(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2014-204465
(P2014-204465A)
(43)公開日　平成26年10月27日(2014.10.27)

(51)Int.Cl.		FI			テーマコード（参考）
H02J 3/00	(2006.01)	H02J	3/00	C	5G066
H02J 3/38	(2006.01)	H02J	3/00	A	5G503
H02J 3/46	(2006.01)	H02J	3/38	E	
H02J 7/00	(2006.01)	H02J	3/46	C	
		H02J	3/46	E	

審査請求 未請求　請求項の数 4　ＯＬ　（全 14 頁）　最終頁に続く

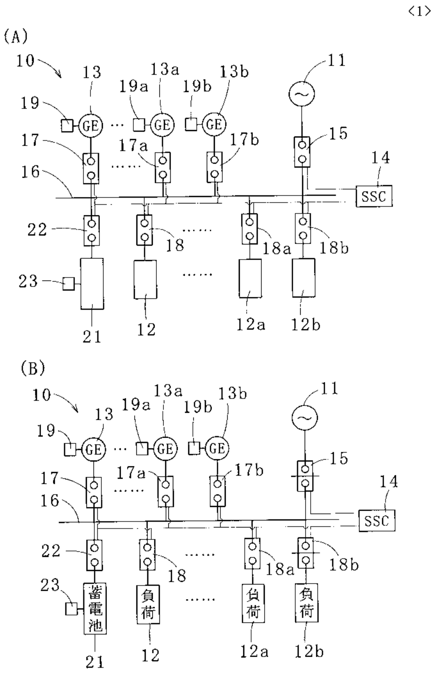
(21)出願番号　特願2013-76137(P2013-76137)
(22)出願日　平成25年4月1日(2013.4.1)

(71)出願人　000006655
新日鐵住金株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目６番１号
(74)代理人　100090697
弁理士　中前　富士男
(74)代理人　100176142
弁理士　清井　洋平
(74)代理人　100127155
弁理士　来田　義弘
(72)発明者　山上　哲志
東京都千代田区丸の内二丁目６番１号　新日鐵住金株式会社内
(72)発明者　佐藤　啓二
東京都千代田区丸の内二丁目６番１号　新日鐵住金株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電力供給システム及び電力の需給調整方法

(57)【要約】
【課題】ガスエンジン発電機及び系統安定化装置を備え、大容量の電力貯蔵手段を用いることなく電力の需給調整を行う電力供給システム及び電力の需給調整方法を提供する。
【解決手段】商用系統１１と共に複数の設備１２、１２ａ、１２ｂに電力を供給するガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂと、商用系統１１の停電により設備１２、１２ａ、１２ｂの選択遮断を行う系統安定化装置１４とを備えた電力供給システム１０であって、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂは複数あって、最大出力が最も大きいガスエンジン発電機１３の最大出力に対し０．５倍以上１．０倍以下の最大出力を有する電力貯蔵手段２１と、商用系統１１の停電により生じた電力需給のアンバランスを、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの選択遮断及び電力貯蔵手段２１の充放電によって調整する制御手段とを備える。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
商用系統と共に複数の設備に電力を供給するガスエンジン発電機と、前記商用系統の停電により前記設備の選択遮断を行う系統安定化装置とを備えた電力供給システムであって、前記ガスエンジン発電機は複数あって、
最大出力が最も大きい前記ガスエンジン発電機の最大出力に対し０．５倍以上１．０倍以下の最大出力を有する電力貯蔵手段と、前記商用系統の停電により生じた電力需給のアンバランスを、前記ガスエンジン発電機の選択遮断及び前記電力貯蔵手段の充放電によって調整する制御手段とを備えることを特徴とする電力供給システム。
【請求項２】
請求項１記載の電力供給システムにおいて、前記電力貯蔵手段は、リチウムイオン電池を有することを特徴とする電力供給システム。
【請求項３】
商用系統と共に複数の設備に電力供給を行う複数のガスエンジン発電機と、前記商用系統の停電により前記設備の選択遮断を行う系統安定化装置と、最大出力が最も大きい前記ガスエンジン発電機の最大出力に対し０．５倍以上１．０倍以下の最大出力を有する電力貯蔵手段とを設け、
前記商用系統の停電により生じた電力需給のアンバランスを、前記ガスエンジン発電機の選択遮断及び前記電力貯蔵手段の充放電によって調整することを特徴とする電力の需給調整方法。
【請求項４】
請求項３記載の電力の需給調整方法において、前記電力貯蔵手段は、リチウムイオン電池を有することを特徴とする電力の需給調整方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、商用系統に接続され、自家発電機を備えて商用系統と共に給電を行う電力供給システム、及び、電力需給のアンバランスを調整する電力の需給調整方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
電力供給を要する設備に対し、商用系統と共に電力を供給する自家発電機を備えたシステムの具体例が特許文献１、２に記載されている。
この種のシステムは、商用系統の通電時に、商用系統からの電力供給の負担を軽減でき、更に、商用系統の停電時に、自家発電機からの電力供給により設備を作動可能である。
【０００３】
自家発電機が設けられた電力系統（以下、「プライベートな電力系統」ともいう）は、商用系統から電力が供給されている際に、電力会社の大規模な発電機系統に連結されているため、プライベートな電力系統内の電力の需給バランスは、その大規模な発電機系統の調整能力によって平衡が保たれている。
一方、商用系統が停電した際には、プライベートな電力系統が商用系統から切り離され、閉鎖的なエリア内で自家発電機を作動する単独運転が行われ、単独運転中は、自家発電機の出力調整によって電力の需給バランスがとられる。
【０００４】
そのため、単独運転時に、電力需給が、発電機の許容範囲を超えたレベルでアンバランスになると、保護回路が作動して発電機が遮断されるトリップが生じ、場合によっては、プライベートな電力系統内が全停電に至ることもある。
商用系統の停電直後は、プライベートな電力系統内の電力の需給差が大きくなるため、商用系統が停電した後、電力の需給差が大きい状態をいかにして解消するかは、単独運転への移行を安定的に完了する上で重要である。この電力の需給差が大きい状態を解消するには、プライベートな電力系統に、例えば、特許文献３に記載されているような系統安定化

装置や、充放電が可能な電力貯蔵手段を設けることが考えられる。系統安定化装置は、商用系統の停電によって、予め定められた設備を遮断するので、電力の供給に対し電力の需要が大幅に上回っている状態の解消に有効である。

【０００５】

特許文献１、２に記載のシステムは、電力貯蔵手段を備えているので、単独運転への移行の際には、この電力貯蔵手段を用いて電力の需給調整を行うことができ、特許文献１には、その具体的な方法が記されている。特許文献１に記載の方法は、プライベートな電力系統において、電力の需要が供給を上回ると、電力貯蔵手段が放電を行い、その後、電力貯蔵手段の放電量が０になるまで、その放電を自家発電機の許容範囲内の変化量で徐々に低減するものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

【特許文献１】特開２００７－６５９５号公報

【特許文献２】特開２００３－７０１６５号公報

【特許文献３】特開平８－３２２１４８号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

しかしながら、特許文献１に記載の方法では、系統安定化装置を用いず、主として電力貯蔵手段のみによって電力の需給調整を行うため、大容量の電力貯蔵手段が必要となって経済的ではなかった。

そして、電力貯蔵手段を設ける主な目的は、あくまで単独運転に移行する際の電力の受給調整であり、電力貯蔵手段は、商用系統から電力が供給されている通常運転の際に、商用系統からの電力供給の負担を低減するものではない。従って、大容量の電力貯蔵手段を設けることは、商用系統の負担軽減の観点において、有効とはいえない。

【０００８】

また、特許文献１には、商用系統の停電により電力の需給バランスが大きく供給過多にふれることを想定したものではない。

商用系統の停電が生じると、プライベートな電力系統内では、電圧の急激な変動等によって、設備が停止し、電力供給過多となることがある。系統安定化装置が設けられている場合、商用系統の停電により、系統安定化装置によって複数の設備の計画的な遮断が行われるのに加え、遮断を予定していない設備の停止も起こり、プライベートな電力系統内で電力供給過多が顕著になる状態が生じ得る。

この電力供給過多が顕著になった状態を電力貯蔵手段のみで解消しようとすると、膨大な容量を備えた電力貯蔵手段を採用する必要があり、現実的ではない。

【０００９】

ここで、発電機には、緊急時に急激な出力の低下（１００％／分以上）が可能なＢＴＧ（Ｂｏｉｌｅｒ　Ｔｕｒｂｉｎｅ　Ｇｅｎｅｒａｔｉｏｎ）方式があるため、ＢＴＧ方式の発電機の採用により、電力供給過多が顕著になった状態を解消することが考えられる。

しかしながら、ＢＴＧ方式の発電機は出力の増加速度が遅い（例えば３％／分）ため、単独運転を行える状態になった後に、主として電力供給の増減を用いた電力需給調整によって単独運転を安定的に継続することを考慮すると、ＢＴＧ方式の発電機よりも出力の増加速度が速い（例えば１５％／分）ガスエンジン発電機の採用が望ましい。また、出力の増減双方においてＢＴＧ方式に比べ調整の自由度があるガスエンジン発電機の採用により、通常運転時においては、電力会社からの電力供給量の抑制につなげることができる。なお、ガスエンジン発電機は、出力の低下速度がＢＴＧ方式の発電機より遅く、例えば１５％／分である。

【００１０】

また、系統安定化装置は、商用系統の停電時に、電力を供給すべき設備を選択できるため

、プライベートな電力系統に系統安定化装置を設けるのは、稼働を優先すべき設備への電力の供給を確保する点において好ましい。
本発明は、かかる事情に鑑みてなされるもので、ガスエンジン発電機及び系統安定化装置を備え、大容量の電力貯蔵手段を用いることなく電力の需給調整を行う電力供給システム及び電力の需給調整方法を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【００１１】
前記目的に沿う第１の発明に係る電力供給システムは、商用系統と共に複数の設備に電力を供給するガスエンジン発電機と、前記商用系統の停電により前記設備の選択遮断を行う系統安定化装置とを備えた電力供給システムであって、前記ガスエンジン発電機は複数あって、最大出力が最も大きい前記ガスエンジン発電機の最大出力に対し０．５倍以上１．０倍以下の最大出力を有する電力貯蔵手段と、前記商用系統の停電により生じた電力需給のアンバランスを、前記ガスエンジン発電機の選択遮断及び前記電力貯蔵手段の充放電によって調整する制御手段とを備える。
【００１２】
第１の発明に係る電力供給システムにおいて、前記電力貯蔵手段は、リチウムイオン電池を有するのが好ましい。
【００１３】
前記目的に沿う第２の発明に係る電力の需給調整方法は、商用系統と共に複数の設備に電力供給を行う複数のガスエンジン発電機と、前記商用系統の停電により前記設備の選択遮断を行う系統安定化装置と、最大出力が最も大きい前記ガスエンジン発電機の最大出力に対し０．５倍以上１．０倍以下の最大出力を有する電力貯蔵手段とを設け、前記商用系統の停電により生じた電力需給のアンバランスを、前記ガスエンジン発電機の選択遮断及び前記電力貯蔵手段の充放電によって調整する。
【００１４】
第２の発明に係る電力の需給調整方法において、前記電力貯蔵手段は、リチウムイオン電池を有するのが好ましい。
【発明の効果】
【００１５】
第１の発明に係る電力供給システム、及び、第２の発明に係る電力の需給調整方法は、最大出力が最も大きいガスエンジン発電機の最大出力に対し０．５倍以上１．０倍以下の最大出力を有する電力貯蔵手段を設け、商用系統の停電により生じた電力需給のアンバランスを、系統安定化装置で大まかな調整を施した後に、ガスエンジン発電機の選択遮断及び電力貯蔵手段の充放電によって最終調整する。
ここで、電力貯蔵手段は、最大出力が増加すると、所定の充放電時間を確保するために、容量を大きくする必要があり、最大出力を抑制することにより容量も抑制可能である。
従って、第１の発明に係る電力供給システム、及び、第２の発明に係る電力の需給調整方法は、大容量の電力貯蔵手段を用いることなく電力の需給調整を行って、単独運転への移行を安定的に行うことができる。
【図面の簡単な説明】
【００１６】
【図１】（Ａ）、（Ｂ）はそれぞれ、第１の発明の一実施の形態に係る電力供給システムが商用系統に接続された状態及び系統分離された状態を示す説明図である。
【図２】通常運転から単独運転へ移行する際の電力の状態を示すグラフである。
【図３】第２の発明の一実施の形態に係る電力の需給調整方法を示すフロー図である。
【図４】同需給調整方法を示すフロー図である。
【発明を実施するための形態】
【００１７】
続いて、添付した図面を参照しつつ、本発明を具体化した実施の形態につき説明し、本発明の理解に供する。

図１（Ａ）、（Ｂ）に示すように、第１の発明の一実施の形態に係る電力供給システム１０は、商用系統１１と共に複数の設備１２、１２ａ、１２ｂに電力を供給するガスエンジン発電機（ＧＥ）１３、１３ａ、１３ｂと、商用系統１１の停電により設備１２、１２ａ、１２ｂの選択遮断を行う系統安定化装置（ＳＳＣ）１４とを備えて、複数の設備１２、１２ａ、１２ｂに対して給電する。以下、これらについて詳細に説明する。

【００１８】

商用系統１１に接続された電力供給システム１０は、図１（Ａ）に示すように、商用系統１１に接続されている遮断器１５及び遮断器１５に接続された電力供給網１６を備えている。商用系統１１が通電中、電力供給網１６には遮断器１５を介して商用系統１１から送電がなされ、商用系統１１が停電になると、電力供給網１６は、図１（Ｂ）に示すように、遮断器１５によって商用系統１１から切り離される。

以下、電力供給網１６が商用系統１１から切り離されることを系統分離ともいう。

【００１９】

商用系統１１が通電中、図１（Ａ）に示すように、複数のガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂがそれぞれ遮断器１７、１７ａ、１７ｂを介して電力供給網１６に電気的に連結され、電力の供給を受けて作動する複数の設備１２、１２ａ、１２ｂがそれぞれ遮断器１８、１８ａ、１８ｂを介して電力供給網１６に電気的に連結されている。従って、設備１２、１２ａ、１２ｂに対しては、複数のガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂからの電力と商用系統１１からの電力が供給可能である。

なお、電力供給網１６には、図１（Ａ）、（Ｂ）に示すように、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂ以外のガスエンジン発電機と設備１２、１２ａ、１２ｂ以外の設備が接続されていてもよい。以下、説明を簡略化するため、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂ及び設備１２、１２ａ、１２ｂのみが電力供給網１６に接続されているものとして説明する。

【００２０】

遮断器１７は、ガスエンジン発電機１３が電力供給網１６に送電可能な連結状態と、ガスエンジン発電機１３が電力供給網１６に送電できない非連結状態を必要に応じて切り替える。また、遮断器１７は、電力供給網１６に電気的に連結されているガスエンジン発電機１３が出力する単位時間当たりの電力量（Ｗ）を検出可能である。

遮断器１７ａのガスエンジン発電機１３ａに対する関係、及び遮断器１７ｂのガスエンジン発電機１３ｂに対する関係についても、遮断器１７のガスエンジン発電機１３に対する関係と同じである。

【００２１】

ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂには、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの出力を調整する制御部１９、１９ａ、１９ｂがそれぞれ連結されている。

制御部１９は、主として各種プログラムを搭載したコンピュータからなり、ガスエンジン発電機１３から出力されている電力の周波数を検出し、その検出値を基にガスエンジン発電機１３の出力を調整する。具体的には、ガスエンジン発電機１３の周波数がガスエンジン発電機１３の定格周波数より高い際にガスエンジン発電機１３の出力を下げ、ガスエンジン発電機１３の周波数がガスエンジン発電機１３の定格周波数より低い際にガスエンジン発電機１３の出力を上げる。

【００２２】

この制御部１９とガスエンジン発電機１３の関係は、制御部１９ａとガスエンジン発電機１３ａの関係、及び制御部１９ｂとガスエンジン発電機１３ｂの関係においても同じである。

本実施の形態では、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂは、それぞれ出力の増減が最大１５％／分であり、定格周波数が６０Ｈｚである。

【００２３】

また、ガスエンジン発電機１３（ガスエンジン発電機１３ａ、１３ｂについても同じ）は、出力中の電力の周波数が、定格周波数の９５％以下、又は、定格周波数の１１５％以上

になると、保護回路が作動して停止する。従って、ガスエンジン発電機１３による発電を継続するには、ガスエンジン発電機１３から出力される電力の周波数を、定格周波数の９５％を超え１１５％未満の範囲で維持する必要がある。
【００２４】
そして、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂは、最大出力（単位時間当たりに出力可能な最大電力量）が異なり、本実施の形態では、それぞれの最大出力が、６ＭＷ、５ＭＷ、４ＭＷである。因って、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの最大出力は、ガスエンジン発電機１３＞ガスエンジン発電機１３ａ＞ガスエンジン発電機１３ｂの関係にある。
【００２５】
遮断器１８は、設備１２が電力供給網１６を介して電力供給を受け得る連結状態と、設備１２が電力供給網１６を介して電力供給を受けられない非連結状態を切り替えることができる。更に、遮断器１８は、設備１２により消費されている単位時間当たりの電力（以下、「負荷」ともいう）を検出可能である。遮断器１８ａと設備１２ａの関係、及び遮断器１８ｂと設備１２ｂの関係についても、遮断器１８と設備１２の関係と同じである。
そして、遮断器１８、１８ａ、１８ｂには、商用系統１１の停電で系統分離が生じた際に、設定に従って設備１２、１２ａ、１２ｂを選択遮断する系統安定化装置１４が接続されている。
【００２６】
系統安定化装置１４は、遮断器１５及び遮断器１７、１７ａ、１７ｂにも接続され、遮断器１５の状態から系統分離がなされたか否かを検出可能で、遮断器１７、１７ａ、１７ｂそれぞれの検出値及び遮断器１８、１８ａ、１８ｂそれぞれの検出値を取得可能である。
系統分離がなされると、電力供給システム１０においては、設備１２、１２ａ、１２ｂへの電力供給を、商用系統１１及びガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂによってなしていた通常運転から、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂのみによってなす単独運転への移行が行われる。
【００２７】
系統安定化装置１４は、商用系統１１の停電により系統分離がなされたのを遮断器１５の状態から検出すると、遮断器１７、１７ａ、１７ｂそれぞれの検出値と遮断器１８、１８ａ、１８ｂそれぞれの検出値を基に、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの合計出力（合計電力）と、設備１２、１２ａ、１２ｂの合計負荷の差分を算出する。
そして、系統安定化装置１４は、合計負荷が合計出力より大きいのを検知すると、予め定められていた設備の遮断を行う。
【００２８】
例えば、設備１２ｂを設備１２、１２ａより優先して遮断するとの設定が系統安定化装置１４になされていたとすると、系統安定化装置１４は、遮断器１８ｂに指令信号を送って遮断器１８ｂを非連結状態にし、設備１２ｂへの電力供給を遮断する。
通常運転中は、設備１２、１２ａ、１２ｂの合計負荷である電力需要に対して、商用系統１１の出力にガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの合計出力を足し合わせた電力供給で電力の需給バランスをとっている。この状態から、商用系統１１の停電が発生すると、単純には、商用系統１１の出力分の電力供給が不足し、電力需要が電力供給を大きく上回ることになる。
そこで、電力需要が電力供給を大きく上回っている電力需給のアンバランスを、系統安定化装置１４による設備１２、１２ａ、１２ｂの選択遮断によって解消する。
【００２９】
また、電力供給網１６には、図１（Ａ）に示すように、電力の需給バランスを充放電によって調整する電力貯蔵手段２１が、遮断器２２を介して接続されている。そして、蓄電池を有する電力貯蔵手段２１には、電力貯蔵手段２１の充放電を制御する制御部２３が接続されている。
遮断器２２は、電力貯蔵手段２１の単位時間当たりの充電量（Ｗ）及び電力貯蔵手段２１

の単位時間当たりの放電量（Ｗ）の検出が可能であり、電力貯蔵手段２１が電力供給網１６に電気的に連結された状態と電力貯蔵手段２１が電力供給網１６に電気的に非連結な状態を切り替えることができる。

【００３０】
制御部２３は、プログラムを搭載したコンピュータを備え、商用系統１１が通電時、商用系統１１及びガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂから電力貯蔵手段２１に供給される電力の周波数を検出でき、商用系統１１が停電時、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂから電力貯蔵手段２１に供給される電力の周波数を検出可能である。
制御部２３は、通常運転から単独運転に移行する際、検出する電力の周波数に応じて制御部２３の充放電を制御し、電力の需給バランスを調整する。具体的には、制御部２３は、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂから出力される電力の周波数が、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの定格周波数より大きい際に電力貯蔵手段２１を充電させ、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの定格周波数より小さい際に電力貯蔵手段２１を放電させる。

【００３１】
ここで、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂから出力される電力の周波数がガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの定格周波数より大きいとは、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの合計出力が設備１２、１２ａ、１２ｂの合計負荷を上回っていることを意味する。一方、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂから出力される電力の周波数がガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの定格周波数より小さいとは、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの合計出力が設備１２、１２ａ、１２ｂの合計負荷より小さいことを意味する。

【００３２】
電力の需給がアンバランスになっている際、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの出力調整も行われるので、通常運転から単独運転への移行時には、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂそれぞれの出力調整と電力貯蔵手段２１の充放電が行われることになる。
ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの出力調整は、通常運転から単独運転の移行時に限らず、単独運転時にも行われることはいうまでもない。

【００３３】
本実施の形態において、電力貯蔵手段２１は、最大出力が５．５ＭＷであり、充電から放電に転じるには、徐々に充電量を減少させ充電量をゼロにしてから放電を行う必要があり、これは、放電から充電に転じる際にも同様である。
ここで、電力貯蔵手段２１の充電、あるいは、放電の単位時間当たりの最大増減量は、ガスエンジン発電機の単位時間当たりの出力の最大増減量に比べて大きく、例えば、７０～１００倍の大きさである。
なお、最大出力が５．５ＭＷとは、単位時間当たりの放電量の上限、及び、単位時間当たりの充電量の上限が共に、５．５ＭＷであることを意味する。また、本実施の形態では、電力貯蔵手段２１の充電及び放電を総称して、電力貯蔵手段２１の出力ともいう。

【００３４】
電力貯蔵手段２１の最大出力である５．５ＭＷは、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの中で最大出力が最も大きいガスエンジン発電機１３の最大出力６ＭＷに対して０．５倍以上１．０倍以下の範囲である。
ここで、最大出力が最も大きいガスエンジン発電機の最大出力に対し、０．５倍以上１．０倍以下の最大出力を備える電力貯蔵手段であれば、最大出力が５．５ＭＷである必要はない。

【００３５】
以下、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの中で最大出力が最も大きいガスエンジン発電機１３の最大出力に対して、０．５倍以上１．０倍以下の最大出力を備えた電力貯蔵手段２１を採用した理由について説明する。

電力供給システム１０内は、商用系統１１の停電により、電力の供給状態が大きく変わるため、系統安定化装置１４によって遮断する設備１２ｂ以外の設備１２、１２ａが停止し得る。

【００３６】

そして、設備１２、１２ａの一方、あるいは、両方が停止すると、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの合計出力が作動中の設備の合計負荷（以下、単に「合計出力」ともいう）を大きく上回った状態になる。この上回り量が、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの出力の減少と、電力貯蔵手段２１の充電により解消できないレベルであると、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの１つ、あるいは、２つが意図的に遮断される。これは、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂが保護回路の作動により意図に反して停止するのを回避するためである。

【００３７】

ここで、仮に、電力貯蔵手段２１の代わりに、電力貯蔵手段２１より最大出力が大きい電力貯蔵手段を採用すれば、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの合計出力が合計負荷を大きく上回った状態を、電力貯蔵手段２１の出力調整によって解消でき、保護回路の作動によりガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂが停止するのを回避できると考えられる。

しかしながら、最大出力が大きい電力貯蔵手段を採用すると、当然ながら電力貯蔵手段の導入コストが大きくなるため、必要以上に最大出力が大きい電力貯蔵手段を採用するのは、コスト面で好ましくない。従って、本実施の形態では、最大出力が最も大きいガスエンジン発電機１３の最大出力の１．０倍を電力貯蔵手段２１の最大出力の上限としている。

【００３８】

また、本実施の形態では、制御部１９、１９ａ、１９ｂが、それぞれに対応するガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂから出力される電力の周波数の上昇速度や周波数の値を基に、必要に応じて、それぞれに対応するガスエンジン発電機を意図的に遮断する。

この制御部１９、１９ａ、１９ｂによるそれぞれに対応するガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの１又は２の選択的な遮断により、電力貯蔵手段２１及びガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの出力調整だけでは、保護回路の作動によるガスエンジン発電機の停止を回避できないレベルの電力の需給ギャップを調整する。

本実施の形態では、商用系統１１の停電により生じた電力需給のアンバランスを、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの選択遮断及び電力貯蔵手段２１の充放電によって調整する制御手段が、制御部１９、１９ａ、１９ｂ及び制御部２３によって構成されている。

【００３９】

ここで、最大出力が、ガスエンジン発電機１３の最大出力に対し、０．５倍未満の電力貯蔵手段を採用すると、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの選択遮断によっても、通常運転から単独運転への移行を安定的に行えないことが、種々の検証により明らかになっている。

ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの選択遮断後、最も大きい電力の需給ギャップは、ガスエンジン発電機１３の最大出力の０．５倍である。これは、１）電力の供給から需要を差し引いた値が、ガスエンジン発電機１３の最大出力の０．５倍を超え１．５倍以下である場合は、ガスエンジン発電機１３の意図的な遮断により、電力の需給ギャップが、ガスエンジン発電機１３の最大出力の０．５倍以下に収められること、及び、２）電力の供給から需要を差し引いた値が、ガスエンジン発電機１３の最大出力の０．５倍以下であれば、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの選択遮断を行わないことで、電力の需給ギャップがガスエンジン発電機１３の最大出力の０．５倍以下の状態を維持できることから分かる。

【００４０】

従って、仮に、最大出力が、ガスエンジン発電機１３の最大出力の０．５倍未満である電力貯蔵手段を採用した場合、電力貯蔵手段を最大出力で充放電させたとしても、電力の需

給ギャップが、ガスエンジン発電機１３の最大出力の０．５倍分となった状態を解消できないことになる。
ガスエンジン発電機の出力の最大増減量が、電力貯蔵手段の充放電の最大増減量に比べて大幅に小さいことを考慮すると、系統安定化装置１４が作動した直後の合計出力が合計負荷を上回っている状態を、ガスエンジン発電機の選択的な遮断と電力貯蔵手段の充放電のみによって解消することが、通常運転から単独運転への移行を安定的に完了する上で重要である。
【００４１】
そして、シミュレーションによっても、最大出力が最も大きいガスエンジン発電機の最大出力に対して０．５倍以上の最大出力を備えた電力貯蔵手段が必要であることを確認した。そのシミュレーションの結果を図２に記す。
図２の上段のグラフには、系統分離後、ガスエンジン発電機から出力される電力の周波数の推移が示されている。そして、最大出力が最も大きいガスエンジン発電機の最大出力に対して、０．５倍の最大出力を有する電力貯蔵手段（以下、「ＧＥ０．５台分の電力貯蔵手段」ともいう）を用いた場合と、０．１倍の最大出力を有する電力貯蔵手段（以下、「ＧＥ０．１台分の電力貯蔵手段」ともいう）を用いた場合とがそれぞれ記されている。縦軸は、定格周波数を１００％として、ガスエンジン発電機の周波数を％で示し、横軸は時間の経過を示している。
なお、ガスエンジン発電機は、定格周波数に対し９５％の周波数より高く１１５％の周波数より低い範囲を外れた際に保護回路の作動により停止するものとする。
【００４２】
図２の下段のグラフには、系統分離後の複数のガスエンジン発電機の合計出力の推移と電力貯蔵手段の出力の推移とが記され、ＧＥで示すグラフ上の線は、複数のガスエンジン発電機の合計出力を示している。電力貯蔵手段の出力は、系統分離時に充放電なしとして、系統分離時より下側が充電を意味し、その系統分離時より上側が放電を意味する。
【００４３】
本シミュレーションでは、横軸で（ａ）と記した３秒の時点で商用系統内で事故が発生したという想定であり、その結果、３．５秒までに事故点の切り離しによる系統分離及び系統安定化装置の作動により設備の選択遮断が行われ、ガスエンジン発電機の電力供給と設備等の電力需要が概ねバランスするが、一般的には、電力需給に対して電力供給が過多となる場合が多く、本シミュレーションにおいても、周波数は増加傾向となっている。その後、（ｂ）と記した５秒過ぎの時点でガスエンジン発電機が選択遮断されている（図２の例では、ガスエンジン発電機１台を選択遮断）。
図２の上段のグラフより、ＧＥ０．５台分の電力貯蔵手段を用いた場合、系統分離がなされた直後に上昇したガスエンジン発電機から出力される電力の周波数は、系統安定化装置の作動後にも上昇し、ガスエンジン発電機の選択遮断を境として、その周波数の上昇率は減少する。そして、電力貯蔵手段の充電（出力）が最大となる９秒付近で、ガスエンジン発電機から出力される電力の周波数は減少を開始し、２８秒付近で定格周波数になった以降は、緩やかに増減し収束するのが分かる。
【００４４】
そして、ＧＥ０．５台分の電力貯蔵手段を用いた場合、その周波数は、９５％より高く１１５％より低い範囲で収まっているので、ガスエンジン発電機が保護回路の作動により停止しないのが確認できた。
これに対し、ＧＥ０．１台分の電力貯蔵手段を用いた場合、ガスエンジン発電機から出力される電力の周波数は、１１５％を超えても、なお上昇しているので、１１５％に達した時点で、ガスエンジン発電機は、保護回路の作動により停止することが確認された。
【００４５】
図２の下段のグラフより、ガスエンジン発電機の合計出力は、ガスエンジン発電機の選択遮断により急激に降下した後、２８秒付近にかけて徐々に降下しているのが分かる。これは、定格周波数を超えているガスエンジン発電機から出力される電力の周波数を低下させ

るべく、ガスエンジン発電機が出力調整により出力を減少させているためである。
また、電力貯蔵手段は、系統分離後から、ガスエンジン発電機から出力される電力の周波数を低下させるべく、充電を開始し１０秒前に最大で充電している状態（最大出力の状態）になっている。

【００４６】
ガスエンジン発電機の出力、及び、電力貯蔵手段の出力は、ガスエンジン発電機から出力される電力の周波数が定額周波数を上回っている際に減少し、同周波数が定格周波数を下回っている際に増加する。
そして、ガスエンジン発電機の出力調整のみで電力の需給バランスがとられるようになった時点で、電力貯蔵手段の出力調整が終わり、単独運転の移行が完了する。

【００４７】
なお、本シミュレーションにおいては、ＧＥ０．１台分の電力貯蔵手段を用いる場合にガスエンジン発電機から出力される電力の周波数が１１５％に達する前まで、ガスエンジン発電機の出力調整及び電力貯蔵手段の出力調整は、ＧＥ０．１台分の電力貯蔵手段を用いる場合とＧＥ０．５台分の電力貯蔵手段を用いる場合で等しく、図２の下段のグラフに記した通りとなる。
そして、ＧＥ０．１台分の電力貯蔵手段を用いる場合にガスエンジン発電機から出力される電力の周波数が１１５％に達した後は、ＧＥ０．１台分の電力貯蔵手段を用いる場合、ガスエンジン発電機の合計出力が０になるが、これについては、図２の下段のグラフでの記載を省略し、ＧＥ０．５台分の電力貯蔵手段を用いた場合の出力の推移のみを記している。

【００４８】
次に、第２の発明の一実施の形態に係る電力の需給調整方法について説明する。
まず、複数のガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂ、系統安定化装置１４、電力貯蔵手段２１、及び制御部１９、１９ａ、１９ｂ、２３等を設けて、電力供給システム１０を構築する。
そして、その後、図３、図４に示すフローに従って、商用系統１１の停電により生じた電力需給のアンバランスを、複数のガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの選択遮断及び電力貯蔵手段２１の充放電によって調整する。

【００４９】
具体的には、図３に示すように、通常運転（Ｓ１）を行っている際に、商用系統１１が停電すると（Ｓ２）、系統安定化装置１４は、ガスエンジン発電機１３、１３ａ、１３ｂの合計出力が設備１２、１２ａ、１２ｂの合計負荷より大きいか否かを判定し（Ｓ３）、その合計出力がその合計負荷より大きくない場合は、合計出力が合計負荷より小さいか否かを判定する（Ｓ４）。

【００５０】
通常、商用系統１１の停電直後は、合計出力が合計負荷未満であり、その場合、系統安定化装置１４は、設定された優先順位に従って複数の設備１２、１２ａ、１２ｂの選択遮断を行う（Ｓ５）。そして、Ｓ３に戻って、系統安定化装置１４は、再度、合計出力が合計負荷より大きいか否かを判定する。Ｓ３～Ｓ５を、合計出力が合計負荷を超えるまで行い、合計出力が合計負荷より大きくなると、制御部１９は、ガスエンジン発電機１３から出力される電力の周波数を基にして、合計出力から合計負荷を差し引いた値が、ガスエンジン発電機１３の最大出力の０．５倍を超えているか否かを判定する（Ｓ６）。

【００５１】
Ｓ６において、合計出力から合計負荷を差し引いた値が、ガスエンジン発電機１３の最大出力の０．５倍分を超えていると判定された場合、ガスエンジン発電機１３が制御部１９によって遮断され、残りのガスエンジン発電機１３ａ、１３ｂの出力と電力貯蔵手段２１の出力が低減される（Ｓ７）。なお、電力貯蔵手段２１の出力の低減とは、放電中の場合、その放電量を減少することを意味し、充電中の場合、その充電量を増加することを意味する。

【００５２】
次に、合計出力から合計負荷を差し引いた値が、ガスエンジン発電機１３ａの最大出力の０．５倍分以下になっているか否かの判定を、制御部１９ａが行い（Ｓ８）、ガスエンジン発電機１３ａの最大出力の０．５倍分以下でない場合は、Ｓ７に戻って、ガスエンジン発電機１３ａの停止と、ガスエンジン発電機１３ｂの出力及び電力貯蔵手段２１の出力の低減が行われる（Ｓ７）。

【００５３】
Ｓ７、Ｓ８を、発電中のガスエンジン発電機が１台になるまで繰り返し、Ｓ８で、合計出力から合計負荷を差し引いた値が、ガスエンジン発電機の最大出力の０．５倍分以下になると、合計出力が合計負荷より大きいか否かが、作動中のガスエンジン発電機に連結された制御部と、制御部２３とによってそれぞれ判定される（Ｓ９）。この判定は、作動中のガスエンジン発電機から出力中の電力の周波数により行われる。

【００５４】
そして、合計出力が合計負荷より大きい場合は、図４に示すように、ガスエンジン発電機から出力されている電力の周波数が定格周波数になるまで、作動中のガスエンジン発電機の出力と電力貯蔵手段２１の出力の低減を行う（Ｓ１０、Ｓ１１）。
一方、Ｓ９で合計出力が合計負荷より大きくない場合、図３に示すように、合計出力が合計負荷より小さいかが判定され（Ｓ１２）、合計出力が合計負荷より小さいと、ガスエンジン発電機から出力されている電力の周波数が定格周波数になるまで、図４に示すように、作動中のガスエンジン発電機の出力と電力貯蔵手段２１の出力を増加させる（Ｓ１３、Ｓ１４）。なお、電力貯蔵手段２１の出力の増加とは、電力貯蔵手段２１が、充電中であれば充電量を減少することを意味し、放電中であれば放電量を増加することを意味する。

【００５５】
Ｓ１１又はＳ１４で、ガスエンジン発電機から出力されている電力の周波数が定格周波数になったと判定されると、電力貯蔵手段２１の出力＝０（電力貯蔵手段２１が充放電していない状態）になるように、電力貯蔵手段２１の出力変動を収束させる（Ｓ１５、Ｓ１６）。この収束の際には、電力貯蔵手段２１の出力が、ガスエンジン発電機の出力増減の許容範囲内で増減される。
ここで、Ｓ４、Ｓ１２で、図３に示すように、合計出力が合計負荷より小さくない、即ち、合計出力と合計負荷が等しいと判定された場合も、Ｓ１５、Ｓ１６により電力貯蔵手段２１の出力変動の収束が行われる。
そして、図４に示すように電力貯蔵手段２１の出力＝０となり、作動中のガスエンジン発電機の出力調整のみによって電力の需給バランスがとられるようになると、単独運転への移行が完了する（Ｓ１７）。

【００５６】
また、蓄電池は、充放電時間（ｈ）、容量（Ｗｈ）、及び、最大出力（Ｗ）が、充放電時間（ｈ）＝容量（Ｗｈ）／最大出力（Ｗ）の関係にある。
種々の検討の結果、商用系統の停電から単独運転への移行完了まで３～５分であることが確認されており、電力供給システムで一般的に用いられる蓄電池の充放電時間は、０．５～７（ｈ）である。因って、使用が想定される一般的な蓄電池であれば、充放電時間については、電力貯蔵手段２１の蓄電池としての条件を満たす。

【００５７】
そして、電力貯蔵手段２１は、ガスエンジン発電機１３の最大出力に対し、少なくとも０．５倍の最大出力を有することが求められ、更に、蓄電池は、一般的に、容量によって価格が左右される。
これらを考慮すると、単位容量に対して最大出力が大きい蓄電池を採用することで、必要な最大出力を確保するために必要な蓄電池の容量の小容量化と共に、蓄電池の導入コストの抑制化を図ることができる。

【００５８】
電力貯蔵手段２１が有する蓄電池には、少なくとも、鉛蓄電池、ナトリウム硫黄電池、ニ

ッケル水素電池、リチウムイオン電池の採用が可能であるが、単位容量に対して最大出力が大きいリチウムイオン電池を採用することで、蓄電池の容量の小容量化が可能で、蓄電池の導入コストも抑制できる。

なお、鉛蓄電池、ナトリウム硫黄電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池は、それぞれ充放電時間率が、鉛蓄電池＝１（ｈ）、ナトリウム硫黄電池＝６～７（ｈ）、ニッケル水素電池＝１（ｈ）、リチウムイオン電池＝０．５（ｈ）である。

【００５９】

以上、本発明の実施の形態を説明したが、本発明は、上記した形態に限定されるものでなく、要旨を逸脱しない条件の変更等は全て本発明の適用範囲である。

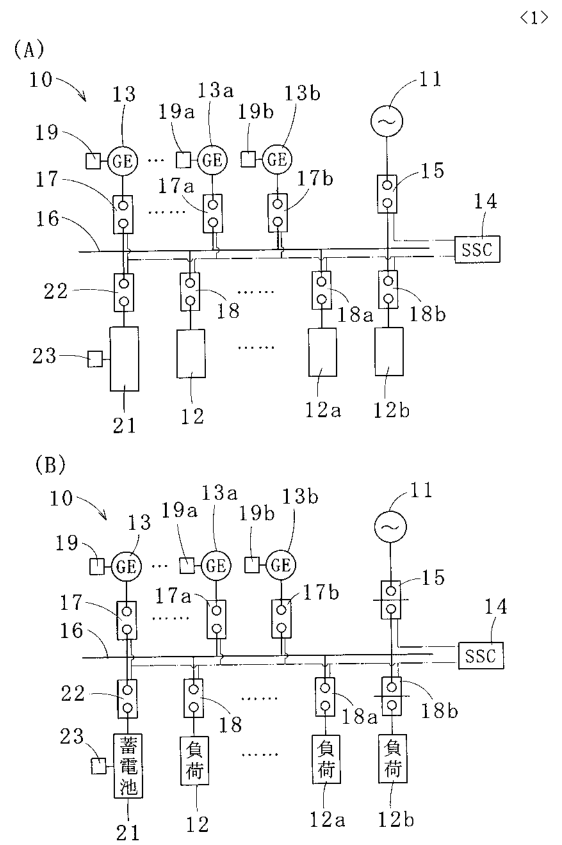
例えば、単独運転移行時に制御手段が最初に遮断するのは、複数のガスエンジン発電機の中で最大出力が最も大きいガスエンジン発電機である必要はない。

【符号の説明】

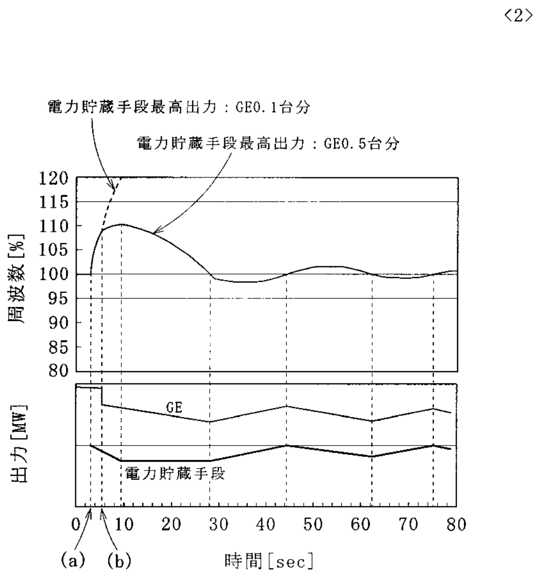
【００６０】

１０：電力供給システム、１１：商用系統、１２、１２ａ、１２ｂ：設備、１３、１３ａ、１３ｂ：ガスエンジン発電機、１４：系統安定化装置、１５：遮断器、１６：電力供給網、１７、１７ａ、１７ｂ：遮断器、１８、１８ａ、１８ｂ：遮断器、１９、１９ａ、１９ｂ：制御部、２１：電力貯蔵手段、２２：遮断器、２３：制御部

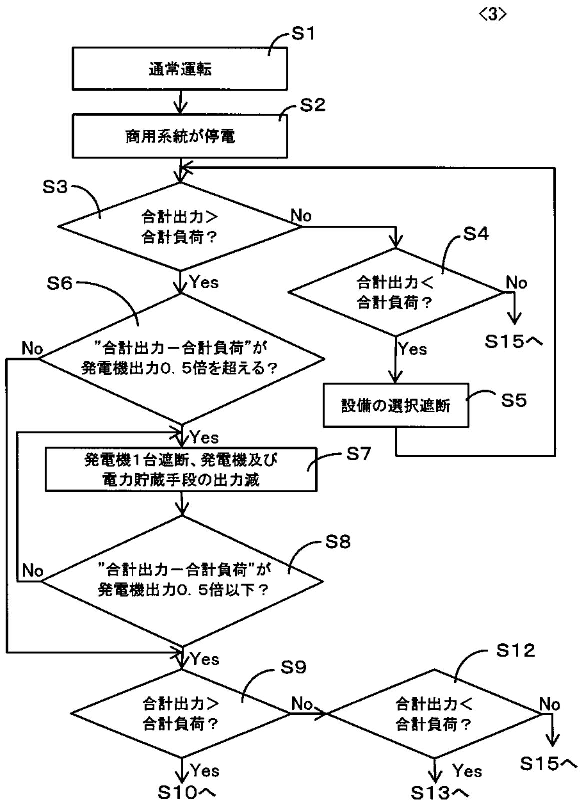
【図１】



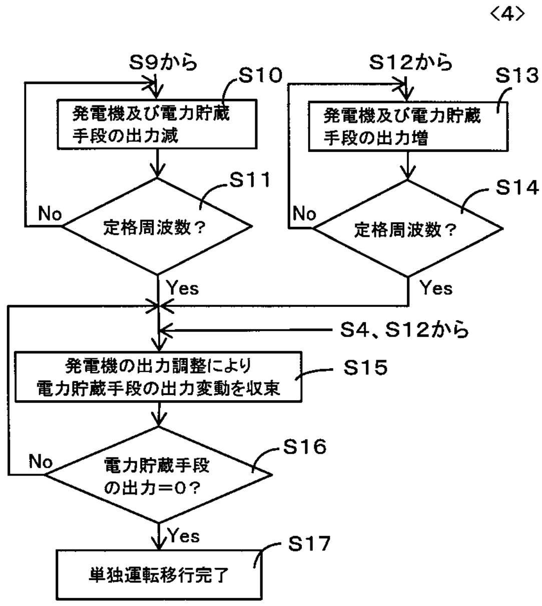
【図２】



【図３】


<3>
S1
通常運転
S2
商用系統が停電
S3
合計出力＞
合計負荷？
No
S4
合計出力＜
合計負荷？
No
S15へ
Yes
設備の選択遮断
S5
Yes
S6
No
"合計出力－合計負荷"が
発電機出力0．5倍を超える？
Yes
発電機1台遮断、発電機及び
電力貯蔵手段の出力減
S7
S8
No
"合計出力－合計負荷"が
発電機出力0．5倍以下？
Yes
S9
合計出力＞
合計負荷？
No
S12
合計出力＜
合計負荷？
No
S15へ
Yes
S10へ
Yes
S13へ

【図４】


<4>
S9から
S10
発電機及び電力貯蔵
手段の出力減
S11
No
定格周波数？
Yes
S12から
S13
発電機及び電力貯蔵
手段の出力増
S14
No
定格周波数？
Yes
S4、S12から
発電機の出力調整により
電力貯蔵手段の出力変動を収束
S15
S16
No
電力貯蔵手段
の出力＝0？
Yes
S17
単独運転移行完了

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	ＦＩ			テーマコード（参考）
	Ｈ０２Ｊ	3/38	Ｇ	
	Ｈ０２Ｊ	7/00	Ａ	
	Ｈ０２Ｊ	7/00	３０２Ｃ	
	Ｈ０２Ｊ	7/00	３０３Ａ	

Ｆターム(参考) 5G066 AB02 AD04 HA01 HA06 HA11 HB02 HB09 JA02 JB03
5G503 AA01 BB01 BB02 DA04