

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2014年8月14日(14.08.2014)



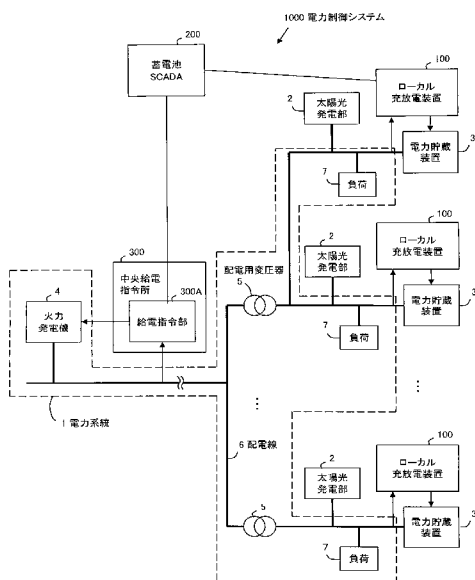
(10) 国際公開番号  
WO 2014/123189 A1

- (51) 国際特許分類:  
H02J 3/32 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/052767
- (22) 国際出願日: 2014年2月6日(06.02.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2013-023211 2013年2月8日(08.02.2013) JP
- (71) 出願人: 日本電気株式会社(NEC CORPORATION)  
[JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号  
Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 工藤 耕治(KUDO, Koji); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内  
Tokyo (JP). 佐久間 寿人(SAKUMA, Hisato); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内  
Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 宮崎 昭夫, 外(MIYAZAKI, Teruo et al.);  
〒1050001 東京都港区虎ノ門2丁目10番1号  
虎ノ門ツインビルディング西棟11階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: BATTERY CONTROL DEVICE, BATTERY CONTROL SYSTEM, BATTERY CONTROL METHOD, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 電池制御装置、電池制御システム、電池制御方法、および記録媒体



- 1 Power grid
- 2 Solar photovoltaic generator unit
- 3 Power storage device
- 4 Thermal generator
- 5 Transformer for power distribution
- 6 Power distribution line
- 7 Load
- 100 Local charging/discharging device
- 200 Storage battery SCADA
- 300 Central load-dispatching office
- 300A Load-dispatching unit
- 1000 Power control system

(57) Abstract: This battery control device, which controls the operation of a battery connected to a power grid, includes: a detection means that detects battery-related information representing the battery state or the state of an interconnection point between the power grid and the battery; a first communication means that transmits the detection results of the detection means to an external device, and that executes a reception process that receives operation control information for controlling the operation of the battery from an external device at predetermined time intervals; and a control means that, on the basis of the state of the power grid and the operation control information received by the first communication means, executes a battery operation control process for controlling the operation of the battery at a shorter time interval than the predetermined time interval.

(57) 要約: 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は、電池の状態と、電力系統と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、検出手段の検出結果を外部装置に送信し、外部装置から電池の動作を制御するための動作制御情報を所定時間間隔で受信する受信処理を実行する第1通信手段と、電力系統の状態と第1通信手段にて受信された動作制御情報とに基づいて電池の動作を制御する電池動作制御処理を所定時間間隔より短い時間間隔で実行する制御手段と、を含む。

WO 2014/123189 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 國際調查報告 (條約第 21 條(3))

## 明 細 書

発明の名称：

電池制御装置、電池制御システム、電池制御方法、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、電池制御方法、およびプログラムに関し、特に、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ー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問題があった。

[0015] この問題を解決するための1つの手法として、例えば、二次電池制御システムが周期TAで二次電池の充放電を制御している場合に、上位装置である電力系統制御装置が周期TAで運転スケジュールを二次電池制御システムに提供していくことが考えられる。

[0016] しかしながら、電力系統制御装置と二次電池制御システムとの通信周期が短くなると、その通信は電力系統制御装置と二次電池制御システムとの間の通信網で生じる通信障害の影響を受けやすくなる。このため、運転スケジュールが二次電池制御システムに届き難くなり、二次電池の動作制御の精度が低くなるという課題が生じる。

[0017] この課題は、バッテリー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。

[0018] 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

[0019] 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所定時間間隔で受信する受信処理を実行する第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電池動作制御処理を前記所定時間間隔より短い時間間隔で実行する制御手段と、を含む。

[0020] 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、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所定時間間隔で受信する受信処理を実行する第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電池動作制御処理を前記所定時間間隔より短い時間間隔で実行する制御手段と、を含み、

前記第2制御装置は、

前記第1制御装置と通信し、前記検出手段の検出結果を受信する第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検出手段の検出結果と、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。

[0021] 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所定時間間隔で受信する受信処理を実行し、

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動作制御処理を前記所定時間間隔より短い時間間隔で実行する。

[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制御装置から前記電池の動作を制御するための動作制御情報を所定時間間隔で受信する受信処理を実行し、

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動作制御処理を前記所定時間間隔より短い時間間隔で実行し、

前記第2制御装置が、前記第1制御装置から前記電池関連情報を受信し、

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、前記動作制御情報を生成し、当該動作制御情報を前記第1制御装置に送信する。

[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所定時間間隔で受信する受信処理を実行する通信手順と、

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電池動作制御処理を前記所定時間間隔より短い時間間隔で実行する制御手順と、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。

## 発明の効果

[0024] 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（外部装

置) から動作制御情報を入手する時間間隔が、第1制御装置が動作制御情報を用いて電池の動作を制御する電池動作制御処理の動作時間間隔よりも長い。このため、動作制御情報を入手する時間間隔が電池動作制御処理の動作時間間隔以下である場合に比べて、動作制御情報を入手する処理が、第1制御装置と第2制御装置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。また、第1制御装置が、第2制御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ので、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

- [0025] [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]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11]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12]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13]ローカル充放電装置100Aの一例を示した図である。

[図14]センサ内蔵開閉器子局700Aの一例を示した図である。

[図15]ESMS200Aの一例を示した図である。

[図16]設定動作を説明するためのシーケンス図である。

[図17]生成動作を説明するためのシーケンス図である。

[図18]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

[0026] 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。

[0027] (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。

[0028] 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。

[0029] 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。

[0030] 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。

[0031] 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。

[0032] 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。

[0033] 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）。

[0034] 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。

[0035] 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。

[0036] 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。

[0037] 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。

[0038] まず、ローカル充放電装置100について説明する。

[0039] 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。

[0040] 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。

[0041] 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。

[0042] 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。

[0043] 演算部104は、制御手段の一例である。

[0044] 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。

[0045] 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。

[0046] 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。

[0047] 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 $T_1$ （例えば、 $T_1=0.1$ 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。

- [0048] 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。
- [0049] 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。
- [0050] 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。
- [0051] ここで、演算部104の情報入手動作について説明する。
- [0052] 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。
- [0053] 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。
- [0054] 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。
- [0055] 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、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。
- [0056] 続いて、演算部104の制御動作について説明する。
- [0057] 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。

[0058] 次に、蓄電池SCADA200について説明する。

[0059] 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。

[0060] 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。

[0061] 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。

[0062] 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。

[0063] 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。

- [0064] 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M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。
- [0065] 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。
- [0066] 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。
- [0067] 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。
- [0068] 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。
- [0069] 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。
- [0070] 次に、給電指令部300Aについて説明する。
- [0071] 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。
- [0072] 周波数計301は、電力系統1の系統周波数を検出する。
- [0073] 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SCADA 200から調整可能総容量 $P_{ES}$ を受信する。

[0074] 演算部303は、給電指令部300Aの動作を制御する。

[0075] 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。

[0076] 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、 $LFC_{ES} \leq P_{ES}$ ) 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。

[0077] 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。

[0078] 演算部303は、充放電利得線を通信部302から蓄電池SCADA 200に送信する。

[0079] 次に、動作の概要を説明する。

[0080] (1) 蓄電池SCADA 200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。

[0081] (2) 蓄電池SCADA 200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。

[0082] (3) 続いて、蓄電池SCADA 200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。

[0083] (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SCADA 200が管轄する電力貯蔵装置3群に対するLFC割り当て容量 $LFC_{ES}$  ( $LFC_{ES} \leq P_{ES}$ ) を計算する。

[0084] (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SCADA 200へ充放電利得線を送信する。

[0085] (6) 蓄電池SCADA 200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。

[0086] (7) 続いて、蓄電池SCADA 200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。

[0087] (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。

[0088] (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。

[0089] 次に、動作の詳細を説明する。

[0090] まず、蓄電池SCADA 200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SCADA 200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。

[0091] 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。

[0092] 蓄電池SCADA 200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)。

[0093] 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）。

[0094] 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。

[0095] 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）。

[0096] 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。

[0097] 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。

[0098] 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。

[0099] 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 $\alpha$ 放電(n)および充電時の蓄電池分配率 $\alpha$ 充電(n)を導出する。

[0100] 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。

[0101] 続いて、把握部203は、放電時の蓄電池分配率 $\alpha$ 放電(n)と、充電時の蓄電池分配率 $\alpha$ 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。

[0102]

[数1]

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

[0103] [数2]

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

続いて、把握部203は、 $P_{ES, \text{放電}}$ と $P_{ES, \text{充電}}$ 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。

[0104] 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。

[0105] 図6は、把握動作を説明するためのシーケンス図である。

[0106] 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）。

[0107] 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LC調整容量を収集する（ステップS602）。

[0108] 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）。

[0109] 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。

- [0110] 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、 $LFC_{ES} \leq P_{ES}$ ）を、LFC割り当て容量 $LFC_{ES}$ として割り当てる（ステップS604）。
- [0111] 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。
- [0112] 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）。
- [0113] 図4に示した充放電利得線は、周波数偏差の積分値 $\Delta f$ 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 $LFC_{ES} \leq$ 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。
- [0114] 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）。
- [0115] 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。
- [0116] 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。

[0117] 次に、蓄電池SCADA 200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。

[0118] 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。

[0119] 蓄電池SCADA 200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）。

[0120] [数3]

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

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。

[0121] 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。

[0122] 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 $\alpha_{放電}(n)$ および充電時の蓄電池分配率 $\alpha_{充電}(n)$ のうち小さい値の方を蓄電池分配率 $\alpha(n)$ として特定する。

[0123] 続いて、演算部204は、電力貯蔵装置3ごとに、蓄電池分配率 $\alpha(n)$ 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。

[0124] 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。

[0125] 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。

[0126] 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）。

[0127] [数4]

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

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。

[0128] 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 800 A を導出する（ステップ S704）。

[0129] 図 8 に示したローカル充放電利得線 800 A は、周波数偏差の積分値  $\Delta f$  が  $-\Delta f_{\max} \leq \Delta f \leq \Delta f_{\max}$  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  $\Delta f$  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  $\Delta f$  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。

[0130] 蓄電池 SCADA 200 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。

[0131] 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。

- [0132] 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。
- [0133] 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。
- [0134] 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）。
- [0135] 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 $\Delta f$ を算出する（ステップS902）。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。
- [0136] 続いて、演算部104は、周波数偏差の積分値 $\Delta f$ 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）。
- [0137] 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 $\Delta f$ の絶対値が周波数偏差の積分値の最大値 $\Delta f_{\max}$ 以下である場合は、ローカル充放電利得係数 $G(n)$ に周波数偏差の積分値 $\Delta f$ を乗算した値（ $G(n) \cdot \Delta f$ ）の絶対値を算出する。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 $\Delta f_{\max}$ よりも大きい場合は、分担係数 $K$ と蓄電池分配率 $\alpha(n)$ と定格出力 $P(n)$ とを互いに乗算した値（ $K \cdot \alpha(n) \cdot P(n)$ ）を算出する。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。
- [0138] 続いて、演算部104は、周波数偏差の積分値 $\Delta f$ が正の値である場合、算出結果に示された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 $\Delta f$ が負の値である場合、算出結果に示された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）。

- [0139] 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、 $G(n) \cdot \Delta f$ に則る充放電が成される。
- [0140] 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。
- [0141] 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。
- [0142] 次に、本実施形態の効果について説明する。
- [0143] 本実施形態では、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。
- [0144] 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。
- [0145] 図10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。
- [0146] 図11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。

- [0147] また、周波数計 103 は、分担情報を入手する時間間隔よりも短い間隔で系統周波数を計測する。演算部 104 は、周波数計 103 が計測した最新の系統周波数に基づき電力貯蔵装置 3 の動作を制御する。このため、分担情報を入手する時間間隔よりも短い間隔で検出される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。
- [0148] また、通信部 102 は、検出部 101 の検出結果を蓄電池 SCADA 200 に送信し蓄電池 SCADA 200 から分担情報を受信する送受信処理を所定時間間隔で実行する。このため、検出部 101 の検出結果の送信に対する応答として、分担情報を受信することが可能になる。
- [0149] また、蓄電池 SCADA 200 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。
- [0150] また、蓄電池 SCADA 200 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。
- [0151] また、ローカル充放電装置 100 は、周波数偏差の積分値  $\Delta f$  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。
- [0152] 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。
- [0153] また、上記実施形態では、蓄電池 SCADA 200 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。

[0154] 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み込み実行して、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。

[0155] また、蓄電池 SCADA 200 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み込み実行して、蓄電池 SCADA 200 が有する各機能を実行する。

[0156] 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: エネルギー管理システム) が用いられてもよい。

[0157] (第 2 実施形態)

図 12 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 12 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。

[0158] 図 12 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。

[0159] 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 12 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。

[0160] 各ローカル充放電装置 100A と、ESMS 200A 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。

[0161] 電力システム 1A は、配電用変電所の LRT 1A1 と、遮断機 1A2 と、開閉器 1A3 と、センサ内蔵開閉器 1A4 と、SVR 1A5 と、柱上変圧器 1A6 と、を含む。

[0162] 電力制御システム 1000A は、例えば、太陽光発電部 2 が連系された電力システム 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、SVR 1A5 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。

[0163] 電力システム 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。電力システム 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。

[0164] LRT 1A1 と SVR 1A5 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、電力システム 1A の特定部分（例えば、不具合発生部分）を、電力システム 1A から解列するために用いられる。

[0165] 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。

[0166] 図 13 は、ローカル充放電装置 100A (i) の一例を示した図である。

[0167] 図 13 において、ローカル充放電装置 100A (i) は、電圧検出部 101A1 と、空き容量検出部 101A2 と、通信部 101A3 と、演算部 101A4 と、を含む。

[0168] 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、電力システム 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 1 A 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。

- [0169] 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 1 A 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。
- [0170] 通信部 101A3 は、第 1 通信手段の一例である。通信部 101A3 は、ESMS 200A と通信する。
- [0171] 演算部 101A4 は、ESMS 200A 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。
- [0172] 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。
- [0173] 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。
- [0174] 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。
- [0175] 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。
- [0176] また、演算部 101A4 は、ESMS 200A 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。
- [0177] ここで、演算部 101A4 の制御情報入手動作について説明する。

- [0178] 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 ESMS 200A に送信する。
- [0179] 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 ESMS 200A に送信した後、ESMS 200A から動作制御情報を受信する。
- [0180] 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。
- [0181] 次に、センサ内蔵開閉器子局 700A について説明する。
- [0182] 図 14 は、センサ内蔵開閉器子局 700A の一例を示した図である。
- [0183] 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。
- [0184] 電圧検出部 700A1 は、電力系統 1A 内の電圧調整対象箇所 T (図 12 参照) の電圧である調整対象電圧  $V_T$  を検出する。
- [0185] 通信部 700A2 は、ESMS 200A と通信する。
- [0186] 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 ESMS 200A に送信する。
- [0187] 次に、SVR 子局 700B について説明する。
- [0188] SVR 子局 700B は、ESMS 200A と通信する。例えば、SVR 子局 700B は、SVR 1A5 の出力電圧を、周期  $T_g$  で ESMS 200A に通知し、また、ESMS 200A から SVR 用整定定数を周期  $T_g$  で受信していく。
- [0189] 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 SVR 1A5 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  $V_{ref}(t)$  と、換算出力範囲の上限値  $V_{ref\_high}(t)$  と、換算出力範囲の下限

値 $V_{ref\_low}(t)$ が用いられる。なお、換算出力範囲の中心値を表す $V_{ref}(t)$ は省略されてもよい。

[0190] 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 $T_s$ 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 $T_s$ 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 $T_s$ は特定時間の一例である。

[0191] 次に、ESMS200Aについて説明する。

[0192] 図15は、ESMS200Aの一例を示した図である。

[0193] 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。

[0194] 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。

[0195] 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。

[0196] 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。

- [0197] 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 $\alpha$ 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 $\alpha$ を、電力貯蔵装置3ごとに導出する。
- [0198] 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 $\alpha$ 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。
- [0199] 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 ( $V_{ref}(t)$ と $V_{ref\_high}(t)$ と $V_{ref\_low}(t)$ ) 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 ( $V_{ref}(t)$ と $V_{ref\_high}(t)$ と $V_{ref\_low}(t)$ ) を通信部200A1からSVR子局700Bに送信する。
- [0200] 次に、動作を説明する。
- [0201] 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。
- [0202] 図16は、設定動作を説明するためのシーケンス図である。
- [0203] 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S1601）、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S1602）。
- [0204] 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S1603）。
- [0205] 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SVR 1 A 5 の出力電圧を互いに対応づけて記憶する。

- [0206] 続いて、演算部 2 0 0 A 3 は、把握部 2 0 0 A 2 内の調整対象電圧 $V_T$ および SVR 1 A 5 の出力電圧に基づいて、SVR用整定定数 ( $V_{ref}(t)$ と $V_{ref\_high}(t)$ と $V_{ref\_low}(t)$ ) を導出する (ステップ S 1 6 0 4)。
- [0207] 続いて、演算部 2 0 0 A 3 は、SVR用整定定数を、通信部 2 0 0 A 1 からSVR子局 7 0 0 B に送信する (ステップ S 1 6 0 5)。
- [0208] SVR子局 7 0 0 B は、SVR用整定定数を受信すると、SVR用整定定数をSVR 1 A 5 に設定する (ステップ S 1 6 0 6)。なお、SVR 1 A 5 にSVR用整定定数が既に設定されている場合、SVR子局 7 0 0 B は、SVR 1 A 5 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。
- [0209] センサ内蔵開閉器子局 7 0 0 A とSVR子局 7 0 0 B とESMS 2 0 0 A は、ステップ S 1 6 0 1 ~ S 1 6 0 6 を周期 $T_g$ で繰り返す。
- [0210] 次に、SVR 1 A 5 の動作を説明する。
- [0211] SVR 1 A 5 は、SVR 1 A 5 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 $V_{ref\_high}(t)$ を整定時間 $T_s$ 継続して外れている場合、SVR 1 A 5 のタップを切り替えてSVR 1 A 5 の出力電圧を下げ、SVR 1 A 5 の出力電圧を換算出力範囲内の電圧に変更する。
- [0212] また、SVR 1 A 5 は、SVR 1 A 5 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 $V_{ref\_low}(t)$ を整定時間 $T_s$ 継続して外れている場合、SVR 1 A 5 のタップを切り替えてSVR 1 A 5 の出力電圧を上げ、SVR 1 A 5 の出力電圧を換算出力範囲内の電圧に変更する。
- [0213] なお、整定時間 $T_s$ は、予め設定された値でもよいし、SVR 1 A 5 の寿命延長やSVR 1 A 5 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。
- [0214] SVR 1 A 5 の動作により電力系統 1 A の電圧は調整されるが、SVR 1 A 5 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。
- [0215] このため、本実施形態では、SVR 1 A 5 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。

- [0216] 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。
- [0217] 図17は、生成動作を説明するためのシーケンス図である。
- [0218] 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S1701）、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S1702）。
- [0219] 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。
- [0220] 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S1703）。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。
- [0221] 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S1704）。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。
- [0222] 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S1705）。
- [0223] 続いて、演算部101A4は、平均値 $V_{i,AVE}$ を、通信部101A3からESMS200Aに送信する（ステップS1706）。
- [0224] 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。
- [0225] 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S1707）。

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

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。

[0226] 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S1708）、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S1709）。

[0227] 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 $\alpha(t)$ （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S1710）。

[0228] 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 $\alpha_i(t)$ 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S1511）。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。

[0229] 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 $\alpha_i(t)$ ）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。

[0230] 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。

[0231] なお、ステップS1703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16のステップS1602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S1701およびS1702を省略することが可能になる。

[0232] 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。

[0233] 図18は、電力制御動作を説明するためのシーケンス図である。

[0234] 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S1801）。

[0235] 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S1802）。

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

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。

[0236] 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S1804）。

[0237] 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、

$$Q_i(t) = [V_T(t) - V_{ml}] \times \alpha_i(t) / (dV_i(t)/dQ_i(t))$$

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S1804)。

[0238] 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。

[0239] ローカル充放電装置100は、ステップS1801~S1803を周期 $T_L$ で繰り返す。

[0240] 次に、本実施形態の効果について説明する。

[0241] 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。

[0242] 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。

[0243] 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。

[0244] 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。

[0245] 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、SVR 1 A 5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、SVR 1 A 5の動作を妨げないので、SVR 1 A 5のタップ切り替えを有効に実行できる。このため、SVR 1 A 5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。

[0246] 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。

[0247] 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。

[0248] 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。

[0249] 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。

[0250] 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。

[0251] 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み込み実行して、ローカル充放電装置 100A が有する各機能を実行する。

[0252] また、ESMS 200A 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み込み実行して、ESMS 200A が有する各機能を実行する。

[0253] 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。

[0254] 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、本願発明の範囲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日に提出された日本出願特願 2013-23211 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

- [0255]            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

1 0 4	演算部
2 0 0	蓄電池SCADA
2 0 1	通信部
2 0 2	データベース
2 0 3	把握部
2 0 4	演算部
3 0 0	中央給電指令所
3 0 0 A	給電指令部
3 0 1	周波数計
3 0 2	通信部
3 0 3	演算部
1 A	電力系統
1 A 1	LRT
1 A 2	遮断機
1 A 3	開閉器
1 A 4	センサ内蔵開閉器
1 A 5	SVR
1 A 6	柱上変圧器
1 0 0 A	ローカル充放電装置
1 0 1 A 1	電圧検出部
1 0 1 A 2	空き容量検出部
1 0 1 A 3	通信部
1 0 1 A 4	演算部
2 0 0 A	ESMS
2 0 0 A 1	通信部
2 0 0 A 2	把握部
2 0 0 A 3	演算部
7 0 0 A	センサ内蔵開閉器子局

- 7 0 0 A 1 電圧検出部
- 7 0 0 A 2 通信部
- 7 0 0 A 3 演算部
- 7 0 0 B SVR子局
- 7 0 0 C センサ内蔵開閉器子局
- 8 0 0 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所定時間間隔で受信する受信処理を実行する第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電池動作制御処理を前記所定時間間隔より短い時間間隔で実行する制御手段と、を含む電池制御装置。
- [請求項2] 前記制御手段は、前記所定時間間隔よりも短い間隔で前記電力系統の状態を受け付け、最新の前記電力系統の状態に基づき前記電池動作制御処理を実行する、請求項1に記載の電池制御装置。
- [請求項3] 前記第1通信手段は、前記検出手段の検出結果を前記外部装置に送信し前記外部装置から前記動作制御情報を受信する送受信処理を前記所定時間間隔で実行する、請求項1または2に記載の電池制御装置。
- [請求項4] 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する、請求項1から3のいずれか1項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する、請求項4に記載の電池制御装置
- [請求項6] 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1から5のいずれか1項に記載の電池制御装置。
- [請求項7] 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、



前記電力系統の状態は、前記連系点の状態である、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の電池制御装置。

[請求項8]

前記第 1 通信手段は、前記連系点の状態と、前記電力系統内の電圧調整対象箇所電圧である調整対象電圧と、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 7 に記載の電池制御装置。

[請求項9]

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 8 に記載の電池制御装置。

[請求項10]

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、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所定時間間隔で受信する受信処理を実行する第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電池動作制御処理を前記所定時間間隔より短い時間間隔で実行する制御手段と、を含み、

前記第2制御装置は、

前記第1制御装置と通信し、前記検出手段の検出結果を受信する第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検出手段の検出結果と、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11]

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所定時間間隔で受信する受信処理を実行し、

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動作制御処理を前記所定時間間隔より短い時間間隔で実行する、電池制御方法。

[請求項12]

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制御装置から前記電池の動作を制御するための動作制御情報を所定時間間隔で受信する受信処理を実行し、

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動作制御処理を前記所定時間間隔より短い時間間隔で実行し、

前記第2制御装置が、前記第1制御装置から前記電池関連情報を受信し、

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、前記動作制御情報を生成し、当該動作制御情報を前記第1制御装置に送信する、電池制御方法。

[請求項13]

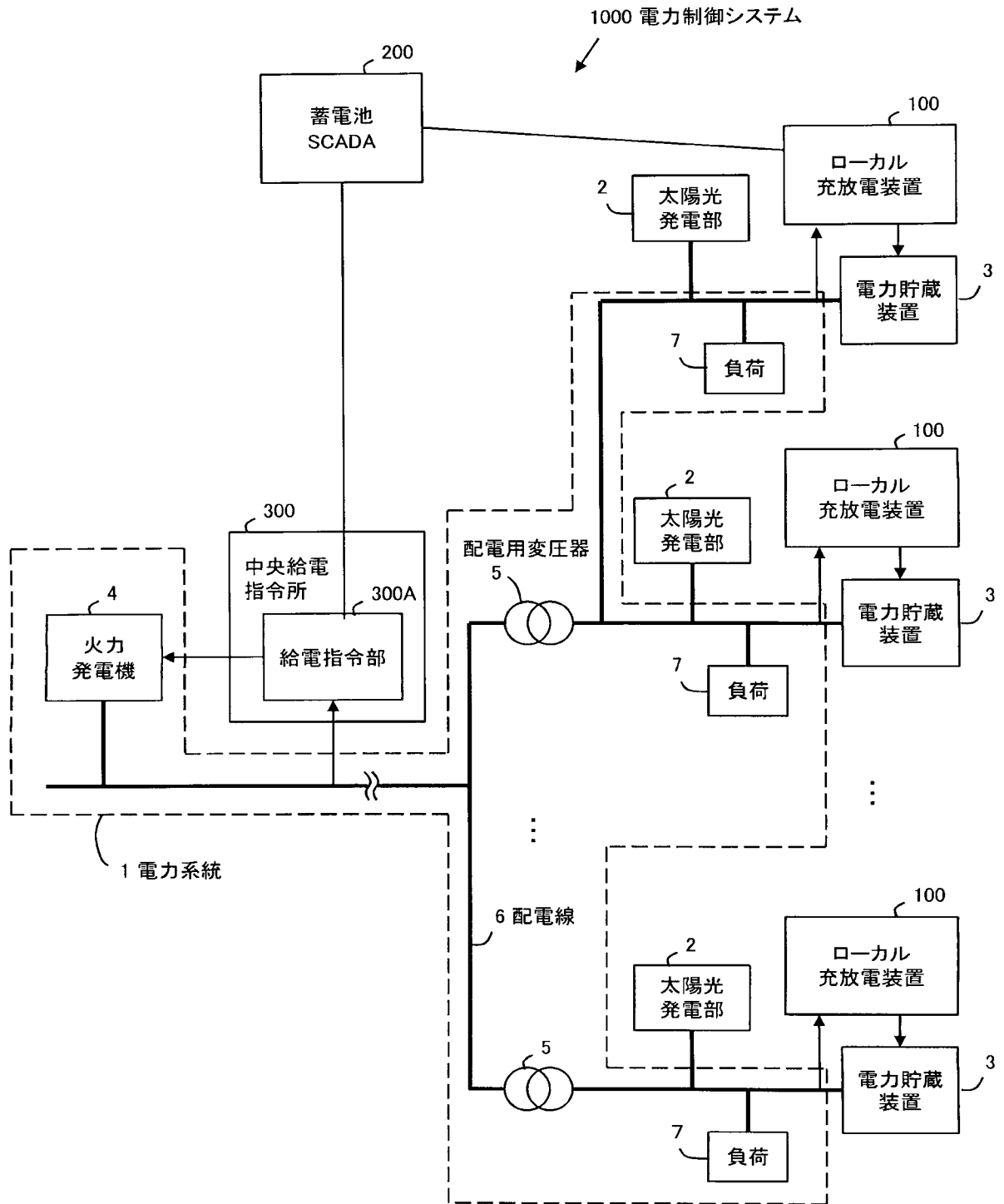
コンピュータに、

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、

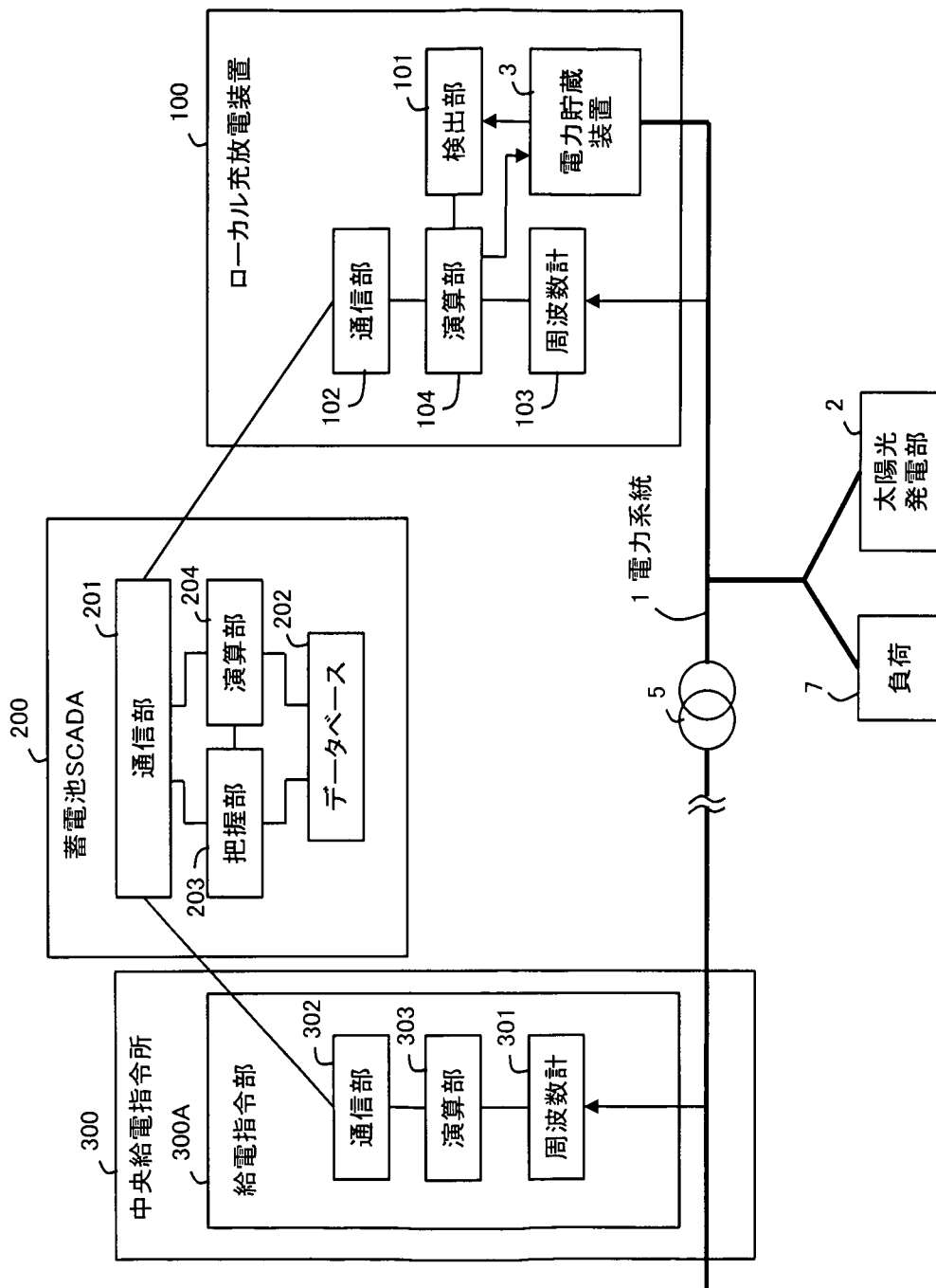
前記電池関連情報を外部装置に送信し、前記外部装置から前記電池の動作を制御するための動作制御情報を所定時間間隔で受信する受信処理を実行する通信手順と、

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電池動作制御処理を前記所定時間間隔より短い時間間隔で実行する制御手順と、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。

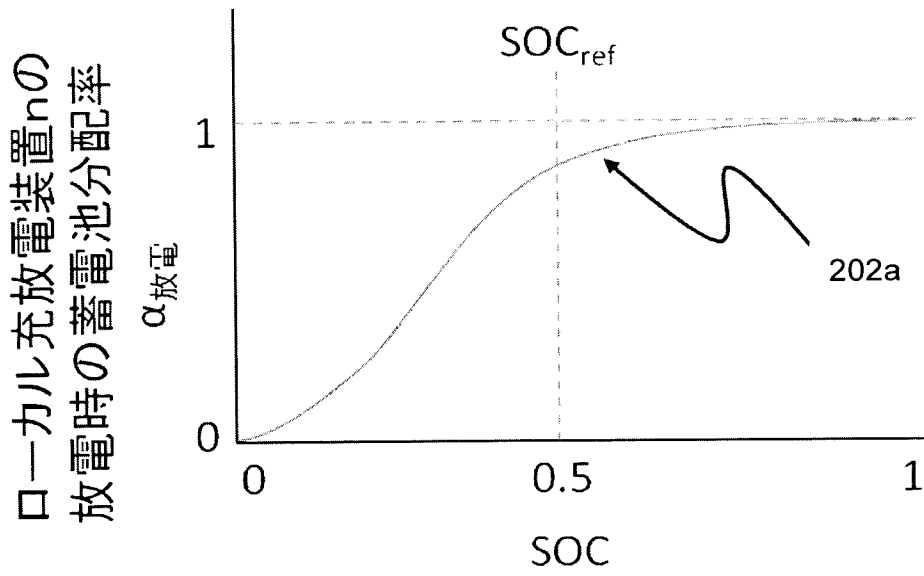
[図1]



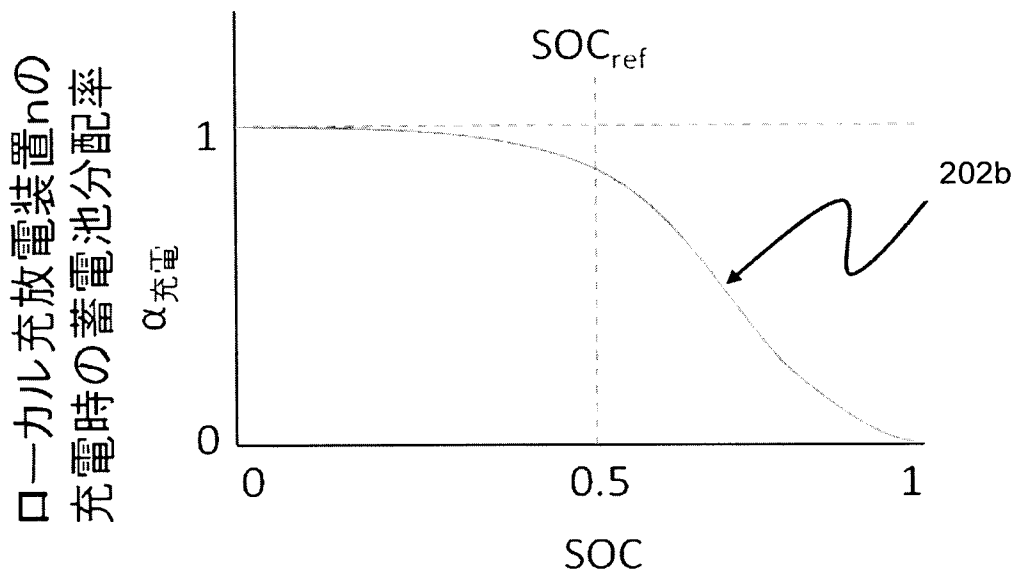
[図2]



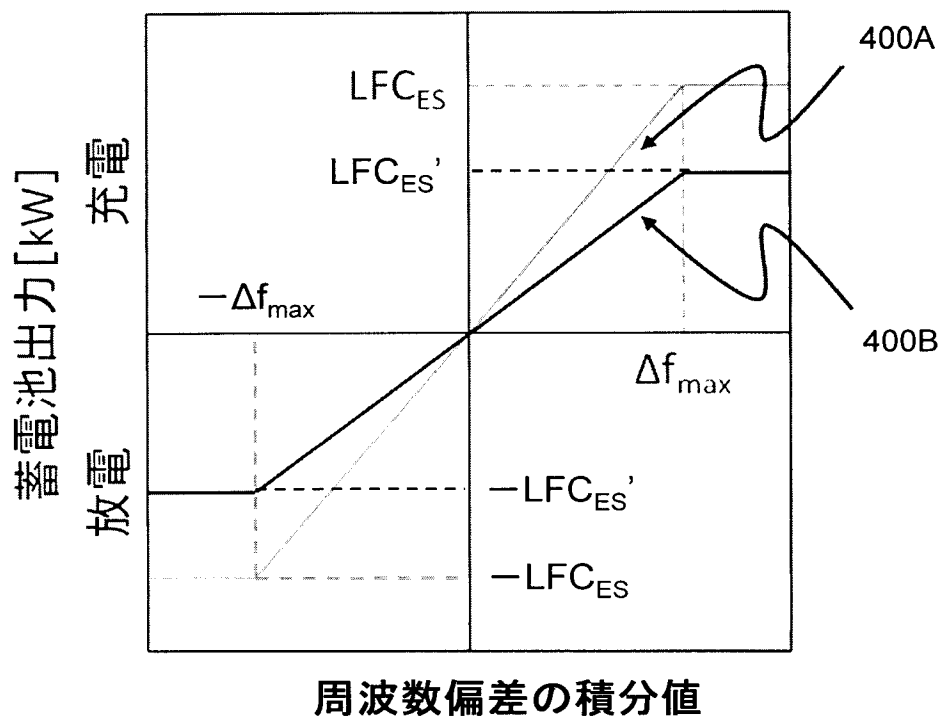
[図3A]



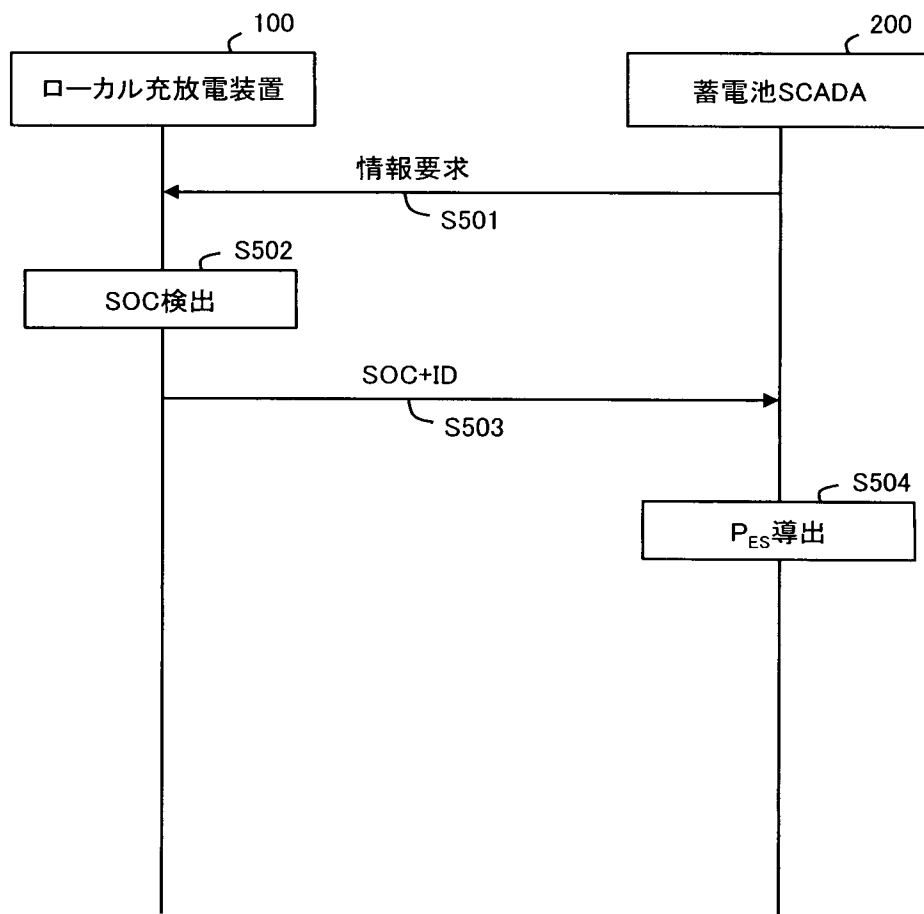
[図3B]



[図4]

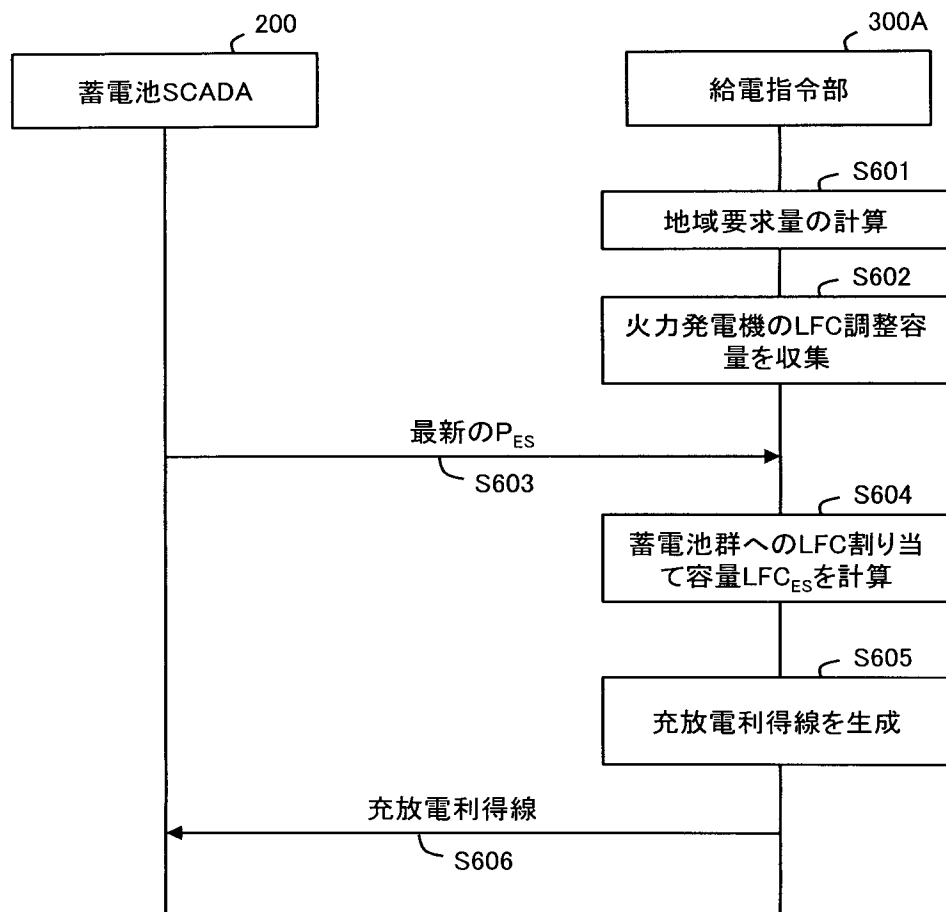


[図5]

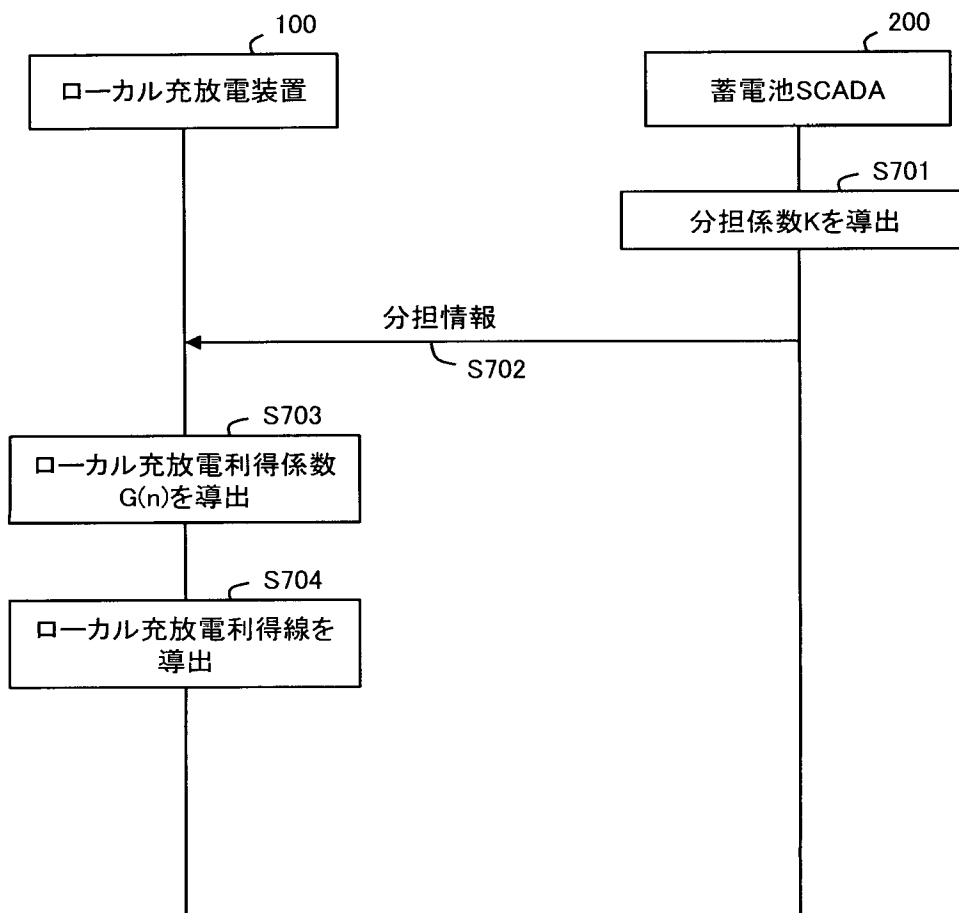




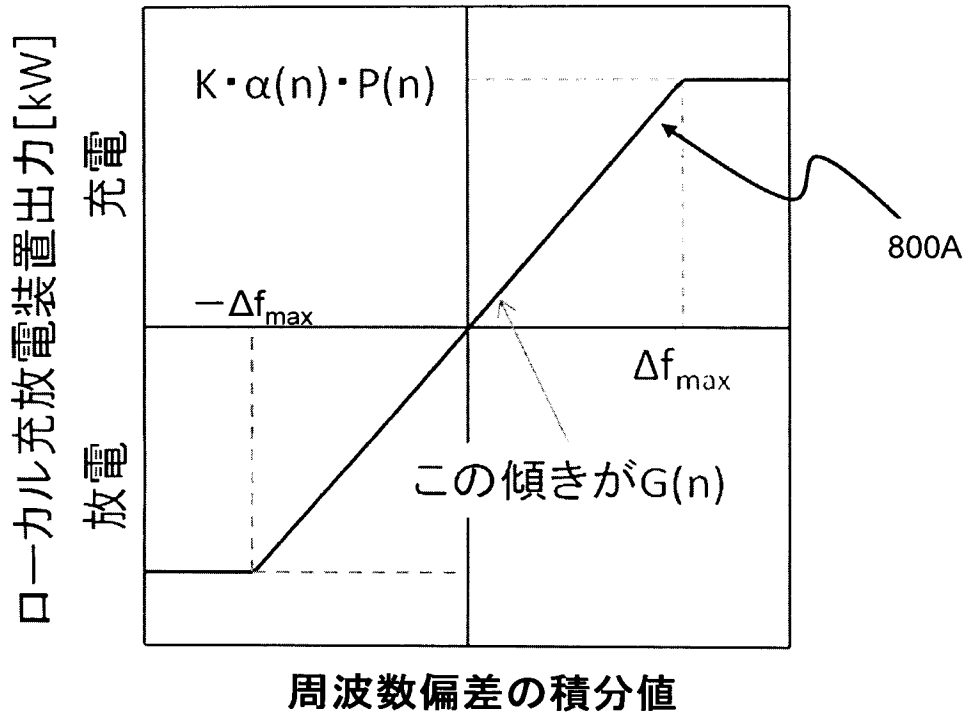
[図6]



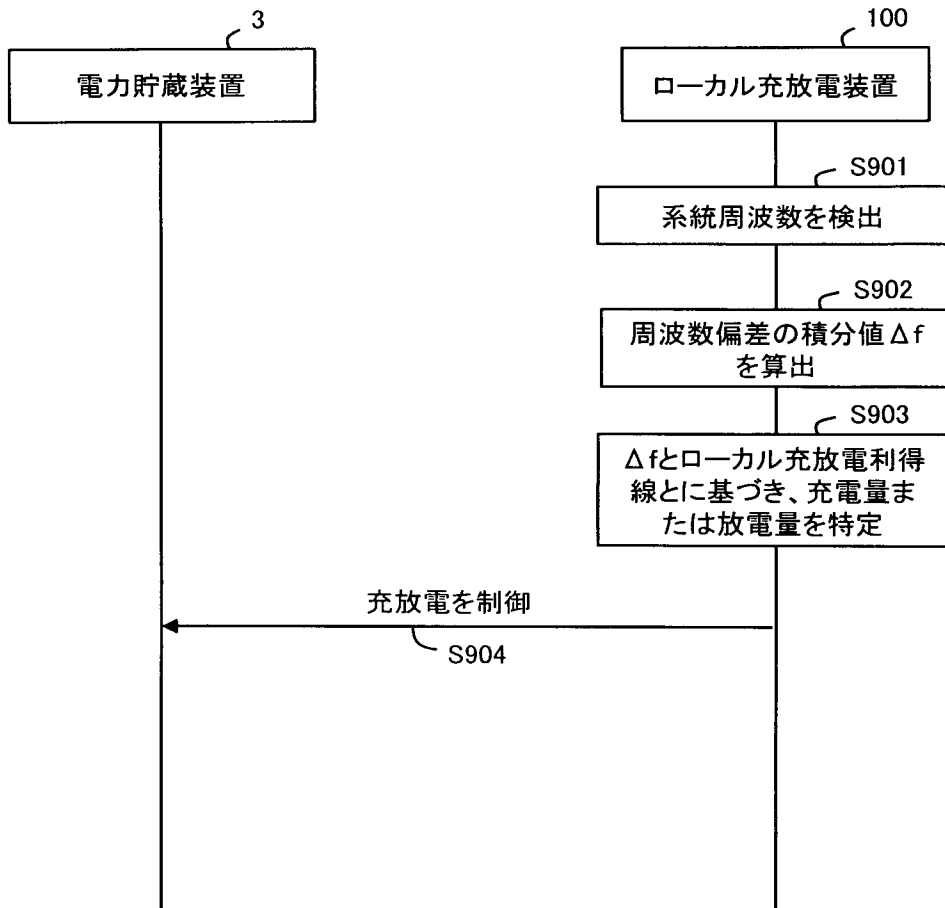
[図7]



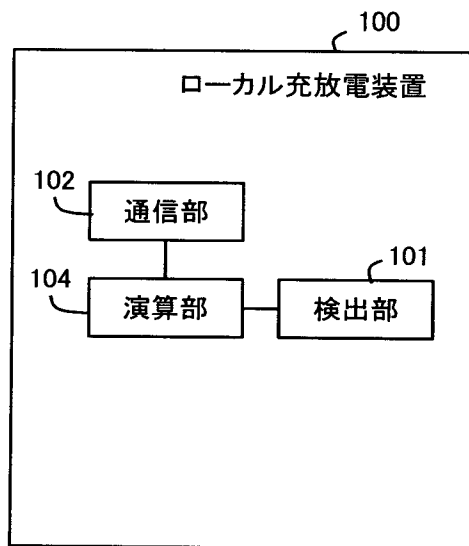
[図8]



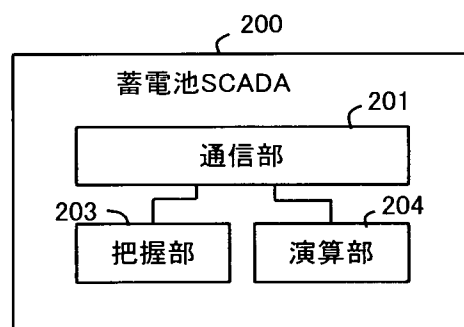
[図9]



[図10]

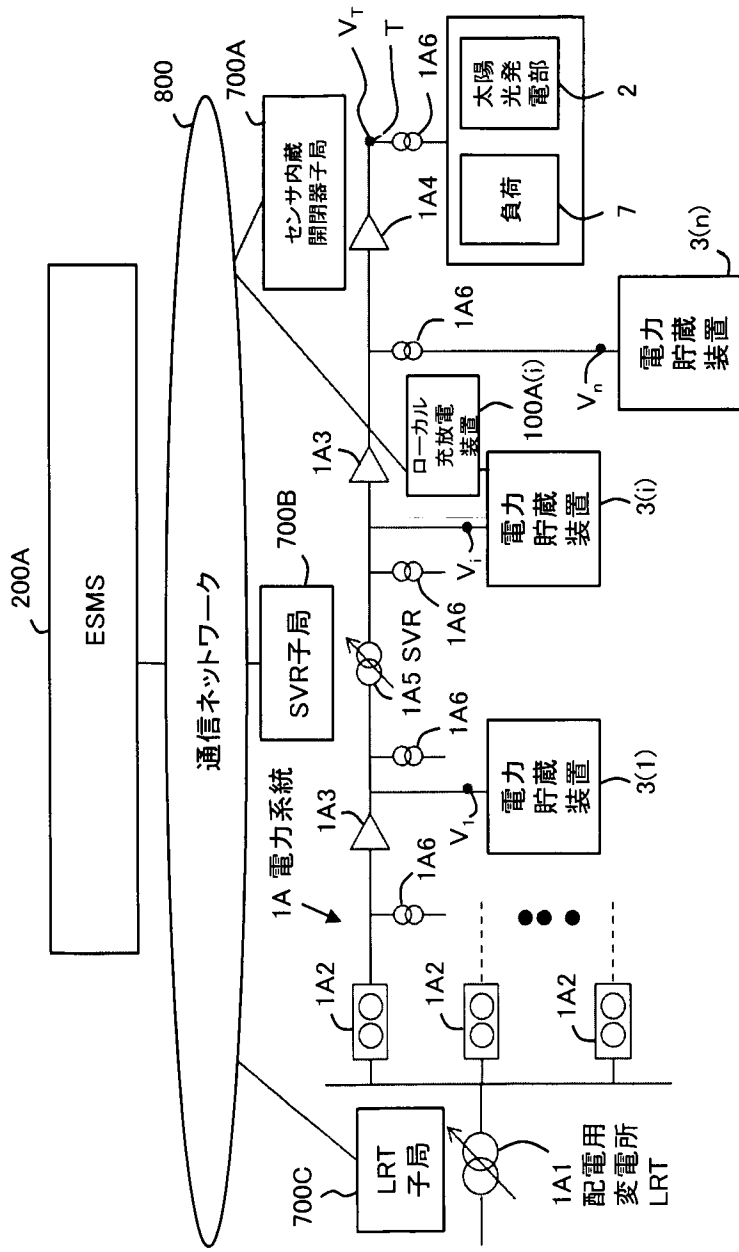


[図11]

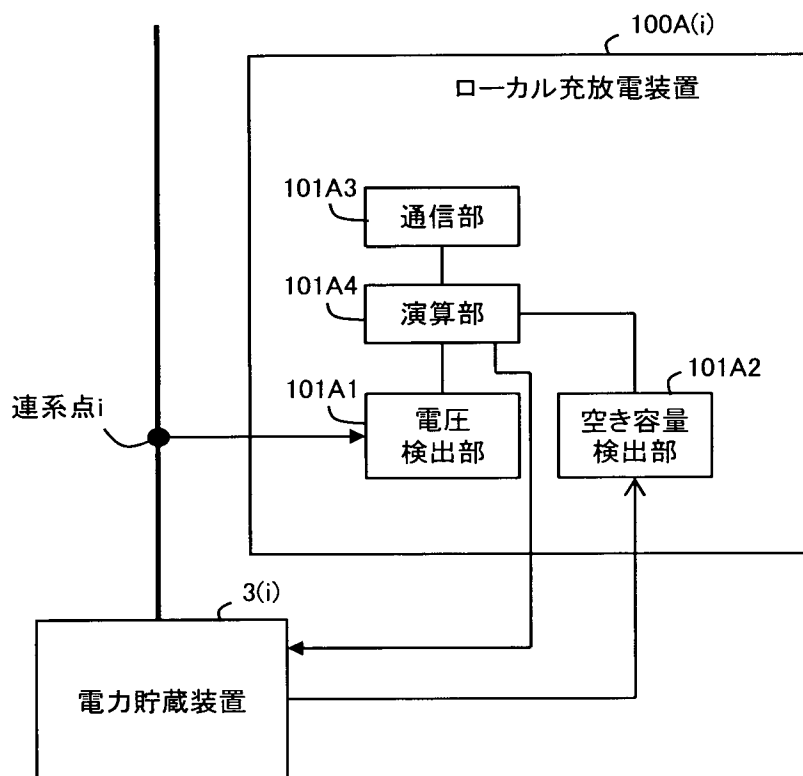


[図12]

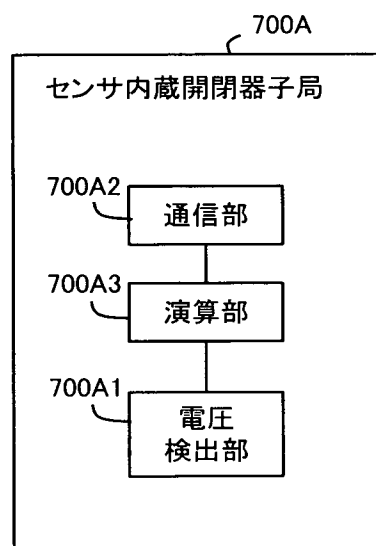
1000A 電力制御システム



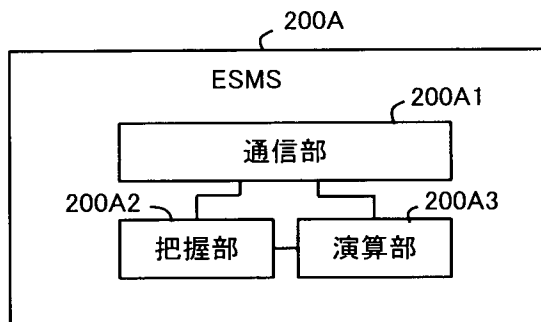
[図13]



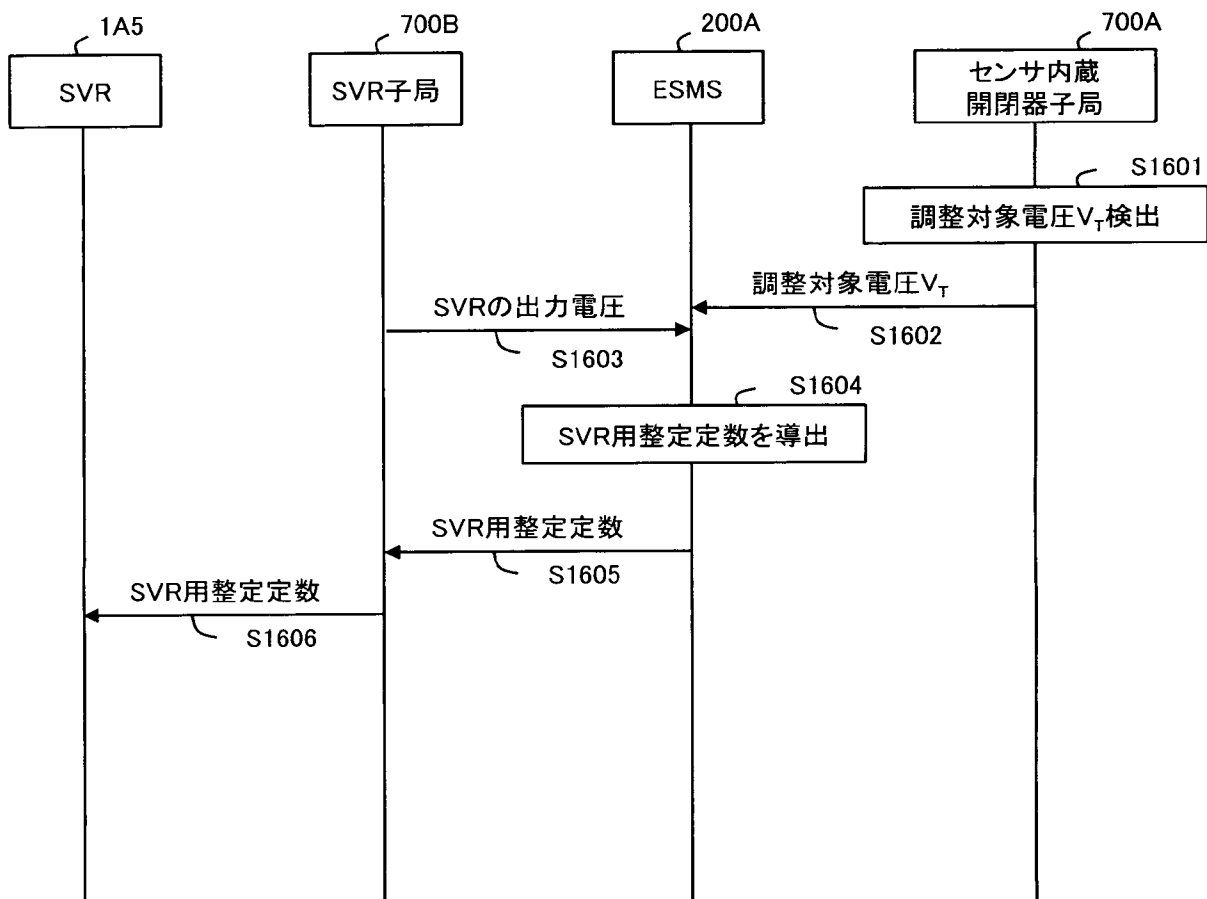
[図14]



[図15]

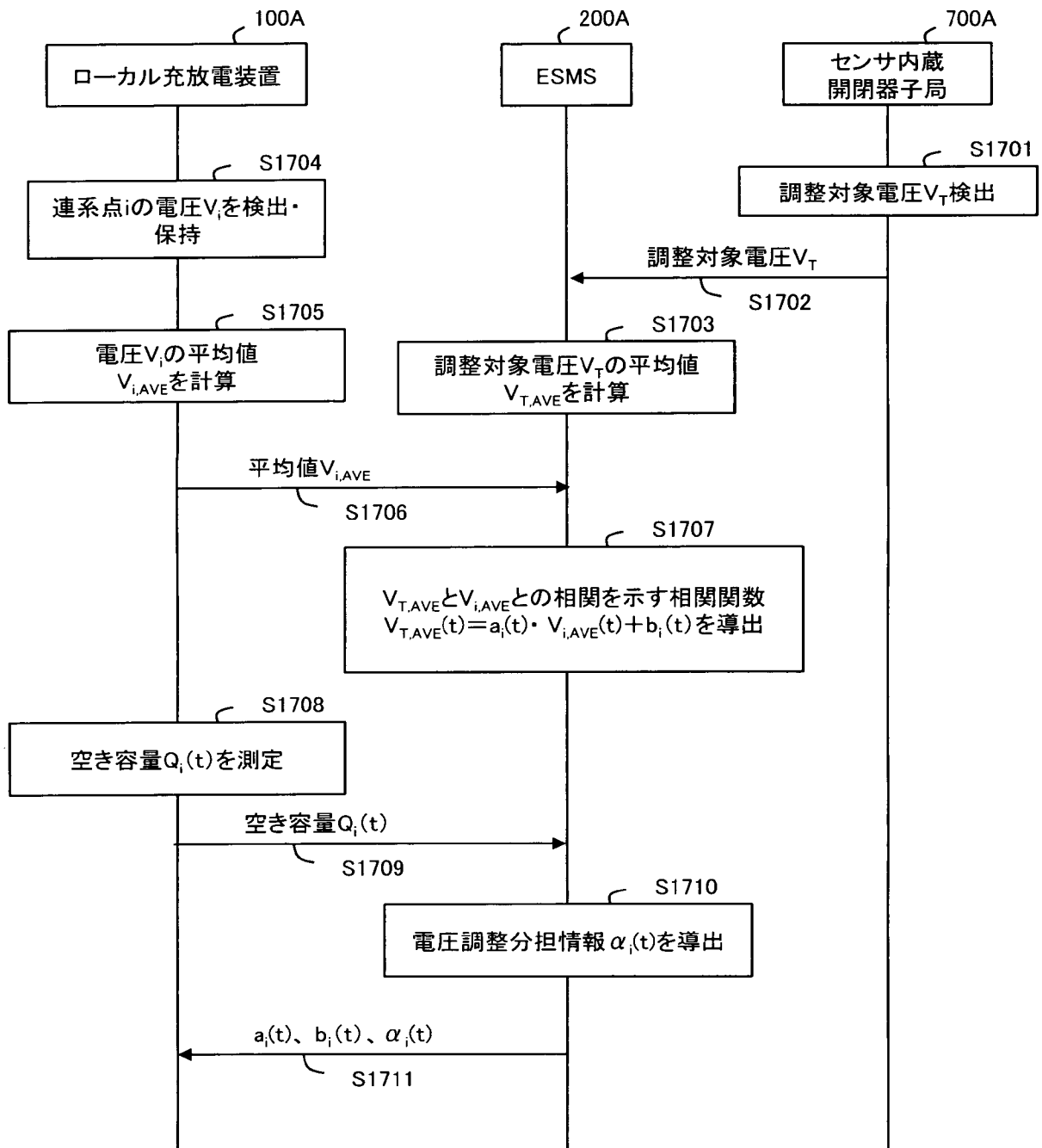


[図16]

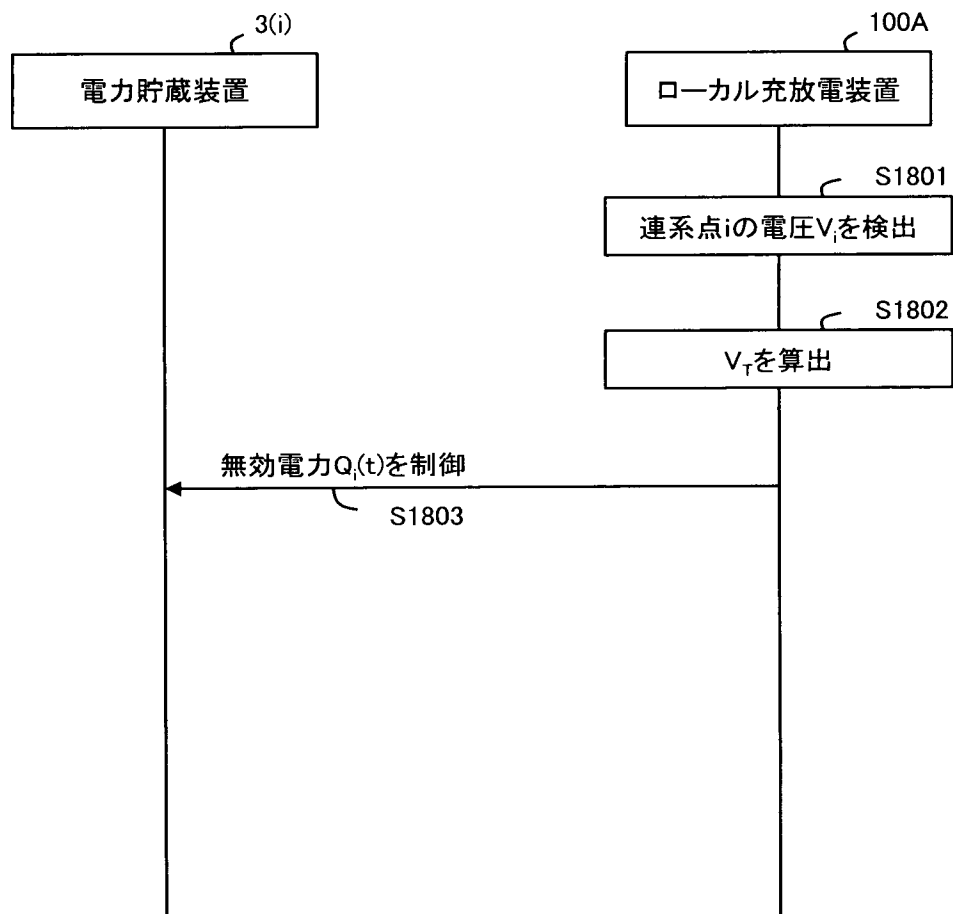




[図17]



[図18]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2014/052767

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
H02J3/32(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
H02J3/00-5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-37085 A (The Kansai Electric Power Co., Inc.), 09 February 2001 (09.02.2001), paragraphs [0022] to [0034] (Family: none)	1-13
A	JP 2012-205436 A (Toshiba Corp.), 22 October 2012 (22.10.2012), entire text; all drawings & US 2012/0249048 A1 & CN 102709961 A	1-13
A	JP 2012-65432 A (Mazda Motor Corp.), 29 March 2012 (29.03.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-13

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 20 March, 2014 (20.03.14)	Date of mailing of the international search report 01 April, 2014 (01.04.14)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02J3/32(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02J3/00-5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2001-37085 A (関西電力株式会社) 2001.02.09, 段落【0022】 - 【0034】 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2012-205436 A (株式会社東芝) 2012.10.22, 全文, 全図 & US 2012/0249048 A1 & CN 102709961 A	1-13
A	JP 2012-65432 A (マツダ株式会社) 2012.03.29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-13

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20.03.2014

国際調査報告の発送日

01.04.2014

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

横田 有光

5 T

3863

電話番号 03-3581-1101 内線 3568