明　細　書

発明の名称 ：

蓄電池制御装置、蓄電池制御方法、及び、蓄電池制御システム

技術分野

[0001] 本発明は、蓄電池制御装置、蓄電池制御方法、及び、蓄電池制御システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、蓄電池を用いて電力系統の周波数を制御する周波数制御技術（ＦＲ制御（Ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ　Ｒｅｑｕｌａｔｉｏｎ））が知られている。ＦＲ技術では、蓄電池の充電残量が所定の許容範囲内に維持された状態で蓄電池の充放電が行われることが望ましい。

[0003] 特許文献１は、蓄電池の充電残量を許容範囲内に維持することを目的として、蓄電池の残存容量が許容範囲を逸脱した場合には、蓄電池に与える出力指令値を補正することにより蓄電池の充電残量を許容範囲内に維持する制御を行う技術を開示する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１１－２０００８４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、従来技術によれば、充電指令又は放電指令が継続的になされる場合に蓄電池の残存容量がほぼ１００％又はほぼ０％となる状況が生じ得る。そのため、蓄電池は継続的にＦＲ制御を実行することができないという問題がある。

[0006] そこで、本発明は、適切に周波数制御を行いながら蓄電池残量を適性範囲内に維持する蓄電池制御装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様に係る蓄電池制御装置は、蓄電池を充放電させることで電力系統の周波数を制御するための蓄電池制御装置であって、前記電力系統の周波数を取得する周波数取得部と、前記蓄電池の充電残量を検出する充電残量検出部と、電力系統の周波数を基準周波数に近づけるために前記蓄電池に充放電させる充電量又は放電量を、取得された前記周波数に応じて設定する設定部と、前記設定部が設定した前記充電量又は前記放電量を、取得された前記周波数と、検出された前記充電残量とに応じて調整する調整部と、調整された前記充電量又は前記放電量に基づいて前記蓄電池を充放電させる充放電制御部とを備え、前記調整部は、検出された前記充電残量が適性範囲の下限値より小さい場合であって、かつ、前記基準周波数より小さい第一周波数から前記基準周波数までの第一不感帯に、取得された前記周波数が含まれる場合に、前記設定部が設定した前記充電量を所定の割合まで減少させるように調整し、検出された前記周波数が前記適性範囲の上限値より大きい場合であって、かつ、前記基準周波数より大きい第二周波数から前記基準周波数までの第二不感帯に、取得された前記周波数が含まれる場合に、前記設定部が設定した前記放電量を所定の割合まで減少させるように調整する。

[0008] なお、これらの包括的または具体的な態様は、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたはコンピュータ読み取り可能なＣＤ－ＲＯＭなどの記録媒体で実現されてもよく、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムおよび記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

発明の効果

[0009] 本発明の蓄電池制御装置は、適切に周波数制御を行いながら蓄電池残量を許容範囲内に維持することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図１は、実施の形態１に係る需給制御システムの構成を示すシステム構成図である。

[図2]図２は、実施の形態１に係る蓄電池制御装置の機能ブロック図である。

[図3]図３は、実施の形態１に係る充放電量設定部及びゲイン調整部による制御範囲の設定及び調整の説明図である。

[図4A]図４Ａは、実施の形態１に係る充放電量設定部及びゲイン調整部による充放電量及び不感帯の設定の説明図である。

[図4B]図４Ｂは、実施の形態１に係るゲイン調整部における不感帯の設定の詳細説明図である。

[図5]図５は、実施の形態１に係る充放電制御部における充放電量の説明図である。

[図6]図６は、実施の形態１に係る蓄電池制御装置における充放電量の設定及び調整処理のフローチャートである。

[図7]図７は、実施の形態１に係るゲイン調整部におけるゲイン調整処理のフローチャートである。

[図8]図８は、実施の形態２に係る蓄電池制御装置を含むシステム全体の構成図である。

[図9]図９は、実施の形態２に係る蓄電池制御装置の機能ブロック図である。

[図10]図１０は、関連技術における蓄電池制御方法の説明図である。

発明を実施するための形態

[0011] （本発明の基礎となった知見）

本発明者は、「背景技術」の欄において記載した、蓄電池制御装置に関し、以下の問題が生じることを見出した。

[0012] 蓄電池の充放電制御を行う蓄電池制御装置において想定される関連技術として、充放電量の制御範囲と、制御範囲の基準値であるベースポイントとを蓄電池の充電残量に応じて設定するものがある。ここで、ベースポイントとは、系統電源の周波数（以降、「系統周波数」ともいう）が基準周波数に等しいときの蓄電池の充放電量のことである。

[0013] 図１０は、関連技術における蓄電池制御方法の説明図である。

[0014] 図１０の（ａ）～（ｃ）のそれぞれは、系統電力の周波数の変動に対する充放電量の制御範囲及びベースポイントを、充電残量が適性範囲の下限値よ

り低い場合（ａ）、充電残量が適性範囲内である場合（ｂ）、及び、充電残量が適性範囲の上限値より高い場合（ｃ）について示す。

[0015] 充電残量が適性範囲内である場合、関連技術における蓄電池制御装置は、制御範囲の充電側部分と放電側部分とのそれぞれの制御幅を等しく設定する（図１０の（ｂ））。例えば、系統周波数が基準周波数から変動して５０．２Ｈｚとなったときには、蓄電池は、５０．２Ｈｚに対応する充電量（例えば、２０ｋＷ）を充電する。また、系統周波数が基準周波数から変動して４９．８Ｈｚとなったときには、蓄電池は、４９．８Ｈｚに対応する放電量（例えば、２０ｋＷ）を放電する。

[0016] 図１０の（ｂ）において、ベースポイントは制御範囲の中央にある。また、ベースポイントが充電量も放電量もゼロである点に一致しているので、蓄電池は、系統周波数が基準周波数に等しい場合に充電も放電も行わない。

[0017] 充電残量が適性範囲の下限値より低い場合、関連技術における蓄電池制御装置は、（ｂ）の場合と比較して制御範囲の下限値を維持したまま、制御範囲の上限値を小さくするように、制御範囲を調整する。このように、蓄電池による充放電量が充電側にずれることで、適切に周波数制御を行いながら蓄電池残量を許容範囲内に維持することができるとも考えられる。

[0018] しかしながら、上記の制御範囲の調整によりベースポイントが充電側にずれることで、以下に示す反転動作が生ずる場合がある。すなわち、系統周波数が５０Ｈｚより低い方向へ微少に変動した場合（例えば、４９．９５Ｈｚ）、系統周波数の安定化のためには蓄電池による放電が必要であるところ、蓄電池が充電を行うという反転動作が発生し得る。反転動作が発生すると、系統周波数の基準周波数からの乖離がより大きくなってしまうという問題がある。

[0019] 充電残量が適性範囲の上限値より高い場合（図１０の（ｃ））にも、関連技術における蓄電池制御装置によれば、上記と同様に反転動作が生じ、同様の問題がある。

[0020] このような問題を解決するために、本発明の一態様に係る蓄電池制御装置

は、蓄電池を充放電させることで電力系統の周波数を制御するための蓄電池制御装置であって、前記電力系統の周波数を取得する周波数取得部と、前記蓄電池の充電残量を検出する充電残量検出部と、電力系統の周波数を基準周波数に近づけるために前記蓄電池に充放電させる充電量又は放電量を、取得された前記周波数に応じて設定する設定部と、前記設定部が設定した前記充電量又は前記放電量を、取得された前記周波数と、検出された前記充電残量とに応じて調整する調整部と、調整された前記充電量又は前記放電量に基づいて前記蓄電池を充放電させる充放電制御部とを備え、前記調整部は、検出された前記充電残量が適性範囲の下限値より小さい場合であって、かつ、前記基準周波数より小さい第一周波数から前記基準周波数までの第一不感帯に、取得された前記周波数が含まれる場合に、前記設定部が設定した前記充電量を所定の割合まで減少させるように調整し、検出された前記周波数が前記適性範囲の上限値より大きい場合であって、かつ、前記基準周波数より大きい第二周波数から前記基準周波数までの第二不感帯に、取得された前記周波数が含まれる場合に、前記設定部が設定した前記放電量を所定の割合まで減少させるように調整する。

[0021] これによれば、蓄電池制御装置は、蓄電池の充放電量が適性範囲を逸脱する場合、かつ、系統周波数の基準周波数からの差分が比較的小さい場合には、蓄電池による充放電量を小さくするように制御する。これにより、蓄電池の充電残量が適性範囲からさらに乖離することを防止すると同時に、充放電により系統周波数の安定化に貢献することができる。よって、蓄電池制御装置は、適切に周波数制御を行いながら蓄電池残量を許容範囲内に維持することができる。

[0022] 例えば、前記設定部は、検出された前記周波数に対する、前記蓄電池の充電量又は放電量を示す制御関数であって、前記周波数の変化に対して充電量又は放電量が第一変化率で線形変化することを示す制御関数を設定することで、前記充電量又は前記放電量を設定し、前記調整部は、前記制御関数が示す、前記第一不感帯又は前記第二不感帯における前記充電量又は前記放電量

の変化率を前記第一変化率より小さい第二変化率に変更することで、前記充電量又は前記放電量を調整する。

[0023] これによれば、蓄電池制御装置は、系統周波数に対する充放電量を示す制御関数に基づいて、蓄電池の充放電量を調整することができる。ここで、制御関数の変化率（傾き）には、系統周波数の基準周波数からの差分が比較的小さい場合に蓄電池による充放電量を小さくすることが反映されている。よって、蓄電池制御装置は、適切に周波数制御を行いながら蓄電池残量を許容範囲内に維持することを、定量的に行うことができる。

[0024] 例えば、前記調整部は、前記制御関数が示す、前記第一不感帯及び前記第二不感帯のいずれにも含まれない周波数において、前記充電量又は前記放電量の変化率を前記第一変化率に維持するように、前記充電量又は前記放電量を調整する。

[0025] これによれば、蓄電池制御装置は、系統周波数の基準周波数からの差分が比較的大きい場合には、調整を行わない場合の充放電量の変化率と同じ変化率によって、充放電量を調整する。

[0026] 例えば、前記調整部は、取得された前記周波数が前記基準周波数に等しい場合に、前記蓄電池に充電も放電もさせないように、前記充電量又は前記放電量を調整する。

[0027] これによれば、蓄電池制御装置は、系統周波数が基準周波数より小さい場合に充電を行わずに放電を行い、系統周波数が基準周波数より大きい場合に放電を行わずに充電を行う。これにより、系統周波数の安定化のために行う充放電と反対の動作（反転動作）を蓄電池が行うことがなくなる。よって、蓄電池制御装置は、より適切に周波数制御を行いながら蓄電池残量を許容範囲内に維持することができる。

[0028] 例えば、前記調整部は、前記設定部が設定する前記放電量が、前記蓄電池が放電可能である放電量の最大値に一致する周波数より大きい周波数を、前記第一周波数として用いて前記放電量を調整し、前記設定部が設定する前記充電量が、前記蓄電池が充電可能である充電量の最大値に一致する周波数よ

り小さい周波数を、前記第二周波数として用いて前記放電量を調整する。

[0029] これによれば、蓄電池制御装置は、系統周波数が基準周波数より小さい場合には不感帯より周波数が小さい側において、系統周波数が基準周波数より大きい場合には不感帯より周波数が大きい側において、上記のような充放電量を小さくする調整を行わない周波数域を設ける。これにより、蓄電池制御装置は、より適切に周波数制御を行いながら蓄電池残量を許容範囲内に維持することができる。

[0030] 例えば、前記設定部は、さらに、（ｉ）前記蓄電池が放電可能である放電量の最大値である最大放電量を決定し、（ｉｉ）前記制御関数が示す前記放電量が前記最大放電量を超える場合に、前記最大放電量を前記放電量とするように前記制御関数を設定し、前記調整部は、さらに、検出された前記充電残量が前記適性範囲の下限値より小さい場合には、前記最大放電量から前記充電残量に応じて小さくした調整最大放電量を決定し、前記制御関数が示す前記放電量が前記調整最大放電量を超える場合に、決定した前記調整最大放電量を前記放電量とするように、前記放電量を調整する。

[0031] これによれば、蓄電池制御装置は、系統周波数が基準周波数より小さい場合には、充電残量に応じて定められる調整最大放電量より小さい範囲において適切に蓄電池の充放電を行うことができる。これにより、充電残量の多少に応じて適切に蓄電池の充放電を行うことができる。

[0032] 例えば、前記調整部は、前記調整最大放電量を、（前記最大放電量）×（前記充電残量）／（前記適性範囲の下限値）により算出する。

[0033] これによれば、蓄電池制御装置は、充電残量に応じて定量的に調整最大放電量を決定することができる。

[0034] 例えば、前記最大放電量は、前記蓄電池が出力する直流電力を交流電力に変換するインバータの定格容量である。

[0035] これによれば、蓄電池制御装置は、インバータの定格容量を考慮して放電量を調整することができる。

[0036] 例えば、前記設定部は、さらに、（ｉ）前記蓄電池が充電可能である充電

量の最大値である最大充電量を決定し、（ｉｉ）前記制御関数が示す前記充電量が前記最大充電量を超える場合に、前記最大充電量を前記充電量とするように前記制御関数を設定し、前記調整部は、さらに、検出された前記充電残量が前記適性範囲の上限値より大きい場合には、前記最大充電量から前記充電残量に応じて小さくした調整最大充電量を決定し、前記制御関数が示す前記充電量が前記調整最大充電量を超える場合に、決定した前記調整最大充電量を前記充電量とするように、前記充電量を調整する。

[0037] これによれば、蓄電池制御装置は、系統周波数が基準周波数より大きい場合には、充電残量に応じて定められる調整最大充電量より小さい範囲において適切に蓄電池の充放電を行うことができる。これにより、充電残量の多少に応じて適切に蓄電池の充放電を行うことができる。

[0038] 例えば、前記調整部は、前記調整最大充電量を、（前記最大充電量）×｛（前記蓄電池の満充電量）－（前記充電残量）｝／｛（前記蓄電池の満充電量）－（前記適性範囲の上限値）により算出する。

[0039] これによれば、蓄電池制御装置は、充電残量に応じて定量的に調整最大充電量を決定することができる。

[0040] 例えば、前記最大充電量は、電力系統からの交流電力を直流電力に変換するインバータの定格容量である。

[0041] これによれば、蓄電池制御装置は、インバータの定格容量を考慮して充電量を調整することができる。

[0042] 例えば、前記第二変化率は、前記第一変化率の１／８以上、１／４以下である。

[0043] これによれば、蓄電池制御装置は、不感帯における系統周波数に対する充放電量の変化率を、不感帯でない場合の値の１／８以上、１／４以下とすることができる。

[0044] 例えば、前記調整部は、取得された前記周波数の履歴と、検出された前記充電残量の履歴とに基づいて前記第二変化率を定める。

[0045] これによれば、蓄電池制御装置は、系統周波数及び充電残量の履歴に基づ

いて不感帯における系統周波数に対する充放電量の変化率を定める。これにより、蓄電池制御装置により制御された結果を、その後の系統周波数及び充電残量の制御に反映することができる。

[0046] 例えば、前記適性範囲は、前記蓄電池の満充電時の充電残量の４５％以上、５５％以下の範囲である。

[0047] これによれば、蓄電池制御装置は、蓄電池が満充電時の４５％以上、５５％以下の充電残量を維持するように、周波数制御を行いながら蓄電池残量を許容範囲内に維持することができる。

[0048] また、本発明の一態様に係る蓄電池制御方法は、蓄電池を充放電させることで電力系統の周波数を制御するための蓄電池制御装置における蓄電池制御方法であって、前記電力系統の周波数を取得する周波数取得ステップと、前記蓄電池の充電残量を検出する充電残量検出ステップと、電力系統の周波数を基準周波数に近づけるために前記蓄電池に充放電させる充電量又は放電量を、取得された前記周波数に応じて設定する設定ステップと、前記設定ステップで設定した前記充電量又は前記放電量を、取得された前記周波数と、検出された前記充電残量とに応じて調整する調整ステップと、調整された前記充電量又は前記放電量に基づいて前記蓄電池を充放電させる蓄電池制御ステップとを含み、前記調整ステップでは、検出された前記充電残量が適性範囲の下限値より小さい場合であって、かつ、前記基準周波数より小さい第一周波数から前記基準周波数までの第一不感帯に、取得された前記周波数が含まれる場合に、前記設定ステップで設定した前記充電量を所定の割合まで減少させるように調整し、検出された前記周波数が前記適性範囲の上限値より大きい場合であって、かつ、前記基準周波数より大きい第二周波数から前記基準周波数までの第二不感帯に、取得された前記周波数が含まれる場合に、前記設定ステップで設定した前記放電量を所定の割合まで減少させるように調整する。

[0049] これにより、上記の蓄電池制御装置と同様の効果を奏する。

[0050] また、本発明の一態様に係る蓄電池制御システムは、蓄電池と、前記蓄電

池を充放電させることで電力系統の周波数を制御するための上記の蓄電池制御装置とを備える。

[0051] これにより、上記の蓄電池制御装置と同様の効果を奏する。

[0052] なお、これらの包括的または具体的な態様は、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたはコンピュータ読み取り可能なＣＤ－ＲＯＭなどの記録媒体で実現されてもよく、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたは記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

[0053] 以下、実施の形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。

[0054] なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも包括的または具体的な例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本発明を限定する主旨ではない。また、以下の実施の形態における構成要素のうち、最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

[0055] （実施の形態１）

図１は、本実施の形態に係る需給制御システムの構成を示すシステム構成図である。

[0056] 需給制御システムは、需給バランス制御のサービスを行うためのシステムである。需給バランス制御としては、例えば、電力系統の交流電力の周波数に基づいて電力需給を制御するＦＲ制御がある。

[0057] 図１に示されるように、需給制御システム１は、入札システム１０、蓄電池制御装置１００、蓄電池２０、ＤＣ／ＡＣコンバータ３０、および、周波数検出部４０を備える。

[0058] なお、需給制御システム１において、蓄電池制御装置１００、蓄電池２０、ＤＣ／ＡＣコンバータ３０、および、周波数検出部４０は、１つの装置として実現されてもよいし、それぞれ異なる装置として実現されてもよい。

[0059] 入札システム１０は、サービス事業者による操作に従って、電力取引市場２に対して入札情報を入札する。入札情報は、例えば、蓄電池２０を用いて

需給制御サービスを提供する期間であるサービス提供期間と、このサービス提供期間において、需給制御サービスに用いる最大電力である制御能力と、入札価格とを含む情報である。サービス提供期間は、サービス事業者が需給制御サービスを行うことを希望する所定の時間帯である。なお、以下の説明ではサービス提供期間を需給制御期間とも記載する。

[0060] 制御能力は、蓄電池２０から充放電可能な電力を示す値である。制御能力は、蓄電池２０から充放電可能な電力の最大値を上限としてサービス事業者により任意に決定される。なお、図１では図示されないが、電力取引市場２には、複数のサービス事業者それぞれから入札情報が入札される。

[0061] 入札価格は、例えば、サービス提供期間の長さ×制御能力に対して設定される。サービスの対価は、サービス提供期間において、需給制御サービスのために確保した電力量に応じたものとなる。なお、入札価格は、サービス事業者がサービスを提供する代償として得る価格であることから、需給制御サービスの対価であるといえる。

[0062] 系統運用装置３は、電力取引市場２から入札システム１０を通じて入札された複数の入札情報の中から、電力系統の需給制御に必要な入札情報を選択して落札する。

[0063] 蓄電池２０は、蓄電池制御装置１００により制御され、電力を充電又は放電する蓄電池である。

[0064] ＤＣ／ＡＣコンバータ３０は、蓄電池２０から出力される直流電力を交流電力に変換して電力系統に出力する。また、ＤＣ／ＡＣコンバータ３０は、電力系統から入力される交流電力を直流電力に変換して蓄電池２０に入力する。

[0065] 周波数検出部４０は、系統波数数を検出する。また、周波数検出部４０は、検出した系統周波数を蓄電池制御装置１００に出力する。周波数検出部４０は、例えば、電力センサにより実現される。

[0066] 蓄電池制御装置１００は、蓄電池２０の充放電制御を行う制御装置である。具体的には、蓄電池制御装置１００は、周波数検出部４０から取得した系

統周波数と、蓄電池２０の充電残量とに基づいて、蓄電池２０の充放電制御を行う。蓄電池制御装置１００は、蓄電池２０の放電が必要であると判断した場合には、蓄電池２０を放電させることで電力系統へ電力を出力する。また、蓄電池２０の充電が必要であると判断した場合には、蓄電池２０を充電させることで電力系統から電力を取得する。

[0067] なお、需給制御システム１は、蓄電池２０が蓄電池制御装置１００による充放電制御を受けて充放電する場合には、必要に応じてＤＣ／ＤＣコンバータなどを備えてもよい。

[0068] なお、蓄電池２０と蓄電池制御装置１００とが１つの蓄電システムとして構成されてもよい。また、蓄電池２０と、蓄電池制御装置１００と、周波数検出部４０と、ＤＣ／ＡＣコンバータ３０とが１つの蓄電システムとして構成されてもよい。

[0069] 図２は、本実施の形態に係る蓄電池制御装置の機能ブロック図である。

[0070] 図２に示されるように、蓄電池制御装置１００は、充電残量検出部１０１と、周波数取得部１０２と、ゲイン調整部１０３と、充放電量設定部１０４と、充放電制御部１０５とを備える。

[0071] 充電残量検出部１０１は、蓄電池２０の充電残量を検出する。充電残量は、蓄電池２０が蓄えている電力のことであり、電力を充電した場合には増加し、電力を放電した場合には減少する量である。充電残量のことをＳＯＣ（Ｓｔａｔｅ　Ｏｆ　Ｃｈａｒｇｅ）ともいう。

[0072] 周波数取得部１０２は、系統周波数を取得する。具体的には、周波数取得部１０２は、周波数検出部４０により検出された系統周波数を、周波数検出部４０から取得する。電力系統の交流電力の周波数は、あらかじめ定められた周波数（基準周波数ともいう）を維持するように制御されているが、発電所などからの電力の供給と、需要家などにおける電力の需要との需給バランスの変動によって変動する。継続的に周波数制御を行う場合、周波数検出部４０は、定期的に（例えば、１秒、又は、４秒おきに）系統周波数を検出する。なお、基準周波数は、例えば、５０Ｈｚ又は６０Ｈｚである。以降の説

明では、基準周波数が５０Ｈｚの場合について説明するが、基準周波数が他の値である場合でも同様の説明が成り立つ。

[0073] 具体的には、電力の需要の方が供給より大きい場合には、系統周波数が低下し、例えば、４９．９Ｈｚ又は４９．８Ｈｚなどとなる。反対に、電力の供給の方が需要より大きい場合には、系統周波数が上昇し、例えば、５０．１Ｈｚ又は５０．２Ｈｚなどとなる。

[0074] 充放電量設定部１０４は、系統周波数を基準周波数に近付けるために蓄電池２０に充放電させる充電量又は放電量を、周波数取得部１０２が取得した周波数に応じて設定する。このとき、充放電量設定部１０４は、例えば、系統周波数と、蓄電池２０の充放電量との間にあらかじめ定められる関係に基づいて、蓄電池２０の充放電量を設定する。なお、充放電量設定部１０４は、設定部に相当する。

[0075] 具体的には、充放電量設定部１０４は、系統周波数が基準周波数より低い場合には、蓄電池２０が放電するように、蓄電池２０を制御する。その際、系統周波数と基準周波数との差分が大きいほど、蓄電池２０がより多く放電するようにすると系統周波数を基準周波数付近に維持する効果が大きい。

[0076] 一方、系統周波数が基準周波数より高い場合には、蓄電池２０が充電するように、蓄電池２０を制御する。その際、系統周波数と基準周波数との差分が大きいほど、蓄電池２０がより多く充電するようにすると系統周波数を基準周波数付近に維持する効果が大きい。

[0077] ゲイン調整部１０３は、充放電量設定部１０４が設定した充電量又は放電量を、周波数取得部１０２が取得した周波数と、充電残量検出部１０１が検出した充電残量とに応じて調整する。

[0078] 具体的には、ゲイン調整部１０３は、検出された充電残量が適性範囲の下限値より小さい場合であって、かつ、基準周波数より小さい第一周波数から基準周波数までの第一不感帯に、取得された周波数が含まれる場合に、充放電量設定部１０４が設定した充電量を所定の割合まで減少させるように調整する。また、検出された周波数が適性範囲の上限値より大きい場合であって

、かつ、基準周波数より大きい第二周波数から基準周波数までの第二不感帯に、取得された周波数が含まれる場合に、充放電量設定部１０４が設定した放電量を所定の割合まで減少させるように調整する。

[0079] なお、上記の所定の割合とは、０より大きく１より小さい範囲に含まれる割合である。また、ゲイン調整部１０３は、充放電量設定部１０４が設定する放電量が、蓄電池２０が放電可能である放電量の最大値に一致する周波数より大きい周波数を、第一周波数として用いることができる。また、ゲイン調整部１０３は、充放電量設定部１０４が設定する充電量が、蓄電池２０が充電可能である充電量の最大値に一致する周波数より小さい周波数を、第二周波数として用いることができる。

[0080] 換言すれば、ゲイン調整部１０３は、充電残量検出部１０１が検出した蓄電池２０の充電残量に応じて、蓄電池２０による充放電の制御範囲を調整する。また、ゲイン調整部１０３は、調整した制御範囲の中で、周波数取得部１０２が取得する周波数と、蓄電池２０の充放電量との関係を調整する。その際、ゲイン調整部１０３は、不感帯（上記の第一及び第二不感帯に相当）を設定することで、適切に周波数制御を行うことと充電残量を許容範囲に維持することとを両立する。上記の制御範囲の調整方法、及び、充放電量の調整方法については、後で詳しく説明する。なお、蓄電池２０による充放電量のことをゲインともいう。

[0081] 充放電制御部１０５は、充放電量設定部１０４が設定した後にゲイン調整部１０３が調整した後の充放電量に基づいて、蓄電池２０を充放電させる制御を行う。

[0082] 図３は、本実施の形態に係る充放電量設定部及びゲイン調整部による制御範囲の設定及び調整の説明図である。

[0083] 図３の（ａ）～（ｃ）のそれぞれは、系統周波数の変動に対する充放電量の制御範囲を、充電残量が適性範囲の下限値より低い場合（ａ）、充電残量が適性範囲内である場合（ｂ）、及び、充電残量が適性範囲の上限値より高い場合（ｃ）について示す。

[0084] 充放電量設定部１０４は、制御範囲の充電側部分と放電側部分とのそれぞれの制御幅を等しく設定する（図３の（ｂ））。例えば、系統周波数が基準周波数から変動して５０．２Ｈｚとなったときには、蓄電池２０は、５０．２Ｈｚに対応する充電量（例えば、２０ｋＷ）を充電する。また、系統周波数が基準周波数から変動して４９．８Ｈｚとなったときには、蓄電池２０は、４９．８Ｈｚに対応する放電量（例えば、２０ｋＷ）を放電する。この場合、充放電の制御範囲は、２０ｋＷ～－２０ｋＷと表現することができる。ここでは、充電量を正の値で表し、放電量を負の値で表すこととする。以下でも同様の表現を用いる。

[0085] また、放電側部分の制御幅のことを最大放電量ともいい、充電側部分の制御幅のことを最大充電量ともいう。また、充放電量設定部１０４は、制御関数が示す放電量が最大放電量を超える場合に、最大放電量を放電量とするように制御関数を設定する。また、充放電量設定部１０４は、制御関数が示す充電量が最大充電量を超える場合に、最大充電量を充電量とするように制御関数を設定する。

[0086] なお、最大放電量を、蓄電池２０が出力する直流電力を交流電力に変換するインバータの定格容量としてもよい。また、最大充電量を、電力系統からの交流電力を直流電力に変換するインバータの定格容量としてもよい。

[0087] ゲイン調整部１０３は、充放電量設定部１０４が設定した制御範囲を、蓄電池２０の充電残量に応じて以下のように調整する。

[0088] 充電残量が適性範囲内にある場合、ゲイン調整部１０３は、充放電量設定部１０４が設定した制御範囲を維持する。なお、このように、制御範囲を維持する場合にも、制御範囲を調整する、という表現を用いることとする。

[0089] 充電残量が適性範囲の下限値より低い場合、ゲイン調整部１０３は、（ｂ）の場合と比較して放電側部分の制御幅を小さくするように制御範囲を調整する（図３の（ａ））。すなわち、ゲイン調整部１０３は、検出された充電残量が適性範囲の下限値より小さい場合には、最大放電量から充電残量に応じて小さくした調整最大放電量を決定し、制御関数が示す放電量が調整最大

放電量を超える場合に、決定した調整最大放電量を放電量とするように、放電量を調整する。

[0090] 例えば、系統周波数が基準周波数から変動して４９．８Ｈｚとなったときには、蓄電池２０は、（ｂ）の場合より小さい放電量を放電する。調整後の放電側部分の制御幅のことを、調整最大放電量ともいう。系統周波数が基準周波数より高い方向へ変動する場合は（ｂ）の場合と同様である。

[0091] より具体的には、ゲイン調整部１０３は、調整最大放電量を（式１）により算出してもよい。

[0092] （調整最大放電量）＝（最大放電量）×（充電残量）／（適性範囲の下限値）

・・・（式１）

[0093] 充電残量が適性範囲の上限値より高い場合、ゲイン調整部１０３は、（ｂ）の場合と比較して充電側の制御幅を小さくするように制御範囲を調整する（図３の（ｃ））。すなわち、ゲイン調整部１０３は、検出された充電残量が適性範囲の上限値より大きい場合には、最大充電量から充電残量に応じて小さくした調整最大充電量を決定し、制御関数が示す充電量が調整最大充電量を超える場合に、決定した調整最大充電量を充電量とするように、充電量を調整する。

[0094] 例えば、系統周波数が基準周波数から変動して５０．２Ｈｚとなったときには、蓄電池２０は、（ｂ）の場合より小さい充電量を充電する。調整後の充電側部分の制御幅のことを、調整最大充電量ともいう。系統周波数が基準周波数より低い方向へ変動する場合は（ｂ）の場合と同様である。

[0095] より具体的には、ゲイン調整部１０３は、調整最大充電量を（式２）により算出してもよい。

[0096] （調整最大充電量）＝（最大充電量）×（満充電量－充電残量）／（満充電量－適性範囲の上限値）

・・・（式２）

[0097] このようにすることで、ゲイン調整部１０３は、蓄電池２０の充電残量が

適性範囲より低い場合には放電量を少なくするように調整し、また、蓄電池２０の充電残量が適性範囲より高い場合には放電量を多くするように調整する。これにより、充電残量を適性範囲に近付けるようにしながら、電力系統の周波数制御に貢献することができる。

[0098] なお、適性範囲は、蓄電池２０の劣化を抑えるために定められる範囲である。蓄電池は、充電容量が満充電状態（若しくは、満充電に近い状態）、又は、充電容量が空である状態（若しくは、空に近い状態）で充放電を行うと劣化が早まることが知られている。そのため、蓄電池は、上記の状態を除く状態をとることが望ましい。そこで、上記の状態を除く状態を、充電残量の適性範囲として設定する。適性範囲は、例えば、充電残量が満充電に対して４５％～５５％の範囲とする。ただし、適性範囲の上限値及び下限値は上記の値に限定されず、例えば、４０％～６０％としてもよい。また、適性範囲の上限値及び下限値は、蓄電池の種別、又は、使用用途に応じて変更されてもよい。

[0099] 図４Ａは、本実施の形態に係る充放電量設定部及びゲイン調整部による充放電量及び不感帯の設定の説明図である。

[0100] 図４Ａの（ａ）～（ｃ）のそれぞれは、系統周波数と蓄電池２０の充放電量との関係を、充電残量が適性範囲の下限値より低い場合（ａ）、充電残量が適性範囲内である場合（ｂ）、及び、充電残量が適性範囲の上限値より高い場合（ｃ）について示す。

[0101] 充放電量設定部１０４は、図４Ａの（ｂ）に示されるように、系統周波数に対する充電量又は放電量を設定する。具体的には、充放電量設定部１０４は、充電量又は放電量が、系統周波数の変化に対して所定の変化率（第一変化率）で線形変化する制御関数を設定する。制御関数において、充電量又は放電量が、それぞれ、充電側又は放電側の制御幅を超える場合には、充電側又は放電側の制御幅に収まる最大値をとるようにする。また、制御関数において、系統周波数が基準周波数に等しい場合には、充放電量をゼロとし、蓄電池２０に充電も放電もさせないようにする。なお、上記の変化率は、図４

Ａの（ｂ）などに示されるグラフの傾きのことである。

[0102] ゲイン調整部１０３は、充放電量設定部１０４が設定した充電量又は放電量を、蓄電池２０の充電残量に応じて以下のように調整する。

[0103] 充電残量が適性範囲内にある場合、ゲイン調整部１０３は、充放電量設定部１０４が設定した充電量及び放電量を維持する。

[0104] 充電残量が適性範囲の下限値より低い場合、ゲイン調整部１０３は、図４Ａの（ａ）に示されるように、系統周波数に対する充電量又は放電量を調整する。具体的には、ゲイン調整部１０３は、図４Ａの（ｂ）に示される制御関数を元にして、基準周波数より低い周波数を含む部分に不感帯（第一不感帯）を設ける。ゲイン調整部１０３は、不感帯における系統周波数の変化に対する放電量の変化率を、（ｂ）の場合よりも低い変化率である第二変化率に設定する。つまり、系統周波数が不感帯に入っている場合には、そうでない場合に比べて、系統周波数の変化に対する蓄電池２０の放電量の変化量が抑えられる。また、ゲイン調整部１０３は、不感帯に含まれない周波数における系統周波数の変化に対する放電量の変化率を維持する（変更しない）。なお、不感帯を含む制御関数の生成方法について後で詳しく説明する。

[0105] 例えば、第二変化率は、第一変化率の１／８とする。また、第二変化率は、第一変化率の１／８～１／４の範囲に含まれる値としてもよい。また、第二変化率は、ゼロより小さく－１より大きい範囲内で設定してもよい。さらに、第二変化率は、系統周波数の履歴と、充電残量の履歴とに基づいて定められてもよい。例えば、第二変化率をある値に設定して所定時間、蓄電池制御装置１００による蓄電池制御を行い、その所定時間内の系統周波数の履歴の変化の履歴と、充電残量の変化の履歴とが、より望ましくなるように第二変化率を増減させるようにしてもよい。すなわち、その所定時間内の系統周波数がより長い時間、基準周波数の近傍に維持されるように、第二変化率を増減させてもよい。また、その所定時間内の充電残量がより長い時間、適性範囲内に維持されるように、第二変化率を増減させてもよい。

[0106] 充電残量が適性範囲の上限値より高い場合、ゲイン調整部１０３は、図４

Ａの（ｃ）に示されるように、系統周波数に対する充電量又は放電量を調整する。具体的には、ゲイン調整部１０３は、図４Ａの（ｂ）に示される制御関数を元にして、基準周波数より高い周波数を含む部分に不感帯（第二不感帯）を設ける。不感帯では、系統周波数の変化に対する放電量の変化率を、（ｂ）の場合よりも低い変化率である第二変化率に設定する。つまり、系統周波数が不感帯に入っている場合には、そうでない場合に比べて、系統周波数の変化に対する蓄電池２０の充電量の変化量が抑えられる。また、ゲイン調整部１０３は、不感帯に含まれない周波数における系統周波数の変化に対する充電量の変化率を維持する（変更しない）。

[0107] 図４Ｂは、本実施の形態に係るゲイン調整部における不感帯の設定の詳細説明図である。具体的には、図４Ｂは、充電残量が適性範囲の下限値より低い場合の不感帯の設定の説明図である。

[0108] 図４Ｂにおいて、直線４２１及び直線４２２は、充放電量設定部１０４が設定した放電量を示す直線である。ゲイン調整部１０３は、充電残量が適性範囲の下限値より低い場合に、上記のとおり放電側の制御幅を小さくするように制御範囲を調整する。このとき、制御幅を小さくした分だけ、直線４２１及び直線４２２を充電側方向（紙面上の下方向）へシフトさせることで、それぞれ、直線４３１及び直線４３２を得る。次に、ゲイン調整部１０３は、系統周波数が基準周波数である場合の充放電量を示す点（原点）から周波数が低い方向へ、第二変化率で放電量を変化させた場合の放電量を示す直線を描き、当該直線のうち、原点から当該直線と直線４３１との交点４３４までの部分の線分４３３を得る。ゲイン調整部１０３は、線分４３３に相当する周波数の範囲を不感帯として設定する。そして、制御関数のうち放電側の部分を、線分４３３と、直線４３１のうち交点４３４より低い周波数に相当する線分と、線分４３２とに変更する。

[0109] 以上のように、ゲイン調整部１０３は、充電残量が適性範囲の下限値より低い場合に、不感帯を含むように制御関数を調整する。なお、充電残量が適性範囲の上限値より高い場合には、ゲイン調整部１０３は、図４Ｂに示され

るグラフに関する操作を左右反転し、かつ、上下反転させることで、同様に不感帯を含むように制御関数を調整する。

[0110] 図５は、本実施の形態に係る充放電制御部における充放電量の説明図である。

[0111] 図５の（ａ）～（ｃ）のそれぞれは、系統周波数の変動に対する充放電量の制御範囲及び不感帯を、充電残量が適性範囲の下限値より低い場合（ａ）、充電残量が適性範囲内である場合（ｂ）、及び、充電残量が適性範囲の上限値より高い場合（ｃ）について示す。図５の（ａ）～（ｃ）のそれぞれは、図３の（ａ）～（ｃ）のそれぞれに対して、制御範囲内における系統周波数と、蓄電池の充放電量との関係を追加したものである。

[0112] 充電残量が適性範囲内である場合（図５の（ｂ））、系統周波数が基準周波数より低いときには蓄電池２０が放電する。また、系統周波数が基準周波数より低いときには蓄電池２０が放電する。また、系統周波数が基準周波数に等しいときには蓄電池２０が放電も充電も行わない。

[0113] 充電残量が適性範囲の下限値より低い場合（図５の（ａ））、ゲイン調整部１０３は、充電残量が適性範囲内である場合（図５の（ｂ））と比較して、放電側の制御幅を小さくするように制御範囲を調整する。このとき、ゲイン調整部１０３は、放電側において系統周波数が基準周波数に近い部分に不感帯を設ける。なお、系統周波数が基準周波数以上であるときは、充電残量が適性範囲内である場合（図５の（ｂ））の充電量を維持する。

[0114] 充電残量が適性範囲の上限値より高い場合、（図５の（ｃ））、ゲイン調整部１０３は、充電残量が適性範囲内である場合（図５の（ｂ））と比較して、充電側の制御幅を小さくするように制御範囲を調整する。このとき、ゲイン調整部１０３は、充電側において系統周波数が基準周波数に近い部分に不感帯を設ける。なお、系統周波数が基準周波数以下であるときは、充電残量が適性範囲内である場合（図５の（ｂ））の放電量を維持する。

[0115] 図６は、本実施の形態に係る蓄電池制御装置における充放電量の設定及び調整処理のフローチャートである。

[0116] ステップＳ６０１において、充電残量検出部１０１は、蓄電池２０の充電残量を検出する。

[0117] ステップＳ６０２において、周波数取得部１０２は、周波数検出部４０から系統周波数を取得する。

[0118] ステップＳ６０３において、充放電量設定部１０４は、蓄電池２０による充放電量及び制御範囲を設定する。充放電量設定部１０４による蓄電池２０の充放電量及び制御範囲の設定方法は、図３の（ｂ）及び図４Ａの（ｂ）とともに説明したとおりである。

[0119] ステップＳ６０４において、ゲイン調整部１０３は、ステップＳ６０１で充電残量検出部１０１により検出された充電残量に基づいて、蓄電池２０の制御範囲を調整する。ゲイン調整部１０３による蓄電池２０の制御範囲の調整方法は、図３の（ａ）及び（ｃ）とともに説明したとおりである。

[0120] ステップＳ６０４において、ゲイン調整部１０３は、蓄電池２０の制御範囲内に不感帯を設定する。ゲイン調整部１０３による不感帯の設定方法は、図４Ａ及び図４Ｂとともに説明したとおりである。

[0121] ステップＳ６０６において、充放電制御部１０５は、蓄電池２０による充放電を制御する。

[0122] 図７は、本実施の形態に係るゲイン調整部におけるゲイン調整処理のフローチャートである。具体的には、図７は、図６のステップＳ６０３における処理を詳細に示すフローチャートである。

[0123] ステップＳ７０１において、ゲイン調整部１０３は、ステップＳ６０１で充電残量検出部１０１が検出した充電残量が、適性範囲内であるか、適性範囲の下限値より低いか、又は、適性範囲の上限値より大きいかを判定する。そして、充電残量が適性範囲内である場合には、ステップＳ７１１以降の処理を実行する。充電残量が適性範囲の下限値より低い場合には、ステップＳ７２１以降の処理を実行する。充電残量が適性範囲の上限値より高い場合には、ステップＳ７３１以降の処理を実行する。

[0124] ステップＳ７１１において、ゲイン調整部１０３は、蓄電池２０の制御範

囲のうちの放電側に不感帯を設定する。

[0125] ステップＳ７１２において、ゲイン調整部１０３は、ステップＳ７１１で設定した不感帯における放電量の変化率を設定する。これで、充電残量が適性範囲の下限値より低い場合の処理を終了する。

[0126] ステップＳ７２１において、ゲイン調整部１０３は、単一の変化率（第一変化率）を有する充放電量を維持するように調整する。これで、充電残量が適性範囲内である場合の処理を終了する。

[0127] ステップＳ７３１において、ゲイン調整部１０３は、蓄電池２０の制御範囲のうちの充電側に不感帯を設定する。

[0128] ステップＳ７３２において、ゲイン調整部１０３は、ステップＳ７３１で設定した不感帯における充電量の変化率を設定する。これで、充電残量が適性範囲の上限値より高い場合の処理を終了する。

[0129] 以上のように、本実施の形態に係る蓄電池制御装置によれば、蓄電池の充放電量が適性範囲を逸脱する場合、かつ、系統周波数の基準周波数からの差分が比較的小さい場合には、蓄電池による充放電量を小さくするように制御する。これにより、蓄電池の充電残量が適性範囲からさらに乖離することを防止すると同時に、充放電により系統周波数の安定化に貢献することができる。よって、蓄電池制御装置は、適切に周波数制御を行いながら蓄電池残量を許容範囲内に維持することができる。

[0130] （実施の形態２）

本実施の形態において、系統運用者が系統周波数を検出し、検出された系統周波数に基づいて蓄電池の充放電量を制御する蓄電池制御装置などについて説明する。

[0131] 図８は、実施の形態２に係る蓄電池制御装置を含むシステム全体の構成図である。

[0132] 図８に示されるように、需給制御システム１Ａは、入札システム１０、蓄電池制御装置１００Ａ、蓄電池２０、および、ＤＣ／ＡＣコンバータ３０を備える。需給制御システム１Ａは、周波数検出部を備えない点で、実施の形

態１における需給制御システム１Ａと異なる。

[0133] 系統運用装置３Ａは、電力取引市場２から入札システム１０を通じて入札された複数の入札情報の中から、電力系統の需給制御に必要な入札情報を選択して落札する。また、系統運用装置３Ａは、周波数検出部などを備える。系統運用装置３Ａの詳細な構成は、別途説明する。

[0134] 入札システム１０、蓄電池２０、および、ＤＣ／ＡＣコンバータ３０は、それぞれ、実施の形態１における同名の機能ブロックと同じであるので、説明は省略する。

[0135] 蓄電池制御装置１００Ａは、蓄電池２０の充放電制御を行う制御装置である。具体的には、蓄電池制御装置１００は、蓄電池２０の充電残量と、系統運用装置３Ａから受信する、系統周波数と充放電量との関係とに基づいて、蓄電池２０の充放電制御を行う。

[0136] 図９は、本実施の形態に係る蓄電池制御装置の機能ブロック図である。

[0137] 図９に示されるように、系統運用装置３Ａは、周波数検出部４１と、充放電量設定部１０４Ａとを備える。また、蓄電池制御装置１００Ａは、充電残量検出部１０１と、ゲイン調整部１０３と、充放電量調整部１０４Ｂと、充放電制御部１０５とを備える。

[0138] 周波数検出部４１は、系統周波数を検出し、検出した系統周波数を充放電量設定部１０４Ａに出力する。

[0139] 充放電量設定部１０４Ａは、系統周波数を基準周波数に近付けるために蓄電池２０に充放電させる充電量又は放電量を、周波数検出部４１が取得した周波数に応じて設定する。また、充放電量設定部１０４Ａは、設定した充電量又は放電量を、蓄電池制御装置１００Ａに送信する。具体的には、実施の形態１における図３の（ｂ）、及び、図４Ａの（ｂ）に示した、充電量又は放電量を設定する。

[0140] 充放電量調整部１０４Ｂは、系統運用装置３Ａ（充放電量設定部１０４Ａ）から受信した、系統周波数と充電量又は放電量との関係に基づいて、蓄電池２０の充放電量を調整する。具体的には、上記と同様に、ゲイン調整部１

０３が系統周波数と充電量又は放電量との関係を受信し、実施の形態１における図３の（ａ）又は（ｃ）、及び、図４Ａの（ａ）又は（ｃ）のように調整を行う。充放電量調整部１０４Ｂは、このようなゲイン調整部１０３の調整の後の充放電量に基づいて、蓄電池２０の充放電量を調整する。

[0141] 充電残量検出部１０１と、ゲイン調整部１０３と、充放電制御部１０５とは、それぞれ、実施の形態１における同名の機能ブロックと同じであるので、説明は省略する。

[0142] 上記の構成にすることで、需給制御システム１Ａが系統周波数を検出する機能をもたない場合であっても、系統運用装置３Ａから取得した情報に基づいて、実施の形態１と同様に蓄電池２０の充放電を制御することができる。

[0143] また、上記の構成にすることで、系統運用者において検出した系統周波数を用いて、複数の蓄電池２０の制御を行うことができる。需給制御システム１Ａは、１の系統運用装置に対して複数設置されるのが一般的である。その場合、１の系統運用装置３Ａが系統周波数を検出し、検出した系統周波数の値を用いて複数の蓄電池２０の制御を行うことができる。よって、需給制御システム１Ａごとに周波数検出部を有する場合よりも低コストに、同様の制御を行うことができるメリットがある。

[0144] なお、蓄電池制御装置がサーバとして実装されてもよい。この場合、蓄電池側に制御装置から送られる指令値に基づいて充放電を制御する制御部を備える。

[0145] なお、実施の形態１のように、制御装置と蓄電池とが１つの蓄電システムであり、系統運用装置から直接（サーバ等を経由せずに）ＦＲ指令値を受信する構成であってもよい。

[0146] なお、上記各実施の形態において、各構成要素は、専用のハードウェアで構成されるか、各構成要素に適したソフトウェアプログラムを実行することによって実現されてもよい。各構成要素は、ＣＰＵまたはプロセッサなどのプログラム実行部が、ハードディスクまたは半導体メモリなどの記録媒体に記録されたソフトウェアプログラムを読み出して実行することによって実現

されてもよい。ここで、上記各実施の形態の蓄電池制御装置などを実現するソフトウェアは、次のようなプログラムである。

[0147] すなわち、このプログラムは、コンピュータに、蓄電池を充放電させることで電力系統の周波数を制御するための蓄電池制御装置における蓄電池制御方法であって、前記電力系統の周波数を取得する周波数取得ステップと、前記蓄電池の充電残量を検出する充電残量検出ステップと、電力系統の周波数を基準周波数に近づけるために前記蓄電池に充放電させる充電量又は放電量を、取得された前記周波数に応じて設定する設定ステップと、前記設定ステップで設定した前記充電量又は前記放電量を、取得された前記周波数と、検出された前記充電残量とに応じて調整する調整ステップと、調整された前記充電量又は前記放電量に基づいて前記蓄電池を充放電させる蓄電池制御ステップとを含み、前記調整ステップでは、検出された前記充電残量が適性範囲の下限値より小さい場合であって、かつ、前記基準周波数より小さい第一周波数から前記基準周波数までの第一不感帯に、取得された前記周波数が含まれる場合に、前記設定ステップで設定した前記充電量を所定の割合まで減少させるように調整し、検出された前記周波数が前記適性範囲の上限値より大きい場合であって、かつ、前記基準周波数より大きい第二周波数から前記基準周波数までの第二不感帯に、取得された前記周波数が含まれる場合に、前記設定ステップで設定した前記放電量を所定の割合まで減少させるように調整する蓄電池制御方法を実行させる。

[0148] 以上、一つまたは複数の態様に係る蓄電池制御装置について、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、この実施の形態に限定されるものではない。本発明の趣旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を本実施の形態に施したものや、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせて構築される形態も、一つまたは複数の態様の範囲内に含まれてもよい。

産業上の利用可能性

[0149] 本発明は、適切に周波数制御を行いながら蓄電池残量を許容範囲内に維持する蓄電池制御装置に利用可能である。

符号の説明

[0150] １、１Ａ　需給制御システム

２　電力取引市場

３、３Ａ　系統運用装置

１０　入札システム

２０　蓄電池

３０　ＤＣ／ＡＣコンバータ

４０、４１　周波数検出部

１００、１００Ａ　蓄電池制御装置

１０１　充電残量検出部

１０２　周波数取得部

１０３　ゲイン調整部

１０４、１０４Ａ　充放電量設定部

１０４Ｂ　充放電量調整部

１０５　充放電制御部

請求の範囲

[請求項1] 蓄電池を充放電させることで電力系統の周波数を制御するための蓄電池制御装置であって、

前記電力系統の周波数を取得する周波数取得部と、

前記蓄電池の充電残量を検出する充電残量検出部と、

電力系統の周波数を基準周波数に近づけるために前記蓄電池に充放電させる充電量又は放電量を、取得された前記周波数に応じて設定する設定部と、

前記設定部が設定した前記充電量又は前記放電量を、取得された前記周波数と、検出された前記充電残量とに応じて調整する調整部と、

調整された前記充電量又は前記放電量に基づいて前記蓄電池を充放電させる充放電制御部とを備え、

前記調整部は、

検出された前記充電残量が適性範囲の下限値より小さい場合であって、かつ、前記基準周波数より小さい第一周波数から前記基準周波数までの第一不感帯に、取得された前記周波数が含まれる場合に、前記設定部が設定した前記充電量を所定の割合まで減少させるように調整し、

検出された前記周波数が前記適性範囲の上限値より大きい場合であって、かつ、前記基準周波数より大きい第二周波数から前記基準周波数までの第二不感帯に、取得された前記周波数が含まれる場合に、前記設定部が設定した前記放電量を所定の割合まで減少させるように調整する

蓄電池制御装置。

[請求項2] 前記設定部は、

検出された前記周波数に対する、前記蓄電池の充電量又は放電量を示す制御関数であって、前記周波数の変化に対して充電量又は放電量が第一変化率で線形変化することを示す制御関数を設定することで、

前記充電量又は前記放電量を設定し、

前記調整部は、

前記制御関数が示す、前記第一不感帯又は前記第二不感帯における前記充電量又は前記放電量の変化率を前記第一変化率より小さい第二変化率に変更することで、前記充電量又は前記放電量を調整する

請求項１に記載の蓄電池制御装置。

[請求項3] 前記調整部は、

前記制御関数が示す、前記第一不感帯及び前記第二不感帯のいずれにも含まれない周波数において、前記充電量又は前記放電量の変化率を前記第一変化率に維持するように、前記充電量又は前記放電量を調整する

請求項２に記載の蓄電池制御装置。

[請求項4] 前記調整部は、

取得された前記周波数が前記基準周波数に等しい場合に、前記蓄電池に充電も放電もさせないように、前記充電量又は前記放電量を調整する

請求項１～３のいずれか１項に記載の蓄電池制御装置。

[請求項5] 前記調整部は、

前記設定部が設定する前記放電量が、前記蓄電池が放電可能である放電量の最大値に一致する周波数より大きい周波数を、前記第一周波数として用いて前記放電量を調整し、

前記設定部が設定する前記充電量が、前記蓄電池が充電可能である充電量の最大値に一致する周波数より小さい周波数を、前記第二周波数として用いて前記放電量を調整する

請求項１～４のいずれか１項に記載の蓄電池制御装置。

[請求項6] 前記設定部は、さらに、

（ｉ）前記蓄電池が放電可能である放電量の最大値である最大放電量を決定し、（ｉｉ）前記制御関数が示す前記放電量が前記最大放電

量を超える場合に、前記最大放電量を前記放電量とするように前記制御関数を設定し、

前記調整部は、さらに、

検出された前記充電残量が前記適性範囲の下限値より小さい場合には、前記最大放電量から前記充電残量に応じて小さくした調整最大放電量を決定し、前記制御関数が示す前記放電量が前記調整最大放電量を超える場合に、決定した前記調整最大放電量を前記放電量とするように、前記放電量を調整する

請求項２又は３に記載の蓄電池制御装置。

[請求項7] 前記調整部は、前記調整最大放電量を、

（前記最大放電量）×（前記充電残量）／（前記適性範囲の下限値）

により算出する

請求項６に記載の蓄電池制御装置。

[請求項8] 前記最大放電量は、前記蓄電池が出力する直流電力を交流電力に変換するインバータの定格容量である

請求項６又は７に記載の蓄電池制御装置。

[請求項9] 前記設定部は、さらに、

（ｉ）前記蓄電池が充電可能である充電量の最大値である最大充電量を決定し、（ｉｉ）前記制御関数が示す前記充電量が前記最大充電量を超える場合に、前記最大充電量を前記充電量とするように前記制御関数を設定し、

前記調整部は、さらに、

検出された前記充電残量が前記適性範囲の上限値より大きい場合には、前記最大充電量から前記充電残量に応じて小さくした調整最大充電量を決定し、前記制御関数が示す前記充電量が前記調整最大充電量を超える場合に、決定した前記調整最大充電量を前記充電量とするように、前記充電量を調整する

請求項２又は３に記載の蓄電池制御装置。

[請求項10] 前記調整部は、前記調整最大充電量を、

（前記最大充電量）×｛（前記蓄電池の満充電量）－（前記充電残量）｝／｛（前記蓄電池の満充電量）－（前記適性範囲の上限値）｝

により算出する

請求項９に記載の蓄電池制御装置。

[請求項11] 前記最大充電量は、電力系統からの交流電力を直流電力に変換するインバータの定格容量である

請求項９又は１０に記載の蓄電池制御装置。

[請求項12] 前記第二変化率は、前記第一変化率の１／８以上、１／４以下である

請求項２に記載の蓄電池制御装置。

[請求項13] 前記調整部は、

取得された前記周波数の履歴と、検出された前記充電残量の履歴とに基づいて前記第二変化率を定める

請求項１２に記載の蓄電池制御装置。

[請求項14] 前記適性範囲は、前記蓄電池の満充電時の充電残量の４５％以上、５５％以下の範囲である

請求項１～１３のいずれか１項に記載の蓄電池制御装置。

[請求項15] 蓄電池を充放電させることで電力系統の周波数を制御するための蓄電池制御装置における蓄電池制御方法であって、

前記電力系統の周波数を取得する周波数取得ステップと、

前記蓄電池の充電残量を検出する充電残量検出ステップと、

電力系統の周波数を基準周波数に近づけるために前記蓄電池に充放電させる充電量又は放電量を、取得された前記周波数に応じて設定する設定ステップと、

前記設定ステップで設定した前記充電量又は前記放電量を、取得された前記周波数と、検出された前記充電残量とに応じて調整する調整

ステップと、

調整された前記充電量又は前記放電量に基づいて前記蓄電池を充放電させる蓄電池制御ステップとを含み、

前記調整ステップでは、

検出された前記充電残量が適性範囲の下限値より小さい場合であって、かつ、前記基準周波数より小さい第一周波数から前記基準周波数までの第一不感帯に、取得された前記周波数が含まれる場合に、前記設定ステップで設定した前記充電量を所定の割合まで減少させるように調整し、

検出された前記周波数が前記適性範囲の上限値より大きい場合であって、かつ、前記基準周波数より大きい第二周波数から前記基準周波数までの第二不感帯に、取得された前記周波数が含まれる場合に、前記設定ステップで設定した前記放電量を所定の割合まで減少させるように調整する

蓄電池制御方法。

[請求項16] 蓄電池と、

前記蓄電池を充放電させることで電力系統の周波数を制御するための請求項１～１４のいずれか１項に記載の蓄電池制御装置とを備える

蓄電池制御システム。