明　細　書

発明の名称 ： 充放電制御装置および充放電制御方法

技術分野

[0001] 本開示は、電力貯蔵システムの充放電を制御する充放電制御装置等に関する。

背景技術

[0002] 従来、電力貯蔵システム（蓄電池等）の充放電を制御する技術として、特許文献１および特許文献２に記載の技術がある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００８－１７８２１５号公報

特許文献2：特開２０１１－５５６７１号公報

発明の概要

[0004] しかしながら、電力系統の周波数を調整するためのＦＲ（周波数調整：Ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ　Ｒｅｇｕｌａｔｉｏｎ）が電力貯蔵システムを用いて行われる場合、充放電の反転動作（リバース動作）によって電力系統の周波数が標準周波数から遠ざかる可能性がある。

[0005] そこで、本開示は、周波数調整における蓄電池の反転動作の発生を抑制することができる充放電制御装置等を提供する。

[0006] 本開示の一態様に係る充放電制御装置は、所定の制御期間ごとに、電力系統の周波数である系統周波数を測定する周波数測定部と、前記制御期間ごとに、前記系統周波数を用いて基準周波数を更新する基準周波数更新部と、前記制御期間ごとに、前記基準周波数および前記系統周波数の差を示す第１の周波数偏差を算出する第１の周波数偏差算出部と、前記第１の周波数偏差を用いて、前記系統周波数を前記基準周波数に近づけるための充放電の電力を示す第１の電力指令値を決定する指令値決定部と、前記第１の電力指令値を用いて電力貯蔵システムに電力を充放電させる充放電制御部とを備え、前記

基準周波数更新部は、前記基準周波数、前記系統周波数および前記電力系統の標準周波数を用いて、前記系統周波数を前記標準周波数から遠ざける方向に対応する充放電である反転動作が前記電力貯蔵システムにおいて発生するか否かを判定し、前記反転動作が発生しないと判定した場合、前記系統周波数の時間的な変動に対してローパスフィルタを適用することで得られる周波数に前記基準周波数が一致するように前記基準周波数を更新し、前記反転動作が発生すると判定した場合、前記系統周波数に前記基準周波数が一致するように前記基準周波数を更新する。

[0007] 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などの非一時的な記録媒体で実現されてもよく、システム、装置、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。

[0008] 本開示の充放電制御装置は、反転動作の発生を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図１は、参考例における充放電指令値を示す図である。

[図2]図２は、実施の形態１における周波数調整システムを示すシステム構成図である。

[図3]図３は、実施の形態１における充放電制御装置のブロック図である。

[図4]図４は、実施の形態１における充放電制御装置の動作を示すフローチャートである。

[図5]図５は、実施の形態１における基準周波数更新部の動作を示すフローチャートである。

[図6]図６は、実施の形態１における基準周波数の変動を示す図である。

[図7]図７は、実施の形態１における充放電指令値を示す図である。

[図8]図８は、実施の形態２における充放電制御装置のブロック図である。

[図9]図９は、実施の形態２における充放電制御装置の動作を示すフローチャートである。

[図10]図１０は、実施の形態２における充放電指令値を示す図である。

[図11]図１１は、実施の形態３における充放電制御装置のブロック図である。

[図12]図１２は、実施の形態３における充放電制御装置の動作を示すフローチャートである。

[図13]図１３は、実施の形態３における充放電指令値を示す図である。

[図14]図１４は、実施の形態４における充放電制御装置のブロック図である。

[図15]図１５は、実施の形態４における充放電制御装置の動作を示すフローチャートである。

[図16]図１６は、実施の形態４における充放電制御装置の動作を示すフローチャートである。

[図17]図１７は、実施の形態４における充放電指令値を示す図である。

[図18]図１８は、実施の形態５における周波数調整システムを示すシステム構成図である。

[図19]図１９は、実施の形態５における充放電制御装置および蓄電池システムの処理を示すシーケンス図である。

発明を実施するための形態

[0010] （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、電力貯蔵システムの充放電を制御する技術に関し、課題を見出した。以下、詳細に記載する。

[0011] 従来、電力系統の周波数を調整するＦＲ（周波数調整：Ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ　Ｒｅｇｕｌａｔｉｏｎ）が検討されている。

[0012] 特許文献１には、発電設備および充放電設備を用いて負荷変動に対応する技術が開示されている。負荷変動は、長周期変動および短周期変動を含んでいる。発電設備が供給電力を増加または減少させることにより、電力変動幅が大きい長周期変動に対応できる。一方、容量が小さい充放電設備は、電力を充放電することにより電力変動幅が小さい短周期変動に対応できる。

[0013] また、特許文献２では、ガスエンジン発電機が追従できなかった負荷変動をニッケル水素電池等が補うことによって、負荷変動に追従する技術が開示されている。特許文献２では、ガスエンジン発電機が追従すべき負荷変動の長周期成分を抽出するために、ＬＰＦ（ローパスフィルター）が用いられている。もとの変動成分から上記のＬＰＦを介した変動成分を引いた成分にニッケル水素電池が追従することで、ニッケル水素電池が短周期の変動成分のみに対応する。

[0014] このように、発電機が長周期の負荷変動のみに対して追従するように制御され、蓄電池が短周期の負荷変動のみに対して追従するように制御される場合がある。このような技術がＦＲに用いられることにより、電力系統の周波数が、標準周波数を含む適正範囲に調整される。

[0015] 標準周波数は、電力会社ごとに予め定められた周波数である。例えば、日本では、５０Ｈｚおよび６０Ｈｚの２種類の標準周波数が存在する。標準周波数を含む適正範囲は、例えば、標準周波数の±０．２Ｈｚである。電力系統の周波数（以下、系統周波数とも呼ぶ）は、電力の需給に応じて変動する。そこで、ＦＲによって系統周波数の変動が抑制される。

[0016] 具体的には、需要が大きく供給が小さくなれば、系統周波数は低くなる。反対に、需要が小さく供給が大きくなれば、系統周波数は高くなる。例えば、蓄電池を用いてＦＲを行う充放電制御装置は、系統周波数が高い場合、蓄電池に充電させることにより電力系統の電力を消費する。また、充放電制御装置は、系統周波数が低い場合、蓄電池に放電させることにより電力系統へ電力を供給する。これにより、充放電制御装置は系統周波数の変動を抑制する。

[0017] 一方、充放電制御装置が、系統周波数のうち短周期の変動のみに対して追従するように蓄電池の充放電を制御する場合がある。例えば、他の発電システムが、系統周波数の変動のうち長周期の変動に対して追従するように動作するという前提において、充放電制御装置は、系統周波数のうち短周期の変動のみに対して追従するように蓄電池の充放電を制御する。

[0018] 図１は、系統周波数のうち短周期の変動のみに対して追従するように蓄電池の充放電を制御する充放電制御装置が決定する充放電指令値を示す図である。充放電制御装置は、ローパスフィルタ等によって、系統周波数の長周期変動成分に対応する基準周波数を取得する。そして、充放電制御装置は、系統周波数が基準周波数を上回る場合に充電が行われ、系統周波数が基準周波数を下回る場合に放電が行われるように、充放電指令値を決定する。

[0019] これにより、充放電制御装置は、基準周波数に系統周波数を近づけるように充放電を制御する。

[0020] しかしながら、基準周波数に系統周波数を近づけることにより、系統周波数が標準周波数から遠ざかる場合がある。具体的には、図１の例では、全ての時間において、系統周波数が標準周波数（５０Ｈｚ）を下回っている。そのため、系統周波数を標準周波数に近づけるためには、蓄電池の放電が行われた方がよい。しかし、図１の例において、系統周波数が基準周波数を上回っている時間帯では、充電が行われる。

[0021] このように、蓄電池を充電すべき時間帯に放電する動作、或いは、蓄電池を放電すべき時間帯に充電する動作を本開示では反転動作（リバース動作）と呼ぶ。このような反転動作は、結果として、系統周波数を標準周波数から遠ざけるため、電力系統の安定化にとって望ましくない。そのため、蓄電池の充放電の反転動作が発生することを防止することが望ましい。

[0022] そこで、本開示の一態様に係る充放電制御装置は、所定の制御期間ごとに、電力系統の周波数である系統周波数を測定する周波数測定部と、前記制御期間ごとに、前記系統周波数を用いて基準周波数を更新する基準周波数更新部と、前記制御期間ごとに、前記基準周波数および前記系統周波数の差を示す第１の周波数偏差を算出する第１の周波数偏差算出部と、前記第１の周波数偏差を用いて、前記系統周波数を前記基準周波数に近づけるための充放電の電力を示す第１の電力指令値を決定する指令値決定部と、前記第１の電力指令値を用いて電力貯蔵システムに電力を充放電させる充放電制御部とを備え、前記基準周波数更新部は、前記基準周波数、前記系統周波数および前記

電力系統の標準周波数を用いて、前記系統周波数を前記標準周波数から遠ざける方向に対応する充放電である反転動作が前記電力貯蔵システムにおいて発生するか否かを判定し、前記反転動作が発生しないと判定した場合、前記系統周波数の時間的な変動に対してローパスフィルタを適用することで得られる周波数に前記基準周波数が一致するように前記基準周波数を更新し、前記反転動作が発生すると判定した場合、前記系統周波数に前記基準周波数が一致するように前記基準周波数を更新する。

[0023] これにより、反転動作が発生すると判定された場合、基準周波数は、系統周波数に一致するように更新される。すなわち、反転動作が発生すると判定された場合、充放電制御装置は、電力貯蔵システムに充放電を行わせない。その結果、充放電制御装置は、反転動作の発生を抑制できる。

[0024] 例えば、前記基準周波数更新部は、前記反転動作が発生しないと判定された制御期間ごとに、前記基準周波数を一定値ずつ変化させることにより、前記基準周波数を更新してもよい。

[0025] これにより、充放電制御装置は、移動平均等と比べて、低変動周波数を求める際の演算量を削減できる。

[0026] また、例えば、前記基準周波数更新部は、前記系統周波数が前記標準周波数よりも小さい場合、前記反転動作が発生しないと判定された制御期間ごとに前記基準周波数を一定値ずつ減少させることにより、前記基準周波数を更新してもよい。

[0027] これにより、充放電制御装置は、低い系統周波数に基準周波数を徐々に近づけることができる。

[0028] また、例えば、前記基準周波数更新部は、前記系統周波数が前記標準周波数よりも大きい場合、前記反転動作が発生しないと判定された制御期間ごとに前記基準周波数を一定値ずつ増加させることにより、前記基準周波数を更新してもよい。

[0029] これにより、充放電制御装置は、高い系統周波数に基準周波数を徐々に近づけることができる。

[0030] また、例えば、前記基準周波数更新部は、前記系統周波数および前記標準周波数を端点とする区間に前記基準周波数が含まれる場合、前記反転動作が発生しないと判定し、前記区間に前記基準周波数が含まれない場合、前記反転動作が発生すると判定してもよい。

[0031] これにより、充放電制御装置は、基準周波数が所定の範囲に含まれるか否かに基づいて、反転動作が発生するか否かを適切に判定することができる。

[0032] また、例えば、前記基準周波数更新部は、前記基準周波数が前記標準周波数以下で前記系統周波数よりも大きい場合、または、前記基準周波数が前記標準周波数以上で前記系統周波数よりも小さい場合、前記反転動作が発生しないと判定し、前記基準周波数が前記標準周波数よりも大きく前記系統周波数以上である場合、または、前記基準周波数が前記標準周波数よりも小さく前記系統周波数以下である場合、前記反転動作が発生すると判定してもよい。

[0033] これにより、充放電制御装置は、基準周波数、系統周波数および標準周波数の関係に基づいて、反転動作が発生するか否かを適切に判定することができる。

[0034] また、例えば、前記充放電制御装置は、さらに、前記電力貯蔵システムの充電残量に関する情報を取得する残容量取得部と、前記標準周波数および前記系統周波数の差を示す第２の周波数偏差を算出する第２の周波数偏差算出部とを備え、前記指令値決定部は、前記第２の周波数偏差を用いて、前記系統周波数を前記標準周波数に近づけるための充放電の電力を示す第２の電力指令値を決定し、前記充電残量に関する情報を用いて、前記第１の電力指令値および前記第２の電力指令値を含む複数の電力指令値から電力指令値を選択し、前記充放電制御部は、選択された前記電力指令値を用いて前記電力貯蔵システムに電力を充放電させてもよい。

[0035] これにより、充放電制御装置は、電力貯蔵システムの残容量に基づいて、電力貯蔵システムの充放電を制御することができる。例えば、充放電制御装置は、残容量に基づいて、より大きな変動に対応（応答）できる。

[0036] また、例えば、前記指令値決定部は、（ｉ）前記充電残量が所定の閾値以下であり、かつ、前記第２の電力指令値が放電の電力を示していない場合、または、（ｉｉ）前記充電残量が前記所定の閾値以上であり、かつ、前記第２の電力指令値が充電の電力を示していない場合、前記第２の電力指令値を前記電力指令値として選択し、（ｉ）前記充電残量が前記所定の閾値よりも大きく、かつ、前記第２の電力指令値が充電の電力を示している場合、または、（ｉｉ）前記充電残量が前記所定の閾値よりも小さく、かつ、前記第２の電力指令値が放電の電力を示している場合、前記第１の電力指令値を前記電力指令値として選択してもよい。

[0037] これにより、充放電制御装置は、電力貯蔵システムの残容量に基づいて、系統周波数を基準周波数に近づける動作、および、系統周波数を標準周波数に近づける動作のうち一方を適切に選択することができる。

[0038] また、例えば、前記充放電制御装置は、さらに、前記電力貯蔵システムの充電残量に関する情報を取得する残容量取得部と、前記標準周波数および前記系統周波数の差を示す第２の周波数偏差を算出する第２の周波数偏差算出部と、前記充電残量に関する情報を用いて、前記系統周波数が前記基準周波数に一致する場合に前記電力貯蔵システムに充放電させる電力を示すベースポイントを決定するベースポイント決定部とを備え、前記指令値決定部は、前記第１の周波数偏差および前記ベースポイントを用いて、前記第１の電力指令値を決定し、前記第２の周波数偏差および前記ベースポイントを用いて、前記系統周波数を前記標準周波数に近づけるための充放電の電力を示す第２の電力指令値を決定し、前記ベースポイントを用いて、前記第１の電力指令値および前記第２の電力指令値を含む複数の電力指令値から電力指令値を選択し、前記充放電制御部は、選択された前記電力指令値を用いて、前記電力貯蔵システムに電力を充放電させてもよい。

[0039] これにより、充放電制御装置は、ベースポイントに基づいて、電力貯蔵システムの充放電を制御することができる。

[0040] また、例えば、前記ベースポイント決定部は、前記充電残量が第１の閾値

よりも小さい場合、または、前記充電残量が第２の閾値よりも大きい場合、前記ベースポイントにオフセットを設定し、前記指令値決定部は、前記オフセットが設定された前記ベースポイントを用いて、前記複数の電力指令値に含まれる前記電力指令値を決定してもよい。

[0041] これにより、充放電制御装置は、ベースポイントに基づいて、充放電が適切に調整される。

[0042] また、例えば、前記ベースポイント決定部は、前記ベースポイントに前記オフセットを設定することにより、前記充電残量が前記第１の閾値よりも小さく、かつ、前記電力指令値が放電の電力を示す場合の前記電力指令値に対応する放電量を、前記ベースポイントに前記オフセットを設定しない場合よりも減少させ、前記充電残量が前記第１の閾値よりも小さく、かつ、前記電力指令値が充電の電力を示す場合の前記電力指令値に対応する充電量を、前記ベースポイントに前記オフセットを設定しない場合よりも増加させてもよい。

[0043] これにより、残容量が小さい場合、ベースポイントに基づいて、充電量が大きくなり、放電量が小さくなるように、充放電が調整される。

[0044] また、例えば、前記ベースポイント決定部は、前記ベースポイントに前記オフセットを設定することにより、前記充電残量が前記第２の閾値よりも大きく、かつ、前記電力指令値が放電の電力を示す場合の前記電力指令値に対応する放電量を、前記ベースポイントに前記オフセットを設定しない場合よりも増加させ、前記充電残量が前記第２の閾値よりも大きく、かつ、前記電力指令値が充電の電力を示す場合の前記電力指令値に対応する充電量を、前記ベースポイントに前記オフセットを設定しない場合よりも減少させてもよい。

[0045] これにより、残容量が大きい場合、ベースポイントに基づいて、充電量が小さくなり、放電量が大きくなるように、充放電が調整される。

[0046] また、例えば、前記指令値決定部は、（ｉ）前記ベースポイントが放電の電力を示しておらず、かつ、前記第２の電力指令値が放電の電力を示してい

ない場合、または、（ｉｉ）前記ベースポイントが充電の電力を示しておらず、かつ、前記第２の電力指令値が充電の電力を示していない場合、前記第２の電力指令値を前記電力指令値として選択し、（ｉ）前記ベースポイントが放電の電力を示しており、かつ、前記第２の電力指令値が充電の電力を示している場合、または、（ｉｉ）前記ベースポイントが充電の電力を示しており、かつ、前記第２の電力指令値が放電の電力を示している場合、前記第１の電力指令値を前記電力指令値として選択してもよい。

[0047] これにより、充放電制御装置は、ベースポイントに基づいて、系統周波数を基準周波数に近づける動作、および、系統周波数を標準周波数に近づける動作のうち一方を適切に選択することができる。

[0048] また、例えば、前記指令値決定部は、前記電力指令値が前記反転動作の電力を示す場合、当該電力指令値に代えて前記電力貯蔵システムが充放電しない値を新たな電力指令値として選択し、前記充放電制御部は、前記電力貯蔵システムが充放電しない値が前記新たな電力指令値として選択された制御期間において、前記電力貯蔵システムに充放電を停止させてもよい。

[0049] これにより、充放電制御装置は、反転動作が行われないように、充放電指令値を決定することができる。

[0050] また、例えば、前記指令値決定部は、（ｉ）前記ベースポイントが放電の電力を示しておらず、かつ、前記第２の電力指令値が充電の電力を示しており、かつ、前記系統周波数が前記標準周波数以下である場合、または、（ｉｉ）前記ベースポイントが充電の電力を示しておらず、かつ、前記第２の電力指令値が放電の電力を示しており、かつ、前記系統周波数が前記標準周波数以上である場合、前記電力貯蔵システムが充放電しない値を前記電力指令値として選択し、前記充放電制御部は、前記電力貯蔵システムが充放電しない値が前記電力指令値として選択された制御期間において、前記電力貯蔵システムに充放電を停止させてもよい。

[0051] これにより、充放電制御装置は、ベースポイントの適用に基づく反転動作の発生を適切に抑制することができる。

[0052] さらに、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などの非一時的な記録媒体で実現されてもよく、システム、装置、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。

[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。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、本開示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。

[0054] また、以下の実施の形態で示される充放電制御装置は、周波数制御装置と表現されてもよい。

[0055] また、充放電は、充電および放電の少なくとも一方に対応する。また、ここでは、充放電の電力を示す値について、負の値は充電の電力を示し、正の値は放電の電力を示す場合がある。正負の関係は、逆でもよい。また、充放電の電力を示す値は、充電も放電も行われない状態に対応する値（０）である場合がある。また、充放電の電力の大きさは、充電か放電かにかかわらず、充放電の電力を示す値の絶対値を意味する場合がある。また、電力は、その値（大きさ）を意味する場合がある。

[0056] （実施の形態１）

実施の形態１における充放電制御装置は、測定された系統周波数、および、電力系統の標準周波数に基づいて、系統周波数を近づける目標の基準周波数を更新する。

[0057] 図２は、実施の形態１における充放電制御装置を含む周波数制御システムのシステム構成図である。図２には、配電用変圧器２０１、配電線２０２、負荷２０３、２０５、および、蓄電池システム２０４、２０６が示されてい

る。

[0058] 配電用変圧器２０１は、系統運用者が提供する電力系統に接続され、電力系統から供給される電力を負荷２０３、２０５に供給するため適切な電圧に変換する変圧器である。系統運用者は電力系統を運用する事業者である。

[0059] 配電線２０２は、配電用変圧器２０１および負荷２０３、２０５を電気的に接続し、配電用変圧器２０１が供給する電力を負荷２０３、２０５に供給するための電力配線である。

[0060] 負荷２０３、２０５は、電力系統から供給される電力を消費する機器である。負荷２０３、２０５は、例えば、家庭用電気機器などである。

[0061] 蓄電池システム２０４、２０６は、電力系統から供給された電力の充電、または、電力系統へ供給される電力の放電を行う。蓄電池システム２０４、２０６は、上記のように充電または放電を行うことで、電力系統から供給される電力の周波数を基準周波数に近づける。図２のように、蓄電池システム２０４は、蓄電池３０１および充放電制御装置３０２を備える。蓄電池システム２０６は、蓄電池システム２０４と同様の構成要素を備えてもよい。

[0062] 蓄電池３０１は、充放電制御装置３０２による制御に従って、充電または放電を行う。ここでは、蓄電池３０１は、ＤＣ／ＡＣインバータ（図示しない）を含む蓄電装置である。

[0063] 充放電制御装置３０２は、蓄電池３０１に充放電を実行させる。そして、充放電制御装置３０２は、系統周波数を基準周波数に近づけるための周波数調整を行う。系統周波数は、電力系統の周波数であり、具体的には、電力系統の電力の周波数である。より具体的には、系統周波数は、電力系統から供給される電力の周波数である。

[0064] 例えば、充放電制御装置３０２は、電力系統から供給される電力の周波数を測定することにより、系統周波数を測定する。そして、充放電制御装置３０２は、測定された系統周波数に基づいて、系統周波数を基準周波数に近づけるように、蓄電池３０１の充放電を制御する。

[0065] なお、配電用変圧器２０１および配電線２０２は、電力系統に含まれても

よい。また、より多くの負荷および蓄電池システムが、配電線２０２に接続されてもよい。

[0066] 図３は、図２に示された充放電制御装置３０２のブロック図である。充放電制御装置３０２は、系統周波数測定部３０３、基準周波数更新部３０４、周波数偏差算出部３０５、充放電指令値決定部３０６、および、充放電制御部３０７を備える。

[0067] 系統周波数測定部３０３は、系統周波数を測定する周波数測定部である。系統周波数測定部３０３は、系統周波数を測定するためのセンサを介して、系統周波数を測定してもよい。

[0068] 基準周波数更新部３０４は、基準周波数を更新する。具体的には、基準周波数更新部３０４は、系統周波数測定部３０３で測定された系統周波数を取得し、測定された系統周波数に基づいて、所定の基準周波数を更新する。

[0069] 例えば、基準周波数更新部３０４は、系統周波数よりも基準周波数の方が標準周波数から離れている場合、基準周波数が系統周波数に一致するように、基準周波数を更新する。基準周波数更新部３０４は、基準周波数よりも系統周波数の方が標準周波数から離れている場合、基準周波数が系統周波数に所定の変化幅で近づくように、基準周波数を更新する。

[0070] 周波数偏差算出部３０５は、周波数偏差を算出する。周波数偏差は、系統周波数と基準周波数との差を示す。具体的には、周波数偏差算出部３０５は、系統周波数測定部３０３で測定された系統周波数、および、基準周波数更新部３０４で更新された基準周波数を取得として、測定された系統周波数と、更新された基準周波数とに基づいて、周波数偏差を算出する。

[0071] 充放電指令値決定部３０６は、充放電指令値を算出することにより、充放電指令値を決定する指令値決定部である。充放電指令値は、蓄電池３０１に充放電を実行させる電力を示す。充放電指令値は、電力値または電力指令値と表現される場合がある。

[0072] 例えば、充放電指令値決定部３０６は、周波数偏差算出部３０５で算出された周波数偏差を取得し、算出された周波数偏差に基づいて、系統周波数を

基準周波数に近づけるための電力を示す電力値を算出する。そして、充放電指令値決定部３０６は、算出された電力値を充放電指令値として決定する。

[0073] ここでは、負の充放電指令値は、充電に対応する。正の充放電指令値は、放電に対応する。ここで示される正および負の関係は、一例であって、逆でもよい。

[0074] 充放電制御部３０７は、蓄電池３０１の充放電を制御する。すなわち、充放電制御部３０７は、蓄電池３０１に充放電を実行させる。具体的には、充放電制御部３０７は、充放電指令値決定部３０６で決定された充放電指令値を取得し、決定された充放電指令値に基づいて、蓄電池３０１の充放電を制御する。例えば、充放電制御部３０７は、充放電指令値を蓄電池３０１に送信することにより、蓄電池３０１に充放電を実行させる。

[0075] 蓄電池３０１は、充放電を実行する。具体的には、蓄電池３０１は、充放電制御部３０７から充放電指令値を受信し、充放電指令値に基づいて、蓄電池３０１内のインバータを動作させることにより、充放電を実行する。

[0076] 図４は、図３に示された充放電制御装置３０２の動作を示すフローチャートである。

[0077] まず、系統周波数測定部３０３は、系統周波数を測定する（Ｓ１０１）。

[0078] 次に、基準周波数更新部３０４は、測定された系統周波数に基づいて、基準周波数を更新する（Ｓ１０２）。基準周波数更新部３０４は、基準周波数、系統周波数および標準周波数に基づいて、反転動作が発生するか否かを判定する。基準周波数更新部３０４は、反転動作が発生しないと判定した場合、低変動周波数に基準周波数を一致させる。低変動周波数は、系統周波数の時間的な変動に対してローパスフィルタを適用することで得られる周波数である。一方、基準周波数更新部３０４は、反転動作が発生すると判定した場合、系統周波数に基準周波数を一致させる。

[0079] 例えば、基準周波数更新部３０４は、系統周波数および標準周波数を端点とする区間（周波数範囲）に基準周波数が含まれる場合、反転動作が発生しないと判定する。逆に、基準周波数更新部３０４は、系統周波数および標準

周波数を端点とする区間（周波数範囲）に基準周波数が含まれない場合、反転動作が発生すると判定する。基準周波数更新部３０４のより具体的な動作については、後述する。

[0080] 次に、周波数偏差算出部３０５は、更新された基準周波数と、測定された系統周波数との差を示す周波数偏差を算出する（Ｓ１０３）。周波数偏差算出部３０５は、以下の式１に基づいて、周波数偏差を算出する。

[0081] 周波数偏差＝系統周波数－基準周波数 ・・・（式１）

次に、充放電指令値決定部３０６は、周波数偏差に基づいて、系統周波数を基準周波数に近づけるための充放電の電力を示す充放電指令値を決定する（Ｓ１０４）。充放電指令値決定部３０６は、以下の式２に基づいて、充放電指令値を算出する。

[0082] 充放電指令値＝周波数偏差／－周波数適正幅×充放電可変幅 ・・・（式２）

式２において、周波数適正幅は、系統周波数の適正範囲に対応する。例えば、標準周波数が５０Ｈｚであり、系統周波数の適正範囲が４９．８Ｈｚから５０．２Ｈｚまでの場合、周波数適正幅は、０．２Ｈｚである。周波数適正幅が０．２Ｈｚである場合、充放電指令値決定部３０６は、以下の式３に基づいて、充放電指令値を算出する。

[0083] 充放電指令値＝周波数偏差／－０．２Ｈｚ×充放電可変幅 ・・・（式３）

充放電可変幅は、蓄電池３０１の充放電電力の最大値に対応する。蓄電池３０１の充放電電力の最大値は、蓄電池３０１のインバータの容量に依存する。

[0084] 次に、充放電制御部３０７は、充放電指令値によって示される電力に対応する充放電を蓄電池３０１に実行させる（Ｓ１０５）。

[0085] 例えば、更新された基準周波数が５０．１Ｈｚであり、測定された系統周波数が５０．２Ｈｚである場合、周波数偏差は０．１Ｈｚである。そして、周波数適正幅が０．２Ｈｚであり、充放電可変幅が２０ｋＷである場合、充

放電指令値は－１０ｋＷ（＝０．１Ｈｚ／－０．２Ｈｚ×２０ｋＷ）である。この場合、充放電制御部３０７は、－１０ｋＷに対応する充放電を蓄電池３０１に実行させる。すなわち、充放電制御部３０７は、１０ｋＷの電力の充電を蓄電池３０１に実行させる。

[0086] 充放電制御装置３０２は、上記の動作を所定の制御期間ごとに繰り返す。所定の制御期間は、例えば、１秒または４秒等である。

[0087] 次に、基準周波数更新部３０４のより具体的な動作を示す。

[0088] 図５は、図３に示された基準周波数更新部３０４の動作を示すフローチャートである。図５に示される動作は、主に、図４に示された基準周波数を更新する動作（Ｓ１０２）に対応する。

[0089] まず、基準周波数更新部３０４は、基準周波数を標準周波数に設定することにより、基準周波数を初期化する（Ｓ２０１）。実施の形態１では、基準周波数は５０Ｈｚに設定される。

[0090] 次に、基準周波数更新部３０４は、系統周波数測定部３０３で測定された系統周波数を取得する（Ｓ２０２）。

[0091] 次に、基準周波数更新部３０４は、基準周波数が系統周波数よりも大きく標準周波数（５０Ｈｚ）以下であるか否かを判定する（Ｓ２０３）。基準周波数が系統周波数よりも大きく標準周波数以下である場合（Ｓ２０３でＹｅｓ）、基準周波数更新部３０４は、反転動作が発生しないと判定する。この場合、基準周波数更新部３０４は、基準周波数を徐々に減らす。例えば、基準周波数更新部３０４は、基準周波数を０．０２Ｈｚ／分の速度で減らす（Ｓ２０４）。

[0092] 次に、基準周波数更新部３０４は、基準周波数が系統周波数よりも小さく標準周波数（５０Ｈｚ）以上であるか否かを判定する（Ｓ２０５）。基準周波数が系統周波数よりも小さく標準周波数以上である場合（Ｓ２０５でＹｅｓ）、基準周波数更新部３０４は、反転動作が発生しないと判定する。この場合、基準周波数更新部３０４は、基準周波数を徐々に増やす。例えば、基準周波数更新部３０４は、基準周波数を０．０２Ｈｚ／分の速度で増やす（

Ｓ２０６）。

[0093] そして、基準周波数が上記の条件を満たさない場合（Ｓ２０３でＮｏかつＳ２０５でＮｏ）、基準周波数更新部３０４は、反転動作が発生すると判定する。この場合、基準周波数更新部３０４は、基準周波数を系統周波数に一致させる（Ｓ２０７）。

[0094] 基準周波数更新部３０４は、系統周波数を取得してから基準周波数を更新するまでの一連の動作を所定の制御期間ごとに繰り返す。

[0095] 図６は、実施の形態１における基準周波数の変動を示す図である。例えば、基準周波数が系統周波数よりも大きく標準周波数以下である場合、基準周波数更新部３０４は、基準周波数を少しずつ低くする（ｔ＜ｔ＋２の期間）。これにより、基準周波数更新部３０４は、低変動周波数に基準周波数を一致させる。一方、更新前（変更前）の基準周波数が新たに測定された系統周波数以下であり標準周波数よりも小さい場合、基準周波数更新部３０４は、基準周波数を系統周波数に一致させる（ｔ≧ｔ＋２の期間）。

[0096] 図７は、実施の形態１における充放電指令値を示す図である。図７には、上記の動作に基づいて、更新される基準周波数が示されている。系統周波数および標準周波数は、図１の例と同じである。図７に示された全ての時間帯において、基準周波数は系統周波数以上である。したがって、全ての時間帯において、充放電指令値は、放電を示す値、または、充放電が実行されない値である。そして、系統周波数を標準周波数から遠ざける充電が実行されない。よって、反転動作の発生が抑制される。

[0097] 以上の通り、実施の形態１における充放電制御装置３０２は、充放電の反転動作が発生すると判定された場合、基準周波数が系統周波数に一致するように基準周波数を更新する。すなわち、充放電制御装置３０２は、充放電の反転動作が発生すると判定された場合、蓄電池３０１に充放電を実行させない。これにより、充放電制御装置３０２は、反転動作の発生を抑制できる。

[0098] なお、本実施の形態において、基準周波数更新部３０４は、更新前の基準周波数に基づいて、反転動作が発生するか否かを判定している。しかし、基

準周波数更新部３０４は、更新後の基準周波数に基づいて、反転動作が発生するか否かを判定してもよい。そして、反転動作が発生すると判定された場合、基準周波数更新部３０４は、基準周波数が系統周波数に一致するように、更新された基準周波数をさらに更新してもよい。

[0099] また、基準周波数更新部３０４は、反転動作が発生するか否かにかかわらず、基準周波数が低変動周波数に一致するように、基準周波数を更新してもよい。そして、充放電指令値決定部３０６は、更新された基準周波数に基づいて、反転動作が発生するか否かを判定してもよい。そして、充放電指令値決定部３０６は、反転動作が発生すると判定した場合、充放電が実行されない値を充放電指令値として決定してもよい。これにより、反転動作の発生が抑制される。この場合、低変動周波数は、系統周波数の移動平均でもよい。

[0100] （実施の形態２）

実施の形態２における充放電制御装置は、蓄電池の残容量に基づいて、充放電指令値を決定（選択）する。なお、残容量は、充電残量とも表現される。また、以下の説明における残容量取得部および残容量情報は、同様に、充電残量取得部および充電残量情報と表現されてもよい。

[0101] 図８は、実施の形態２における充放電制御装置のブロック図である。図８に示された充放電制御装置３０２ａは、図３に示された充放電制御装置３０２と比較して、さらに、周波数偏差算出部３０５ａおよび残容量取得部３０８を備える。また、充放電制御装置３０２ａは、充放電指令値決定部３０６に代えて、充放電指令値決定部３０６ａを備える。その他の構成要素は、図３に示された構成要素と同様である。

[0102] 残容量取得部３０８は、蓄電池３０１の残容量情報を取得する。蓄電池３０１の残容量情報は、蓄電池３０１の残容量に関する情報であり、具体的には、蓄電池３０１の残容量を示す。残容量は、上述した通り、充電残量とも表現され、充電状態（ＳＯＣ：Ｓｔａｔｅ　Ｏｆ　Ｃｈａｒｇｅ）、または、蓄電量とも呼ばれる。蓄電池３０１の残容量は、蓄電池３０１に充電された電力の残容量である。残容量は、蓄電池３０１の全容量に対する割合で表

現されてもよいし、蓄電池３０１の一部の容量に対する割合で表現されてもよい。

[0103] 例えば、蓄電池３０１の全容量のうち一部のみが、周波数調整に用いられてもよい。この場合、残容量取得部３０８は、蓄電池３０１の全体の残容量ではなく、周波数調整のための残容量を取得する。

[0104] 具体的には、蓄電池３０１の全容量うち２０％～８０％の残容量に対応する範囲が、周波数調整のために用いられてもよい。この場合、蓄電池３０１の全容量うち２０％～８０％の残容量が、周波数調整のための０％～１００％の残容量に対応する。蓄電池３０１の全容量に対する残容量が２０％である場合、周波数調整のための残容量は０％である。蓄電池３０１の全容量に対する残容量が８０％である場合、周波数調整のための残容量は１００％である。

[0105] 残容量取得部３０８は、以下の式４に基づいて、周波数調整のための残容量を算出してもよい。

[0106] 周波数調整のための残容量＝１００×（全容量に対する残容量－下限）／（上限－下限） ・・・（式４）

式４の上限および下限は、全容量において、周波数調整のための０％～１００％の残容量に対応する範囲の上限および下限を示す。式４において、周波数調整のための残容量が０％よりも下回る場合、周波数調整のための残容量は０％と定められてもよい。また、式４において、周波数調整のための残容量が１００％よりも上回る場合、周波数調整のための残容量は１００％と定められてもよい。

[0107] 周波数偏差算出部３０５ａは、標準周波数と系統周波数との差を示す周波数偏差を算出する。具体的には、周波数偏差算出部３０５ａは、系統周波数測定部３０３で測定された系統周波数を取得し、測定された系統周波数と、予め定められた標準周波数との差を算出することにより、周波数偏差を算出する。

[0108] 以降、系統周波数と基準周波数との差を示す周波数偏差は、周波数偏差Ａ

、または、単にＡと表現される場合がある。系統周波数と標準周波数との差を示す周波数偏差は、周波数偏差Ｂ、または、単にＢと表現される場合がある。周波数偏差算出部３０５が、周波数偏差Ａを算出し、周波数偏差算出部３０５ａが、周波数偏差Ｂを算出する。

[0109] 充放電指令値決定部３０６ａは、充放電指令値を決定（選択）する。具体的には、充放電指令値決定部３０６ａは、残容量取得部３０８で取得された残容量、周波数偏差算出部３０５で算出された周波数偏差Ａ、および、周波数偏差算出部３０５ａで算出された周波数偏差Ｂを取得する。そして、充放電指令値決定部３０６ａは、取得された残容量、算出された周波数偏差Ａ、および、算出された周波数偏差Ｂに基づいて、充放電指令値を決定する。

[0110] 例えば、充放電指令値決定部３０６ａは、周波数偏差Ｂに基づいて、系統周波数を標準周波数に近づけるための充放電の電力を示す電力値を算出する。算出された充放電指令値が０以下であり、残容量が５０％以下である場合、充放電指令値決定部３０６ａは、算出された電力値を充放電指令値として決定する。また、算出された充放電指令値が０以上であり、残容量が５０％以上である場合、充放電指令値決定部３０６ａは、算出された電力値を充放電指令値として決定する。

[0111] その他の場合、充放電指令値決定部３０６ａは、周波数偏差Ａに基づいて、系統周波数を基準周波数に近づけるための充放電の電力を示す電力値を算出する。そして、充放電指令値決定部３０６ａは、算出された電力値を充放電指令値として決定する。

[0112] 図９は、図８に示された充放電制御装置３０２ａの動作を示すフローチャートである。

[0113] まず、残容量取得部３０８は、蓄電池３０１の残容量を取得する（Ｓ３０１）。例えば、残容量取得部３０８は、通信によって、蓄電池３０１の残容量を示す情報を蓄電池３０１から受信することにより、蓄電池３０１の残容量を取得する。

[0114] 次に、系統周波数測定部３０３は、系統周波数を測定する（Ｓ３０２）。

次に、基準周波数更新部３０４は、測定された系統周波数に基づいて、基準周波数を更新する（Ｓ３０３）。これらの動作は、実施の形態１と同様である。

[0115] 次に、周波数偏差算出部３０５は、更新された基準周波数と、測定された系統周波数との差を示す周波数偏差Ａを算出する（Ｓ３０４）。より具体的には、周波数偏差算出部３０５は、以下の式５に基づいて、周波数偏差Ａを算出する。

[0116] 周波数偏差Ａ＝系統周波数－基準周波数 ・・・（式５）

次に、周波数偏差算出部３０５ａは、電力系統の標準周波数と、測定された系統周波数との差を示す周波数偏差Ｂを算出する（Ｓ３０５）。より具体的には、周波数偏差算出部３０５ａは、以下の式６に基づいて、周波数偏差Ｂを算出する。

[0117] 周波数偏差Ｂ＝系統周波数－標準周波数 ・・・（式６）

ここでは、標準周波数は５０Ｈｚであるため、式６は、式７に置き換えられる。

[0118] 周波数偏差Ｂ＝系統周波数－５０Ｈｚ ・・・（式７）

次に、充放電指令値決定部３０６ａは、周波数偏差Ｂに基づいて、系統周波数を標準周波数に近づけるための充放電の電力を示す充放電指令値（電力値）を算出する（Ｓ３０６）。より具体的には、充放電指令値決定部３０６ａは、以下の式８に基づいて、充放電指令値を算出する。

[0119] 充放電指令値＝周波数偏差Ｂ／－周波数適正幅×充放電可変幅 ・・・（式８）

式８の充放電可変幅および周波数適正幅は、式２と同様である。周波数適正幅が０．２Ｈｚである場合、充放電指令値決定部３０６ａは、以下の式９に基づいて、充放電指令値を算出する。

[0120] 充放電指令値＝周波数偏差Ｂ／－０．２Ｈｚ×充放電可変幅 ・・・（式９）

充放電指令値決定部３０６ａは、残容量に基づいて充放電可変幅を変更し

てもよい。例えば、残容量が０％または１００％の付近である場合、十分な充放電が困難である。したがって、充放電指令値決定部３０６ａは、残容量が５０％に近づくほど充放電可変幅が大きくなり、残容量が０％または１００％に近づくほど、充放電可変幅が小さくなるように、充放電可変幅を変更してもよい。

[0121] 次に、充放電指令値決定部３０６ａは、算出された充放電指令値が０以下であり、かつ、残容量が５０％以下であるか否かを判定する（Ｓ３０７）。さらに、充放電指令値決定部３０６ａは、算出された充放電指令値が０以上であり、かつ、残容量が５０％以上であるか否かを判定する（Ｓ３０８）。ここでは、５０％が閾値として用いられているが、閾値は５０％に限られない。また、これらの２つの判定（Ｓ３０７、Ｓ３０８）において、互いに異なる２つの閾値が用いられてもよい。

[0122] 算出された充放電指令値が０以下であり、かつ、残容量が５０％以下である場合（Ｓ３０７でＹｅｓ）、または、算出された充放電指令値が０以上であり、かつ、残容量が５０％以上である場合（Ｓ３０８でＹｅｓ）、充放電指令値決定部３０６ａは、算出された充放電指令値を最終的な充放電指令値として決定する。

[0123] 一方、その他の場合（Ｓ３０７でＮｏかつＳ３０８でＮｏ）、充放電指令値決定部３０６ａは、周波数偏差Ａに基づいて、系統周波数を基準周波数に近づけるための充放電の電力を示す充放電指令値（電力値）を算出する（Ｓ３０９）。より具体的には、充放電指令値決定部３０６ａは、以下の式１０に基づいて、充放電指令値を算出する。

[0124] 充放電指令値＝周波数偏差Ａ／－周波数適正幅×充放電可変幅 ・・・（式１０）

すなわち、充放電指令値の算出に周波数偏差Ｂに代えて周波数偏差Ａが用いられる。周波数適正幅が０．２Ｈｚである場合、充放電指令値決定部３０６ａは、以下の式１１に基づいて、充放電指令値を算出する。

[0125] 充放電指令値＝周波数偏差Ａ／－０．２Ｈｚ×充放電可変幅 ・・・

（式１１）

そして、充放電指令値決定部３０６ａは、周波数偏差Ａに基づいて算出された充放電指令値を最終的な充放電指令値として決定する。

[0126] 次に、充放電制御部３０７は、最終的に決定された充放電指令値によって示される電力に対応する充放電を蓄電池３０１に実行させる（Ｓ３１０）。

[0127] 図１０は、図９に示された動作によって決定される充放電指令値を示す図である。残容量が５０％よりも小さい状態における放電には、周波数偏差Ａに基づく充放電指令値が適用される。残容量が５０％よりも小さい状態における充電には、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値が適用される。残容量が５０％よりも大きい状態における放電には、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値が適用される。残容量が５０％よりも大きい状態における充電には、周波数偏差Ａに基づく充放電指令値が適用される。

[0128] 基準周波数は、系統周波数に追従するように更新される。したがって、系統周波数と基準周波数との差を示す周波数偏差Ａの絶対値は、系統周波数と標準周波数との差を示す周波数偏差Ｂの絶対値よりも小さいと想定される。逆に、周波数偏差Ｂの絶対値は、周波数偏差Ａの絶対値よりも大きいと想定される。したがって、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値の絶対値は、周波数偏差Ａに基づく充放電指令値の絶対値よりも大きいと想定される。

[0129] そこで、充放電制御装置３０２ａは、残容量が小さい状態における充電に、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値を適用することにより、充電の電力を大きくする。また、充放電制御装置３０２ａは、残容量が大きい状態における放電に、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値を適用することにより、放電の電力を大きくする。

[0130] これにより、充放電制御装置３０２ａは、蓄電池３０１の資源を有効に利用することができる。また、充放電制御装置３０２ａは、系統周波数を標準周波数に近づけるための電力値を充放電指令値として用いることにより、ＦＲを実行するその他の発電システムの負荷を軽減することができる。

[0131] なお、本実施の形態において、充放電制御装置３０２ａは、残容量と、周

波数偏差Ｂに基づく充放電指令値とを用いて、周波数偏差Ａに基づく充放電指令値と、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値とを切り替えている。充放電制御装置３０２ａは、残容量と、周波数偏差Ａに基づく充放電指令値とを用いて、周波数偏差Ａに基づく充放電指令値と、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値とを切り替えてもよい。

[0132] つまり、充放電制御装置３０２ａは、先に、周波数偏差Ａに基づく充放電指令値を算出してもよい。そして、残容量と、周波数偏差Ａに基づく充放電指令値との組み合わせが、図１０において、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値が適用される範囲に該当する場合、充放電制御装置３０２ａは、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値を算出してもよい。

[0133] （実施の形態３）

本実施の形態における充放電制御装置は、蓄電池の残容量に基づいて、ベースポイントを決定し、決定されたベースポイントに基づいて、充放電指令値を決定（選択）する。

[0134] 図１１は、本実施の形態における充放電制御装置を示すブロック図である。図１１に示された充放電制御装置３０２ｂは、図８に示された充放電制御装置３０２ａと比較して、さらに、ベースポイント決定部３０９を備える。また、充放電制御装置３０２ｂは、充放電指令値決定部３０６ａに代えて、充放電指令値決定部３０６ｂを備える。その他の構成要素は、図８に示された構成要素と同様である。

[0135] ベースポイント決定部３０９は、残容量に基づいて、ベースポイントを決定する。ベースポイントは、系統周波数を目標周波数に近づける動作において系統周波数が目標周波数に一致している場合に蓄電池３０１に充放電を実行させる電力を示す。目標周波数は基準周波数または標準周波数である。本実施の形態において、ベースポイントは、充放電指令値の算出に用いられる。ベースポイント決定部３０９は、残容量が０％または１００％に近づかないように、ベースポイントを決定する。

[0136] 例えば、ベースポイント決定部３０９は、残容量が閾値Ｅ１よりも小さい

場合、以下の式１２に基づいて、ベースポイントを算出する。また、ベースポイント決定部３０９は、残容量が閾値Ｅ２（閾値Ｅ１＜閾値Ｅ２）よりも大きい場合、以下の式１３に基づいて、ベースポイントを算出する。ベースポイント決定部３０９は、残容量が閾値Ｅ１以上であり閾値Ｅ２以下である場合、以下の式１４に基づいて、ベースポイントを算出する。

[0137] ベースポイント＝定数Ｃ×（残容量－閾値Ｅ１）／｛１００－（閾値Ｅ２－閾値Ｅ１）｝　　・・・（式１２）

ベースポイント＝定数Ｃ×（残容量－閾値Ｅ２）／｛１００－（閾値Ｅ２－閾値Ｅ１）｝　　・・・（式１３）

ベースポイント＝０　　・・・（式１４）

式１２および式１３の定数Ｃは、予め任意に設定される。定数Ｃは、蓄電池３０１の充放電電力の最大値でもよい。閾値Ｅ１が４５％であり、閾値Ｅ２が５５％である場合、式１２および式１３は、式１５および式１６に置き換えられる。

[0138] ベースポイント＝定数Ｃ×（残容量－４５％）／９０％　　・・・（式１５）

ベースポイント＝定数Ｃ×（残容量－５５％）／９０％　　・・・（式１６）

この場合、ベースポイント決定部３０９は、残容量が４５％よりも小さい場合、式１５に基づいて、ベースポイントを算出する。また、ベースポイント決定部３０９は、残容量が５５％よりも大きい場合、以下の式１６に基づいて、ベースポイントを算出する。ベースポイント決定部３０９は、残容量が４５％以上５５％以下である場合、式１４に基づいて、ベースポイントを算出する。

[0139] すなわち、ベースポイント決定部３０９は、残容量が閾値Ｅ１よりも小さい場合、または、残容量が閾値Ｅ２よりも大きい場合、充放電指令値の算出に用いられるベースポイントに、式１２または式１３等で定められるオフセットを設定する。これにより、ベースポイント決定部３０９は、残容量が閾

値Ｅ１よりも小さい場合に、放電量を減少させ、充電量を増加させる。また、ベースポイント決定部３０９は、残容量が閾値Ｅ２よりも大きい場合に、放電量を増加させ、充電量を減少させる。

[0140] 充放電指令値決定部３０６ｂは、決定されたベースポイントを用いて、充放電指令値を決定（選択）する。具体的には、充放電指令値決定部３０６ｂは、ベースポイント決定部３０９で決定されたベースポイント、周波数偏差算出部３０５で算出された周波数偏差Ａ、および、周波数偏差算出部３０５ａで算出された周波数偏差Ｂを取得する。そして、充放電指令値決定部３０６ｂは、決定されたベースポイント、算出された周波数偏差Ａ、および、算出された周波数偏差Ｂに基づいて、充放電指令値を決定する。

[0141] 例えば、充放電指令値決定部３０６ｂは、周波数偏差Ｂおよびベースポイントに基づいて、系統周波数を標準周波数に近づけるための充放電の電力を示す電力値を算出する。算出された充放電指令値が０以下であり、ベースポイントが０以下である場合、充放電指令値決定部３０６ｂは、算出された電力値を充放電指令値として決定する。また、算出された充放電指令値が０以上であり、ベースポイントが０以上である場合、充放電指令値決定部３０６ｂは、算出された電力値を充放電指令値として決定する。

[0142] その他の場合、充放電指令値決定部３０６ｂは、周波数偏差Ａに基づいて、系統周波数を基準周波数に近づけるための充放電の電力を示す電力値を算出する。そして、充放電指令値決定部３０６ｂは、算出された電力値を充放電指令値として決定する。

[0143] 充放電指令値決定部３０６ｂは、残容量またはベースポイントに基づいて、充放電可変幅を決定し、決定された充放電可変幅に基づいて、充放電指令値を決定してもよい。

[0144] 図１２は、図１１に示された充放電制御装置３０２ｂの動作を示すフローチャートである。

[0145] まず、残容量取得部３０８は、蓄電池３０１の残容量を取得する（Ｓ４０１）。この動作は、実施の形態２と同様である。

[0146] 次に、ベースポイント決定部３０９は、蓄電池３０１の残容量に基づいて、ベースポイントを決定する（Ｓ４０２）。

[0147] 次に、系統周波数測定部３０３は、系統周波数を測定する（Ｓ４０３）。次に、基準周波数更新部３０４は、測定された系統周波数に基づいて、基準周波数を更新する（Ｓ４０４）。次に、周波数偏差算出部３０５は、更新された基準周波数と、測定された系統周波数との差を示す周波数偏差Ａを算出する（Ｓ４０５）。次に、周波数偏差算出部３０５ａは、電力系統の標準周波数と、測定された系統周波数との差を示す周波数偏差Ｂを算出する（Ｓ４０６）。これらの動作は、実施の形態２と同様である。

[0148] 次に、充放電指令値決定部３０６ｂは、周波数偏差Ｂに基づいて、系統周波数を標準周波数に近づけるための充放電の電力を示す充放電指令値（電力値）を算出する（Ｓ４０７）。より具体的には、充放電指令値決定部３０６ｂは、以下の式１７に基づいて、充放電指令値を算出する。

[0149] 充放電指令値＝周波数偏差Ｂ／－周波数適正幅×充放電可変幅＋ベースポイント　　・・・（式１７）

式１７の周波数偏差Ｂ、充放電可変幅および周波数適正幅は、式８と同様である。周波数適正幅が０．２Ｈｚである場合、充放電指令値決定部３０６ｂは、以下の式１８に基づいて、充放電指令値を算出する。

[0150] 充放電指令値＝周波数偏差Ｂ／－０．２Ｈｚ×充放電可変幅＋ベースポイント　　・・・（式１８）

算出された充放電指令値が、所定の最大値を上回る場合、充放電指令値決定部３０６ｂは、所定の最大値を算出された充放電指令値として用いる。また、算出された充放電指令値が、所定の最小値を下回る場合、充放電指令値決定部３０６ｂは、算出された充放電指令値として所定の最小値を用いる。所定の最大値および所定の最小値は、蓄電池３０１の充放電電力の最大値に対応する。

[0151] 充放電指令値決定部３０６ｂは、算出される充放電指令値が所定の最大値を上回らないように、および、算出される充放電指令値が所定の最小値を下

回らないように、ベースポイントに基づいて、充放電可変幅を変更してもよい。具体的には、充放電指令値決定部３０６ｂは、蓄電池３０１の充放電電力の最大値からベースポイントの絶対値を減算することにより得られる値を充放電可変幅として用いてもよい。

[0152] 次に、充放電指令値決定部３０６ｂは、算出された充放電指令値が０以下であり、かつ、ベースポイントが０以下であるか否かを判定する（Ｓ４０８）。さらに、充放電指令値決定部３０６ｂは、算出された充放電指令値が０以上であり、かつ、ベースポイントが０以上であるか否かを判定する（Ｓ４０９）。

[0153] 算出された充放電指令値が０以下であり、かつ、ベースポイントが０以下である場合（Ｓ４０８でＹｅｓ）、または、算出された充放電指令値が０以上であり、かつ、ベースポイントが０以上である場合（Ｓ４０９でＹｅｓ）、充放電指令値決定部３０６ｂは、算出された充放電指令値を最終的な充放電指令値として決定する。

[0154] 一方、その他の場合（Ｓ４０８でＮｏかつＳ４０９でＮｏ）、充放電指令値決定部３０６ｂは、周波数偏差Ａに基づいて、系統周波数を基準周波数に近づけるための充放電の電力を示す充放電指令値（電力値）を算出する（Ｓ４１０）。より具体的には、充放電指令値決定部３０６ｂは、以下の式１９に基づいて、充放電指令値を算出する。

[0155] 充放電指令値＝周波数偏差Ａ／－周波数適正幅×充放電可変幅＋ベースポイント　　・・・（式１９）

すなわち、充放電指令値の算出に周波数偏差Ｂに代えて周波数偏差Ａが用いられる。周波数適正幅が０．２Ｈｚである場合、充放電指令値決定部３０６ｂは、以下の式２０に基づいて、充放電指令値を算出する。

[0156] 充放電指令値＝周波数偏差Ａ／－０．２Ｈｚ×充放電可変幅＋ベースポイント　　・・・（式２０）

周波数偏差Ｂの場合と同様に、算出された充放電指令値が、所定の最大値を上回る場合、充放電指令値決定部３０６ｂは、所定の最大値を算出された

充放電指令値として用いる。また、算出された充放電指令値が、所定の最小値を下回る場合、充放電指令値決定部３０６ｂは、算出された充放電指令値として所定の最小値を用いる。所定の最大値および所定の最小値は、蓄電池３０１の充放電電力の最大値に対応する。

[0157] また、周波数偏差Ｂの場合と同様に、充放電指令値決定部３０６ｂは、算出される充放電指令値が所定の最大値を上回らないように、および、算出される充放電指令値が所定の最小値を下回らないように、ベースポイントに基づいて、充放電可変幅を変更してもよい。

[0158] そして、充放電指令値決定部３０６ｂは、周波数偏差Ａに基づいて算出された充放電指令値を最終的な充放電指令値として決定する。

[0159] 次に、充放電制御部３０７は、最終的に決定された充放電指令値によって示される電力に対応する充放電を蓄電池３０１に実行させる（Ｓ４１１）。

[0160] 図１３は、図１２に示された動作によって決定される充放電指令値を示す図である。ベースポイントが０よりも小さい状態における放電には、周波数偏差Ａに基づく充放電指令値が適用される。また、ベースポイントが０よりも大きい状態における充電には、周波数偏差Ａに基づく充放電指令値が適用される。その他において、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値が適用される。

[0161] 上述したように、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値の絶対値は、周波数偏差Ａに基づく充放電指令値の絶対値よりも大きいと想定される。また、ベースポイントが０よりも小さい場合、十分な充電が可能であると想定される。また、ベースポイントが０よりも大きい場合、十分な放電が可能であると想定される。また、ベースポイントが０である場合、十分な充放電が可能であると想定される。

[0162] そこで、充放電制御装置３０２ｂは、ベースポイントが０よりも小さい状態における充電に、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値を適用することにより、充電の電力を大きくする。また、充放電制御装置３０２ｂは、ベースポイントが０よりも大きい状態における放電に、周波数偏差Ｂに基づく充放電

指令値を適用することにより、放電の電力を大きくする。また、充放電制御装置３０２ｂは、ベースポイントが０である状態における充放電に、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値を適用することにより、充放電の電力を大きくする。

[0163] これにより、充放電制御装置３０２ｂは、蓄電池３０１の資源を有効に利用することができる。また、充放電制御装置３０２ｂは、系統周波数を標準周波数に近づけるための電力値を充放電指令値として用いることにより、ＦＲを実行するその他の発電システムの負荷を軽減することができる。

[0164] なお、本実施の形態において、充放電制御装置３０２ｂは、ベースポイントと、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値とを用いて、周波数偏差Ａに基づく充放電指令値と、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値とを切り替えている。充放電制御装置３０２ｂは、ベースポイントと、周波数偏差Ａに基づく充放電指令値とを用いて、周波数偏差Ａに基づく充放電指令値と、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値とを切り替えてもよい。

[0165] つまり、充放電制御装置３０２ｂは、先に、周波数偏差Ａに基づく充放電指令値を算出してもよい。そして、ベースポイントと、周波数偏差Ａに基づく充放電指令値との組み合わせが、図１３において、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値が適用される範囲に該当する場合、充放電制御装置３０２ｂは、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値を算出してもよい。

[0166] （実施の形態４）

本実施の形態における充放電制御装置は、蓄電池の残容量に基づいて、ベースポイントを決定し、決定されたベースポイントに基づいて、充放電指令値を決定する。そして、本実施の形態における充放電制御装置は、ベースポイントの適用に基づく反転動作の発生を抑制する。

[0167] 図１４は、本実施の形態における充放電制御装置を示すブロック図である。図１４に示された充放電制御装置３０２ｃは、図１１に示された充放電制御装置３０２ｂと比較して、充放電指令値決定部３０６ｂに代えて、充放電指令値決定部３０６ｃを備える。その他の構成要素は、図１１に示された充

放電制御装置３０２ｂの構成要素と同様である。

[0168] 充放電指令値決定部３０６ｃは、充放電指令値を決定する。充放電指令値決定部３０６ｃの動作は、実施の形態３の充放電指令値決定部３０６ｂとほぼ同じである。ただし、充放電指令値決定部３０６ｃは、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値を最終的な充放電指令値と決定する前に、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値が反転動作の電力を示すか否かを判定する。そして、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値が反転動作の電力を示す場合、充放電指令値決定部３０６ｃは、充放電指令値を０に設定する。

[0169] 図１５および図１６は、図１４に示された充放電制御装置３０２ｃの動作を示すフローチャートである。

[0170] 図１５に示された動作は、実施の形態３の動作とほぼ同じである。ただし、ベースポイントが０以下であり、かつ、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値が０以下である場合（Ｓ４０８でＹｅｓ）、または、ベースポイントが０以上であり、かつ、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値が０以上である場合（Ｓ４０９でＹｅｓ）の動作が実施の形態３とは異なる。

[0171] この場合、図１６に示されるように、充放電制御装置３０２ｃは、系統周波数が標準周波数（５０Ｈｚ）よりも小さく、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値が０以上であるか否かを判定する（Ｓ５０１）。また、充放電制御装置３０２ｃは、系統周波数が標準周波数（５０Ｈｚ）よりも大きく、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値が０以下であるか否かを判定する（Ｓ５０２）。

[0172] そして、系統周波数が標準周波数よりも小さく、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値が０以上である場合（Ｓ５０１でＹｅｓ）、充放電制御装置３０２ｃは、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値を最終的な充放電指令値として決定する。また、系統周波数が標準周波数よりも大きく、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値が０以下である場合（Ｓ５０２でＹｅｓ）、充放電制御装置３０２ｃは、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値を最終的な充放電指令値として決定する。

[0173] 一方、その他の場合、充放電制御装置３０２ｃは、充放電指令値を０に設定する（Ｓ５０３）。すなわち、充放電制御装置３０２ｃは、０に設定された充放電指令値を最終的な充放電指令値として決定する。

[0174] 上記の複数の条件（Ｓ４０８、Ｓ４０９、Ｓ５０１、Ｓ５０２）の組み合わせに基づいて、具体的には、ベースポイントが０以下であり、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値が０よりも小さく、系統周波数が標準周波数以下である場合、充放電制御装置３０２ｃは、充放電指令値を０に設定する。また、ベースポイントが０以上であり、周波数偏差Ｂに基づく充放電指令値が０よりも大きく、系統周波数が標準周波数以上である場合、充放電制御装置３０２ｃは、充放電指令値を０に設定する。

[0175] 図１７は、図１５および図１６に示された動作によって決定される充放電指令値を示す図である。図１７には、図１３に示された実施の形態３と比較して、禁止の範囲が示されている。禁止の範囲では、充放電指令値が０に設定される。すなわち、充放電指令値が０に変更される。

[0176] 上述したように、ベースポイントは、系統周波数を目標周波数に近づける動作において系統周波数が目標周波数に一致している状態における充放電の電力を示す。そして、ベースポイントは、残容量に基づいて、０とは異なる値に決定される場合がある。このようなベースポイントを用いて充放電指令値を決定することで、反転動作が発生する可能性がある。

[0177] そこで、充放電指令値が反転動作の電力を示している場合、充放電制御装置３０２ｃは、充放電指令値を０に設定する。つまり、充放電制御装置３０２ｃは、充放電が行われない値を最終的な充放電指令値として決定する。充放電が行われない値が充放電指令値として決定された制御期間において、充放電制御部３０７は、蓄電池３０１に充放電させない。すなわち、充放電制御部３０７は、蓄電池３０１に充放電を停止させる。これにより、充放電制御装置３０２ｃは、ベースポイントの適用に基づく反転動作の発生を抑制する。

[0178] （実施の形態５）

実施の形態５における充放電制御装置は、通信ネットワークを介して蓄電池システムの充放電を制御する。即ち、充放電以下、図１８および図１９を用いて実施の形態５の構成および動作を説明する。

[0179] 図１８は、実施の形態５における充放電制御装置を含む周波数制御システムのシステム構成図である。図１９は、実施の形態５における充放電制御装置および蓄電池システムの処理を示すシーケンス図である。

[0180] 図１８には、図２に示された構成要素と比較して、さらに、センサ２０７および通信ネットワーク２０８が示されている。また、蓄電池システム２０４、２０６、および、充放電制御装置３０２に代えて、蓄電池システム２０４ｄ、２０６ｄ、および、充放電制御装置３０２ｄが示されている。図１８のその他の構成要素は、図２に示された構成要素と同じである。

[0181] 実施の形態５において、充放電制御装置３０２ｄは、例えば蓄電池システム２０４ｄの外部に設けられる外部コントローラとして構成されてもよい。また、充放電制御装置３０２ｄは、例えばサーバとして構成されてもよい。この場合、充放電制御装置３０２ｄは、それぞれ異なる場所に分散配置された複数の蓄電池システム２０４ｄ、２０６ｄ等を制御してもよい。

[0182] 通信ネットワーク２０８は、充放電制御装置３０２ｄと蓄電池システム２０４ｄ、２０６ｄとが互いに通信するためのネットワークである。例えば、通信ネットワーク２０８は、ＩＥＥＥ８０２．３規格等に適合する有線ＬＡＮ、ＩＥＥＥ８０２．１１ａ、ｂ、ｇ規格等に適合する無線ＬＡＮ、または、携帯電話回線等である公衆通信回線で構築されてもよい。

[0183] センサ２０７は、系統周波数を測定するためのセンサである。充放電制御装置３０２ｄは、センサ２０７から系統周波数を示す情報を取得する。

[0184] 蓄電池システム２０４ｄは、蓄電池３０１を備える。

[0185] 蓄電池システム２０４ｄは、通信ネットワーク２０８を介して充放電制御装置３０２ｄと通信するための通信インタフェースである通信部（図示せず）を有する。蓄電池システム２０４ｄは、充放電制御装置３０２ｄから通信ネットワーク２０８を介して制御されることにより、蓄電池３０１に対する

充放電を実行する。

[0186] ここで、蓄電池システム２０４ｄは、制御部（図示せず）を備える。制御部は、充放電制御装置３０２ｄから受信した充放電指令値に基づいて蓄電池３０１を制御する。

[0187] 蓄電池システム２０４ｄの構成および動作は、通信ネットワーク２０８を介して制御される構成および動作を除いて、蓄電池システム２０４と同様である。また、蓄電池システム２０６ｄは、蓄電池システム２０４ｄと同様の構成要素である。

[0188] 充放電制御装置３０２ｄは、実施の形態１～４における充放電制御装置３０２、３０２ａ、３０２ｂ、３０２ｃのいずれかと同様の構成要素を有する。また、充放電制御装置３０２ｄは、通信ネットワーク２０８を介して蓄電池システム２０４ｄ、２０６ｄと通信するための通信インタフェースである通信部（図示せず）を有する。

[0189] 例えば、充放電制御装置３０２ｄは、センサ２０７を介して、系統周波数を測定する。そして、充放電制御装置３０２ｄは、測定された系統周波数に基づいて、充放電が実行されるように通信ネットワーク２０８を介して蓄電池システム２０４ｄ、２０６ｄを制御する。

[0190] 通信ネットワーク２０８を介して蓄電池システム２０４ｄ、２０６ｄを制御する構成および動作を除いて、充放電制御装置３０２ｄの構成および動作は、実施の形態１～４における充放電制御装置３０２、３０２ａ、３０２ｂ、３０２ｃのいずれかと同様である。

[0191] ここでは、充放電制御装置３０２ｄは、２つの蓄電池システム２０４ｄ、２０６ｄを制御している。充放電制御装置３０２ｄは、１つの蓄電池システムを制御してもよいし、３つ以上の蓄電池システムを制御してもよい。

[0192] 充放電制御装置３０２ｄは、全体で実行される充放電の電力を蓄電池システム２０４ｄ、２０６ｄに分配して、蓄電池システム２０４ｄ、２０６ｄに対応する充放電指令値を決定する。充放電制御装置３０２ｄは、蓄電池システム２０４ｄ、２０６ｄに対して充放電指令値を送信して、蓄電池システム

２０４ｄ、２０６ｄの充放電を制御する。

[0193] 例えば、蓄電池システム２０４ｄ、２０６ｄは、通信ネットワーク２０８を介して、充放電電力の最大値を充放電制御装置３０２ｄに送信する。充放電制御装置３０２ｄは、蓄電池システム２０４ｄ、２０６ｄから充放電電力の最大値を受信する。そして、充放電制御装置３０２ｄは、充放電電力の最大値に比例するように蓄電池システム２０４ｄ、２０６ｄの充放電の電力値を決定し、決定した充放電の電力値を充放電指令値として蓄電池システム２０４ｄ、２０６ｄに送信する。

[0194] これにより、充放電制御装置３０２ｄは、充放電電力の最大値に対応する充放電を蓄電池システム２０４ｄ、２０６ｄに実行させることができる。

[0195] また、充放電制御装置３０２ｄは、通信ネットワーク２０８を介して、蓄電池システム２０４ｄ、２０６ｄから残容量を取得し、実施の形態２～４に示されたように、残容量に基づいて、蓄電池システム２０４ｄ、２０６ｄの充放電を制御してもよい。

[0196] 以上のように、本実施の形態における充放電制御装置３０２ｄは、通信ネットワーク２０８を介して、複数の蓄電池システム２０４ｄ、２０６ｄを制御することができる。

[0197] 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充放電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。

[0198] すなわち、このプログラムは、コンピュータに、所定の制御期間ごとに、電力系統の周波数である系統周波数を測定する周波数測定ステップと、前記制御期間ごとに、前記系統周波数を用いて基準周波数を更新する基準周波数更新ステップと、前記制御期間ごとに、前記基準周波数および前記系統周波

数の差を示す周波数偏差を算出する周波数偏差算出ステップと、前記周波数偏差を用いて、前記系統周波数を前記基準周波数に近づけるための充放電の電力を示す電力指令値を決定する指令値決定ステップと、前記電力指令値を用いて、電力貯蔵システムに電力を充放電させる充放電制御ステップとを含み、前記基準周波数更新ステップでは、前記基準周波数、前記系統周波数および前記電力系統の標準周波数を用いて、前記系統周波数を前記標準周波数から遠ざける方向に対応する充放電である反転動作が前記電力貯蔵システムにおいて発生するか否かを判定し、前記反転動作が発生しないと判定した場合、前記系統周波数の時間的な変動に対してローパスフィルタを適用することで得られる周波数に前記基準周波数が一致するように、前記基準周波数を更新し、前記反転動作が発生すると判定した場合、前記系統周波数に前記基準周波数が一致するように、前記基準周波数を更新する充放電制御方法を実行させる。

[0199] また、上記各実施の形態の充放電制御装置は、鉛蓄電池、ＮＡＳ電池、ニッケル水素、レドックスフロー電池、リチウムイオン電池、または、フライホイール等である電力貯蔵システムを上記の蓄電池として制御してもよい。また、充放電制御装置は、定置型の電力貯蔵システムだけでなく、ＥＶ（電気自動車）などのような移動型の電力貯蔵システムの充放電を制御してもよい。

[0200] また、充放電制御装置の各構成要素は、回路でもよい。これらの回路は、全体として１つの回路を構成してもよいし、それぞれ別々の回路でもよい。また、これらの回路は、それぞれ、汎用的な回路でもよいし、専用の回路でもよい。

[0201] 以上、一つまたは複数の態様に係る充放電制御装置について、実施の形態に基づいて説明したが、本開示は、この実施の形態に限定されるものではない。本開示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。

[0202] 例えば、上記各実施の形態において、特定の処理部が実行する処理を特定の処理部の代わりに別の処理部が実行してもよい。また、複数の処理の順序が変更されてもよいし、複数の処理が並行して実行されてもよい。

産業上の利用可能性

[0203] 本開示は、電力貯蔵システムの充放電を制御することにより周波数調整を行う充放電制御装置に利用可能であり、周波数制御装置、周波数調整システム、および、蓄電池システム等に適用可能である。

符号の説明

[0204] ２０１　配電用変圧器

２０２　配電線

２０３，２０５　負荷

２０４，２０４ｄ，２０６，２０６ｄ　蓄電池システム

２０７　センサ

２０８　通信ネットワーク

３０１　蓄電池

３０２，３０２ａ，３０２ｂ，３０２ｃ，３０２ｄ　充放電制御装置

３０３　系統周波数測定部（周波数測定部）

３０４　基準周波数更新部

３０５，３０５ａ　周波数偏差算出部

３０６，３０６ａ，３０６ｂ，３０６ｃ　充放電指令値決定部（指令値決定部）

３０７　充放電制御部

３０８　残容量取得部

３０９　ベースポイント決定部

請求の範囲

[請求項1] 所定の制御期間ごとに、電力系統の周波数である系統周波数を測定する周波数測定部と、

前記制御期間ごとに、前記系統周波数を用いて基準周波数を更新する基準周波数更新部と、

前記制御期間ごとに、前記基準周波数および前記系統周波数の差を示す第１の周波数偏差を算出する第１の周波数偏差算出部と、

前記第１の周波数偏差を用いて、前記系統周波数を前記基準周波数に近づけるための充放電の電力を示す第１の電力指令値を決定する指令値決定部と、

前記第１の電力指令値を用いて電力貯蔵システムに電力を充放電させる充放電制御部とを備え、

前記基準周波数更新部は、

前記基準周波数、前記系統周波数および前記電力系統の標準周波数を用いて、前記系統周波数を前記標準周波数から遠ざける方向に対応する充放電である反転動作が前記電力貯蔵システムにおいて発生するか否かを判定し、

前記反転動作が発生しないと判定した場合、前記系統周波数の時間的な変動に対してローパスフィルタを適用することで得られる周波数に前記基準周波数が一致するように前記基準周波数を更新し、

前記反転動作が発生すると判定した場合、前記系統周波数に前記基準周波数が一致するように前記基準周波数を更新する

充放電制御装置。

[請求項2] 前記基準周波数更新部は、前記反転動作が発生しないと判定された制御期間ごとに、前記基準周波数を一定値ずつ変化させることにより、前記基準周波数を更新する

請求項１に記載の充放電制御装置。

[請求項3] 前記基準周波数更新部は、前記系統周波数が前記標準周波数よりも

小さい場合、前記反転動作が発生しないと判定された制御期間ごとに前記基準周波数を一定値ずつ減少させることにより、前記基準周波数を更新する

請求項２に記載の充放電制御装置。

[請求項4] 前記基準周波数更新部は、前記系統周波数が前記標準周波数よりも大きい場合、前記反転動作が発生しないと判定された制御期間ごとに前記基準周波数を一定値ずつ増加させることにより、前記基準周波数を更新する

請求項２または３に記載の充放電制御装置。

[請求項5] 前記基準周波数更新部は、

前記系統周波数および前記標準周波数を端点とする区間に前記基準周波数が含まれる場合、前記反転動作が発生しないと判定し、

前記区間に前記基準周波数が含まれない場合、前記反転動作が発生すると判定する

請求項１～４のいずれか１項に記載の充放電制御装置。

[請求項6] 前記基準周波数更新部は、

前記基準周波数が前記標準周波数以下で前記系統周波数よりも大きい場合、または、前記基準周波数が前記標準周波数以上で前記系統周波数よりも小さい場合、前記反転動作が発生しないと判定し、

前記基準周波数が前記標準周波数よりも大きく前記系統周波数以上である場合、または、前記基準周波数が前記標準周波数よりも小さく前記系統周波数以下である場合、前記反転動作が発生すると判定する

請求項５に記載の充放電制御装置。

[請求項7] 前記充放電制御装置は、さらに、

前記電力貯蔵システムの充電残量に関する情報を取得する残容量取得部と、

前記標準周波数および前記系統周波数の差を示す第２の周波数偏差を算出する第２の周波数偏差算出部とを備え、

前記指令値決定部は、

前記第２の周波数偏差を用いて、前記系統周波数を前記標準周波数に近づけるための充放電の電力を示す第２の電力指令値を決定し、

前記充電残量に関する情報を用いて、前記第１の電力指令値および前記第２の電力指令値を含む複数の電力指令値から電力指令値を選択し、

前記充放電制御部は、選択された前記電力指令値を用いて前記電力貯蔵システムに電力を充放電させる

請求項１～６のいずれか１項に記載の充放電制御装置。

[請求項8] 前記指令値決定部は、

（ｉ）前記充電残量が所定の閾値以下であり、かつ、前記第２の電力指令値が放電の電力を示していない場合、または、（ｉｉ）前記充電残量が前記所定の閾値以上であり、かつ、前記第２の電力指令値が充電の電力を示していない場合、前記第２の電力指令値を前記電力指令値として選択し、

（ｉ）前記充電残量が前記所定の閾値よりも大きく、かつ、前記第２の電力指令値が充電の電力を示している場合、または、（ｉｉ）前記充電残量が前記所定の閾値よりも小さく、かつ、前記第２の電力指令値が放電の電力を示している場合、前記第１の電力指令値を前記電力指令値として選択する

請求項７に記載の充放電制御装置。

[請求項9] 前記充放電制御装置は、さらに、

前記電力貯蔵システムの充電残量に関する情報を取得する残容量取得部と、

前記標準周波数および前記系統周波数の差を示す第２の周波数偏差を算出する第２の周波数偏差算出部と、

前記充電残量に関する情報を用いて、前記系統周波数が前記基準周波数に一致する場合に前記電力貯蔵システムに充放電させる電力を示

すベースポイントを決定するベースポイント決定部とを備え、

前記指令値決定部は、

前記第１の周波数偏差および前記ベースポイントを用いて、前記第１の電力指令値を決定し、

前記第２の周波数偏差および前記ベースポイントを用いて、前記系統周波数を前記標準周波数に近づけるための充放電の電力を示す第２の電力指令値を決定し、

前記ベースポイントを用いて、前記第１の電力指令値および前記第２の電力指令値を含む複数の電力指令値から電力指令値を選択し、

前記充放電制御部は、選択された前記電力指令値を用いて、前記電力貯蔵システムに電力を充放電させる

請求項１～６のいずれか１項に記載の充放電制御装置。

[請求項10] 前記ベースポイント決定部は、前記充電残量が第１の閾値よりも小さい場合、または、前記充電残量が第２の閾値よりも大きい場合、前記ベースポイントにオフセットを設定し、

前記指令値決定部は、前記オフセットが設定された前記ベースポイントを用いて、前記複数の電力指令値に含まれる前記電力指令値を決定する

請求項９に記載の充放電制御装置。

[請求項11] 前記ベースポイント決定部は、前記ベースポイントに前記オフセットを設定することにより、

前記充電残量が前記第１の閾値よりも小さく、かつ、前記電力指令値が放電の電力を示す場合の前記電力指令値に対応する放電量を、前記ベースポイントに前記オフセットを設定しない場合よりも減少させ、

前記充電残量が前記第１の閾値よりも小さく、かつ、前記電力指令値が充電の電力を示す場合の前記電力指令値に対応する充電量を、前記ベースポイントに前記オフセットを設定しない場合よりも増加させ

る

請求項１０に記載の充放電制御装置。

[請求項12] 前記ベースポイント決定部は、前記ベースポイントに前記オフセットを設定することにより、

前記充電残量が前記第２の閾値よりも大きく、かつ、前記電力指令値が放電の電力を示す場合の前記電力指令値に対応する放電量を、前記ベースポイントに前記オフセットを設定しない場合よりも増加させ、

前記充電残量が前記第２の閾値よりも大きく、かつ、前記電力指令値が充電の電力を示す場合の前記電力指令値に対応する充電量を、前記ベースポイントに前記オフセットを設定しない場合よりも減少させる

請求項１０または１１に記載の充放電制御装置。

[請求項13] 前記指令値決定部は、

（ｉ）前記ベースポイントが放電の電力を示しておらず、かつ、前記第２の電力指令値が放電の電力を示していない場合、または、（ｉｉ）前記ベースポイントが充電の電力を示しておらず、かつ、前記第２の電力指令値が充電の電力を示していない場合、前記第２の電力指令値を前記電力指令値として選択し、

（ｉ）前記ベースポイントが放電の電力を示しており、かつ、前記第２の電力指令値が充電の電力を示している場合、または、（ｉｉ）前記ベースポイントが充電の電力を示しており、かつ、前記第２の電力指令値が放電の電力を示している場合、前記第１の電力指令値を前記電力指令値として選択する

請求項９～１２のいずれか１項に記載の充放電制御装置。

[請求項14] 前記指令値決定部は、前記電力指令値が前記反転動作の電力を示す場合、当該電力指令値に代えて前記電力貯蔵システムが充放電しない値を新たな電力指令値として選択し、

前記充放電制御部は、前記電力貯蔵システムが充放電しない値が前記新たな電力指令値として選択された制御期間において、前記電力貯蔵システムに充放電を停止させる

請求項９～１３のいずれか１項に記載の充放電制御装置。

[請求項15] 前記指令値決定部は、（ｉ）前記ベースポイントが放電の電力を示しておらず、かつ、前記第２の電力指令値が充電の電力を示しており、かつ、前記系統周波数が前記標準周波数以下である場合、または、（ｉｉ）前記ベースポイントが充電の電力を示しておらず、かつ、前記第２の電力指令値が放電の電力を示しており、かつ、前記系統周波数が前記標準周波数以上である場合、前記電力貯蔵システムが充放電しない値を前記電力指令値として選択し、

前記充放電制御部は、前記電力貯蔵システムが充放電しない値が前記電力指令値として選択された制御期間において、前記電力貯蔵システムに充放電を停止させる

請求項１３に記載の充放電制御装置。

[請求項16] 所定の制御期間ごとに、電力系統の周波数である系統周波数を測定する周波数測定ステップと、

前記制御期間ごとに、前記系統周波数を用いて基準周波数を更新する基準周波数更新ステップと、

前記制御期間ごとに、前記基準周波数および前記系統周波数の差を示す周波数偏差を算出する周波数偏差算出ステップと、

前記周波数偏差を用いて、前記系統周波数を前記基準周波数に近づけるための充放電の電力を示す電力指令値を決定する指令値決定ステップと、

前記電力指令値を用いて電力貯蔵システムに電力を充放電させる充放電制御ステップとを含み、

前記基準周波数更新ステップでは、

前記基準周波数、前記系統周波数および前記電力系統の標準周波数

を用いて、前記系統周波数を前記標準周波数から遠ざける方向に対応する充放電である反転動作が前記電力貯蔵システムにおいて発生するか否かを判定し、

前記反転動作が発生しないと判定した場合、前記系統周波数の時間的な変動に対してローパスフィルタを適用することで得られる周波数に前記基準周波数が一致するように前記基準周波数を更新し、

前記反転動作が発生すると判定した場合、前記系統周波数に前記基準周波数が一致するように前記基準周波数を更新する

充放電制御方法。