

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6300568号
(P6300568)

(45) 発行日 平成30年3月28日(2018.3.28)

(24) 登録日 平成30年3月9日(2018.3.9)

(51) Int. Cl. F 1
 HO 2 J 3/46 (2006.01) HO 2 J 3/46
 HO 2 J 3/32 (2006.01) HO 2 J 3/32

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-33052 (P2014-33052)	(73) 特許権者	000000284
(22) 出願日	平成26年2月24日 (2014.2.24)		大阪瓦斯株式会社
(65) 公開番号	特開2015-159662 (P2015-159662A)		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27年9月3日 (2015.9.3)	(74) 代理人	110001818
審査請求日	平成29年1月4日 (2017.1.4)		特許業務法人R&C
		(72) 発明者	八切 好司
			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
		(72) 発明者	仲尾 国広
			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
		(72) 発明者	平井 友之
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力供給システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の電力需要者が接続されている交流線と、蓄電装置と、前記蓄電装置と前記交流線との間を自己接続線を用いて接続する自立インバータ装置とを有する自己システムを複数個備え、

複数個の前記自己システムが電氣的に直列接続されるように、一つの前記自己システムが有する前記蓄電装置と他の一つの前記自己システムが有する前記交流線との間を相互接続線を用いて接続する連繋インバータ装置を前記自己システム同士の間にも備える電力供給システムであって、

前記自立インバータ装置に対して電力品質制御を行わせ、前記連繋インバータ装置に対して電力融通制御を行わせる制御装置を備え、

前記制御装置は、

前記電力品質制御として、一つの前記自己システムが有する前記自立インバータ装置に対して、当該一つの前記自己システムにおいて、前記交流線での電力の電圧が目標電圧となるように及び前記交流線での電力の周波数が前記蓄電装置の蓄電量に応じて決定される目標周波数となるように前記交流線への電力供給を行わせ、並びに、

前記電力融通制御として、一つの前記自己システムに向けて他の前記自己システムから前記相互接続線を用いて電力を融通するとき、当該相互接続線を構成する第1相互接続線と第2相互接続線との間に設けられる前記連繋インバータ装置に対して、当該一つの前記自己システム及び当該他の自己システムのそれぞれにおける前記交流線での前記目標周波数に

10

20

基づいて、前記蓄電装置の蓄電量が相対的に大きい自己システムから、前記蓄電装置の蓄電量が相対的に小さい自己システムへと電力を融通させ、

複数個の前記自己システムの夫々において、

前記自立インバータ装置は、前記蓄電装置の前記蓄電量と前記目標周波数との間の関係式に従って前記蓄電装置の前記蓄電量に応じた前記目標周波数を決定し、

前記蓄電装置の前記蓄電量と前記目標周波数との間の前記関係式において、前記目標周波数が、前記交流線での電力の周波数品質の観点から設定される下限目標周波数以上であり且つ上限目標周波数以下の範囲内に制限され、

前記蓄電装置の前記蓄電量と前記目標周波数との間の前記関係式において、前記蓄電装置の前記蓄電量の変化に対する前記目標周波数の変化率の絶対値が相対的に大きく設定されている基準変化率領域が設定され、当該基準変化率領域に対応する前記蓄電装置の前記蓄電量の範囲よりも小蓄電量側及び大蓄電量側に、前記蓄電装置の前記蓄電量の変化に対する前記目標周波数の変化率の絶対値が、前記基準変化率領域での前記目標周波数の変化率の絶対値と比べて相対的に小さい第1の小変化率領域及び第2の小変化率領域が設定されている電力供給システム。

10

【請求項2】

前記関係式は、前記目標周波数が、大蓄電量側で前記蓄電装置の前記蓄電量の増加に従って前記上限目標周波数に収束し、小蓄電量側で前記蓄電装置の前記蓄電量の減少に従って前記下限目標周波数に収束する関係式であるか、または、前記目標周波数が、大蓄電量側で前記蓄電装置の前記蓄電量の増加に従って前記下限目標周波数に収束し、小蓄電量側で前記蓄電装置の前記蓄電量の減少に従って前記上限目標周波数に収束する関係式である請求項1に記載の電力供給システム。

20

【請求項3】

前記蓄電装置の寿命を考慮して決定される前記蓄電装置の前記蓄電量に関する目標運用領域が、目標下限蓄電量と、当該目標下限蓄電量よりも大きい目標上限蓄電量との間の領域に規定され、

前記蓄電装置の前記蓄電量に関する前記目標下限蓄電量と前記目標上限蓄電量との間の領域が前記基準変化率領域に対応する請求項1又は2に記載の電力供給システム。

【請求項4】

前記蓄電装置の前記蓄電量と前記目標周波数との間の前記関係式において、前記目標周波数は、前記蓄電装置の前記蓄電量の関数で決定する周波数変動値を前記交流線の基準周波数に対して加算して導出される請求項1～3の何れか一項に記載の電力供給システム。

30

【請求項5】

前記交流線での電力の周波数品質の観点から設定される前記上限目標周波数及び前記下限目標周波数の間の範囲は、前記交流線に接続されている装置を正常に動作させるために設定されている範囲である請求項1～4の何れか一項に記載の電力供給システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の電力需要者が接続されている交流線と、蓄電装置と、蓄電装置と交流線との間を自己接続線を用いて接続する自立インバータ装置とを有する自己システムを複数個備え、複数個の自己システムが電氣的に直列接続されるように、一つの自己システムが有する蓄電装置と他の一つの自己システムが有する交流線との間を相互接続線を用いて接続する連繋インバータ装置を自己システム同士の間備える電力供給システムに関する。

40

【背景技術】

【0002】

従来から、複数の電力需要者が接続されている交流線と、蓄電装置と、その蓄電装置と交流線とを接続する自立インバータ装置とを有する自己システムを複数個備えるような電力供給システムが提案されている。例えば、特許文献1（国際公開第2010/1036

50

50号)に記載の電力供給システムは、複数個の自己システムが電氣的に直列接続されるように、一つの自己システムが有する蓄電装置と他の一つの自己システムが有する交流線とを接続する連繋インバータ装置を自己システム同士の間備えている。更に、複数個の自己システムのそれぞれの自立インバータ装置を、交流線での電力の電圧が目標電圧となるように及び交流線での電力の周波数が蓄電装置の蓄電量に応じて決定する目標周波数となるように動作させ、及び、一つの連繋インバータ装置を介して電氣的に接続されている二つの自己システムに関して、目標周波数の高い方の自己システムから目標周波数の低い方の自己システムへ電力を供給するように連繋インバータ装置の動作を制御している。つまり、各自己システムの交流線での電力の周波数は蓄電装置の蓄電量を反映した値となっているので、連繋インバータ装置は、電氣的に接続されている二つの自己システムに関して、各交流線の周波数を検出するだけで、何れの自己システムの蓄電装置の蓄電量が多いのかを知ることができる。そして、その検出した周波数の値の大小に応じて、各自己システム間で電力の融通を行うことで、各自己システムの蓄電装置の蓄電量の均等化を図ることができる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】国際公開第2010/103650号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

特許文献1の図6には、蓄電装置の蓄電量と目標周波数との間の関係例が記載されている。しかし、特許文献1に記載されているのは、蓄電装置の蓄電量の変化と目標周波数の変化とが線形の関係にある場合の一般的な例であり、実際に電力供給システムを運用する場合において具体的にどのような観点から目標周波数を決定すれば良いのかまでは記載されていない。

【0005】

例えば、交流線に対して接続されている電力需要者の電力消費装置は、本来、商用電力システムから供給される電力によって動作することを前提としている。つまり、電力消費装置は、商用電力システムから供給される電力の周波数に応じて動作するように設計されている。そのため、供給される電力の周波数が変化すると、厳密には電力消費装置の動作状態も変化することとなる。従って、交流線に対して接続されている電力需要者の電力消費装置を正常に動作させるという観点で目標周波数を決定することが必要になる。

30

【0006】

また、特許文献1では、電力融通制御を行うことで各自己システムの蓄電装置の蓄電量を均等化できるとしても、どのような値の蓄電量で各自己システムの蓄電装置の蓄電量を均等化できるかが不明である。そのため、ある二つの自己システム間では、非常に小さい値の蓄電量で各蓄電装置の蓄電量が均衡し、別の二つの自己システム間では非常に大きい値の蓄電量で各蓄電装置の蓄電量が均衡するといったことも起こり得る。

【0007】

40

本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、交流線の目標周波数が、電力需要者にとって好ましい値に決定され、且つ、所定の蓄電量範囲で各蓄電装置の蓄電量を均等化できるような電力供給システムを提供する点にある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するための本発明に係る電力供給システムの特徴構成は、複数の電力需要者が接続されている交流線と、蓄電装置と、前記蓄電装置と前記交流線との間を自己接続線を用いて接続する自立インバータ装置とを有する自己システムを複数個備え、

複数個の前記自己システムが電氣的に直列接続されるように、一つの前記自己システムが有する前記蓄電装置と他の一つの前記自己システムが有する前記交流線との間を相互接

50

続線を用いて接続する連繫インバータ装置を前記自己システム同士の間備える電力供給システムであって、

前記自立インバータ装置に対して電力品質制御を行わせ、前記連繫インバータ装置に対して電力融通制御を行わせる制御装置を備え、

前記制御装置は、

前記電力品質制御として、一つの前記自己システムが有する前記自立インバータ装置に対して、当該一つの前記自己システムにおいて、前記交流線での電力の電圧が目標電圧となるように及び前記交流線での電力の周波数が前記蓄電装置の蓄電量に応じて決定される目標周波数となるように前記交流線への電力供給を行わせ、並びに、

前記電力融通制御として、一つの前記自己システムに向けて他の前記自己システムから前記相互接続線を用いて電力を融通するとき、当該相互接続線を構成する第1相互接続線と第2相互接続線との間に設けられる前記連繫インバータ装置に対して、当該一つの前記自己システム及び当該他の自己システムのそれぞれにおける前記交流線での前記目標周波数に基づいて、前記蓄電装置の蓄電量が相対的に大きい自己システムから、前記蓄電装置の蓄電量が相対的に小さい自己システムへと電力を融通させ、

複数個の前記自己システムの夫々において、

前記自立インバータ装置は、前記蓄電装置の前記蓄電量と前記目標周波数との間の関係式に従って前記蓄電装置の前記蓄電量に応じた前記目標周波数を決定し、

前記蓄電装置の前記蓄電量と前記目標周波数との間の前記関係式において、

前記目標周波数が、前記交流線での電力の周波数品質の観点から設定される下限目標周波数以上であり且つ上限目標周波数以下の範囲内に制限され、

前記蓄電装置の前記蓄電量と前記目標周波数との間の前記関係式において、前記蓄電装置の前記蓄電量の変化に対する前記目標周波数の変化率の絶対値が相対的に大きく設定されている基準変化率領域が設定され、当該基準変化率領域に対応する前記蓄電装置の前記蓄電量の範囲よりも小蓄電量側及び大蓄電量側に、前記蓄電装置の前記蓄電量の変化に対する前記目標周波数の変化率の絶対値が、前記基準変化率領域での前記目標周波数の変化率の絶対値と比べて相対的に小さい第1の小変化率領域及び第2の小変化率領域が設定されている点にある。

【0009】

上記特徴構成によれば、目標周波数を決定するとき、その範囲が、交流線での電力の周波数品質の観点から設定される下限目標周波数以上であり且つ上限目標周波数以下の範囲内に制限される。その結果、交流線に接続される電力需要者の装置の動作に支障が生じないようにできる。

【0010】

また、電力融通制御が行われるとき、連繫インバータ装置は、二つの自己システムのそれぞれにおける交流線での目標周波数（実際の交流線での電力の周波数もそれぞれの目標周波数と同じと見なしてよい）に基づいて、蓄電装置の蓄電量が相対的に大きい自己システムから、蓄電装置の蓄電量が相対的に小さい自己システムへと電力を融通させる。つまり、双方の自己システムでの交流線での電力の周波数が対比された上で、電力を供給する側の自己システムになるのか、或いは、電力を受け取る側の自己システムになるのかが決定される。そのため、電力を供給する側の自己システムではその蓄電装置の蓄電量の減少が進み、電力を受け取る側の自己システムではその蓄電装置の蓄電量の減少は抑制される或いは蓄電量が増加する。

【0011】

但し、本特徴構成では、蓄電装置の蓄電量と目標周波数との間の関係式において、蓄電装置の蓄電量の変化に対する目標周波数の変化率の絶対値が相対的に大きく設定されている基準変化率領域が設定され、当該基準変化率領域に対応する蓄電装置の蓄電量の範囲よりも小蓄電量側及び大蓄電量側に、蓄電装置の蓄電量の変化に対する目標周波数の変化率の絶対値が、基準変化率領域での目標周波数の変化率の絶対値と比べて相対的に小さい第1の小変化率領域及び第2の小変化率領域が設定されている。つまり、蓄電量が相対的に

10

20

30

40

50

中間にある上記基準変化率領域では、蓄電量の大小変化があるとその変化が目標周波数の変化に大きく反映されるため、電力融通制御において電力の融通を受ける側になるのか或いは電力を供給する側になるのかが蓄電量の大小変化に応じて代わり易くなる。即ち、電力の融通を受ける側になるのか或いは電力を供給する側になるのかが入れ替わり易くなり、この基準変化率領域に対応する蓄電量の範囲内で蓄電量の均衡が図られるようになる。

【0012】

これに対して、蓄電量が相対的に小さい方の小変化率領域では、電力融通制御によって電力の供給を受けて蓄電装置の蓄電量が増加しても、その蓄電量の増加変化に対して目標周波数が大きくは変化しないため、そのまま電力の供給を受け続けることになる。そして、蓄電装置の蓄電量が相対的に中間にある上記基準変化率領域へと戻るように移行する。同様に、蓄電量が相対的に大きい方の小変化率領域では、電力融通制御によって他の自己システムへの電力の供給を行って蓄電装置の蓄電量が減少しても、その蓄電量の減少変化に対して目標周波数が大きく変化しないため、そのまま他の自己システムへの電力の供給を行い続けることになる。そして、蓄電装置の蓄電量が相対的に中間にある上記基準変化率領域へと戻るように移行する。

10

【0013】

このように、第1の小変化率領域及び基準変化率領域及び第2の小変化率領域が、蓄電装置の蓄電量が増加するに伴って順に設定されていることで、各自己システムの蓄電装置の蓄電量が、基準変化率領域に対応する蓄電量の範囲内で均衡するようになる。

【0014】

本発明に係る電力供給システムの別の特徴構成は、前記関係式は、前記目標周波数が、大蓄電量側で前記蓄電装置の前記蓄電量の増加に従って前記上限目標周波数に収束し、小蓄電量側で前記蓄電装置の前記蓄電量の減少に従って前記下限目標周波数に収束する関係式であるか、または、前記目標周波数が、大蓄電量側で前記蓄電装置の前記蓄電量の増加に従って前記下限目標周波数に収束し、小蓄電量側で前記蓄電装置の前記蓄電量の減少に従って前記上限目標周波数に収束する関係式である点にある。

20

【0015】

上記特徴構成によれば、蓄電装置の蓄電量と目標周波数との間の関係式において、目標周波数は、大蓄電量側で上限目標周波数に収束し、小蓄電量側で下限目標周波数に収束するか、または、目標周波数は、大蓄電量側で下限目標周波数に収束し、小蓄電量側で上限目標周波数に収束する。つまり、この関係式を用いて目標周波数を決定することにより、上限目標周波数と下限目標周波数との間で目標周波数を最大限変化させることができる。

30

【0016】

本発明に係る電力供給システムの更に別の特徴構成は、前記蓄電装置の寿命を考慮して決定される前記蓄電装置の前記蓄電量に関する目標運用領域が、目標下限蓄電量と、当該目標下限蓄電量よりも大きい目標上限蓄電量との間の領域に規定され、

前記蓄電装置の前記蓄電量に関する前記目標下限蓄電量と前記目標上限蓄電量との間の領域が前記基準変化率領域に対応する点にある。

【0017】

交流線に対して接続されている蓄電装置は、充電と放電とを繰り返すことで劣化が進行するが、特定の蓄電量の範囲で充電と放電とを繰り返していれば、その劣化速度が遅くなる、即ち、寿命が長くなることが知られている。従って、蓄電装置が、できるだけその蓄電量の範囲で充電と放電とを繰り返しながら使用されるようにするという観点で目標周波数を決定できれば好ましい。

40

そこで、本特徴構成では、蓄電装置の寿命を考慮して決定される蓄電装置の蓄電量に関する目標運用領域が、目標下限蓄電量と、当該目標下限蓄電量よりも大きい目標上限蓄電量との間の領域に規定され、蓄電装置の蓄電量に関する目標下限蓄電量と目標上限蓄電量との間の領域が基準変化率領域に対応するようにしている。その結果、上述したように、蓄電装置の蓄電量が相対的に中間にある上記基準変化率領域（目標運用領域）へと戻るようになり、或いは、蓄電装置の蓄電量が目標運用領域から外れることが抑制されるように

50

なる。つまり、蓄電装置が、その蓄電装置の寿命が長くなるような蓄電量の範囲内（目標運用領域内）で使用されるようになる。

【0018】

本発明に係る電力供給システムの別の特徴構成は、前記蓄電装置の前記蓄電量と前記目標周波数との間の前記関係式において、前記目標周波数は、前記蓄電装置の前記蓄電量の関数で決定する周波数変動値を前記交流線の基準周波数に対して加算して導出される点にある。

【0019】

上記特徴構成によれば、目標周波数を、蓄電装置の蓄電量の関数で決定する周波数変動値を交流線の基準周波数に対して加算して導出する場合において、目標周波数が、交流線での電力の周波数品質の観点から設定される下限目標周波数以上であり且つ上限目標周波数以下となるように、その周波数変動値が、下限変動値以上であり且つ上限変動値以下の範囲内に制限される。

10

【0020】

本発明に係る電力供給システムの更に別の特徴構成は、前記交流線での電力の周波数品質の観点から設定される前記上限目標周波数及び前記下限目標周波数の間の範囲は、前記交流線に接続されている装置を正常に動作させるために設定されている範囲である点にある。

【0021】

上記特徴構成によれば、交流線に接続される装置が正常に動作することが担保される。

20

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】電力供給システムの構成を示す図である。

【図2】蓄電装置の蓄電量と目標周波数の周波数変動値との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下に、図面を参照して本発明に係る電力供給システムについて説明する。

図1は、電力供給システムの構成を示す図である。この電力供給システムは、複数の電力需要者Dが接続されている交流線1と、蓄電装置4と、蓄電装置4と交流線1との間を自己接続線2を用いて接続する自立インバータ装置5とを有する自己システム10を複数個備え、複数の自己システム10が電氣的に直列接続されるように、一つの自己システム10が有する蓄電装置4と他の一つの自己システム10が有する交流線1との間を相互接続線3を用いて接続する連繋インバータ装置9を自己システム10同士の間にも備える。自己接続線2は、自立インバータ装置5と蓄電装置4とを接続するための第1自己接続線2a(2)と、自立インバータ装置5と交流線1とを接続するための第2自己接続線2b(2)とで構成される。相互接続線3は、連繋インバータ装置9と蓄電装置4とを接続するための第1相互接続線3a(3)と、連繋インバータ装置9と交流線1とを接続するための第2相互接続線3b(3)とで構成される。また、電力供給システムは、自立インバータ装置5に対して電力品質制御を行わせ、連繋インバータ装置9に対して電力融通制御を行わせる制御装置Cを備える。図1では、自己システム10A(10)と自己システム10B(10)という二つの自己システム10が連繋インバータ装置9を介して接続されている状態を例示しているが、電力供給システムが備える自己システム10の数に制限は無い。

30

40

【0024】

電力需要者Dは、交流線1から供給される電力を消費する電力消費装置6を有する。或いは、電力需要者Dは、電力消費装置6に加えて、発電装置7を有してもよい。電力消費装置6としては、例えば照明装置や空調装置などの一般的な装置だけでなく、その動作のために電力を消費する様々な装置を利用できる。発電装置7としては、太陽光や風力などの自然エネルギーを利用して発電する太陽光発電装置や風力発電装置や、燃料を利用して発電する燃料電池などの様々な装置を利用できる。尚、図1に示すように、自己システム1

50

0において、交流線1に発電装置7が単体で接続される場合もある。また、交流線1に接続される電力需要者Dの数や、その電力需要者Dが備える電力消費装置6や発電装置7の数や組み合わせは図示した例に限定されない。

【0025】

蓄電装置4は、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池、鉛電池などの蓄電池（化学電池）を利用できる。

【0026】

自立インバータ装置5及び連繋インバータ装置9は、入力される電力を、所望の電圧、周波数、位相の電力に変換して出力できる電力変換装置である。例えば、自立インバータ装置5及び連繋インバータ装置9は、半導体スイッチング素子などを有する回路部（図示せず）、及び、その半導体スイッチング素子のスイッチング動作を制御する制御部（図示せず）などで構成される。そして、それらの半導体スイッチング素子のオン・オフが切り換えられることで、入力電力から出力電力への電力変換動作が行われる。

10

【0027】

制御装置Cは、上記自立インバータ装置5及び上記連繋インバータ装置9の動作を制御可能な装置である。例えば、制御装置Cは、情報の入出力機能及び記憶機能及び演算処理機能などを有する装置である。尚、制御装置Cの機能は、自立インバータ装置5及び連繋インバータ装置9の夫々が有する制御部（図示せず）の何れか一つがマスター制御部として機能し、他の制御部がマスター制御部と情報通信を行いながらスレーブ制御部として機能することにより実現することができる。或いは、制御装置Cの機能は、自立インバータ装置5及び連繋インバータ装置9の夫々が有する制御部（図示せず）とは別に設けられ、それらの制御部と情報通信可能に構成されるマスター制御部によって実現することができる。

20

【0028】

そして、制御装置Cは、それぞれの自己システム10内での電力品質制御と、複数の自己システム10の間での電力融通制御とを行う。電力品質制御は、自己システム10の交流線1での電力の品質を一定に保つことを目的とする制御である。電力融通制御は、各自己システム10の蓄電装置4の蓄電量の均等化を目的とする制御である。

【0029】

電力品質制御について補足すると、交流線1の電力は、電力需要者Dの電力消費装置6によって消費されるが、電力消費装置6は、通常、この電力供給システムとは別の外部の商用電力系統から供給される電力によって動作することを前提としている。つまり、電力消費装置6は、商用電力系統から供給される電力の周波数に応じて動作するように設計されている。そのため、電力消費装置6に対して供給される電力の周波数が異なれば、厳密にはそれらの装置の動作も異なってしまう。従って、それぞれの自己システム10の交流線1での電力の周波数を所定範囲内に保つという電力品質制御を行う必要がある。

30

【0030】

そこで、電力品質制御として、制御装置Cは、一つの自己システム10が有する自立インバータ装置5に対して、その一つの自己システム10において、交流線1での電力の電圧が目標電圧となるように及び交流線1での電力の周波数が蓄電装置4の蓄電量に応じて決定される目標周波数となるように交流線1への電力供給を行わせる。

40

【0031】

電力融通制御について補足すると、各自己システム10では、交流線1の電力品質を維持する機能は、蓄電装置4を利用した自立インバータの電力品質制御によって担われるが、その電力品質制御が実施されることで蓄電装置4の蓄電量がどの程度増減するのは、複数の自己システム10の間で様々である。そのため、時間経過に伴って、各自己システム10の蓄電装置4の蓄電量に差異が生じることがある。このような場合、蓄電装置4の蓄電量が多い自己システム10から、蓄電装置4の蓄電量が少ない自己システム10へ、電力の融通を行うことができれば、各自己システム10間での蓄電装置4の蓄電量の均等化のために好ましい。

50

【 0 0 3 2 】

そこで、電力融通制御として、制御装置 C は、一つの自己システム 10 に向けて他の自己システム 10 から相互接続線 3 を用いて電力を融通するとき、当該相互接続線 3 を構成する第 1 相互接続線 3 a (3) と第 2 相互接続線 3 b (3) との間に設けられる連繋インバータ装置 9 に対して、当該一つの自己システム 10 及び当該他の自己システム 10 のそれぞれにおける交流線 1 での目標周波数に基づいて、蓄電装置 4 の蓄電量が相対的に大きい自己システム 10 から、蓄電装置 4 の蓄電量が相対的に小さい自己システム 10 へと電力を融通させる。

【 0 0 3 3 】

例えば、図 1 に示したように、一つの連繋インバータ装置 9 を介して電氣的に接続されて互いに隣接している二つの自己システム 10 A、10 B に関して、その一つの連繋インバータ装置 9 は、それぞれの蓄電装置 4 の蓄電量に応じて決定されている目標周波数に基づいて、蓄電装置 4 の蓄電量が相対的に大きい自己システム 10 から、蓄電装置 4 の蓄電量が相対的に小さい自己システム 10 へと電力を融通する。具体的には、連繋インバータ装置 9 は、自己システム 10 A の交流線 1 の周波数 f_A に関する情報と、自己システム 10 B の交流線 1 の周波数 f_B に関する情報とを取得してそれらの値を比較し、蓄電装置 4 の蓄電量が相対的に大きい自己システム 10 から、蓄電装置 4 の蓄電量が相対的に小さい自己システム 10 へと電力を融通する。ここで、連繋インバータ装置 9 が取得する交流線 1 の周波数に関する情報は、各自己システム 10 A、10 B の交流線 1 での実際の電力の周波数 (= 目標周波数) を検出して得た値であってもよく、或いは、その目標周波数を決定する自立インバータ装置 5 から伝達される目標周波数値であってもよい。

【 0 0 3 4 】

次に、上述した電力品質制御において、目標周波数がどのようにして決定されるのかを説明する。

本実施形態では、自立インバータ装置 5 は、交流線 1 での電力の周波数が蓄電装置 4 の蓄電量が大きくなるにつれて高くなる関係で決定される目標周波数となるように制御する。この関係式の例としては、蓄電装置 4 の蓄電量の関数で決定する周波数変動値 (例えば蓄電量が大きいほど周波数変動値が大きくなる関係など) を交流線 1 の基準周波数 (例えば 60 Hz) に対して加算して得られる値を目標周波数とするようなものがある。この場合、目標周波数: f と、基準周波数: f_0 と、周波数変動値: Δf との関係は以下の (数式 1) で表すことができる。

【 0 0 3 5 】

$$f = f_0 + \Delta f \quad \dots \dots \dots (\text{数式 1})$$

【 0 0 3 6 】

図 2 は、本実施形態での蓄電装置 4 の蓄電量: SOC と目標周波数の周波数変動値: Δf との関係式を示す図である。目標周波数: f は、基準周波数: f_0 と周波数変動値: Δf との和で決定されるので、図 2 に示す関係式は、蓄電装置 4 の蓄電量: SOC と目標周波数: f との関係式を示しているとも言える。図 2 において、横軸は、蓄電装置 4 の蓄電量: SOC (%) であり、縦軸は、周波数変動値: Δf (Hz) である。本実施形態では、 Δf は、図 2 から分かるように正の値及び負の値を取る。

【 0 0 3 7 】

図 2 に示すように、蓄電装置 4 の蓄電量: SOC と目標周波数の周波数変動値: Δf との関係式において、自立インバータ装置 5 は、目標周波数の周波数変動値: Δf を、交流線 1 での電力の周波数品質の観点から設定される下限周波数変動値以上であり且つ上限周波数変動値以下の範囲内に制限する。目標周波数: f は、基準周波数: f_0 と周波数変動値: Δf との和で決定されるので、図 2 に示す関係式は、目標周波数: f が、交流線 1 での電力の周波数品質の観点から設定される下限目標周波数以上であり且つ上限目標周波数以下の範囲内に制限されていることを表している。また、この関係式において、目標周波数は、大蓄電量側で蓄電装置 4 の蓄電量の増加に従って上限目標周波数に収束し、小蓄電量側で蓄電装置 4 の蓄電量の減少に従って下限目標周波数に収束する。つまり、この

関係式を用いて目標周波数を決定することにより、上限目標周波数と下限目標周波数との間で目標周波数を最大限変化させることができる。

【 0 0 3 8 】

このように、自立インバータ装置 5 が交流線 1 での電力の周波数を意図的に変化させるとしても、その周波数の変化範囲は、交流線 1 での電力の周波数品質の観点から設定される下限目標周波数（＝基準周波数と下限周波数変動値との和）以上であり且つ上限目標周波数（＝基準周波数と上限周波数変動値との和）以下の範囲内に制限される。その結果、交流線 1 に接続される装置の動作にその品質面から支障が生じないようにできる。

例えば、交流線 1 の電力を消費して動作する電力消費装置 6 は、本来、商用電力系統から供給される電力によって動作することを前提としているため、供給される電力の周波数が変化すると、厳密にはその電力消費装置の動作状態も変化してしまう。ところが、本実施形態のように、自立インバータ装置 5 が変化させる交流線 1 の電力の周波数範囲を下限目標周波数以上であり且つ上限目標周波数以下の範囲内に制限しておくことで、交流線 1 に接続される電力消費装置 6 が正常に動作することが担保される。

また、交流線 1 に電力を供給する発電装置 7 が、交流線 1 での電力の周波数が正常ではないと判定するとその発電装置 7 自身を交流線 1 から解列させる又は交流線 1 への電力供給を停止させる保護制御を行うように構成されている場合がある。つまり、発電装置 7 が正常に交流線 1 への電力供給を行わなくなる場合がある。そのような場合であっても、自立インバータ装置 5 が変化させる交流線 1 の電力の周波数範囲を、発電装置 7 が交流線 1 での電力の周波数を正常であると判定する範囲（即ち、上述した下限目標周波数以上であり且つ上限目標周波数以下の範囲）に制限しておくことで、上述した発電装置 7 の保護制御が実行されることがないようにできる。

【 0 0 3 9 】

加えて、図 2 に示す、蓄電装置 4 の蓄電量と周波数変動値との間の関係式（即ち、蓄電装置 4 の蓄電量と目標周波数との間の関係式）において、蓄電装置 4 の蓄電量の変化に対する目標周波数の変化率の絶対値が相対的に大きく設定されている基準変化率領域が設定され、その基準変化率領域に対応する蓄電装置 4 の蓄電量の範囲よりも小蓄電量側及び大蓄電量側に、蓄電装置 4 の蓄電量の変化に対する目標周波数の変化率の絶対値が、基準変化率領域での目標周波数の変化率の絶対値と比べて相対的に小さい第 1 の小変化率領域及び第 2 の小変化率領域が設定されている。但し、蓄電装置 4 の蓄電量と目標周波数との間の関係式において、目標周波数は、蓄電装置 4 の蓄電量の変化に対して単調に変化する。

【 0 0 4 0 】

蓄電装置 4 の蓄電量と目標周波数との間の関係式において上述のような第 1 の小変化領域及び大変化領域及び第 2 の小変化領域の設定を行った場合、以下のような利点がある。

まず、電力融通制御が行われるとき、連繋インバータ装置 9 は、二つの自己システム 10 のそれぞれにおける交流線 1 での目標周波数（実際の交流線 1 での電力の周波数もそれぞれの目標周波数と同じと見なしてよい）に基づいて、蓄電装置 4 の蓄電量が相対的に大きい自己システム 10 から、蓄電装置 4 の蓄電量が相対的に小さい自己システム 10 へと電力を融通させる。つまり、双方の自己システム 10 での交流線 1 での電力の周波数が対比された上で、電力を供給する側の自己システム 10 になるのか、或いは、電力を受け取る側の自己システム 10 になるのかが決定される。

【 0 0 4 1 】

そのため、電力を供給する側の自己システム 10 ではその蓄電装置 4 の蓄電量の減少が更に進み、電力を受け取る側の自己システム 10 ではその蓄電装置 4 の蓄電量の減少は抑制される或いは蓄電量が増加する。

但し、本実施形態では、上述したように、蓄電装置 4 の蓄電量と目標周波数との間の関係式において、第 1 の小変化率領域及び基準変化率領域及び第 2 の小変化率領域が、蓄電装置 4 の蓄電量が増加するに伴って順に設定されている。つまり、蓄電量が相対的に中間にある上記基準変化率領域では、蓄電装置 4 の蓄電量の大小変化があるとその変化に伴って目標周波数も大きく変化する。このように、目標周波数が大きく変化するということは

10

20

30

40

50

、目標周波数の比較結果に基づく電力融通制御において、電力の融通を受ける側になるのか或いは電力を供給する側になるのかが代わり易くなるということである。即ち、電力の融通を受ける側になるのか或いは電力を供給する側になるのかが入れ替わり易くなり、隣接する自己システム10間で各蓄電装置4の蓄電量の均衡が図られるようになる。

【0042】

これに対して、蓄電装置4の蓄電量が上記基準変化率領域と比べて相対的に小さい又は大きい小変化率領域（第1の小変化率領域又は第2の小変化率領域）では、蓄電装置4の蓄電量の増減変化が目標周波数の変化には大きく反映されない。例えば、蓄電量が相対的に小さい側の小変化率領域では、電力融通制御において他の自己システム10から電力の供給を受けて自身の蓄電装置4の蓄電量が増加しても、目標周波数は大きく変化しない。

10

その結果、電力融通制御において他の自己システム10から電力の供給を受け続けることになり、その後、蓄電装置4の蓄電量が相対的に中間にある上記基準変化率領域へと戻る。

同様に、蓄電量が相対的に大きい側の小変化率領域では、電力融通制御において他の自己システム10への電力の供給を行って自身の蓄電装置4の蓄電量が減少しても、目標周波数が大きく変化しない。その結果、電力融通制御において他の自己システム10へ電力の供給を行い続けることになり、その後、蓄電装置4の蓄電量が相対的に中間にある上記基準変化率領域へと戻る。

【0043】

以上のように、蓄電装置4の蓄電量が小変化率領域にある場合には、電力融通制御によって蓄電量が相対的に中間にある上記基準変化率領域へと戻り易くなる。また、蓄電装置4の蓄電量が基準変化率領域にある場合には、電力融通制御によって電力の融通を受ける側になるのか或いは電力を供給する側になるのかが代わり易くなる（即ち、蓄電装置4の蓄電量が基準変化率領域内に留まるようになる）。従って、第1の小変化率領域及び基準変化率領域及び第2の小変化率領域が、蓄電装置4の蓄電量が増加するに伴って順に設定されていることで、各自己システム10の蓄電装置4の蓄電量が、基準変化率領域に対応する蓄電量の範囲内で均衡するようになる。

20

【0044】

更に、図2に示すように、蓄電装置4の蓄電量と目標周波数との間の関係式において、蓄電装置4の蓄電量に関する目標下限蓄電量と目標上限蓄電量との間の領域が上記基準変化率領域に対応するように設定されている。ここで、蓄電装置4の寿命を考慮して決定される蓄電装置4の蓄電量に関する目標運用領域が、目標下限蓄電量と、当該目標下限蓄電量よりも大きい目標上限蓄電量との間の領域に規定される。本実施形態では、上述したように、蓄電装置4の蓄電量が小変化率領域にある場合には、電力融通制御によって蓄電量が相対的に中間にある上記基準変化率領域へと戻り易くなり、蓄電装置4の蓄電量が基準変化率領域にある場合には、電力融通制御によって蓄電量が基準変化率領域内に留まるようになる。そして、この基準変化率領域は、蓄電装置4の寿命を考慮して決定される蓄電装置4の蓄電量に関する目標運用領域に対応する。つまり、蓄電装置4の蓄電量が目標運用領域から外れることが抑制され、或いは、蓄電装置4の蓄電量が目標運用領域内へと引き戻され易くなる。その結果、蓄電装置4の寿命が長くなるような蓄電量の範囲内（目標運用領域内）で使用されるようになる。

30

40

【0045】

この目標運用領域は、蓄電装置4の種類毎に設定される。例えば、蓄電装置4は、特定の蓄電量の範囲で充電と放電とを繰り返していれば、その劣化速度が遅くなる、即ち、寿命が長くなることが知られている。そして、そのような長寿命化を達成できる蓄電量の範囲は、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池、鉛電池など、蓄電装置4の種類毎に異なる。従って、蓄電装置4の種類毎に、その長寿命化を達成できる蓄電量の範囲を目標運用領域に設定すればよい。

【0046】

<別実施形態>

50

上記実施形態では、図 2 に示したような蓄電装置 4 の蓄電量と目標周波数（周波数変動値）との間の関係式を例示したが、図 2 は単に例示目的で示した関係式であり、適宜変更可能である。

例えば、図 2 に示した関係式は、蓄電装置 4 の蓄電量が大きくなるにつれて目標周波数が単調に高くなる関係であったが、これとは逆に、蓄電装置 4 の蓄電量が大きくなるにつれて目標周波数が単調に低くなる関係であってもよい。このような関係の場合、図 2 に示した関係式は、目標周波数が、大蓄電量側で蓄電装置 4 の蓄電量の増加に従って下限目標周波数に収束し、小蓄電量側で蓄電装置 4 の蓄電量の減少に従って上限目標周波数に収束する関係式となる。

また、図 2 では、蓄電装置 4 の蓄電量と目標周波数（周波数変動値）との間の関係式を、基準変化率領域を中心とした点対称の曲線で規定したが、非対称な曲線で蓄電装置 4 の蓄電量と目標周波数（周波数変動値）との間の関係式を規定してもよい。更に、図 2 に示した関係式において、蓄電装置 4 の蓄電量変化に対する目標周波数（周波数変動値）の変化率の大きさも、適宜変更可能である。

【産業上の利用可能性】

【0047】

本発明は、交流線 1 の目標周波数が、電力需要者 D にとって好ましい値に決定され、且つ、所定の蓄電量範囲で各蓄電装置 4 の蓄電量を均等化できるような電力供給システムに利用できる。

【符号の説明】

【0048】

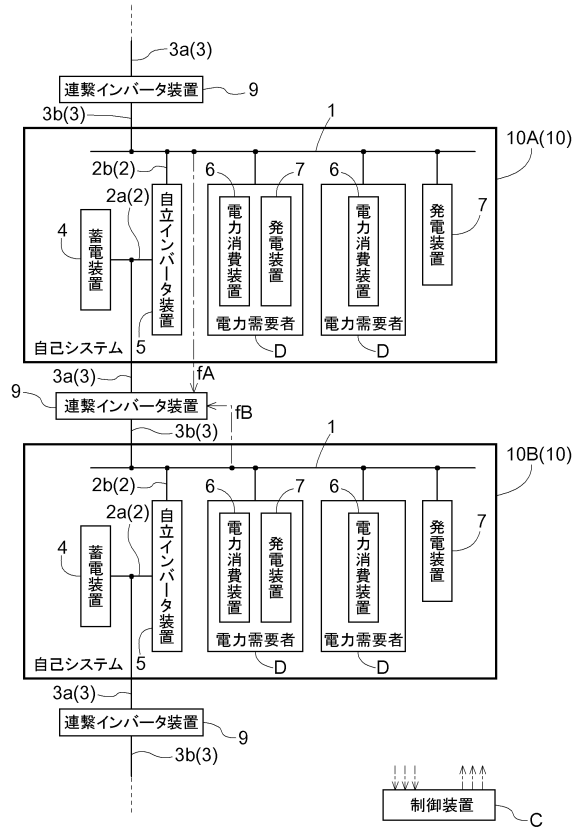
- 1 : 交流線
- 2 : 自己接続線
- 2 a : 第 1 自己接続線
- 2 b : 第 2 自己接続線
- 3 : 相互接続線
- 4 : 蓄電装置
- 5 : 自立インバータ装置
- 6 : 電力消費装置
- 7 : 発電装置
- 9 : 連繋インバータ装置
- 10 : 自己システム
- 10 A : 自己システム
- 10 B : 自己システム
- C : 制御装置
- D : 電力需要者
- f A : 周波数
- f B : 周波数

10

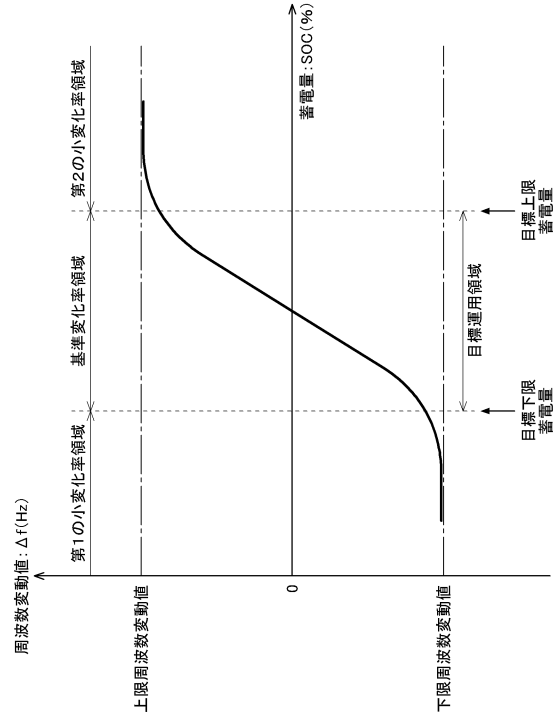
20

30

【図1】



【図2】



フロントページの続き

審査官 高橋 優斗

(56)参考文献 国際公開第2010/103650(WO, A1)
国際公開第2013/140604(WO, A1)
国際公開第2013/175612(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J3/00-7/12,

H02J7/34-7/36,

H02M7/42-7/98