# 明　細　書

## 発明の名称 ：

# 電池制御装置、電池制御支援装置、電池制御システム、電池制御方法、電池制御支援方法、および記録媒体

## 技術分野

[0001] 本発明は、電池制御システム、電池制御装置、電池制御支援装置、電池制御方法、電池制御支援方法、およびプログラムに関し、特には、電力系統に接続された電池の放電または充電を制御する電池制御システム、電池制御装置、電池制御支援装置、電池制御方法、電池制御支援方法、およびプログラムに関する。

## 背景技術

[0002] 電力系統において、電力需給調整を行う方法としては、これまで、主として火力発電所の火力機の出力制御機能を用いることを中心として、適宜、揚水発電の出力調整機能を組み合わせる方法がとられていた。

[0003] しかし今後、発電量が天候に依存する太陽光発電や風力発電に代表される再生可能電源が、大量に分散電源として電力系統に組み込まれていくと、これら分散電源の出力変動が、従来以上に電力需給バランスの悪化を招く恐れがある。その結果、分散電源に起因する電力需給バランスの変動を補償するためには、従来のような火力機を中心とした電力需給調整手法だけでは不十分になる恐れがある。このため、従来技術に加えて、更に実効的な電力需給調整技術が必要とされてきている。

[0004] この要求に応えることのできる電力需給調整技術の一つとして、今後、大幅な普及が予想される、電力系統の配電網下に連系する“蓄電池”などの分散エネルギーストレージ（以下、エネルギーストレージを「ES」と称する。）を活用する技術が有望である。

[0005] 特許文献１には、需要家側の二次電池（ES）を用いて電力需給調整を行う電力系統制御方法が記載されている。

[0006] 特許文献１に記載の電力系統制御方法では、電力系統制御装置が、二次電池の充電量を取得し、さらに中央給電指令所等から電力需要予測に基づく電力系統への電力供給スケジュールを取得する。電力系統制御装置は、二次電池の充電量と電力供給スケジュールとに基づいて、二次電池の運転スケジュールを決定する。

[0007] 電力系統制御装置は、二次電池の運転スケジュールを決定すると、その運転スケジュールを、二次電池の動作を制御する二次電池制御システムに送信する。

[0008] 二次電池制御システムは、電力系統制御装置から運転スケジュールを受信すると、実際の電力系統の状態に関わらず、その運転スケジュールに従って二次電池の充放電を制御する。

[0009] また、特許文献２には、中央コントローラが同時刻にサンプリングされた複数のバッテリセルの状態情報をローカルモニタや上位コントローラを介して取得するシステムが記載されている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0010] 特許文献1：特開２００６－９４６４８号公報

特許文献2：特開２０１０－１４６５７１号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0011] 再生可能電源から電力系統への電力供給量は、短い時間での天候の変動によっても変動する。例えば、太陽光発電装置では、太陽の前を小さな雲が通過することによっても、電力供給量が変動する。

[0012] そして、この短い時間での天候の変動分を見越して電力供給スケジュールを策定することは実質的に困難である。

[0013] このため、特許文献１に記載の電力系統制御方法では、上位装置である電力系統制御装置が電力供給スケジュールに基づいて作成する二次電池の運転

スケジュール（制御情報）に、短い時間での天候の変動に伴う電力供給の変動分を反映させることは、実質的に困難となる。

[0014] したがって、特許文献１に記載の電力系統制御方法では、上位装置からの制御情報に反映されていない実際の電力系統の変動状態に対して対応できないという課題があった。

[0015] この課題は、バッテリセルの充放電を制御しない特許文献２に記載のシステムでも、当然のことながら解決されない。

[0016] 本発明の目的は、上記課題を解決可能な電池制御システム、電池制御装置、電池制御支援装置、電池制御方法、電池制御支援方法、およびプログラムを提供することである。

## 課題を解決するための手段

[0017] 本発明の電池制御装置は、電力系統に接続された電池の動作を制御する電池制御装置あって、

前記電池の状態と、前記電力系統と前記電池との連系点の電圧と、のいずれかを表す電池関連情報を検出する検出手段と、

前記検出手段の検出結果を、外部装置に送信し、かつ、前記外部装置から前記電池の動作を制御するための動作制御情報を受信する第１通信手段と、

前記電力系統の状態と、前記第１通信手段にて受信された動作制御情報と、に基づいて、前記電池の動作を制御する制御手段と、を含む。

[0018] 本発明の電池制御支援装置は、電力系統に接続された電池の動作を制御する電池制御装置と通信する電池制御支援装置であって、

前記電池制御装置と通信し、前記電池の状態と、前記電力系統と前記電池との連系点の電圧と、のいずれかを表す電池関連情報を受信する第２通信手段と、

前記電力系統の状況を把握する把握手段と、

前記電池関連情報と、前記把握手段にて把握された電力系統の状況と、に基づいて、前記電池の動作を制御するための動作制御情報を生成し、当該動作制御情報を前記第２通信手段から前記電池制御装置に送信する処理手段と

、を含む。

[0019] 本発明の電池制御システムは、電力系統に接続された電池の動作を制御する第１制御装置と、前記第１制御装置と通信する第２制御装置と、を含む電池制御システムであって、

前記第１制御装置は、

前記電池の状態と、前記電力系統と前記電池との連系点の状態と、のいずれかを表す電池関連情報を検出する検出手段と、

前記検出手段の検出結果を前記第２制御装置に送信し、かつ、前記第２制御装置から前記電池の動作を制御するための動作制御情報を受信する第１通信手段と、

前記電力系統の状態と、前記第１通信手段にて受信された動作制御情報と、に基づいて、前記電池の動作を制御する制御手段と、を含み、

前記第２制御装置は、

前記第１制御装置と通信し、前記電池関連情報を受信する第２通信手段と、

前記電力系統の状況を把握する把握手段と、

前記第２通信手段にて受信された電池関連情報と、前記把握手段にて把握された電力系統の状況と、に基づいて、前記動作制御情報を生成し、当該動作制御情報を前記第２通信手段から前記第１制御装置に送信する処理手段と、を含む。

[0020] 本発明の電池制御方法は、電力系統に接続された電池の動作を制御する電池制御装置が行う電池制御方法であって、

前記電池の状態と、前記電力系統と前記電池との連系点の状態と、のいずれかを表す電池関連情報を検出し、

前記電池関連情報を外部装置に送信し、前記外部装置から前記電池の動作を制御するための動作制御情報を受信し、

前記電力系統の状態と前記動作制御情報とに基づいて、前記電池の動作を制御する。

[0021] 本発明の電池制御支援方法は、電力系統に接続された電池の動作を制御する電池制御装置と通信する電池制御支援装置が行う電池制御支援方法であって、

前記電池制御装置から、前記電池の状態と、前記電力系統と前記電池との連系点の電圧と、のいずれかを表す電池関連情報を受信し、

前記電力系統の状況を把握し、

前記電池関連情報と前記電力系統の状況とに基づいて、前記電池の動作を制御するための動作制御情報を生成し、当該動作制御情報を前記電池制御装置に送信する。

[0022] 本発明の電池制御方法は、電力系統に接続された電池の動作を制御する第１制御装置と、前記第１制御装置と通信する第２制御装置と、を含む電池制御システムが行う電池制御方法であって、

前記第１制御装置が、前記電池の状態と、前記電力系統と前記電池との連系点の状態と、のいずれかを表す電池関連情報を検出し、

前記第２制御装置が、前記電力系統の状況を把握し、

前記第１制御装置が、前記電池関連情報を前記第２制御装置に送信し、

前記第２制御装置が、前記電池関連情報を受信し、

前記第２制御装置が、前記電池関連情報と前記電力系統の状況とに基づいて、前記電池の動作を制御するための動作制御情報を生成し、

前記第２制御装置が、前記動作制御情報を前記第１制御装置に送信し、

前記第１制御装置が、前記動作制御情報を受信し、

前記第１制御装置が、前記電力系統の状態と前記動作制御情報とに基づいて、前記電池の動作を制御する。

[0023] 本発明の記録媒体は、コンピュータに、

電力系統に接続された電池の状態と、前記電力系統と前記電池との連系点の状態と、のいずれかを表す電池関連情報を検出する検出手順と、

前記電池関連情報を外部装置に送信し、前記外部装置から前記電池の動作を制御するための動作制御情報を受信する通信手順と、

前記電力系統の状態と前記動作制御情報とに基づいて、前記電池の動作を制御する制御手順と、を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体である。

[0024] 本発明の記録媒体は、コンピュータに、

電力系統に接続された電池の動作を制御する電池制御装置から、前記電池の状態と前記電力系統と前記電池との連系点の状態とのいずれかを表す電池関連情報を受信する受信手順と、

前記電力系統の状況を把握する把握手順と、

前記電池関連情報と前記電力系統の状況とに基づいて、前記電池の動作を制御するための動作制御情報を生成し、当該動作制御情報を前記電池制御装置に送信する処理手順と、を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体である。

## 発明の効果

[0025] 本発明によれば、第１制御装置（電池制御装置）が、第２制御装置（電池制御支援装置）から提供された動作制御情報と、電力系統の状態と、に基づいて、電池の動作を制御することで、動作制御情報に従いつつ、実際の電力系統の状態の変化に応じて電池の動作を調整することが可能になる。

## 図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の第１実施形態の電池制御システムを採用した電力制御システム１０００を示す図である。

[図2]ローカル充放電装置１００と蓄電池SCADA２００と給電指令部３００Ａの一例を示した図である。

[図3A]蓄電池分配率曲線の一例を示した図である。

[図3B]蓄電池分配率曲線の一例を示した図である。

[図4]充放電利得線の一例を示した図である。

[図5]$P_{ES}$導出動作を説明するためのシーケンス図である。

[図6]把握動作を説明するためのシーケンス図である。

[図7]分担動作を説明するためのシーケンス図である。

[図8]ローカル充放電利得線を示した図である。

[図9]充放電制御動作を説明するためのシーケンス図である。

[図10]SOCの値によらず蓄電池分配率が１に維持される蓄電池分配率曲線を示した図である。

[図11]基準ローカル充放電利得線を示した図である。

[図12]修正された基準ローカル充放電利得線の例を示した図である。

[図13]基準ローカル充放電利得線を修正する手法の一例を説明するためのフローチャートである。

[図14]オフセットの与え方の他の例を説明するための図である。

[図15]検出部１０１と通信部１０２と演算部１０４とからなるローカル充放電装置を示した図である。

[図16]通信部２０１と把握部２０３と演算部２０４とからなる蓄電池SCADA２００を示した図である。

[図17]本発明の第２実施形態の電池制御システムを採用した電力制御システム１０００Ａを示す図である。

[図18]ローカル充放電装置１００Ａの一例を示した図である。

[図19]センサ内蔵開閉器子局７００Ａの一例を示した図である。

[図20]ESMS２００Ａの一例を示した図である。

[図21]設定動作を説明するためのシーケンス図である。

[図22]生成動作を説明するためのシーケンス図である。

[図23]電力制御動作を説明するためのシーケンス図である。

## 発明を実施するための形態

[0027] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

[0028] （第１実施形態）

図１は、本発明の第１実施形態の電池制御システムを採用した電力制御システム１０００を示す図である。

[0029] 図１において、電力制御システム１０００は、電力系統１と、太陽光発電部２と、N（Nは１以上の整数）個の電力貯蔵装置３と、N台のローカル充放電

装置１００と、蓄電池SCADA（Supervisory Control And Data Acquisition）２００と、中央給電指令所３００内の給電指令部３００Ａと、を含む。電力系統１は、火力発電機４と、配電用変圧器５と、配電線６と、を含む。なお、太陽光発電部２が電力系統１に含まれてもよい。N台のローカル充放電装置１００と蓄電池SCADA２００は、電池制御システムに含まれる。なお、火力発電機４は、外部の電力安定化装置の一例である。

[0030] 電力制御システム１０００は、例えば、太陽光発電部２が連系された電力系統１で危惧される、天候に依存した太陽光発電部２の発電量の変動に伴う系統周波数の変動を、火力発電機４の発電動作とN個の電力貯蔵装置３の充放電動作とを制御することによって抑制する。

[0031] 電力系統１は、電力を需要家側の負荷７へ供給するためのシステムである。電力系統１は、他の機器（例えば、開閉器、上位変電器、SVR（Step Voltage Regulator）および柱上変圧器）も含むが、説明の簡略化を図るため、これらの機器は省略されている。

[0032] 太陽光発電部２は、再生可能電源の一例である。再生可能電源は、太陽光発電部に限らず適宜変更可能である。例えば、再生可能電源として、風力発電機、水力発電機（１千キロワット以下の電力を発電する小水力発電機を含む）、地熱発電機、または、これらの発電機が混在する電源が用いられてもよい。

[0033] 電力貯蔵装置３は、電池（蓄電池）の一例であり、例えば、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池、ナトリウム硫黄電池、またはレドックスフロー電池である。

[0034] 本実施形態では、N個の電力貯蔵装置３は、N台のローカル充放電装置１００と１対１で対応する。電力貯蔵装置３は、対応するローカル充放電装置１００に内蔵されてもよいし、対応するローカル充放電装置１００に内蔵されなくてもよい。本実施形態では、各電力貯蔵装置３は、対応するローカル充放電装置１００に内蔵されているとする（図２参照）。

[0035] 各ローカル充放電装置１００は、対応する電力貯蔵装置３の充放電動作を

制御する。

[0036] 蓄電池SCADA２００は、各ローカル充放電装置１００および各電力貯蔵装置３を管理する。

[0037] 給電指令部３００Ａは、火力発電機４の発電動作と、N個の電力貯蔵装置３の充放電動作と、を調整することによって、系統周波数の変動を抑制する。

[0038] 図２は、ローカル充放電装置１００と蓄電池SCADA２００と給電指令部３００Ａの一例を示した図である。図２において、図１に示したものと同一構成のものには同一符号を付してある。図２では、説明の簡略化を図るために、N個の電力貯蔵装置３およびN個のローカル充放電装置１００のうち、１個の電力貯蔵装置３を内蔵した１個のローカル充放電装置１００を示している。

[0039] まず、ローカル充放電装置１００について説明する。

[0040] ローカル充放電装置１００は、第１制御装置または電池制御装置の一例である。ローカル充放電装置１００は、電力系統１に接続された電力貯蔵装置３の動作を制御する。ローカル充放電装置１００は、検出部１０１と、通信部１０２と、周波数計１０３と、演算部１０４と、を含む。

[0041] 検出部１０１は、第１検出手段（検出手段）の一例である。検出部１０１は、電力貯蔵装置３のSOC（State of Charge）を検出する。電力貯蔵装置３のSOCは、０～１までの範囲内の値をとる。電力貯蔵装置３のSOCは、電力貯蔵装置３の状態を表す電池関連情報、状態情報、または、電力貯蔵装置３の充放電可能容量を特定するための電池情報の一例である。なお、電池関連情報、状態情報および電池情報は、電力貯蔵装置３のSOCに限らず、適宜変更可能である。例えば、電力貯蔵装置３のセル温度、電流量や電圧が用いられてもよい。

[0042] 通信部１０２は、第１通信手段の一例である。通信部１０２は、蓄電池SCADA２００と通信する。

[0043] 周波数計１０３は、第２検出手段の一例である。周波数計１０３は、系統周波数（電力系統１の系統周波数）を検出する。系統周波数は、電力需給バランス状態に応じて変動する。系統周波数は、電力系統の状態の一例である

。なお、周波数計１０３は、ローカル充放電装置１００の内部にあってもよいし、外部にあってもよい。

[0044] 演算部１０４は、制御手段の一例である。

[0045] 演算部１０４は、蓄電池SCADA２００から電力需給バランス制御の分担を示す分担情報を得る情報入手動作（送受信処理）と、分担情報を用いて電力貯蔵装置３の充放電動作を制御する制御動作（電池動作制御処理）と、を実行する。

[0046] なお、分担情報は、系統周波数の変動を抑制するためにローカル充放電装置１００や電力貯蔵装置３に分担された電力貯蔵装置３の充放電動作に関する情報である。

[0047] 演算部１０４は、情報入手動作を時間間隔をあけて繰り返し実行し、制御動作を情報入手動作の時間間隔よりも短い時間間隔をあけて繰り返し実行する。

[0048] 例えば、演算部１０４は、情報入手動作を周期T（例えば、T＝1分）で繰り返し実行し、制御動作を周期$T_l$（例えば、$T_l$＝0.1秒）で繰り返し実行する。周期Tは、所定時間間隔の一例である。

[0049] なお、周期Tと周期$T_l$は、1分と0.1秒に限らず、周期Tが周期$T_l$よりも長ければよい。

[0050] また、情報入手動作の動作時間間隔および制御動作の動作時間間隔、または両者のいずれかは、一定でなくてもよく、情報入手動作の各動作時間間隔のうちの最短時間が、制御動作の各動作時間間隔のうちの最長時間よりも長ければよい。

[0051] また、演算部１０４は、蓄電池SCADA２００からのSOCを要求する旨の情報要求に応じて、情報入手動作を実行してもよいし、自律的に情報入手動作を実行してもよい。

[0052] ここで、演算部１０４の情報入手動作について説明する。

[0053] 演算部１０４は、検出部１０１が検出した電力貯蔵装置３のSOCを、電力貯蔵装置３の識別情報（以下「ID」と称する。）と共に、通信部１０２から蓄

電池SCADA２００に送信する。

[0054] IDは、ローカル充放電装置１００と蓄電池SCADA２００とのそれぞれに記憶されている。蓄電池SCADA２００は、電力貯蔵装置３のSOC と共に送信されたIDを用いて、SOCが報告された電力貯蔵装置３を特定する。

[0055] 通信部１０２は、電力貯蔵装置３のSOCとIDを蓄電池SCADA２００に送信した後、蓄電池SCADA２００から分担情報を受信する。

[0056] 分担情報は、電力貯蔵装置３のSOCや電力における需要と供給のアンバランス状態に応じて設定される。本実施形態では、分担情報として、分担係数Kと周波数偏差の積分値の最大値$\Delta f_{max}$が用いられる。分担係数Kは、動作制御情報の一例であり、電力貯蔵装置３への分担割合が高くなるほど大きくなる。周波数偏差の積分値の最大値$\Delta f_{max}$は、系統周波数の基準周波数（例えば、50Hz）に対するずれ量の閾値として用いられる。なお、系統周波数の基準周波数は、演算部１０４に記憶されている。

[0057] 続いて、演算部１０４の制御動作について説明する。

[0058] 演算部１０４は、周波数計１０３にて検出された電力系統１の系統周波数と、通信部１０２にて受信された分担情報に基づいて、電力貯蔵装置３の充放電動作を制御する。

[0059] また、演算部１０４は、周波数計１０３にて検出された電力系統１の系統周波数と、通信部１０２にて受信された分担情報に加えて、電力貯蔵装置３のSOCに基づいて、電力貯蔵装置３の充放電動作を制御してもよい。

[0060] なお、演算部１０４は、周波数計１０３にて検出された電力系統１の系統周波数の代わりに、外部から受け取った電力系統１の系統周波数を用いてもよい。この場合、演算部１０４は、第２の検出手段を兼ねる。

[0061] 演算部１０４は、系統周波数の基準周波数に対する電力系統１の系統周波数のずれ量である周波数偏差の積分値$\Delta f$を求める。演算部１０４は、周波数偏差の積分値$\Delta f$の絶対値が周波数偏差の積分値の最大値$\Delta f_{max}$以下である場合には、分担係数Kと周波数偏差の積分値$\Delta f$を用いて、電力貯蔵装置３の充放電動作を制御する。一方、周波数偏差の積分値$\Delta f$の絶対値が周波数偏差の積

分値の最大値$\Delta f_{max}$よりも大きい場合には、演算部１０４は、分担係数Kと周波数偏差の積分値の最大値$\Delta f_{max}$を用いて、電力貯蔵装置３の充放電動作を制御する。

[0062] 次に、蓄電池SCADA２００について説明する。

[0063] 蓄電池SCADA２００は、第２制御装置または電池制御支援装置の一例である。蓄電池SCADA２００は、N台のローカル充放電装置１００およびN個の電力貯蔵装置３を管理下に置いている。蓄電池SCADA２００は、通信部２０１と、データベース２０２と、把握部２０３と、演算部２０４と、を含む。

[0064] 通信部２０１は、第２通信手段の一例である。通信部２０１は、各ローカル充放電装置１００および給電指令部３００Ａと通信する。例えば、通信部２０１は、各ローカル充放電装置１００から電力貯蔵装置３のSOCおよびIDを受信する。

[0065] データベース２０２は、通信部２０１が受信した電力貯蔵装置３のSOCから電力貯蔵装置３の充放電可能容量を求めるために用いられる蓄電池分配率曲線を保持する。また、データベース２０２は、充放電可能容量を求めるために用いられる各電力貯蔵装置３の定格出力P(n)も保持する。なお、電力貯蔵装置３の定格出力P(n)としては、電力貯蔵装置３に接続された不図示のパワーコンバータ（AC/DCコンバータ）の定格出力が用いられる。

[0066] 図３Ａ、３Ｂは、蓄電池分配率曲線の一例を示した図である。図３Ａは、放電時の蓄電池分配率曲線２０２ａの一例を表し、図３Ｂは、充電時の蓄電池分配率曲線２０２ｂの一例を表す。

[0067] 把握部２０３は、把握手段の一例である。把握部２０３は、電力系統１での電力量を調整するために蓄電池SCADA２００の管理下にある電力貯蔵装置３に分担されている電力量（以下「分担電力量」と称する。）を把握する。分担電力量は、電力系統の状況の一例である。

[0068] 把握部２０３は、データベース２０２内の蓄電池分配率曲線を用いて、N個の電力貯蔵装置３のSOCからN個の電力貯蔵装置３にて構成される蓄電池群の充放電可能容量を示す調整可能総容量$P_{ES}$を導出する。調整可能総容量$P_{ES}$は、

通知情報の一例である。

[0069] 把握部２０３は、調整可能総容量$P_{ES}$を通信部２０１から給電指令部３００Ａに送信し、その後、調整可能総容量$P_{ES}$が反映された分担電力量を表す分担電力量情報を、給電指令部３００Ａから通信部２０１を介して受信する。把握部２０３は、分担電力量情報にて分担電力量を把握する。

[0070] 本実施形態では、分担電力量情報として、最大分担電力量を表すLFC（負荷周波数制御）割り当て容量$LFC_{ES}$と、周波数偏差の積分値の最大値$\Delta f_{max}$と、を表す充放電利得線が用いられる。

[0071] なお、“周波数偏差の積分値の最大値”とは、管理下にある多数の蓄電池の総出力$LFC_{ES}$に関し、$LFC_{ES}$の出力量で対応できる“周波数偏差の積分値の最大の振れ量”を意味し、これ以上の積分値になった場合は、$LFC_{ES}$での対応が困難になる。

[0072] 図４は、充放電利得線の一例を示した図である。充放電利得線の詳細については後述する。

[0073] 演算部２０４は、処理手段の一例である。演算部２０４は、通信部２０１にて受信された電力貯蔵装置３のSOCと、把握部２０３にて把握された充放電利得線と、に基づいて、分担情報（分担係数Kと周波数偏差の積分値の最大値$\Delta f_{max}$）を生成する。演算部２０４は、分担情報（分担係数Kと周波数偏差の積分値の最大値$\Delta f_{max}$）を、通信部２０１から各ローカル充放電装置１００に送信する。

[0074] 次に、給電指令部３００Ａについて説明する。

[0075] 給電指令部３００Ａは、外部制御装置の一例である。給電指令部３００Ａは、周波数計３０１と、通信部３０２と、演算部３０３と、を含む。

[0076] 周波数計３０１は、電力系統１の系統周波数を検出する。

[0077] 通信部３０２は、蓄電池SCADA２００と通信する。例えば、通信部３０２は、蓄電池SCADA２００から調整可能総容量$P_{ES}$を受信する。

[0078] 演算部３０３は、給電指令部３００Ａの動作を制御する。

[0079] 例えば、演算部３０３は、周波数計３０１にて検出された系統周波数を用

いて、発電所の出力補正量である地域要求量（Area Requirement：AR）を計算する。演算部３０３は、地域要求量ARと、制御対象となる火力発電機４のLFC調整容量と、制御対象となる蓄電池群の調整可能総容量$P_{ES}$と、を用いて、LFC容量を導出する。演算部３０３は、火力発電機４のLFC調整容量を不図示の火力発電機制御部から入手する、調整可能総容量$P_{ES}$は、通信部３０２から演算部３０３に供給される。

[0080] 演算部３０３は、火力発電機４には、LFC容量のうち急な変動成分を除いた容量を割り当て、蓄電池群へは、残りのLFC容量$LFC_{ES}$（但し、$LFC_{ES}<=P_{ES}$）を割り当てる。例えば、演算部３０３は、LFC容量のうち周期が10秒以下の変動成分のみを通すハイパスフィルタを用いて、LFC容量から急な変動成分（容量$LFC_{ES}$）を抽出する。

[0081] もしくは、演算部３０３は、LFC容量を火力発電機４と蓄電池群とに割り振る比率に従って、LFC容量を火力発電機４と蓄電池群とに割り振る。

[0082] 演算部３０３は、容量$LFC_{ES}$をLFC割り当て容量$LFC_{ES}$として扱い、LFC割り当て容量$LFC_{ES}$と、予め定められた周波数偏差の積分値の最大値$\Delta f_{max}$と、を表す充放電利得線（図４参照）を生成する。

[0083] 演算部３０３は、充放電利得線を通信部３０２から蓄電池SCADA２００に送信する。

[0084] 次に、動作の概要を説明する。

[0085] （１）蓄電池SCADA２００が、周期Tで、制御対象の各電力貯蔵装置３のSOCを各ローカル充放電装置１００から受け付けることによって各電力貯蔵装置３のSOCを収集する。周期Tは1分程度である。

[0086] （２）蓄電池SCADA２００は、各電力貯蔵装置３のSOCを収集するごとに、各電力貯蔵装置３のSOCに基づいて調整可能総容量$P_{ES}$を導出する。

[0087] （３）続いて、蓄電池SCADA２００が、周期$T_m$で、給電指令部３００Ａへ調整可能総容量$P_{ES}$を送信する。周期$T_m$は周期T以上であり、例えば4分である。

[0088] （４）給電指令部３００Ａは、調整可能総容量$P_{ES}$を受信するごとに、蓄電池SCADA２００が管轄する電力貯蔵装置３群に対するLFC割り当て容量$LFC_{ES}$（L

$FC_{ES}$<=$P_{ES}$）を計算する。

[0089] （５）給電指令部３００Ａは、LFC割り当て容量$LFC_{ES}$を計算するごとに、LFC割り当て容量$LFC_{ES}$と周波数偏差の積分値の最大値$\Delta f_{max}$とを用いて充放電利得線を作成し、蓄電池SCADA２００へ充放電利得線を送信する。

[0090] （６）蓄電池SCADA２００は、給電指令部３００Ａからの最新の充放電利得線に従って、分担係数Kを計算する。

[0091] （７）続いて、蓄電池SCADA２００は、周期Tで、各ローカル充放電装置１００へ分担情報（分担係数Kと周波数偏差の積分値の最大値$\Delta f_{max}$）を送信する。

[0092] （８）各ローカル充放電装置１００は、分担係数Kと周波数偏差の積分値の最大値$\Delta f_{max}$とに基づいて、電力貯蔵装置３の充放電動作を規定するローカル充放電利得線を計算する。ローカル充放電利得線については後述する。

[0093] （９）各ローカル充放電装置１００は、ローカル充放電利得線と系統周波数とを用いて、電力貯蔵装置３の充放電動作を制御する。

[0094] 次に、動作の詳細を説明する。

[0095] まず、蓄電池SCADA２００が、電力貯蔵装置３のSOCに基づいて調整可能総容量$P_{ES}$を導出する動作（以下「$P_{ES}$導出動作」と称する。）を説明する。なお、調整可能総容量$P_{ES}$の導出では、各IDの蓄電池の定格出力P(n)等の情報（何kWhの電池であるか。また、使用可能なSOC範囲、例えば30%～90%の範囲等）が必要となる。これらの情報は基本的に静的な情報であるため、本実施形態では、予め蓄電池SCADA２００が各ローカル充放電装置１００からこれらの情報を入手済みであるとする。

[0096] 図５は、$P_{ES}$導出動作を説明するためのシーケンス図である。図５では、説明の簡略化のため、ローカル充放電装置１００の数を１としている。

[0097] 蓄電池SCADA２００の通信部２０１は、各ローカル充放電装置１００にSOCを要求する旨の情報要求を送信する（ステップＳ５０１）。

[0098] 各ローカル充放電装置１００では、演算部１０４は、通信部１０２を介してSOCを要求する旨の情報要求を受信すると、検出部１０１に電力貯蔵装置３

のSOCを検出させる（ステップＳ５０２）。

[0099] 続いて、演算部１０４は、検出部１０１が検出したSOCをIDと共に、通信部１０２から蓄電池SCADA２００に送信する（ステップＳ５０３）。以下、IDを「1」から「N」の通し番号(n)として説明する。

[0100] 蓄電池SCADA２００は、各ローカル充放電装置１００からIDが付加されたSOC（以下「SOC(n)」と称する。）を受信すると、調整可能総容量$P_{ES}$を導出する（ステップＳ５０４）。

[0101] 蓄電池SCADA２００と各ローカル充放電装置１００は、ステップＳ５０１～Ｓ５０４の動作、つまり$P_{ES}$導出動作を、周期Tで繰り返す。

[0102] 次に、調整可能総容量$P_{ES}$を導出する手法について説明する。

[0103] 蓄電池SCADA２００の通信部２０１は、各ローカル充放電装置１００からリアルタイムのSOC(n)を収集する。

[0104] 続いて、蓄電池SCADA２００の把握部２０３は、SOC(n)とデータベース２０２に保持されている蓄電池分配率曲線２０２ａおよび２０２ｂ（図３Ａ、３Ｂ参照）を用いて、電力貯蔵装置３ごとに、放電時の蓄電池分配率α放電(n)および充電時の蓄電池分配率α充電(n)を導出する。

[0105] ここで、図３Ａ、３Ｂに示す蓄電池分配率曲線は、充電時も放電時も基本的にSOCを50%程度に維持することを目的とした曲線を用いている。なお、蓄電池分配率曲線は、図３Ａ、３Ｂに示したものに限らず適宜変更可能である。

[0106] 続いて、把握部２０３は、放電時の蓄電池分配率α放電(n)と、充電時の蓄電池分配率α充電(n)と、データベース２０２に保持されている、総数N個の電力貯蔵装置３の各々の定格出力P(n)と、数１および数２に示した数式と、を用いて、$P_{ES、放電}$と$P_{ES、充電}$とを導出する。

[0107] [数1]

$$P_{ES、放電} = \sum_{n=1}^{N} \alpha_{放電}(n) \cdot P(n)$$

[0108] [数2]

$$P_{ES、充電} = \sum_{n=1}^{N} \alpha_{充電}(n) \cdot P(n)$$

[0109] 続いて、把握部２０３は、$P_{ES、放電}$と$P_{ES、充電}$とのうち、値の小さい方を、調整可能総容量$P_{ES}$として採用する。これは、系統周波数を調整するためには電力貯蔵装置３での充電および放電が同程度の頻度で必要となり、充電と放電の両方が行える調整可能総容量が必要になるためである。なお、この調整可能総容量は、周期Tの期間中は少なくとも、充放電を継続できると考えられる値である。

[0110] 次に、蓄電池SCADA２００が給電指令部３００Ａと通信して充放電利得線を把握する動作（以下「把握動作」と称する。）を説明する。

[0111] 図６は、把握動作を説明するためのシーケンス図である。

[0112] 給電指令部３００Ａの演算部３０３は、周波数計３０１にて検出された系統周波数を用いて、地域要求量ARを計算する（ステップＳ６０１）。

[0113] 続いて、演算部３０３は、不図示の火力発電機制御部から火力発電機４のLFC調整容量を収集する（ステップＳ６０２）。

[0114] 一方、蓄電池SCADA２００の通信部２０１は、算出された調整可能総容量$P_{ES}$のうち最新の調整可能総容量$P_{ES}$を、給電指令部３００Ａに送信する（ステップＳ６０３）。

[0115] 給電指令部３００Ａの通信部３０２は、蓄電池SCADA２００の通信部２０１から送信された最新の調整可能総容量$P_{ES}$を受信し、その最新の調整可能総容量$P_{ES}$を演算部３０３に出力する。

[0116] 演算部３０３は、最新の調整可能総容量$P_{ES}$を受け付けると、地域要求量ARと、火力発電機４のLFC調整容量と、最新の調整可能総容量$P_{ES}$と、を用いて、LFC容量を導出する。続いて、演算部３０３は、火力発電機４には、LFC容量のうち急な変動成分を除いた容量を割り当て、蓄電池群へは、残りのLFC容量$LFC_{ES}$（但し、$LFC_{ES}<=P_{ES}$）を、LFC割り当て容量$LFC_{ES}$として割り当てる（ステッ

プＳ６０４）。

[0117] 本実施形態では、演算部３０３は、EDC（Economic load dispatching control）成分の受け持ち分も考慮しながら、経済性の観点も考慮して、火力発電機４へのLFC容量の割り当てと、蓄電池群へのLFC容量の割り当て（LFC割り当て容量$LFC_{ES}$）と、の比率を決める。

[0118] 続いて、演算部３０３は、LFC割り当て容量$LFC_{ES}$と、予め定められた周波数偏差の積分値の最大値$\Delta f_{max}$と、を表す充放電利得線（図４参照）を生成する（ステップＳ６０５）。

[0119] 図４に示した充放電利得線は、周波数偏差の積分値Δfに対する蓄電池群の充放電量を表している。充放電利得線は、「LFC割り当て容量$LFC_{ES}$<=調整可能総容量$P_{ES}$」の範囲内でのLFC割り当て容量$LFC_{ES}$の大小（$LFC_{ES}$や$LFC_{ES}$'）に応じて、線４００Ａになったり線４００Ｂになったりと変化する。なお、充放電利得線としては、図４に示した充放電利得線以外にも、周波数偏差を用いた充放電利得線が用いられてもよい。この場合は、LFC動作というよりもガバナフリー動作となる。

[0120] また、図４に示した充放電利得線以外に、充放電利得線として周波数偏差を利用する場合は、本実施形態で使用している周波数偏差の積分値、例えば、分担情報、分担電力量情報、および、演算部１０４、給電指令部３００Ａ、ローカル充放電装置１００で使用している周波数偏差の積分値は、周波数偏差に置き換えられる。

[0121] 続いて、演算部３０３は、充放電利得線を通信部３０２から蓄電池SCADA２００に送信する（ステップＳ６０６）。

[0122] 蓄電池SCADA２００と給電指令部３００Ａは、ステップＳ６０１～Ｓ６０６の動作、つまり把握動作を、周期$T_m$（例えば、$T_m$＝4分）で繰り返す。

[0123] なお、蓄電池SCADA２００の把握部２０３は、通信部２０１を介して充放電利得線を受信していき、充放電利得線のうち最新の充放電利得線のみを保持する。

[0124] 次に、蓄電池SCADA２００が分担情報を生成し、分担情報を各ローカル充放

電装置１００に送信し、各ローカル充放電装置１００が分担情報に基づいて、電力貯蔵装置３の充放電を制御するためのローカル充放電利得線を導出する動作（以下「分担動作」と称する。）を説明する。

[0125] 図７は、分担動作を説明するためのシーケンス図である。図７では、説明の簡略化のため、ローカル充放電装置１００の数を１としている。

[0126] 蓄電池SCADA２００の演算部２０４は、把握部２０３に保持されている最新の充放電利得線に示されたLFC割り当て容量$LFC_{ES}$と、把握部２０３が有する最新の調整可能総容量$P_{ES}$と、数３に示した数式と、を用いて、分担係数Kを導出する（ステップＳ７０１）。

[0127] [数3]

$$K = \frac{LFC_{ES}}{P_{ES}}$$

[0128] 続いて、演算部２０４は、分担係数Kと、最新の充放電利得線に示された周波数偏差の積分値の最大値$\Delta f_{max}$と、を示す分担情報を、通信部２０１から各ローカル充放電装置１００に送信する（ステップＳ７０２）。なお、本実施形態では分担係数Kとして数３を用いたが、他にも、逼迫時には強制的に限界に近い出力を出すことを個別の蓄電池に分担係数Kの値として指示する等、柔軟な運用が可能である。

[0129] なお、本実施形態では、ステップＳ７０２において以下の処理が実行される。

[0130] 演算部２０４は、電力貯蔵装置３ごとに、把握部２０３が導出した最新の放電時の蓄電池分配率α放電(n)および充電時の蓄電池分配率α充電(n)のうち小さい値の方を蓄電池分配率α(n)として特定する。

[0131] 続いて、演算部２０４は、電力貯蔵装置３ごとに、蓄電池分配率α(n)と、データベース２０２に保持されている定格出力P(n)と、を表す動作関連情報を生成する。

[0132] 続いて、演算部２０４は、各動作関連情報に分担情報を付加し、動作関連

情報に対応する電力貯蔵装置３に対応するローカル充放電装置１００に、動作関連情報が付加された分担情報を、通信部２０１から送信する。

[0133] 各ローカル充放電装置１００では、演算部１０４は、通信部１０２を介して動作関連情報付き分担情報を受信する。

[0134] 演算部１０４は、動作関連情報付き分担情報と、数４に示した数式と、を用いて、ローカル充放電利得係数G(n)を導出する（ステップＳ７０３）。

[0135] [数4]

$$G(n)=\frac{K\cdot\alpha(n)\cdot P(n)}{\Delta f_{max}}$$

[0136] なお、数４の数式内の値は、動作関連情報付き分担情報に示されている。

[0137] 続いて、演算部１０４は、ローカル充放電利得係数G(n)と、動作関連情報付き分担情報に示された周波数偏差の積分値の最大値$\Delta f_{max}$と、を用いて、図８に示したローカル充放電利得線８００Ａを導出する（ステップＳ７０４）。

[0138] 図８に示したローカル充放電利得線８００Ａは、周波数偏差の積分値Δfが$-\Delta f_{max}\leqq\Delta f\leqq\Delta f_{max}$の範囲では、原点0を通り傾きがローカル充放電利得係数G(n)となる直線となり、周波数偏差の積分値Δfが$\Delta f<-\Delta f_{max}$の範囲では、「$-K\cdot\alpha(n)\cdot P(n)$」（マイナスの符号は放電を表す）という一定値を取り、周波数偏差の積分値Δfが$\Delta f_{max}<\Delta f$の範囲では、「$K\cdot\alpha(n)\cdot P(n)$」という一定値を取る。

[0139] 蓄電池SCADA２００および各ローカル充放電装置１００は、ステップＳ７０１～Ｓ７０４を周期T（例えば、T＝1分）で繰り返す。

[0140] 各ローカル充放電装置１００では、演算部１０４は、通信部１０２を介して動作関連情報付き分担情報を受信していき、動作関連情報付き分担情報のうち最新の動作関連情報付き分担情報のみを保持する。

[0141] 次に、ローカル充放電装置１００が動作関連情報付き分担情報と系統周波数とに基づいて電力貯蔵装置３の充放電を制御する動作（以下「充放電制御

動作」と称する。）を説明する。

[0142] 図９は、充放電制御動作を説明するためのシーケンス図である。

[0143] ローカル充放電装置１００では、演算部１０４は、周波数計１０３に系統周波数を検出させる（ステップＳ９０１）。

[0144] 続いて、演算部１０４は、周波数計１０３の検出結果から系統周波数の基準周波数を差し引き積分することで、周波数偏差の積分値Δfを算出する（ステップＳ９０２）。

[0145] 続いて、演算部１０４は、周波数偏差の積分値Δfとローカル充放電利得線とに従って、電力貯蔵装置３の充電量または放電量を算出する（ステップＳ９０３）。

[0146] 本実施形態では、ステップＳ９０３において、演算部１０４は、周波数偏差の積分値Δfの絶対値が周波数偏差の積分値の最大値$\Delta f_{max}$以下である場合は、ローカル充放電利得係数G(n)に周波数偏差の積分値Δfを乗算した値（G(n)・Δf）の絶対値を調整電力量として算出する。一方、周波数偏差の積分値Δfの絶対値が周波数偏差の積分値の最大値$\Delta f_{max}$よりも大きい場合は、演算部１０４は、分担係数Kと蓄電池分配率α(n)と定格出力P(n)とを互いに乗算した値（K・α(n)・P(n)）を調整電力量として算出する。この例では、図８において充電側と放電側でG(n)の傾きが同じ、即ち点対称なケースを示したが、実際には、点対称でない場合も想定され、その場合も、同じような考え方でG(n)は決定される。

[0147] 続いて、演算部１０４は、周波数偏差の積分値Δfが正の値である場合、調整電力量だけ電力貯蔵装置３に充電動作を実行させ、周波数偏差の積分値Δfが負の値である場合、調整電力量だけ電力貯蔵装置３に放電動作を実行させる（ステップＳ９０４）。

[0148] 各ローカル充放電装置１００は、ステップＳ９０１～Ｓ９０４を周期$T_L$（例えば、$T_L$＝0.1秒）で繰り返す。その結果、毎回周波数偏差の積分値の値は変化していることになり、その都度、G(n)・Δｆに則る充放電が成される。

[0149] また、一般にLFC容量は充電方向、放電方向の双方の値をとるため、電力貯

蔵装置（電池）３のSOCが０もしくは１に偏るのは望ましくない。偏りが生じると、図３Ａ、３Ｂに示した蓄電池分配率曲線の例にもある通り、充電、もしくは放電できる電力が小さくなり、調整可能総容量$P_{ES}$が小さくなってしまう。

[0150] そこで、ローカル充放電装置１００が、短い周期で測定される電力系統１全体の需給状態を表す情報（本実施形態では、系統周波数の測定値）と蓄電池SCADA２００から長い周期で配信される分担情報とから算出される充放電量のほかに、SOCを補正するための充放電量（SOC補正オフセット）を加えて、電力貯蔵装置３の充放電を制御してもよい。

[0151] SOC補正オフセットの値（SOC補正オフセット値）を決める方法として、演算部１０４が、通信部１０２を介して蓄電池SCADA２００より、SOC補正オフセット値を決定するのに必要な情報（SOC補正オフセット関連情報）を受け付け、演算部１０４が、SOC補正オフセット関連情報に従ってSOC補正オフセット値を決定する、という方法がある。その際、蓄電池SCADA２００は、分担情報を送信するのと同時にSOC補正オフセット関連情報を送信してもよい。なお、SOC補正オフセット関連情報は、補正情報の一例である。

[0152] SOC補正オフセット関連情報の例として、SOC補正オフセット値そのものを表すSOC補正オフセット関連情報が挙げられ、蓄電池SCADA２００が、このSOC補正オフセット関連情報を各ローカル充放電装置１００に対して配信する。

[0153] この場合、蓄電池SCADA２００の演算部２０４は、各ローカル充放電装置１００から受信したSOCを参照し、電力貯蔵装置３のうちSOCが０に偏った電力貯蔵装置３には、充電用のSOC補正オフセット値を表すSOC補正オフセット関連情報を配信し、電力貯蔵装置３のうちSOCが１に偏った電力貯蔵装置３には、放電用のSOC補正オフセット値を表すSOC補正オフセット関連情報を配信する。

[0154] 以下では、充電用のSOC補正オフセット値として、正の値のSOC補正オフセット値が用いられ、放電用のSOC補正オフセット値として、負の値のSOC補正オフセット値が用いられる例を説明する。

[0155] なお、SOCが０に偏った電力貯蔵装置３は、例えば、SOCの値が、０より大きく０．５未満の第１閾値以下になっている電力貯蔵装置である。また、SOCが１に偏った電力貯蔵装置３は、例えば、SOCの値が、０．５より大きく１未満の第２閾値以上になっている電力貯蔵装置である。

[0156] ローカル充放電装置１００の演算部１０４は、周波数偏差の積分値Δfが正の値である場合、調整電力量にSOC補正オフセット値を加算して補正電力量を算出する。

[0157] また、ローカル充放電装置１００の演算部１０４は、周波数偏差の積分値Δfが負の値である場合、調整電力量に－１を乗算した乗算結果にSOC補正オフセット値を加算して補正電力量を算出する。

[0158] 演算部１０４は、補正電力量が正の値である場合、補正電力量だけ電力貯蔵装置３に充電動作を実行させ、補正電力量が負の値である場合、補正電力量だけ電力貯蔵装置３に放電動作を実行させ、補正電力量が０である場合、電力貯蔵装置３の充電および放電を実行しない。

[0159] なお、演算部２０４は、同時刻における全電力貯蔵装置３のSOC補正オフセットの値の総和（以下「オフセット総和」と称する）が０になるように、各SOC補正オフセット関連情報を決定してもよい。この場合、SOC補正オフセットは容量$LFC_{ES}$に影響しない。

[0160] もしくは、演算部２０４は、オフセット総和を常に０にせずにオフセット総和の変化の速度（時間の経過に伴うオフセット総和の変化の速度）が速度閾値以下（速度閾値は、例えば、調整可能総容量$P_{ES}$／３０分）になるように、各SOC補正オフセット関連情報を決定してもよい。なお、速度閾値として、電力系統１に接続された外部の電力安定化装置（例えば、火力発電機４）が行う電力安定化動作（LFC動作）の応答速度の上限が用いられる。

[0161] 例えば３０分より長周期のゆっくりとした電力需給の変化は、EDCによって、火力発電機４の電力安定化動作で吸収される電力需給の変化として割り当てられる。このため、オフセット総和の変化に起因する電力需給の変化は、外部の電力安定化装置にて吸収される可能性が高くなる。よって、SOC補正オ

フセット値に起因する電力需給の変化は、電力貯蔵装置３の充放電に伴う相対的に高速な需給の変化には影響しなくなる。

[0162] また、演算部１０４が、検出部１０１を介してSOCを参照し、SOCが目的の値（例えば、０．５である基準SOC）になったら、自律的にSOC補正オフセットを無効して、電力貯蔵装置３の充放電を制御してもよい。

[0163] なお、上述したようにSOC補正オフセット値そのものを表すSOC補正オフセット関連情報が用いられた場合、演算部１０４がSOC補正オフセット値を算出する処理を実行する必要が無くなり、演算部１０４の処理負荷の増大を抑えることが可能になる。

[0164] SOC補正オフセット関連情報の他の例として、蓄電池SCADA２００が、各ローカル充放電装置１００がSOC補正オフセット値を決定する際に必要となるパラメータを各ローカル充放電装置１００に配信するという方法がある。

[0165] 例えば、n番目のローカル充放電装置１００は、以下の数５を用いてSOC補正オフセット値$P_{offset,n}$（t）を決める。

[0166] [数5]

$$P_{offset,n}(t) = (SOC_{target,n} - SOCn(t))/Tn$$

[0167] ただし、$SOC_{target,n}$は目的とするSOC値（電力貯蔵装置３の基準状態）、SOCn（t）は時刻tにおけるn番目のローカル充放電装置１００の電力貯蔵装置３のSOC値、Tnは時定数（速度関連情報）である。

[0168] ローカル充放電装置１００の演算部１０４は、検出部１０１を介して電力貯蔵装置３のSOC値を取得し、蓄電池SCADA２００より通信部１０２を介して$SOC_{target,n}$およびTnを取得し、数５よりSOC補正オフセット値$P_{offset,n}$（t）を算出する。

[0169] この場合、実際のSOCの変化に応じて、SOC補正オフセット値$P_{offset,n}$（t）を適宜変更することが可能になる。また、例えば通信障害が生じて$SOC_{target,n}$およびTnが新たに受信されなくても、既に受信済みの$SOC_{target,n}$およびTnを用いてSOC補正オフセット値$P_{offset,n}$（t）を算出し続けることが可能になる。

[0170] 蓄電池SCADA２００の演算部２０４が各電力貯蔵装置の$SOC_{target,n}$を決める方法の例として、LFC容量の充電方向と放電方向の偏りによって決める方法があり、多くの場合$SOC_{target,n}$＝０．５となる。また、TnはSOCを補正する速度を表しており、例えば、演算部２０４は、SOC補正オフセット値に起因する電力需給の変化がEDCによって吸収されるようにするために、各電力貯蔵装置３のSOC補正オフセットの値の総和の変化が３０分より長周期の変化になるようにTnを設定する。

[0171] なお、各ローカル充放電装置１００内の演算部１０４に、予め$SOC_{target,n}$とTnが登録され、各演算部１０４が、登録された$SOC_{target,n}$とTnを用いてSOC補正オフセット値$P_{offset,n}$（t）を算出してもよい。

[0172] この場合も、ローカル充放電装置１００の演算部１０４は、周波数偏差の積分値Δfが正の値である場合、調整電力量にSOC補正オフセット値を加算して補正電力量を算出し、周波数偏差の積分値Δfが負の値である場合、調整電力量に－１を乗算した乗算結果にSOC補正オフセット値を加算して補正電力量を算出する。

[0173] 演算部１０４は、補正電力量が正の値である場合、補正電力量だけ電力貯蔵装置３に充電動作を実行させ、補正電力量が負の値である場合、補正電力量だけ電力貯蔵装置３に放電動作を実行させ、補正電力量が０である場合、電力貯蔵装置３の充電および放電を実行しない。

[0174] 次に、電力貯蔵装置３のSOCに応じて電力貯蔵装置３の充電量または放電量を制御する他の例を説明する。

[0175] 以下、説明の簡略化を図るため、定格出力が等しい電力貯蔵装置３が２個ある場合について示す。ここでは、２個の電力貯蔵装置３の定格出力をP(1)、P(2)と表す（ただしP(1)=P(2)）。また、蓄電池分配率曲線は、図１０に示したように、SOCの値によらず蓄電池分配率が１に維持されるとする。また、蓄電池SCADA２００の演算部２０４は、分配係数Kが１であるときの各ローカル充放電装置１００のローカル充放電利得線、つまり、分配係数Kを考慮していないときの各ローカル充放電装置１００のローカル充放電利得線（以下「

基準ローカル充放電利得線」と称する）を特定する。

[0176] 図１１は、各電力貯蔵装置３にSOC補正オフセットをかける前の基準ローカル充放電利得線を示した図である。図１１において、縦軸は、各電力貯蔵装置３の充放電量であるローカル充放電装置出力を示し、横軸は、電力系統１の総需給バランスの状態を表す値Xとする。Xの例として、本実施形態では、周波数偏差の積分値Δfを使用しているが、他にも、周波数偏差（Hz）、総需給調整量（W）などがある。

[0177] 図１１に示した基準ローカル充放電利得線では、Xが－Xr以上Xr以下の領域において、ローカル充放電装置出力が、ローカル充放電利得係数G(n)の傾きでXに対して比例する。また、電力貯蔵装置３は定格出力P(n)以上の出力は出せないため、Xが－Xr以上Xr以下の領域以外の領域では、ローカル充放電装置出力は定格出力となる。Xrは、ローカル充放電装置出力が定格出力P(n)になる際のXの値である。なお、ここでは充電の定格出力と放電の定格出力を正負の符号が反転した同一の値としているが、必ずしもそうである必要はない。

[0178] ここで、２つの電力貯蔵装置３のSOCが異なっていたとする。蓄電池SCADA２００の演算部２０４は、各々の電力貯蔵装置３のSOCの値を取得したのち、各々の電力貯蔵装置３のSOC補正オフセット量を算出する。なお、SOC補正オフセット量の算出手法については後述する。演算部２０４は、さらにSOC補正オフセット量を加味した各電力貯蔵装置３の充放電量の総和が－Xr≦X≦Xrの領域で目的の関数形（例えば、充放電量の総和が－Xr≦X≦Xrの領域でXに対して線形）になるように、基準ローカル充放電利得線を修正する。そして、演算部２０４は、修正された基準ローカル充放電利得線を、各々のローカル充放電装置１００に送信する。図１２は、修正された基準ローカル充放電利得線の例を示した図である。

[0179] ここで、蓄電池SCADA２００の演算部２０４が基準ローカル充放電利得線を修正する手法の一例を、図１３を参照して説明する。

[0180] まず、演算部２０４は、収集した各電力貯蔵装置３のSOCを用いて、目標SOCを算出する（ステップＳ１３０１）。目標SOCの算出方法の一つの例として

、演算部２０４が目標SOC＝$\Sigma_n WH_n(t)/\Sigma_n WHr_n$とを算出する方法がある。なお、$WH_n(t)$、$WHr_n$は、それぞれ、電力貯蔵装置３ｎの時刻tの充電電力量（Wh）と、定格出力である最大充電電力量（Wh）である。また、$\Sigma_n$は、

[0181] [数6]

$$\sum_n = \sum_{n=1}^{N}$$

[0182] を意味する。

[0183] 続いて、演算部２０４は、各電力貯蔵装置３のSOC値と目標SOCとの差ΔSOCnを求める（ステップＳ１３０２）。

[0184] 続いて、演算部２０４は、電力貯蔵装置３ごとに、$\Delta WHn = WHr_n \times \Delta SOCn$を計算して（ステップＳ１３０３）、目標SOCに達するまでに必要な電力量ΔWHn（Wh）を求める。

[0185] 続いて、演算部２０４は、電力貯蔵装置３ごとに、ΔWHnを、事前に設定した時定数T（例えば５分）で割り、オフセット$\Delta Poffset_n$（W）を算出する（ステップＳ１３０４）。時定数Tは５分に限らず適宜変更可能である。

[0186] なお、オフセット$\Delta Poffset_n$は、今後Xが０のまま一定であると仮定した場合に時間Tで目標SOCに到達できるオフセット量であり、目標SOCをステップＳ１３０１に示した方法で設定した場合、$\Sigma_n \Delta Poffset_n = 0$となる。また、時定数Tは、SOCを補正する速度を規定している。例えば、オフセット$\Delta Poffset_n$に起因する電力需給の変化がEDCによって火力電力機４等の電力安定化装置に振り分けられ、その変化が火力電力機４等の電力安定化装置の電力安定化動作で吸収されるようにするために、演算部２０４は、各電力貯蔵装置３のオフセット$\Delta Poffset_n$の総和の変化が３０分より長周期の変化になるようにTを設定する。

[0187] 演算部２０４は、まず、この値（オフセット$\Delta Poffset_n$）を図１１に示した基準ローカル充放電利得線に加える。

[0188] 続いて、演算部２０４は、オフセット$\Delta Poffset_n$を加えて各電力貯蔵装置３

が充放電を行っても、同じ時刻における全電力貯蔵装置３の充放電量の総和が－Xr ≦X≦Xrの領域においてXに対して線形になるよう、オフセットΔPoffset$_n$が加えられた基準ローカル充放電利得線に対して、ステップＳ１３０５およびＳ１３０６で更なる補正を加える。

[0189] ステップＳ１３０５では、演算部２０４は、各電力貯蔵装置３について、ΔPoffset$_n$を加えた後の基準ローカル充放電利得線が｜X｜≦Xr内で定格出力となるXの値Xlim$_n$を求める。このとき、０＜Xlim$_n$＜X＜Xr（もしくは－Xr＜X＜Xlim$_n$ ＜０）の領域では、電力貯蔵装置の出力が定格出力に飽和してしまい、Xに対しての線形性が損なわれる。

[0190] そこで、演算部２０４は、ステップＳ１３０６で、他の電力貯蔵装置の基準ローカル充放電利得線の傾きにオフセットを加えて、－Xr＜X＜Xrの領域において、各電力貯蔵装置３の充放電量の総和をXに対して線形の関係にする。なお、ΔPoffset$_n$が加えられていない状況でも、－Xr＜X＜Xrの領域において各電力貯蔵装置３の総充放電量がXに対して線形の関係であったため、－Xr＜X＜Xrの領域において各電力貯蔵装置３の総充放電量をXに対して線形の関係にすることは、－Xr＜X＜Xrの領域において各電力貯蔵装置３のオフセットの総和をXに対して線形の関係にすることを意味する。

[0191] 例えば、図１２に示した例では、Xlim$_1$＜X＜Xrの領域において、電力貯蔵装置３１の出力が定格出力に飽和してしまう。このため、演算部２０４は、Xlim$_1$＜X＜Xrの領域において、電力貯蔵装置３２の基準ローカル充放電利得線の傾きにオフセットを加えることによって、Xlim$_1$＜X＜Xrの領域において各電力貯蔵装置３（電力貯蔵装置３１および３２）の総充放電量がXに対して線形の関係にする。また、図１２に示した例では、－Xr＜X＜Xlim$_2$の領域において、電力貯蔵装置３２の出力が定格出力に飽和してしまう。このため、演算部２０４は、－Xr＜X＜Xlim$_2$の領域において、電力貯蔵装置３１の基準ローカル充放電利得線の傾きにオフセットを加えることによって、－Xr＜X＜Xlim$_2$の領域において各電力貯蔵装置３（電力貯蔵装置３１および３２）の総充放電量がXに対して線形の関係にする。

[0192] 続いて、演算部２０４は、修正された基準ローカル充放電利得線を、各々のローカル充放電装置１００に送信する（ステップＳ１３０７）。なお、この送信タイミングは、分担情報が送信されるタイミングに同期してもよい。

[0193] なお、修正された基準ローカル充放電利得線は、動作情報の一例であり、オフセット値とオフセットがなされていないときのローカル充放電装置出力とを加算した値（電力貯蔵装置の動作内容を表す情報）とXとの関係を示す。

[0194] 各ローカル充放電装置１００では、演算部１０４は、修正された基準ローカル充放電利得線を用いて、周波数偏差の積分値Δfに対応する電力量および電力貯蔵装置３の動作（充電動作または放電動作）を特定し、周波数偏差の積分値Δfに対応する電力量に分担係数Kを乗算した乗算結果の電力量だけ、該特定された動作を電力貯蔵装置３に実行させる。

[0195] この例では、電力貯蔵装置３のSOCに応じて電力貯蔵装置３の充電量または放電量を制御するSOC補正動作を実行しても、SOC補正動作を実行しない場合と同様に、－Xr＜X＜Xrの領域において、全電力貯蔵装置３の総充放電量をXに対して線形の関係にすることができる。よって、電力貯蔵装置３の総充放電量をXに基づいて高精度に制御することが可能になる。

[0196] 次に、電力貯蔵装置３のSOCに応じて電力貯蔵装置３の充電量または放電量を制御するさらに他の例を説明する。

[0197] 図１４は、上述した例とは異なるオフセットの与え方を説明するための図である。この例では、オフセットがG(n)に与えられる。

[0198] 演算部２０４は、電力貯蔵装置３のSOCが目標SOCより高い場合は、基準ローカル充放電利得線において、充電側のG(n)を小さくしかつ放電側のG(n)を大きくし、また電力貯蔵装置３のSOC が目標SOCより低い場合は、充電側のG(n)を大きくしかつ放電側のG(n)を小さくする。

[0199] 図１４に示したオフセットの与え方でも、図１２に示した例と同様に、Xに対する総充放電量の線形性が崩れることを防ぐため、ある電力貯蔵装置の出力が|X|≦Xrで定格出力に達する場合は、他の電力貯蔵装置がその分のG(n)を賄う。

[0200] 図１４に示した例では、$Xlim_1$＜X＜Xrの領域において、電力貯蔵装置３１の出力が定格出力に飽和してしまう。このため、演算部２０４は、$Xlim_1$＜X＜Xrの領域において、電力貯蔵装置３２の基準ローカル充放電利得線の傾きにオフセットを加えることによって、$Xlim_1$＜X＜Xrの領域において各電力貯蔵装置３（電力貯蔵装置３１および３２）の総充放電量をXに対して線形の関係にする。また、図１４に示した例では、－Xr＜X＜$Xlim_2$の領域において、電力貯蔵装置３２の出力が定格出力に飽和してしまう。このため、演算部２０４は、－Xr＜X＜$Xlim_2$の領域において、電力貯蔵装置３１の基準ローカル充放電利得線の傾きにオフセットを加えることによって、－Xr＜X＜$Xlim_2$の領域において各電力貯蔵装置３（電力貯蔵装置３１および３２）の総充放電量をXに対して線形の関係にする。

[0201] この例においても、電力貯蔵装置３のSOCに応じて電力貯蔵装置３の充電量または放電量を制御するSOC補正動作を実行しても、SOC補正動作を実行しない場合と同様に、－Xr＜X＜Xrの領域において、各電力貯蔵装置３の総充放電量をXに対して線形の関係にすることができる。よって、各電力貯蔵装置３の総充放電量をXに基づいて高精度に制御することが可能になる。また、この例では、X＝0のとき、電力貯蔵装置３を用いた充放電が実行されないので、電力貯蔵装置３を動作させるための電力の消費が増加することを抑制可能になる。

[0202] 以上説明してきた電力制御システム１０００にてN=1000台の電力貯蔵装置を制御したところ、途中で給電指令部３００Ａと蓄電池SCADAとの間で通信障害が20秒間発生したが、充放電利得線を送信する4分間隔の間での障害であったため、通信障害の前後で制御状態に変化はなく、安定的に系統周波数変動の抑制制御を実現することができた。

[0203] また、系統側の火力発電機と電力貯蔵装置との全体最適という観点でも、経済性や火力発電機の応答速度を考慮した制御分担を、分散蓄電池群に担わせることが可能になった。

[0204] 次に、本実施形態の効果について説明する。

[0205] ローカル充放電装置１００では、演算部１０４は、蓄電池SCADA２００から提供された分担情報と、系統周波数と、に基づいて、電力貯蔵装置３の動作を制御する。このため、分担情報だけでなく、実際の電力系統の状態の変化に応じて、電力貯蔵装置３の動作を調整することが可能になる。

[0206] なお、上記効果は、検出部１０１と通信部１０２と演算部１０４とからなるローカル充放電装置１００でも奏する。また、上記効果は、通信部２０１と把握部２０３と演算部２０４とからなる蓄電池SCADA２００でも奏する。また、上記効果は、検出部１０１と通信部１０２と演算部１０４とからなるローカル充放電装置１００と、通信部２０１と把握部２０３と演算部２０４とからなる蓄電池SCADA２００と、からなる電池制御システムでも奏する。

[0207] 図１５は、検出部１０１と通信部１０２と演算部１０４とからなるローカル充放電装置を示した図である。

[0208] 図１６は、通信部２０１と把握部２０３と演算部２０４とからなる蓄電池SCADA２００を示した図である。

[0209] また、蓄電池SCADA２００は、分担情報を生成するために用いる充放電利得線を、電力系統１を制御する給電指令部３００Ａから受け付ける。このため、例えば、系統側の火力発電機４の動作が考慮された充放電利得線を得ることが可能になる。よって、系統側の火力発電機４と電力貯蔵装置３とによる電力需給バランス制御を高い精度で実施することが可能になる。

[0210] また、蓄電池SCADA２００は、調整可能総容量$P_{ES}$が反映された充放電利得線を給電指令部３００Ａから受け付ける。このため、電力貯蔵装置３の調整可能総容量に応じて、電力貯蔵装置３の負担を調整することが可能になる。

[0211] また、ローカル充放電装置１００は、周波数偏差の積分値Δfと、分担情報（分担係数Kと周波数偏差の積分値の最大値$\Delta f_{max}$）と、に基づいて、電力貯蔵装置３の動作を制御する。このため、分担情報だけでなく、実際の系統周波数の変化に応じて、電力貯蔵装置３の動作を調整することが可能になる。

[0212] また、ローカル充放電装置１００が蓄電池SCADA２００から分担情報を入手する時間間隔が、ローカル充放電装置１００が分担情報を用いて電力貯蔵装

置３の動作を制御する動作間隔よりも長い。このため、分担情報を入手する時間間隔が電力貯蔵装置３の動作間隔以下である場合に比べて、分担情報を入手する処理が、ローカル充放電装置１００と蓄電池SCADA２００との間で生じる可能性のある通信の不具合の影響を受け難くなる。

[0213] また、演算部１０４は、さらに電力貯蔵装置３のSOCやSOC補正オフセット値に基づいて電力貯蔵装置３の動作を制御する。このため、電力貯蔵装置３のSOCが０もしくは１に偏ることを防止可能になり、電力貯蔵装置３を用いて充電もしくは放電できる電力が小さくなり、調整可能総容量$P_{ES}$が小さくなってしまうことを防止可能になる。

[0214] また、演算部１０４は、周波数偏差の積分値Δfに応じて特定される電力系統１の電力を安定化させるための電力量を、分担係数KおよびSOCに基づいて調整した補正電力量を特定し、その補正電力量での充電または放電を電力貯蔵装置３に対して実行する。このため、電力貯蔵装置３のSOCが０もしくは１に偏ることを防止しつつ、分担情報だけでなく実際の電力系統の状態の変化に応じて、電力貯蔵装置３の動作を調整することが可能になる。

[0215] また、演算部２０４が、電力貯蔵装置３のSOCに基づいて、電力貯蔵装置３のSOCを基準SOCに近づける充電量または放電量を示すSOC補正オフセット関連情報を生成し、演算部１０４が、SOC補正オフセット関連情報に示された充電量または放電量を用いて電力貯蔵装置３を制御してもよい。この場合、演算部１０４がSOC補正オフセット値を算出する処理を実行する必要が無くなり、演算部１０４の負荷を抑えることが可能になる。

[0216] また、演算部２０４が、充電用のSOC補正オフセット値を正の値とし放電用のSOC補正オフセット値を負の値とした場合に、充電用のSOC補正オフセット値と放電用のSOC補正オフセット値の総和が０になるように、各SOC補正オフセット関連情報を生成してもよい。この場合、SOC補正オフセットが容量$LFC_{ES}$に影響することを防止可能になる。

[0217] また、演算部２０４が、時間の経過に伴うオフセット総和の変化の速度が、火力発電機４が行う電力安定化動作の応答速度の上限以下になるように、

各SOC補正オフセット関連情報を生成してもよい。この場合、オフセット総和の変化に起因する電力需給の変化は、火力発電機４の電力安定化動作にて吸収される可能性が高くなる。よって、SOC補正オフセット値に起因する電力需給の変化は、電力貯蔵装置３の充放電に伴う相対的に高速な需給の変化には影響しなくなる可能性が高くなる。

[0218] また、演算部２０４が、電力貯蔵装置３ごとに、電力貯蔵装置３のSOCに基づいて、該SOCを目標SOCに近づける充電量または放電量を特定し、かつ、周波数偏差の積分値Δfが所定範囲内である状況において各電力貯蔵装置３の該充電量または該放電量の総和が周波数偏差の積分値Δfに対して線形の関係になるように該充電量または該放電量を補正してもよい。また、演算部２０４は、補正後の該充電量または該放電量を用いて、修正された基準ローカル充放電利得線を生成してもよい。そして、演算部１０４は、修正された基準ローカル充放電利得線に基づいて、電力貯蔵装置３の動作を制御してもよい。この場合、電力貯蔵装置３の総充放電量をXに基づいて高精度に制御することが可能になる。

[0219] また、演算部１０４が、蓄電池SCADA２００から受信した$SOC_{target,n}$と電力貯蔵装置３のSOCとの差に基づいて、SOC補正オフセット値を生成してもよい。この場合、実際の電力貯蔵装置３のSOCの変化に応じて、SOC補正オフセット値を適宜変更することが可能になる。また、例えば通信障害が生じて$SOC_{target,n}$が新たに受信できなくなっても、既に受信済みの$SOC_{target,n}$を用いてSOC補正オフセット値を算出し続けることが可能になる。

[0220] また、演算部１０４が、蓄電池SCADA２００から受信したTnで$SOC_{target,n}$と電力貯蔵装置３のSOCとの差を補正することによって、電力貯蔵装置３のSOCを$SOC_{target,n}$に近づける充電量または放電量を示すSOC補正オフセットの値を生成してもよい。この場合、オフセット総和の変化の速度をTnにて調節することが可能になる。よって、オフセット総和の変化に起因する電力需給の変化を、火力発電機４の電力安定化動作にて吸収させることが可能になる。

[0221] なお、本実施形態において、電力貯蔵装置３における有効電力Pと無効電力

Qの制御を考慮した場合、定格出力P(n)の代わりに、有効電力Pの制御に割り当てる電力貯蔵装置３の出力分の最大値（要するに、別途Qの出力を平行して用いている場合、その出力分定格出力よりもP出力最大値が低下している効果を考慮）が用いられてもよい。

[0222] また、上記実施形態では、蓄電池SCADA２００やローカル制御装置１００等は、情報通信の過程で時刻同期情報を適時集配し、機器間で時刻同期が成されている。

[0223] また、ローカル充放電装置１００は、コンピュータにて実現されてもよい。この場合、コンピュータは、コンピュータにて読み取り可能なＣＤ－ＲＯＭ（Compact Disk Read Only Memory）のような記録媒体に記録されたプログラムを読込み実行して、ローカル充放電装置１００が有する各機能を実行する。記録媒体は、ＣＤ－ＲＯＭに限らず適宜変更可能である。

[0224] また、蓄電池SCADA２００は、コンピュータにて実現されてもよい。この場合、コンピュータは、コンピュータにて読み取り可能な記録媒体に記録されたプログラムを読込み実行して、蓄電池SCADA２００が有する各機能を実行する。

[0225] また、給電指令部３００Ａの代わりに、配電用変電所近辺に設置された小規模のEMS（Energy Management System：エネルギ管理システム）が用いられてもよい。

[0226] （第２実施形態）

図１７は、本発明の第２実施形態の電池制御システムを採用した電力制御システム１０００Ａを示す図である。図１７において、図１または２に示したものと同一構成のものには同一符号を付してある。

[0227] 図１７において、電力制御システム１０００Ａは、電力系統１Ａと、太陽光発電部（太陽電池）２と、電力貯蔵装置（蓄電池）３(1)～３(n)と、負荷７と、ローカル充放電装置１００Ａ(1)～１００Ａ(n)と、ESMS（Energy Storage Management System）２００Ａと、センサ内蔵開閉器子局７００Ａと、SVR子局７００Ｂと、LRT（Load Ratio Transformer）子局７００Ｃと、を含む

。

[0228] ローカル充放電装置１００Ａ(1)～１００Ａ(n)は、電力貯蔵装置（蓄電池）３(1)～３(n)と１対１で対応する。なお、図１７では、説明の簡略化のため、ローカル充放電装置１００Ａ(1)～１００Ａ(n)のうち、ローカル充放電装置１００Ａ(i)を示している。

[0229] 各ローカル充放電装置１００Ａと、ESMS２００Ａと、センサ内蔵開閉器子局７００Ａと、SVR子局７００Ｂと、LRT子局７００Ｃは、通信ネットワーク８００に接続されている。

[0230] 電力系統１Ａは、配電用変電所のLRT１Ａ１と、遮断機１Ａ２と、開閉器１Ａ３と、センサ内蔵開閉器１Ａ４と、SVR１Ａ５と、柱上変圧器１Ａ６と、を含む。

[0231] 電力制御システム１０００Ａは、例えば、太陽光発電部２が連系された電力系統１Ａで危惧される、天候に依存した太陽光発電部２の発電量の変動に伴う系統電圧の変動を、SVR１Ａ５の電圧調整動作と各電力貯蔵装置３の充放電動作とを制御することによって抑制する。

[0232] 電力系統１Ａは、電力を需要家側の負荷７へ供給するためのシステムである。電力系統１Ａは、他の機器（例えば、火力発電機）も含むが、説明の簡略化を図るため、これらの機器は省略されている。

[0233] LRT１Ａ１とSVR１Ａ５と柱上変圧器１Ａ６は、電圧調整器である。遮断機１Ａ２と開閉器１Ａ３とセンサ付開閉器１Ａ４は、電力系統１Ａの特定部分（例えば、不具合発生部分）を、電力系統１Ａから解列するために用いられる。

[0234] 各ローカル充放電装置１００Ａは、第１制御装置または電池制御装置の一例である。各ローカル充放電装置１００Ａは、対応する電力貯蔵装置３に設けられた子局の機能も担っている。なお、ローカル充放電装置１００Ａの数および電力貯蔵装置３の数は、１以上である。

[0235] 図１８は、ローカル充放電装置１００Ａ(i)の一例を示した図である。

[0236] 図１８において、ローカル充放電装置１００Ａ(i)は、電圧検出部１０１Ａ

１と、空き容量検出部１０１Ａ２と、通信部１０１Ａ３と、演算部１０１Ａ４と、を含む。

[0237] 電圧検出部１０１Ａ１は、第１検出手段および第２検出手段の一例である。電圧検出部１０１Ａ１は、電力系統１Ａと電力貯蔵装置３(i)との連系点ｉの電圧$V_i$を周期$T_g$（例えば、$T_g$＝10分）で検出する。また、電圧検出部１０１Ａ１は、連系点ｉの電圧$V_i$を周期$T_h$（例えば、$T_h$＝0.1秒）で検出する。連系点ｉの電圧$V_i$は、連系点ｉの状態、電池関連情報および電力系統１Ａの状態の一例である。なお、連系点の状態は、連系点の電圧に限らず適宜変更可能である。例えば、連系点の状態として、連系点の周波数、位相または電流が用いられてもよい。

[0238] 空き容量検出部１０１Ａ２は、電力貯蔵装置３(i)の空き容量$Q_i$を周期$T_g$で検出する。なお、電力貯蔵装置３(i)の空き容量$Q_i$とは、その時点で、電力貯蔵装置３(i)が電力系統１Ａの電圧調整のために使うことが可能な容量であり、例えばSOCに基づいて算出され、時間$T_g$の間、確保される。

[0239] 通信部１０１Ａ３は、第１通信手段の一例である。通信部１０１Ａ３は、ESMS２００Ａと通信する。

[0240] 演算部１０１Ａ４は、ESMS２００Ａから電力貯蔵装置３(i)の動作を制御するための動作制御情報を得る制御情報入手動作（送受信処理）と、動作制御情報と連系点ｉの電圧$V_i$とに基づいて電力貯蔵装置３(i)の充放電動作を制御する充放電制御動作（電池動作制御処理）と、を実行する。

[0241] 演算部１０１Ａ４は、制御情報入手動作を間欠的に実行し、充放電制御動作を制御情報入手動作の時間間隔よりも短い時間間隔で間欠的に実行する。

[0242] 演算部１０１Ａ４は、制御情報入手動作を周期$T_g$で繰り返し実行し、充放電制御動作を周期$T_h$（例えば、$T_h$＝0.1秒）で繰り返し実行する。

[0243] なお、周期$T_g$と周期$T_h$は、10分と0.1秒に限らず、周期$T_g$が周期$T_h$よりも長ければよい。

[0244] また、制御情報入手動作の動作時間間隔および充放電制御動作の動作時間間隔、または両者のいずれかは、一定でなくてもよく、制御情報入手動作の

各動作時間間隔のうちの最短時間が、充放電制御動作の各動作時間間隔のうちの最長時間よりも長ければよい。

[0245] また、演算部１０１Ａ４は、ESMS２００Ａからの連系点ｉの電圧$V_i$を要求する旨の電圧要求に応じて、制御情報入手動作を実行してもよいし、自律的に制御情報入手動作を実行してもよい。

[0246] ここで、演算部１０１Ａ４の制御情報入手動作について説明する。

[0247] 演算部１０１Ａ４は、電圧検出部１０１Ａ１が検出した連系点ｉの電圧$V_i$と、空き容量検出部１０１Ａ２が検出した電力貯蔵装置３(i)の空き容量$Q_i$とを、通信部１０１Ａ３からESMS２００Ａに送信する。

[0248] 通信部１０１Ａ３は、連系点ｉの電圧$V_i$と電力貯蔵装置３(i)の空き容量$Q_i$とをESMS２００Ａに送信した後、ESMS２００Ａから動作制御情報を受信する。

[0249] 続いて、演算部１０１Ａ４の充放電制御動作について説明する。演算部１０１Ａ４は、通信部１０１Ａ３にて受信された動作制御情報と、電圧検出部１０１Ａ１にて検出された連系点ｉの電圧$V_i$と、に基づいて、電力貯蔵装置３(i)の充放電動作を制御する。

[0250] 次に、センサ内蔵開閉器子局７００Ａについて説明する。

[0251] 図１９は、センサ内蔵開閉器子局７００Ａの一例を示した図である。

[0252] センサ内蔵開閉器子局７００Ａは、外部制御装置の一例である。センサ内蔵開閉器子局７００Ａは、電圧検出部７００Ａ１と、通信部７００Ａ２と、演算部７００Ａ３と、を含む。

[0253] 電圧検出部７００Ａ１は、電力系統１Ａ内の電圧調整対象箇所Ｔ（図１７参照）の電圧である調整対象電圧$V_T$を検出する。

[0254] 通信部７００Ａ２は、ESMS２００Ａと通信する。

[0255] 演算部７００Ａ３は、電圧検出部７００Ａ１が検出した調整対象電圧$V_T$を、周期$T_g$で通信部７００Ａ２からESMS２００Ａに送信する。

[0256] 次に、SVR子局７００Ｂについて説明する。

[0257] SVR子局７００Ｂは、ESMS２００Ａと通信する。例えば、SVR子局７００Ｂ

は、SVR１Ａ５の出力電圧を、周期$T_g$でESMS２００Ａに通知し、また、ESMS２００ＡからSVR用整定定数を周期$T_g$で受信していく。

[0258] SVR用整定定数は、調整対象電圧$V_T$が適正電圧範囲に収まるときのSVR１Ａ５の出力電圧の出力範囲（以下「換算出力範囲」と称する。）を特定するための情報である。本実施形態では、SVR用整定定数として、換算出力範囲の中心値Vref(t)と、換算出力範囲の上限値Vref__high(t)と、換算出力範囲の下限値Vref__low(t)が用いられる。なお、換算出力範囲の中心値を表すVref(t)は省略されてもよい。

[0259] SVR子局７００Ｂは、最新のSVR用整定定数をSVR１Ａ５に設定する。なお、SVR１Ａ５は、電圧調整装置の一例である。SVR１Ａ５は、調整対象電圧$V_T$が適正電圧範囲から整定時間Ts継続して外れている場合に、つまり、SVR１Ａ５の出力電圧が換算出力範囲から整定時間Ts継続して外れている場合に、SVR１Ａ５のタップ（不図示）を切り替えて調整対象電圧$V_T$を適正電圧範囲に変更する。なお、上述したSVR１Ａ５の制御手法は公知技術である。また、整定時間Tsは特定時間の一例である。

[0260] 次に、ESMS２００Ａについて説明する。

[0261] 図２０は、ESMS２００Ａの一例を示した図である。

[0262] ESMS２００Ａは、第２制御装置または電池制御支援装置の一例である。ESMS２００Ａは、通信部２００Ａ１と、把握部２００Ａ２と、演算部２００Ａ３と、を含む。

[0263] 通信部２００Ａ１は、第２通信手段の一例である。通信部２００Ａ１は、各ローカル充放電装置１００Ａおよびセンサ内蔵開閉器子局７００Ａと通信する。例えば、通信部２００Ａ１は、各ローカル充放電装置１００Ａから、各連系点の電圧Vと対応する電力貯蔵装置３の空き容量Qとを受信する。また、通信部２００Ａ１は、センサ内蔵開閉器子局７００Ａから、調整対象電圧$V_T$を受信する。

[0264] 把握部２００Ａ２は、把握手段の一例である。把握部２００Ａ２は、通信部２００Ａ１が受信した情報（各連系点の電圧Vと、各電力貯蔵装置３の空き

容量Qと、調整対象電圧$V_T$）を、受信時刻と関連づけて把握（記憶）する。なお、調整対象電圧$V_T$は、電力系統１Ａの状況の一例である。

[0265] 演算部２００Ａ３は、処理手段の一例である。演算部２００Ａ３は、通信部２００Ａ１にて受信された各連系点の電圧Vと、把握部２００Ａ２にて把握された調整対象電圧$V_T$と、に基づいて、連系点ごとに、連系点の電圧Vと調整対象電圧$V_T$との相関関係を表す相関関係情報を生成する。

[0266] また、演算部２００Ａ３は、最新の各電力貯蔵装置３の空き容量Qに基づいて、電圧調整分担情報αを導出する。例えば、演算部２００Ａ３は、複数の電力貯蔵装置３の各々の空き容量Qが通知された場合、通知された空き容量Qの中で空き容量Qが大きいものほど分担の割合を高くする電圧調整分担情報αを、電力貯蔵装置３ごとに導出する。

[0267] 演算部２００Ａ３は、電力貯蔵装置３ごとに、相関関係情報と電圧調整分担情報αとを含む動作制御情報を生成し、各動作制御情報を、通信部２００Ａ１から、動作制御情報に対応する電力貯蔵装置３に対応しているローカル充放電装置１００Ａに送信する。

[0268] また、演算部２００Ａ３は、調整対象電圧$V_T$と、SVR子局７００Ｂから通知されたSVR１Ａ５の出力電圧と、に基づいて、SVR用整定定数（Vref(t)とVref__high(t)とVref__low(t)）を生成する。なお、SVR用整定定数の生成手法は公知技術であるため、詳細な説明は割愛する。演算部２００Ａ３は、SVR用整定定数（Vref(t)とVref__high(t)とVref__low(t)）を通信部２００Ａ１からSVR子局７００Ｂに送信する。

[0269] 次に、動作を説明する。

[0270] まず、SVR用整定定数を生成しSVR用整定定数をSVR１Ａ５に設定する動作（以下「設定動作」と称する。）を説明する。

[0271] 図２１は、設定動作を説明するためのシーケンス図である。

[0272] センサ内蔵開閉器子局７００Ａでは、演算部７００Ａ３は、電圧検出部７００Ａ１に調整対象電圧$V_T$を検出させ（ステップＳ２１０１）、電圧検出部７００Ａ１が検出した調整対象電圧$V_T$を、通信部７００Ａ２からESMS２００Ａに

送信する（ステップＳ２１０２）。

[0273] また、SVR子局７００Ｂは、SVR１Ａ５の出力電圧を検出し、SVR１Ａ５の出力電圧をESMS２００Ａに送信する（ステップＳ２１０３）。

[0274] ESMS２００Ａでは、通信部２００Ａ１が、センサ内蔵開閉器子局７００Ａからの調整対象電圧$V_T$と、SVR子局７００ＢからのSVR１Ａ５の出力電圧と、を受信すると、把握部２００Ａ２は、通信部２００Ａ１が受信した調整対象電圧$V_T$およびSVR１Ａ５の出力電圧を互いに対応づけて記憶する。

[0275] 続いて、演算部２００Ａ３は、把握部２００Ａ２内の調整対象電圧$V_T$およびSVR１Ａ５の出力電圧に基づいて、SVR用整定定数（Vref(t)とVref__high(t)とVref__low(t)）を導出する（ステップＳ２１０４）。

[0276] 続いて、演算部２００Ａ３は、SVR用整定定数を、通信部２００Ａ１からSVR子局７００Ｂに送信する（ステップＳ２１０５）。

[0277] SVR子局７００Ｂは、SVR用整定定数を受信すると、SVR用整定定数をSVR１Ａ５に設定する（ステップＳ２１０６）。なお、SVR１Ａ５にSVR用整定定数が既に設定されている場合、SVR子局７００Ｂは、SVR１Ａ５に設定されているSVR用整定定数を、最新のSVR用整定定数に更新する。

[0278] センサ内蔵開閉器子局７００ＡとSVR子局７００ＢとESMS２００Ａは、ステップＳ２１０１～Ｓ２１０６を周期$T_g$で繰り返す。

[0279] 次に、SVR１Ａ５の動作を説明する。

[0280] SVR１Ａ５は、SVR１Ａ５の出力電圧が、SVR用整定定数にて特定される換算出力範囲の上限値Vref__high(t)を整定時間Ts継続して外れている場合、SVR１Ａ５のタップを切り替えてSVR１Ａ５の出力電圧を下げ、SVR１Ａ５の出力電圧を換算出力範囲内の電圧に変更する。

[0281] また、SVR１Ａ５は、SVR１Ａ５の出力電圧が、SVR用整定定数にて特定される換算出力範囲の下限値Vref__low(t)を整定時間Ts継続して外れている場合、SVR１Ａ５のタップを切り替えてSVR１Ａ５の出力電圧を上げ、SVR１Ａ５の出力電圧を換算出力範囲内の電圧に変更する。

[0282] なお、整定時間Tsは、予め設定された値でもよいし、SVR１Ａ５の寿命延長

やSVR１Ａ５の経年変化を考慮し、時間の経過に伴って変更されてもよい。

[0283] SVR１Ａ５の動作により電力系統１Ａの電圧は調整されるが、SVR１Ａ５による電圧調整だけでは、系統電圧の変動成分のうち高速変動成分、例えば、天候に応じて発電量が不規則に変化する再生可能電源の出力に起因する成分に対して、対処しきれない。

[0284] このため、本実施形態では、SVR１Ａ５による電圧調整では対処しきれない電圧変動成分を、各電力貯蔵装置３の充放電動作によって低減する。

[0285] 次に、ESMS２００Ａが、電力貯蔵装置３の充放電動作を行うために必要となる動作制御情報を生成し、動作制御情報を各ローカル充放電装置１００Ａに送信する動作（以下「生成動作」と称する。）を説明する。

[0286] 図２２は、生成動作を説明するためのシーケンス図である。

[0287] センサ内蔵開閉器子局７００Ａでは、演算部７００Ａ３は、電圧検出部７００Ａ１に調整対象電圧$V_T$を検出させ（ステップＳ２２０１）、電圧検出部７００Ａ１が検出した調整対象電圧$V_T$を、通信部７００Ａ２からESMS２００Ａに送信する（ステップＳ２２０２）。

[0288] ESMS２００Ａでは、通信部２００Ａ１が、センサ内蔵開閉器子局７００Ａからの調整対象電圧$V_T$を受信するごとに、把握部２００Ａ２が、通信部２００Ａ１にて受信された調整対象電圧$V_T$を記憶していく。

[0289] 続いて、ESMS２００Ａの演算部２００Ａ３は、把握部２００Ａ２内の調整対象電圧$V_T$の平均値$V_{T,AVE}$を計算する（ステップＳ２２０３）。把握部２００Ａ２は、計算結果である平均値$V_{T,AVE}$を保持していく。

[0290] 一方、各ローカル充放電装置１００Ａでは、演算部１０１Ａ４は、電圧検出部１０１Ａ１に連系点の電圧Vを検出させ、電圧Vを保持する（ステップＳ２２０４）。以下、説明の簡略化を図るため、連系点ｉの電圧$V_i$を例に挙げて説明する。

[0291] 続いて、演算部１０１Ａ４は、保持されている電圧$V_i$の平均値$V_{i,AVE}$を計算する（ステップＳ２２０５）。

[0292] 続いて、演算部１０１Ａ４は、平均値$V_{i,AVE}$を、通信部１０１Ａ３からESMS２

００Ａに送信する（ステップＳ２２０６）。

[0293] ESMS２００Ａでは、通信部２００Ａ１が、各ローカル充放電装置１００Ａから平均値（以下「平均値$V_{i,AVE}$」について説明）を受信するごとに、把握部２００Ａ２は、通信部２００Ａ１が受信した平均値$V_{i,AVE}$を記憶していく。

[0294] 続いて、ESMS２００Ａの演算部２００Ａ３は、連系点単位で、把握部２００Ａ２内の平均値$V_{i,AVE}$および平均値$V_{T,AVE}$の時刻tにおける相関関数を、例えば機械学習法等を用いて、以下のように導出する（ステップＳ２２０７）。

相関関数：$V_{T,AVE}(t)= a_i(t)\cdot V_{i,AVE}(t)+b_i(t)$

本実施形態では、演算部２００Ａ３は、連系点ごとに、連系点における複数の平均値$V_{i,AVE}$（例えば新しい順に１０個の平均値$V_{i,AVE}$）と、複数の平均値$V_{T,AVE}$（例えば新しい順に１０個の平均値$V_{T,AVE}$）と、を用いて、相関関数を導出する。

[0295] また、各ローカル充放電装置１００Ａでは、演算部１０１Ａ４は、空き容量検出部１０１Ａ２に電力貯蔵装置３の空き容量Q(t)を検出させ（ステップＳ２２０８）、空き容量検出部１０１Ａ２が検出した電力貯蔵装置３の空き容量Q(t)（例えば、電力貯蔵装置３(i)の空き容量$Q_i(t)$）を、通信部１０１Ａ３からESMS２００Ａに送信する（ステップＳ２２０９）。

[0296] 続いて、ESMS２００Ａの演算部２００Ａ３は、最新の各電力貯蔵装置３の空き容量Q(t)に基づいて、各電力貯蔵装置３の電圧調整分担情報α(t)（例えば、電力貯蔵装置３(i)の電圧調整分担情報$\alpha_i(t)$）を導出する（ステップＳ２２１０）。

[0297] 続いて、演算部２００Ａ３は、電力貯蔵装置３ごとに、相関関数の係数$a_i(t)$および$b_i(t)$と電圧調整分担αi(t)とを含む動作制御情報を生成し、動作制御情報を、通信部２００Ａ１から、動作制御情報に対応する電力貯蔵装置３に対応しているローカル充放電装置１００Ａに送信する（ステップＳ２２１１）。なお、相関関数の係数$a_i(t)$および$b_i(t)$は、相関関係情報の一例である。

[0298] ローカル充放電装置１００Ａでは、演算部１０１Ａ４は、通信部１０１Ａ３を介して動作制御情報（相関関数の係数$a_i(t)$および$b_i(t)$と電圧調整分担α

i(t)）を受信すると、動作制御情報を保持する。なお、演算部１０１Ａ４は、既に動作制御情報を保持している場合、既に保持している動作制御情報を、最新の動作制御情報に更新する。

[0299] センサ内蔵開閉器子局７００Ａとローカル充放電装置１００ＡとESMS２００Ａは、ステップＳ１５０１～Ｓ１５１１を周期$T_g$で繰り返す。

[0300] なお、ステップＳ２２０３での平均値の計算に使用される調整対象電圧$V_T$としては、図２１のステップＳ２１０２にて提供される調整対象電圧$V_T$が用いられてもよい。この場合、ステップＳ２２０１およびＳ２２０２を省略することが可能になる。

[0301] 次に、各ローカル充放電装置１００Ａが動作制御情報と連系点の電圧とに基づいて電力貯蔵装置３の無効電力出力Ｑを制御する動作（以下「電力制御動作」と称する。）を説明する。各ローカル充放電装置１００Ａでの電力制御動作は共通であるため、説明の簡略化のため、以下では、ローカル充放電装置１００Ａ(i)での電力制御動作を説明する。

[0302] 図２３は、電力制御動作を説明するためのシーケンス図である。

[0303] 演算部１０１Ａ４は、電圧検出部１０１Ａ１に連系点ｉの電圧$V_i$を検出させる（ステップＳ２３０１）。

[0304] 続いて、演算部１０１Ａ４は、以下の演算を行って、動作制御情報に含まれる相関関数の係数$a_i(t)$および$b_i(t)$を用いて、連系点ｉの電圧$V_i$から調整対象電圧$V_T$を算出する（ステップＳ２３０２）。

調整対象電圧$V_T(t)= a_i(t)\cdot V_i(t)+b_i(t)$

続いて、演算部１０１Ａ４は、算出された調整対象電圧$V_T$と、予め演算部１０１Ａ４に設定されている上限閾値$V_{mu}$および下限閾値$V_{ml}$と、の大小関係を判定する。なお、上限閾値$V_{mu}$は、調整対象電圧$V_T$についての切換不要電圧範囲の上限値よりも大きい値であり、下限閾値$V_{ml}$は、調整対象電圧$V_T$についての切換不要電圧範囲の下限値よりも小さい値である。

[0305] 演算部１０１Ａ４は、算出された調整対象電圧$V_T$が上限閾値$V_{mu}$よりも大きい場合、$Q_i(t) = [\ V_T(t) - V_{mu}\ ]\times \alpha_i(t) / (dV_i(t)/dQ_i(t))$

の数式に従って、無効電力量$Q_i(t)$を算出する。続いて、演算部１０１Ａ４は、算出された無効電力量$Q_i(t)$を電力貯蔵装置３(i)に出力させる（ステップＳ２３０３）。

[0306] また、演算部１０１Ａ４は、算出された調整対象電圧$V_T$が下限閾値$V_{ml}$よりも小さい場合、

$$Q_i(t) = [\ V_T(t) - Vml\ ] \times \alpha_i(t) / (dV_i(t)/dQ_i(t))$$

の数式に従って、無効電力量$Q_i(t)$を算出する。続いて、演算部１０１Ａ４は、算出された無効電力量$Q_i(t)$を電力貯蔵装置３(i)に出力させる（ステップＳ２３０３）。

[0307] なお、演算部１０１Ａ４は、算出された調整対象電圧$V_T$が下限閾値$V_{ml}$以上上限閾値$V_{mu}$以下である場合、調整が不要であると判断し、電力貯蔵装置３(i)の充放電を制御しない。

[0308] ローカル充放電装置１００は、ステップＳ２３０１～Ｓ２３０３を周期$T_L$で繰り返す。

[0309] 次に、本実施形態の効果について説明する。

[0310] 本実施形態によれば、ローカル充放電装置１００Ａでは、演算部１０１Ａ４は、ESMS２００Ａから提供された動作制御情報と、電圧検出部１０１Ａ１が計測した連系点の電圧と、に基づいて、電力貯蔵装置３の動作を制御する。このため、動作制御情報に従いながら、実際の電力系統の状態の変化に応じて、電力貯蔵装置３の動作を調整することが可能になる。

[0311] また、ESMS２００Ａは、ローカル充放電装置１００Ａにて検出された連系点の電圧と、調整対象電圧と、の相関関係を表す相関関係情報を生成する。ローカル充放電装置１００Ａは、相関関係情報を用いて、ローカル充放電装置１００Ａが検出した連系点の電圧から調整対象電圧を算出し、その算出の結果が上限閾値$V_{mu}$と下限閾値$V_{ml}$とで画定される電圧範囲（所定電圧範囲）から外れている場合、調整対象電圧がその電圧範囲に収まるように、相関関係情報を用いて電力貯蔵装置３の動作を制御する。

[0312] このため、上限閾値$V_{mu}$と下限閾値$V_{ml}$とで画定される電圧範囲から外れた調

整対象電圧を、電力貯蔵装置３の充放電を制御することによって、その電圧範囲に復帰させることが可能になる。

[0313] また、ローカル充放電装置１００Ａは、調整対象電圧の算出結果が上限閾値$V_{mu}$よりも高い場合には、調整対象電圧が、上限閾値$V_{mu}$と調整対象電圧$V_T$の適正電圧範囲の上限値との間の範囲に含まれるように、相関関係情報を用いて電力貯蔵装置３の動作を制御する。また、ローカル充放電装置１００Ａは、調整対象電圧の算出結果が下限閾値$V_{ml}$よりも低い場合には、調整対象電圧が、下限閾値$V_{ml}$と調整対象電圧$V_T$の適正電圧範囲の下限値との間の範囲に含まれるように、相関関係情報を用いて電力貯蔵装置３の動作を制御する。

[0314] このため、電圧調整目標地点の電圧つまり調整対象電圧の適正電圧範囲からの逸脱を、SVR１Ａ５と電力貯蔵装置３とを用いることによって、低速成分、高速成分問わず少なくすることが可能になる。また、電力貯蔵装置３を用いた電圧調整は、SVR１Ａ５の動作を妨げないので、SVR１Ａ５のタップ切り替えを有効に実行できる。このため、SVR１Ａ５のタップ切り替えにて実現できる電圧調整を、電力貯蔵装置３の充放電にて実現する必要がなくなり、電力貯蔵装置３の無効電力出力も少なくすることが可能になる。

[0315] また、本実施形態では、ローカル充放電装置１００ＡとESMS２００Ａとの通信の周期$T_g$が、ローカル充放電装置１００Ａが実行する電力貯蔵装置３の充放電制御の実行周期$T_l$よりも長いため、ローカル充放電装置１００ＡとESMS２００Ａとの通信における途絶や障害に対する耐性を大きくすることが可能になる。

[0316] なお、本実施形態では、電圧調整のために電力貯蔵装置３の無効電力Qを制御したが、無効電力Qの代わりに、有効電力Pを制御してもよいし、無効電力Qと有効電力Pとを制御してもよい。

[0317] また、電力貯蔵装置３は、柱上変圧器下で連系しても良いし、配電線に直接連系していてもよい（ただし、需要家保有の電力貯蔵装置３の場合は力率0.85 以上での無効電力出力という制約がある）。なお、系統用電力貯蔵装置３の場合、その連系点は、電圧調整目標地点の電圧$V_T$と電力貯蔵装置３の無効

電力出力Q との間において、係数$dV_T/dQ$ が大きくなる点で連系することが望ましい。また、有効電力Ｐを用いた電圧制御を用いる場合は、$dV_T/dP$が大きくなる点で連系することが望ましい。

[0318] また、相関関数を導出するために用いる手法は、機械学習法に限らず適宜変更可能である。

[0319] また、相関関数を導出するために平均値を用いたが、必ずしも平均値を用いる必要はない。

[0320] また、ローカル充放電装置１００Ａは、コンピュータにて実現されてもよい。この場合、コンピュータは、コンピュータにて読み取り可能な記録媒体に記録されたプログラムを読込み実行して、ローカル充放電装置１００Ａが有する各機能を実行する。

[0321] また、ESMS２００Ａは、コンピュータにて実現されてもよい。この場合、コンピュータは、コンピュータにて読み取り可能な記録媒体に記録されたプログラムを読込み実行して、ESMS２００Ａが有する各機能を実行する。

[0322] 以上説明した各実施形態において、図示した構成は単なる一例であって、本発明はその構成に限定されるものではない。

[0323] 実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。この出願は、２０１３年２月８日に出願された日本出願特願２０１３－２３２１０と２０１３年８月１４日に出願された日本出願特願２０１３－１６８５６０を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

## 符号の説明

[0324] １０００、１０００Ａ　電力制御システム

１　電力系統

２　太陽光発電部

３　電力貯蔵装置

４　火力発電機

５　配電用変圧器
６　配電線
７　負荷
１００　ローカル充放電装置
１０１　検出部
１０２　通信部
１０３　周波数計
１０４　演算部
２００　蓄電池SCADA
２０１　通信部
２０２　データベース
２０３　把握部
２０４　演算部
３００　中央給電指令所
３００Ａ　給電指令部
３０１　周波数計
３０２　通信部
３０３　演算部
１Ａ　電力系統
１Ａ１　LRT
１Ａ２　遮断機
１Ａ３　開閉器
１Ａ４　センサ内蔵開閉器
１Ａ５　SVR
１Ａ６　柱上変圧器
１００Ａ　ローカル充放電装置
１０１Ａ１　電圧検出部
１０１Ａ２　空き容量検出部

１０１Ａ３　通信部

１０１Ａ４　演算部

２００Ａ　ESMS

２００Ａ１　通信部

２００Ａ２　把握部

２００Ａ３　演算部

７００Ａ　センサ内蔵開閉器子局

７００Ａ１　電圧検出部

７００Ａ２　通信部

７００Ａ３　演算部

７００Ｂ　SVR子局

７００Ｃ　センサ内蔵開閉器子局

８００　通信ネットワーク

# 請求の範囲

[請求項1] 電力系統に接続された電池の動作を制御する電池制御装置あって、

前記電池の状態と、前記電力系統と前記電池との連系点の電圧と、のいずれかを表す電池関連情報を検出する検出手段と、

前記検出手段の検出結果を、外部装置に送信し、かつ、前記外部装置から前記電池の動作を制御するための動作制御情報を受信する第１通信手段と、

前記電力系統の状態と、前記第１通信手段にて受信された動作制御情報と、に基づいて、前記電池の動作を制御する制御手段と、を含む電池制御装置。

[請求項2] 前記検出手段は、前記電池関連情報として、前記電池の状態を表す状態情報を検出し、

前記第１通信手段は、前記検出手段の検出結果と、前記電力系統での電力量を調整するためにＮ（Ｎは１以上の数）個の前記電池制御装置にて制御される電池全体に分担されている電力量と、に基づいて生成された前記動作制御情報を、前記外部装置から受信する、請求項１に記載の電池制御装置。

[請求項3] 前記制御手段は、さらに前記状態情報に基づいて、前記電池の動作を制御する、請求項２に記載の電池制御装置。

[請求項4] 前記検出手段は、前記状態情報として、前記電池の充放電可能容量を特定するための電池情報を検出し、

前記動作制御情報は、前記Ｎ個の電池制御装置にて制御される電池の充放電可能容量の総量と前記電池全体に分担されている電力量との比であり、

前記制御手段は、前記電力系統の状態に応じて特定される電力量を前記比に基づいて調整した調整電力量を特定し、当該調整電力量での充電または放電を前記電池に対して実行する、請求項２に記載の電池制御装置。

[請求項5] 前記検出手段は、前記状態情報として、前記電池の充放電可能容量を特定するための電池情報を検出し、

前記動作制御情報は、前記Ｎ個の電池制御装置にて制御される電池の充放電可能容量の総量と前記電池全体に分担されている電力量との比であり、

前記制御手段は、前記電力系統の状態に応じて特定される電力量を前記比および前記状態情報に基づいて調整した補正電力量を特定し、当該補正電力量での充電または放電を前記電池に対して実行する、請求項２または３に記載の電池制御装置。

[請求項6] 前記第１通信手段は、前記状態情報に基づいて生成された、前記電池の状態を基準状態に近づける充電量または放電量を示す補正情報を、前記外部装置から受信し、

前記制御手段は、前記第１通信手段にて受信された補正情報に基づいて、前記電池の動作を制御する、請求項３または５に記載の電池制御装置。

[請求項7] 前記第１通信手段は、Ｍ（Ｍは２以上の数）個の前記電池制御装置に送信される各補正情報に示された充電量または放電量について、前記充電量を正の値とし前記放電量を負の値とした場合に、前記充電量と前記放電量の総和が０になる各補正情報のうち、自装置に対応する補正情報を受信する、請求項６に記載の電池制御装置。

[請求項8] 前記第１通信手段は、Ｍ（Ｍは２以上の数）個の前記電池制御装置に送信される各補正情報に示された充電量または放電量について、前記充電量を正の値とし前記放電量を負の値とした場合に、時間の経過に伴う前記充電量と前記放電量の総和の変化の速度が、前記電力系統に接続された外部の電力安定化装置が行う電力安定化動作の応答速度の上限以下になるように生成された各補正情報のうち、自装置に対応する補正情報を受信する、請求項６に記載の電池制御装置。

[請求項9] 前記第１通信手段は、前記電力系統の状態と前記電池の動作内容と

の関係を示した動作情報を、前記外部装置から受信し、

前記制御手段は、前記第１通信手段にて受信された動作情報に基づいて、前記電池の動作を制御し、

前記電力系統の状態は、数値にて表されるものであり、

前記動作情報は、Ｍ（Ｍは２以上の数）個の前記電池制御装置にて制御される各電池の状態を目標状態に近づける充電量または放電量を、前記電力系統の状態を表す数値が所定範囲内である状況において各電池の前記充電量または前記放電量の総和が前記数値に対して線形の関係になるように補正した、補正後の前記充電量または前記放電量を用いて生成されたものであり、

各電池の補正前の前記充電量または前記放電量は、当該電池の状態情報に基づき特定されたものである、請求項３に記載の電池制御装置。

[請求項10] 前記第１通信手段は、前記外部装置から前記電池の基準状態を受信し、

前記制御手段は、前記第１通信手段にて受信された電池の基準状態と、前記状態情報が表す電池の状態と、の差に基づいて、前記電池の動作を制御する、請求項３または５に記載の電池制御装置。

[請求項11] 前記第１通信手段は、前記電池の状態を補正する補正速度を特定するための速度関連状態を前記外部装置から受信し、

前記制御手段は、前記第１通信手段にて受信された速度関連情報で前記差を補正し、当該補正の結果に基づいて、前記電池の動作を制御する、請求項１０に記載の電池制御装置。

[請求項12] 前記検出手段は、前記状態情報として、前記電池の充放電可能容量を特定するための電池情報を検出する、請求項２から３および６から１１のいずれか１項に記載の電池制御装置。

[請求項13] 前記制御手段は、前記電力系統の基準状態に対する前記電力系統の状態の差と、前記動作制御情報と、に基づいて、前記電池の動作を制

御する、請求項２から１２に記載の電池制御装置。

[請求項14] 前記検出手段は、前記電池関連情報として、前記連系点の状態を検出し、

前記第１通信手段は、前記検出手段の検出結果と、前記電力系統内の電圧調整対象箇所の電圧である調整対象電圧と、に基づいて生成された前記動作制御情報を受信し、

前記電力系統の状態は、前記連系点の状態である、請求項１に記載の電池制御装置。

[請求項15] 前記第１通信手段は、前記連系点の状態と前記調整対象電圧との相関関係を表す相関関係情報である前記動作制御情報を受信し、

前記制御手段は、前記相関関係情報を用いて、前記連系点の状態から前記調整対象電圧を算出し、当該算出の結果が所定電圧範囲から外れている場合、前記調整対象電圧が前記所定電圧範囲に収まるように、前記相関関係情報を用いて前記電池の動作を制御する、請求項１４に記載の電池制御装置。

[請求項16] 前記電力系統には、前記調整対象電圧が、前記所定電圧範囲内の特定電圧範囲から特定時間継続して外れている場合に、前記調整対象電圧を前記特定電圧範囲内の電圧に変更する電圧調整装置が設けられており、

前記制御手段は、前記算出の結果が前記所定電圧範囲の上限値よりも高い場合には、前記調整対象電圧が、当該上限値と前記特定電圧範囲の上限値との間の範囲に含まれるように、前記相関関係情報を用いて前記電池の動作を制御し、前記算出の結果が前記所定電圧範囲の下限値よりも低い場合には、前記調整対象電圧が、当該下限値と前記特定電圧範囲の下限値との間の範囲に含まれるように、前記相関関係情報を用いて前記電池の動作を制御する、請求項１５に記載の電池制御装置。

[請求項17] 電力系統に接続された電池の動作を制御する電池制御装置と通信す

る電池制御支援装置であって、

前記電池制御装置と通信し、前記電池の状態と、前記電力系統と前記電池との連系点の電圧と、のいずれかを表す電池関連情報を受信する第２通信手段と、

前記電力系統の状況を把握する把握手段と、

前記電池関連情報と、前記把握手段にて把握された電力系統の状況と、に基づいて、前記電池の動作を制御するための動作制御情報を生成し、当該動作制御情報を前記第２通信手段から前記電池制御装置に送信する処理手段と、を含む電池制御支援装置。

[請求項18] 前記第２通信手段は、Ｎ（Ｎは１以上の整数）個の前記電池制御装置の各々から、前記電池の状態を表す状態情報である前記電池関連情報を受信し、

前記把握手段は、前記電力系統の状況として、前記電力系統での電力量を調整するために前記Ｎ個の電池制御装置にて制御される電池全体に分担されている電力量を把握する、請求項１７に記載の電池制御支援装置。

[請求項19] 前記状態情報は、前記電池の充放電可能容量を特定するための電池情報であり、

前記処理手段は、前記動作制御情報として、前記Ｎ個の電池制御装置にて制御される電池の充放電可能容量の総量と前記電池全体に分担されている電力量との比を生成する、請求項１８に記載の電池制御支援装置。

[請求項20] 前記処理手段は、前記状態情報に基づいて、前記電池の状態を基準状態に近づける充電量または放電量を示す補正情報を生成し、当該補正情報を前記第２通信手段から前記電池制御装置に送信する、請求項１８または１９に記載の電池制御支援装置。

[請求項21] 前記電池制御装置の数Ｎは、Ｍ（Ｍは２以上の整数）であり、

前記処理手段は、各補正情報に示された充電量または放電量につい

て、前記充電量を正の値とし前記放電量を負の値とした場合に、前記充電量と前記放電量の総和が０になる各補正情報を生成する、請求項２０に記載の電池制御支援装置。

[請求項22] 前記電池制御装置の数Ｎは、Ｍ（Ｍは２以上の整数）であり、

前記処理手段は、各補正情報に示された充電量または放電量について、前記充電量を正の値とし前記放電量を負の値とした場合に、時間の経過に伴う前記充電量と前記放電量の総和の変化の速度が、前記電力系統に接続された外部の電力安定化装置が行う電力安定化動作の応答速度の上限以下になるように、各補正情報を生成する、請求項２０に記載の電池制御支援装置。

[請求項23] 前記電池制御装置の数Ｎは、Ｍ（Ｍは２以上の整数）であり、

前記電力系統の状態は、数値にて表されるものであり、

前記処理手段は、前記電池ごとに、当該電池の状態情報に基づいて、当該電池の状態を目標状態に近づける充電量または放電量を特定し、前記電力系統の状態を表す数値が所定範囲内である状況において各電池の前記充電量または前記放電量の総和が前記数値に対して線形の関係になるように前記充電量または前記放電量を補正し、補正後の前記充電量または前記放電量を用いて、前記電力系統の状態と前記電池の動作内容との関係を示した動作情報を生成し、当該動作情報を前記第２通信手段から前記電池制御装置に送信する、請求項１８に記載の電池制御支援装置。

[請求項24] 前記処理手段は、前記電池の基準状態を、前記第２通信手段から前記電池制御装置に送信する、請求項１８に記載の電池制御支援装置。

[請求項25] 前記処理手段は、前記電池の状態を補正する補正速度を特定するための速度関連情報を、前記第２通信手段から前記電池制御装置に送信する、請求項２４に記載の電池制御支援装置。

[請求項26] 前記把握手段は、前記Ｎ個の電池制御装置にて制御される電池全体に分担されている電力量を特定するための電力量情報を、前記電力系

統を制御する外部制御装置から受け付ける、請求項１８から２５のいずれか１項に記載の電池制御支援装置。

[請求項27] 前記状態情報は、前記電池の充放電可能容量を特定するための電池情報であり、

前記把握手段は、前記Ｎ個の電池制御装置からの前記状態情報にて特定される前記Ｎ個の電池制御装置にて制御される電池の充放電可能容量の総量を示す通知情報を前記外部制御装置に送信し、前記充放電可能容量の総量が反映された前記電力量情報を、前記外部制御装置から受信する、請求項２６に記載の電池制御支援装置。

[請求項28] 前記電池関連情報は、前記連系点の状態であり、

前記把握手段は、前記電力系統の状況として、前記電力系統内の電圧調整対象箇所の電圧である調整対象電圧を把握する、請求項１７に記載の電池制御支援装置。

[請求項29] 前記処理手段は、前記動作制御情報として、前記連系点の状態と、前記把握手段にて把握された調整対象電圧と、の相関関係を表す相関関係情報を生成する、請求項２８に記載の電池制御支援装置。

[請求項30] 電力系統に接続された電池の動作を制御する第１制御装置と、前記第１制御装置と通信する第２制御装置と、を含む電池制御システムであって、

前記第１制御装置は、

前記電池の状態と、前記電力系統と前記電池との連系点の状態と、のいずれかを表す電池関連情報を検出する検出手段と、

前記検出手段の検出結果を前記第２制御装置に送信し、かつ、前記第２制御装置から前記電池の動作を制御するための動作制御情報を受信する第１通信手段と、

前記電力系統の状態と、前記第１通信手段にて受信された動作制御情報と、に基づいて、前記電池の動作を制御する制御手段と、を含み、

前記第２制御装置は、

前記第１制御装置と通信し、前記電池関連情報を受信する第２通信手段と、

前記電力系統の状況を把握する把握手段と、

前記第２通信手段にて受信された電池関連情報と、前記把握手段にて把握された電力系統の状況と、に基づいて、前記動作制御情報を生成し、当該動作制御情報を前記第２通信手段から前記第１制御装置に送信する処理手段と、を含む、電池制御システム。

[請求項31] 電力系統に接続された電池の動作を制御する電池制御装置が行う電池制御方法であって、

前記電池の状態と、前記電力系統と前記電池との連系点の状態と、のいずれかを表す電池関連情報を検出し、

前記電池関連情報を外部装置に送信し、前記外部装置から前記電池の動作を制御するための動作制御情報を受信し、

前記電力系統の状態と前記動作制御情報とに基づいて、前記電池の動作を制御する、電池制御方法。

[請求項32] 電力系統に接続された電池の動作を制御する電池制御装置と通信する電池制御支援装置が行う電池制御支援方法であって、

前記電池制御装置から、前記電池の状態と、前記電力系統と前記電池との連系点の電圧と、のいずれかを表す電池関連情報を受信し、

前記電力系統の状況を把握し、

前記電池関連情報と前記電力系統の状況とに基づいて、前記電池の動作を制御するための動作制御情報を生成し、当該動作制御情報を前記電池制御装置に送信する、電池制御支援方法。

[請求項33] 電力系統に接続された電池の動作を制御する第１制御装置と、前記第１制御装置と通信する第２制御装置と、を含む電池制御システムが行う電池制御方法であって、

前記第１制御装置が、前記電池の状態と、前記電力系統と前記電池

との連系点の状態と、のいずれかを表す電池関連情報を検出し、

前記第２制御装置が、前記電力系統の状況を把握し、

前記第１制御装置が、前記電池関連情報を前記第２制御装置に送信し、

前記第２制御装置が、前記電池関連情報を受信し、

前記第２制御装置が、前記電池関連情報と前記電力系統の状況とに基づいて、前記電池の動作を制御するための動作制御情報を生成し、

前記第２制御装置が、前記動作制御情報を前記第１制御装置に送信し、

前記第１制御装置が、前記動作制御情報を受信し、

前記第１制御装置が、前記電力系統の状態と前記動作制御情報とに基づいて、前記電池の動作を制御する、電池制御方法。

[請求項34] コンピュータに、

電力系統に接続された電池の状態と、前記電力系統と前記電池との連系点の状態と、のいずれかを表す電池関連情報を検出する検出手順と、

前記電池関連情報を外部装置に送信し、前記外部装置から前記電池の動作を制御するための動作制御情報を受信する通信手順と、

前記電力系統の状態と前記動作制御情報とに基づいて、前記電池の動作を制御する制御手順と、を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項35] コンピュータに、

電力系統に接続された電池の動作を制御する電池制御装置から、前記電池の状態と前記電力系統と前記電池との連系点の状態とのいずれかを表す電池関連情報を受信する受信手順と、

前記電力系統の状況を把握する把握手順と、

前記電池関連情報と前記電力系統の状況とに基づいて、前記電池の動作を制御するための動作制御情報を生成し、当該動作制御情報を前

記電池制御装置に送信する処理手順と、を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。