が生じることはなく、その単独運転を検出する原理を達成する方式が相互に異種であっても、このような相互干渉が生じることはない。しかも構成、動作の冗長性をなくし、冗長な変動信号の注入を回避することができ、このことは特に前述の出力係数Aを1未満に設定することによって、達成される。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0031】

図1は、本発明の実施の一形態の全体の構成を示す電気回路図である。商用交流電力系統1は、変電所から送出し遮断器3を介して配電線4に、一定の出力電力周波数、たとえば60Hzまたは50Hzの商用交流電力を出力し、需要家5, 6, 7に供給する。需要家5では、複数N0の発電設備8が共通の電力ライン9に接続され、この電力ライン9には、遮断器11を介して1または複数の負荷12が接続される。ライン9は遮断器13を介してライン14から、前述の配電線4に接続される。各発電設備8は、たとえばコージェネレーションシステムを構成してもよい。各発電設備8の構成、したがって出力容量は等しくてもよいが、異なってもよい。本実施の形態において、「等しい」には、「略等しい」を含む。

10

## 【0032】

図2は、需要家5に導入されている発電設備8に関連する具体的な構成を示すブロック図である。原動機15は、同期発電機16を回転駆動する。同期発電機16からの電力は、系統インバータ17を構成するコンバータ18によって直流電力に変換され、次にインバータ19によって、その直流電力が交流電力に変換され、さらに平滑されてライン21に出力される。ライン21は、遮断器22およびライン23を介して、複数の発電設備8に共通な電力ライン9に接続される。

20

## 【0033】

ライン23には、出力検出器25が接続される。この出力検出器25は、ライン23を介して発電設備8から出力される交流電力の電圧および電流を検出し、その検出結果を表わす信号を、制御回路26に与える。制御回路26は、たとえばマイクロコンピュータなどによって実現され、制御回路26は、出力検出器25の出力に応答し、ライン29に制御信号を導出する。この制御信号は、インバータ19によってライン21, 23に導出される電力を制御するとともに、電力の力率が1となるように制御するための信号である。制御回路26には、入力手段27および識別番号設定回路28からの出力がそれぞれ与えられる。入力手段27を操作者が操作することによって、発電設備8を稼働するための稼働信号が発生され、この発電設備8による動作が開始され、また終了のために操作される。識別番号設定回路28は、複数N0の全ての各発電設備8に対応して順次的な識別番号を予め付与して設定する。

30

## 【0034】

制御回路26は、送受信動作を行う通信回路31を介して通信ライン32に接続される。通信ライン32は、1つの需要家5に導入された複数N0の全ての各発電設備8毎の通信回路31に接続され、信号の授受をすることができる。

40

## 【0035】

単独運転の検出のために、マイクロコンピュータなどによって実現される処理回路34が設けられる。処理回路34は、変動信号を生成し、ライン36に導出する。

## 【0036】

処理回路34は、この処理回路34からライン36に導出される変動信号が、予め定める周波数、たとえばインバータ19の出力電力周波数未満の周波数、たとえば1Hzを有し、その振幅、したがってpeak to peak値を、制御回路26からライン38を介して与えられる振幅設定信号によって変化して設定する。

## 【0037】

50

周波数検出器 37 は、インバータ 19 からライン 21 に出力される交流電力の出力電力の周波数を検出し、その出力を処理回路 34 に与える。処理回路 34 は、周波数検出器 37 の出力にตอบสนองし、検出された周波数の変動幅  $f$  が、予め定める弁別レベル  $f_0$  以上であるとき、遮断器 22 を遮断する。遮断器 22 を遮断する代りに、またはその遮断器 22 を遮断すると同時に、共通の電力ライン 9 に接続された遮断器 13 を遮断するように構成してもよい。

#### 【0038】

制御回路 26 からライン 29 を介する制御信号と、処理回路 34 からライン 36 を介する変動信号とは、加算回路 41 に与えられて加算されて合成される。この加算回路 41 からの合成制御信号は、インバータ 19 に与えられ、これによってライン 21 の出力電力が力率 1 となるように、しかも単独運転を検出するための出力変動が生じるように、インバータ 19 の動作が制御される。図 1 に示される参照符 40 で示される単独運転検出装置は、処理回路 34、周波数検出器 37、制御回路 26 の一部、識別番号設定回路 28 および通信回路 31 などによって実現される。

10

#### 【0039】

図 3 は、図 2 に示される発電設備 8 の動作を説明するための図である。図 3 (1) は連系インバータ 17 のインバータ 19 からライン 21 に導出される出力電力を示し、図 3 (2) はそのライン 21 における出力電力の電圧周波数を示す。時刻  $t_1$  よりも前では、遮断器 22, 13 は閉路されており、連系運転中である。変動信号によって、ライン 21 の出力電力のうち、無効電力が変動するが、出力電圧はほぼ一定に保たれたままであり、またその出力電圧の周波数もほぼ一定であり、周波数変動は零に近い値であり、処理回路 34 における前述の弁別レベル  $f_0$  未満である。

20

#### 【0040】

商用交流電力システム 1 の変電所からの遮断器 3 が、時刻  $t_1$  で開放されると、ライン 21 の無効電力はほとんど変化せず、その出力電圧が変動する。この電圧変動は、ライン 21 からの電力を供給している負荷 11 の消費電力の変動となり、結果的に周波数変動となって表われる。この周波数の変動幅  $f$  が、後述の図 7 のように、弁別レベル  $f_0$  以上となったことが、処理回路 34 によって検出されると、遮断器 22 が遮断される。

#### 【0041】

図 4 は、図 2 に示される制御回路 26 の動作を説明するためのフローチャートである。ステップ b1 において入力手段 27 が操作者によって操作され、稼働信号が制御回路 26 に与えられると、ステップ b2 では、通信回路 31 の働きによって、他の発電設備 8 に稼働信号を送信し、また他の発電設備 8 からの稼働信号を受信し、こうして他の発電設備 8 の稼働状況を把握する。ステップ b3 では、識別番号設定回路 28 によって設定された識別番号を表わす ID 信号を、通信回路 31 によって、稼働中の発電設備 8 に送信し、また稼働中の発電設備 8 からの ID 信号を受信する。ステップ b4 では、複数  $N_0$  のうち、稼働中の発電設備 8 の稼働台数  $N$  を計数する。ステップ b5 では、この複数  $N$  の稼働中の発電設備 8 のうち、代表機を選定する。このステップ b5 の動作は、後述の図 5 に示される。

30

#### 【0042】

ステップ b6 では、選定された代表機が、自己の発電設備 8 であるかどうかを判断される。自己の発電設備 8 が代表機であると判断されたとき、ステップ b7 に移り、処理回路 34 からライン 36 に導出する変動信号の値である振幅を設定するための振幅設定信号を、ライン 38 を介して処理回路 34 に与える。

40

#### 【0043】

稼働している複数  $N$  の発電設備 8 の構成が同一であり、または出力容量が等しい場合、単一機の発電設備 8 のみが稼働中であるとき用いられる変動信号の値である振幅を  $B_1$  とし、前述のステップ b4 で計数された稼働中の発電設備の台数を  $N$  とし、予め定める値である出力係数  $A$  を、 $0 < A < 1$  の範囲で、後述の図 6 のように、予め定めておくとき、変動信号  $B$  は、

50

$$B = B1 \cdot N \cdot A$$

... (1)

に設定される。

## 【0044】

ステップb8では、処理回路34が、設定された変動信号の振幅Bで動作するように、処理回路34を、単独運転検出動作の達成のために指示する信号を出力する。ステップb9では、自己が発電設備8の代表機であって、単独運転の検出のための動作を行わせ、単独運転が検出されると、ステップb13に移り、処理回路34によって発生される遮断器22の遮断のための信号を受信して、通信回路31によってライン32から他の稼働中の発電設備8に送信する。他の稼働中の発電設備8は、この信号を受信すると遮断器22を遮断する。

10

## 【0045】

前述のステップb6において自己の発電設備8が代表機でないことが判断されると、ステップb10では、処理回路34による単独運転を検出するための動作を停止するように指示して不能動化する。これによって処理回路34は、ライン36への変動信号を発生しない。

## 【0046】

ステップb11では、代表機ではない稼働中の発電設備8において、代表機からライン32および通信回路31を介して遮断信号を受信したかを判断し、この遮断信号を代表機の発電設備8から受信したものと判断したとき、ステップb12では、遮断器22を遮断する。

20

## 【0047】

前述のステップb9で代表機の単独運転が検出されないと判断される、ステップb14に移る。ステップb14では、発電設備8が停止しているかを判断し、発電設備8が停止していると判断したとき、ステップb15に移る。ステップb14では、発電設備8が停止していないと判断すると、ステップb2に移り、再度、他の発電設備8の稼働状況を把握する。

## 【0048】

図5は、図2に示される制御回路26が図4のステップb5で代表機を選定するための動作を具体的に示すフローチャートである。ステップc1からステップc2に移り、前述の図4のステップb2における発電設備8の稼働信号を通信回路31を経て授受した結果および図4のステップb3において授受した自己および他の稼働中の発電設備の識別番号を表わすID信号の授受結果に基づき、ステップc3では、自己の発電設備の識別番号よりも、さらに上位の識別番号を有する発電設備が稼働しているかどうかを判断する。自己の発電設備8よりも上位の識別番号を有する稼働中の発電設備8が存在しないならば、次のステップc4では、自己の発電設備8を代表機として選定して設定する。

30

## 【0049】

ステップc5において、代表機として選定された発電設備8が、入力手段27の操作などによって停止したかどうかを判断し、停止したことが判断されれば、ステップc6において新たに代表機選定のための動作を再び行う。本発明の実施の他の形態では、稼働中の発電設備が有する識別番号のうち、最も下位の識別番号を有する発電設備8を代表機として選定してもよく、またはそのほかの予め定める順位の識別番号を有する発電設備8を代表機として選定するようにしてもよい。

40

## 【0050】

図6は、図2に示される制御回路26が図4のステップb7で変動信号の値である振幅Bを設定するために用いられる出力係数Aを説明するための図である。出力係数Aは、稼働中の発電設備8の運転台数が大きくなるにつれて、小さくなるように定められる。出力係数Aの関数は、たとえば1次直線である。これによって稼働中の発電設備8が増加した場合、代表機における処理回路34からライン36に導出される変動信号の振幅を必要に応じて制御し、単独運転の検出を確実に達成することができるようになる。

## 【0051】

50

図7は、図2に示される処理回路34の単独運転を検出するための動作を説明するためのフローチャートである。ステップd1からステップd2に移り、周波数検出器37によって、ライン21の出力電力の周波数を検出する。ステップd3では、周波数検出器37によって検出された周波数 $f$ の変動幅 $\Delta f$ が、予め定める弁別レベル $f_0$ 以上であるかが判断される。この検出された周波数の変動幅 $\Delta f$ が、弁別レベル $f_0$ 未満であれば、ステップd4において発電設備8は商用交流電力系統1と連系運転されているものと判断される。検出された周波数の変動幅 $\Delta f$ が、弁別レベル $f_0$ 以上であれば、ステップd5では、商用交流電力系統1の遮断器3が遮断されるなどして単独運転が発生したものと判断し、遮断信号を発生して遮断器22に与えて遮断器22を遮断する。またその遮断信号は、このステップd5で、制御回路26に与えられ、その遮断信号は通信回路31からライン32を介して前述のように他の発電設備8に与えられて、各発電設備8の遮断器22が、前述の図4のステップb11, b12の実行によって、遮断される。

#### 【0052】

図8は、本発明の実施の他の形態における需用家5に導入されている発電設備8aに関連する具体的な構成を示すブロック図である。図8に示される実施の形態は、前述の図1～図7の実施の形態に類似し、対応する部分には同一の参照符および添え字aを付して示す。注目すべきは、原動機15によって駆動される同期発電機16に備えられる固定位置に設けられた界磁コイル43には、自動電圧調整器44から界磁電流が供給されて励磁される。同期発電機16からの電力が供給されるライン21には、その出力電力の電圧を検出する電圧検出器25aが設けられる。自動電圧調整器44は、電圧検出器25aによって検出されたライン21の出力電圧が、予め定める値になるように、励磁電力を界磁コイル43に与え、こうして界磁コイルの界磁電流が調整される。

#### 【0053】

マイクロコンピュータなどによって実現される処理回路34aは、前述の実施の形態における処理回路34と同様の構成を有し、変動信号を生成してライン46に導出し、加算回路45に与える。加算回路45は、電圧検出器25aの出力とライン46を介する変動信号とを加算して、自動電圧調整器44に与える。商用交流電力系統1に発電設備8aが連系運転されているとき、変動信号によって、同期発電機16の出力電力のうち、無効電力が変動するが、そのライン21における出力電圧はほぼ一定に保たれたままであり、またその出力電圧の周波数はほぼ一定であって、その周波数変動幅は零に近い値であって、前述の実施の形態と同様な弁別レベル未満である。遮断器3が開放されると、同期発電機16の無効電力はほとんど変化せず、その出力電圧が変動し、ライン21の出力電圧の変動は、周波数変動に影響を与える。こうして出力電圧の周波数変動幅 $\Delta f$ が、単独運転時、大きく変化する。

#### 【0054】

図9は、図8に示される発電設備8aの動作を説明するための図である。図9(1)に示されるようにライン21に同期発電機16によって導出される無効電力は、時刻 $t_1$ よりも前の連系状態では、比較的大きく、このとき図9(2)に示されるようにライン21の出力電圧の周波数検出器37によって検出される周波数 $f$ は、商用交流電力系統1の周波数のまま一定であって、その周波数 $f$ の変動幅 $\Delta f$ は、ほぼ零である。図9(3)は、処理回路34aからライン46を介して導出される変動信号の波形を示し、たとえばその周波数は1Hzであって、peak to peak値は予め定める一定値である。

#### 【0055】

時刻 $t_1$ において、遮断器3が遮断して需用家5が解列されると、時刻 $t_1$ 以降では、ライン21の無効電力は小さく、その出力電圧の周波数 $f$ の変動幅 $\Delta f$ が大きくなる。この検出される周波数 $f$ の変動幅 $\Delta f$ が、処理回路34aにおいて図7に関連して前述したように、弁別レベル $f_0$ 以上であるとき、単独運転が発生したものと検出する。そのほかの構成と動作は、前述の図1～図7に示される実施の形態と同様である。

#### 【0056】

原動機15は、たとえば内燃機関であってもよく、そのガス燃料などの燃料供給流量が

10

20

30

40

50

一定に保たれる。同期発電機 16 は、内燃機関のほかに、たとえば蒸気タービン、およびそのほかの構成を有してもよい。原動機 15、同期発電機 16 およびコンバータ 18 の組合せに代えて、太陽電池または燃料電池などの直流電源であってもよい。

【0057】

各発電設備 8 に備えられる単独運転検出のための構成は、前述の構成に限らず、そのほかの構成によって実現されてもよい。

【0058】

本実施の形態では、発電設備 8 の稼働台数  $N$ 、振幅  $B_i$  および出力係数  $A$  に基づいてステップ b7 で変動信号の振幅  $B$  を決定しているけれども、これに限定されない。たとえば、ステップ b4 で、制御回路 26 は、代表機の発電設備 8 の出力容量を取得する。また制御回路 26 は、通信回路 31 を介して稼働中の代表機を除く他の発電設備 8 の出力容量を取得する。代表機の発電設備 8 の出力容量を  $P_i$  とし、代表機だけが稼働中であるときに用いられる変動信号の値である振幅  $B_i$  とし、稼働中の発電設備の合計の出力容量を  $P$  とするとき、変動信号の振幅  $B$  は、

$$B = B_i \cdot (P / P_i) \cdot A \quad \dots (2)$$

に設定される。これによって、出力容量が異なる発電設備を備える場合であっても、単独運転検出動作をすることができる。この際、出力係数  $A$  は、稼働中の発電設備 8 の合計の出力容量が大きくなるにつれて、小さくなるように定められる。出力係数  $A$  の関数は、たとえば 1 次直線である。これによって稼働中の発電設備 8 の合計の出力容量が増加した場合、代表機における処理回路 34 からライン 36 に導出される変動信号の振幅を必要に応じて制御し、単独運転の検出を確実に達成することができるようになる。

【0059】

本実施の形態では、需要家 5 で電力ライン 9 に接続される複数台  $N_0$  の全ての発電設備 8 が単独運転検出装置 40 を備えているけれども、必ずしもこのような構成に限定せず、複数台  $N_0$  のうち数台の発電設備 8 だけに単独運転検出装置 40 が接続されていてもよい。たとえば、1 台の発電設備 8 だけに単独運転検出装置 40 が接続されていてもよい。この場合、単独運転検出装置 40 が接続される発電設備 8 を常時稼働することによって、単独運転を検出する機能が常時有効になる。これによって代表機を選定する必要がなく、図 4 に示すフローチャートにおいて、ステップ b5、b6、b10、b11、b12 を省略することができる。したがって少なくとも 1 台の発電設備 8 に単独運転検出装置 40 を接続することによって、単独運転を検出することができ、迅速に単独運転を検出することができる。また 1 台の発電設備だけに単独運転検出装置 40 が接続されているので、他の発電設備の構成が簡単である。したがって他の発電設備の製造コストを低減することができる。本実施の形態において、変動信号を決定する際の代表機となる発電設備 8 は、単独運転検出装置 40 を備える発電設備 8 である。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図 1】本発明の実施の一形態の全体の構成を示す電気回路図である。

【図 2】需要家 5 に導入されている発電設備 8 に関連する具体的な構成を示すブロック図である。

【図 3】図 2 に示される発電設備 8 の動作を説明するための図である。

【図 4】図 2 に示される制御回路 26 の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 5】図 2 に示される制御回路 26 が図 4 のステップ b5 で代表機を選定するための動作を具体的に示すフローチャートである。

【図 6】図 2 に示される制御回路 26 が図 4 のステップ b7 で変動信号の値である振幅  $B$  を設定するために用いられる出力計数  $A$  を説明するための図である。

【図 7】図 2 に示される処理回路 34 の単独運転を検出するための動作を説明するためのフローチャートである。

【図 8】本発明の実施の他の形態における需用家 5 に導入されている発電設備 8a に関連する具体的な構成を示すブロック図である。

10

20

30

40

50

【図 9】図 8 に示される発電設備 8 a の動作を説明するための図である。

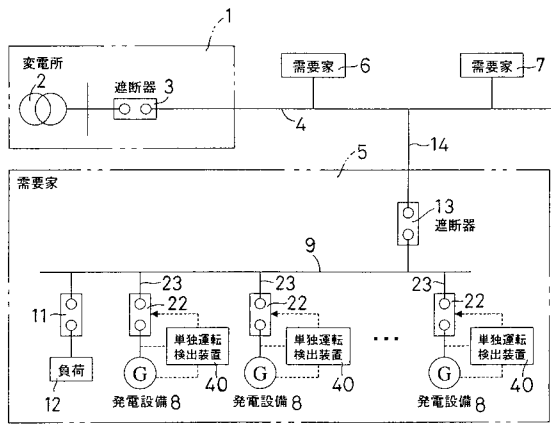
【図 10】従来技術を簡略化して示す図である。

【符号の説明】

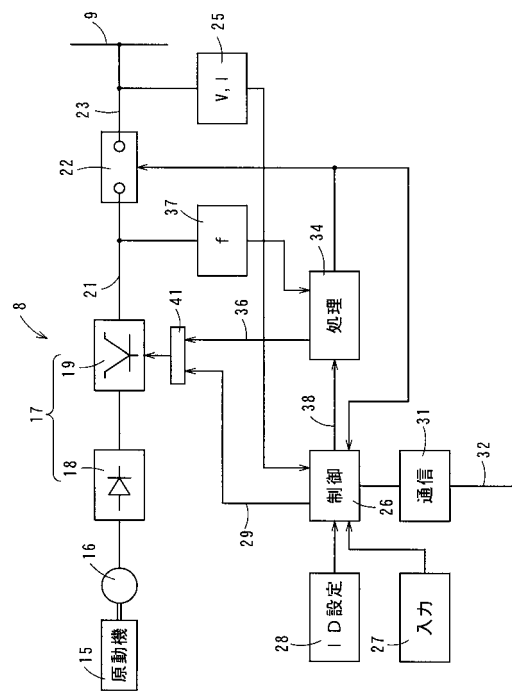
【 0 0 6 1 】

- |            |           |    |
|------------|-----------|----|
| 1          | 商用交流電力系統  |    |
| 3          | 送出し遮断器    |    |
| 4          | 配電線       |    |
| 5, 6, 7    | 需要家       |    |
| 8, 8 a     | 発電設備      |    |
| 11, 13, 22 | 遮断器       | 10 |
| 12         | 負荷        |    |
| 15         | 原動機       |    |
| 16         | 同期発電機     |    |
| 17         | 系統連系インバータ |    |
| 18         | コンバータ     |    |
| 19         | インバータ     |    |
| 25         | 出力検出器     |    |
| 26         | 制御回路      |    |
| 27         | 入力手段      |    |
| 28         | 識別信号設定回路  | 20 |
| 31         | 通信回路      |    |
| 32         | 通信ライン     |    |
| 34, 34 a   | 処理回路      |    |
| 37         | 周波数検出器    |    |
| 40         | 単独運転検出装置  |    |
| 44         | 自動電圧調整器   |    |

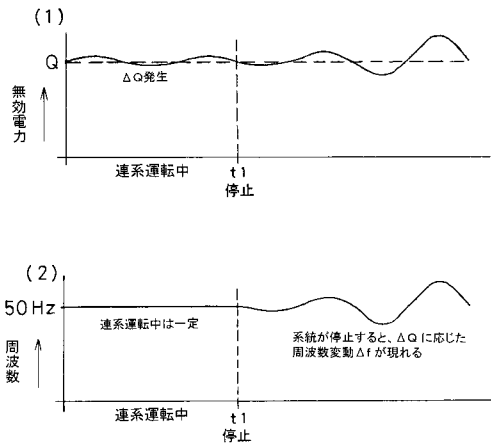
【図1】



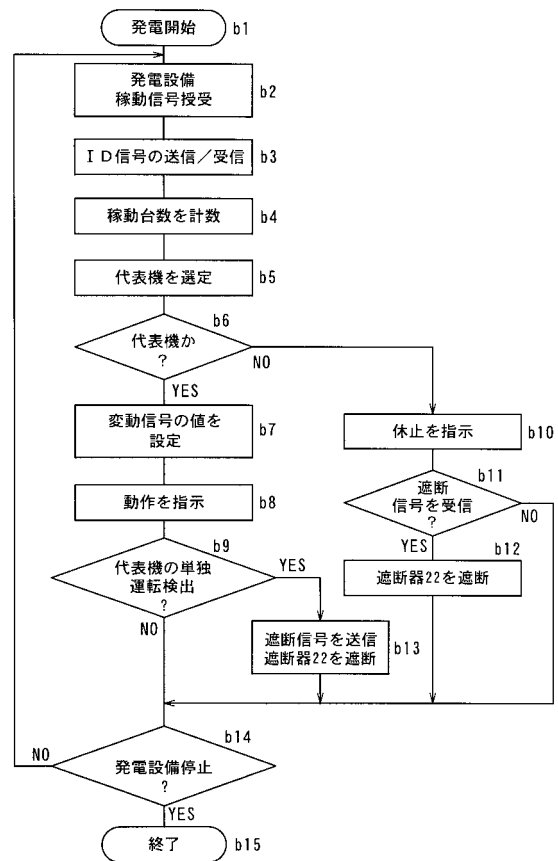
【図2】



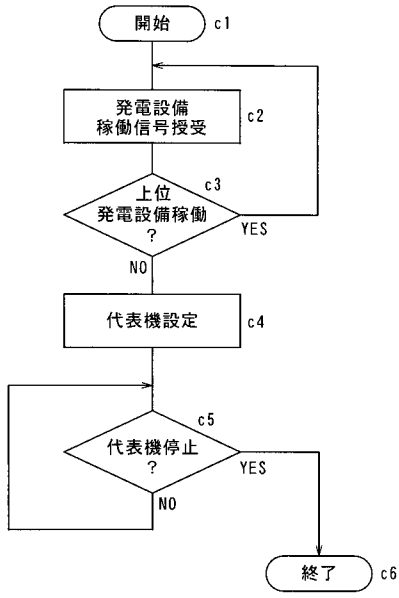
【図3】



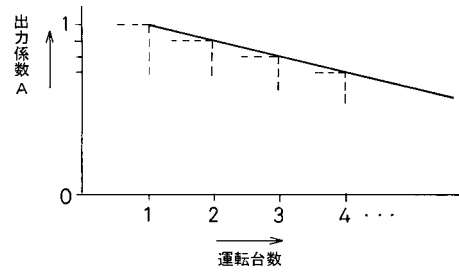
【図4】



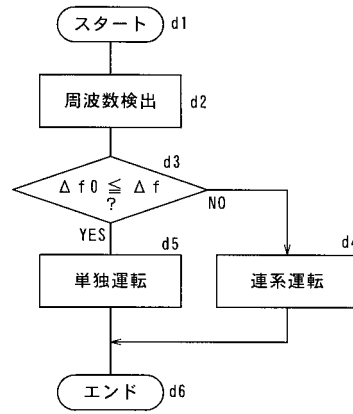
【図5】



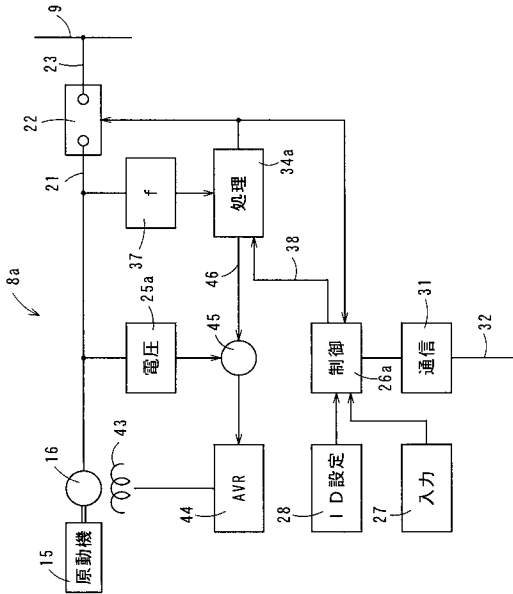
【図6】



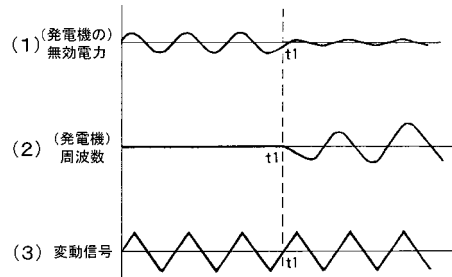
【図7】



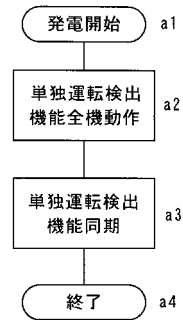
【図8】



【図9】



【図10】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-270482(JP,A)  
特開平08-298725(JP,A)  
特開2004-173388(JP,A)  
特開2001-231171(JP,A)  
特開2005-278257(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 3/38