

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5980457号
(P5980457)

(45) 発行日 平成28年8月31日(2016.8.31)

(24) 登録日 平成28年8月5日(2016.8.5)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 R 31/36 (2006.01) GO 1 R 31/36 A
B 6 O R 16/033 (2006.01) B 6 O R 16/033 D

請求項の数 16 (全 27 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-69701(P2016-69701) (22) 出願日 平成28年3月30日(2016.3.30) 審査請求日 平成28年3月30日(2016.3.30) 早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号 (74) 代理人 110000877 龍華国際特許業務法人 (72) 発明者 川村 雅之 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会 社本田技術研究所内 (72) 発明者 藤田 創 東京都港区南青山2丁目1番1号 本田技 研工業株式会社内 審査官 永井 皓喜</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電源装置、該電源装置を有する輸送機器、蓄電部の充電率と開放端電圧の関連情報を推定する推定方法、および該関連情報を推定するためのプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1蓄電部と、
 前記第1蓄電部と比して、エネルギー密度が優れ、出力密度が劣る第2蓄電部と、
 前記第1蓄電部と前記第2蓄電部の間の充放電を担う充放電回路と、前記充放電回路を制御する制御部を有する回路モジュールを含み、
 前記制御部は、
 前記第1蓄電部の充電率と開放端電圧である第1SOCと第1OCVの組合せである第1データと、前記第2蓄電部の充電率と開放端電圧である第2SOCと第2OCVの組合せである第2データを前記第1蓄電部と前記第2蓄電部の間の複数回の電荷移動のそれぞれの前後で取得し、
 基準データを含む前記第1データの集合から、前記第1蓄電部のSOCとOCVの関連情報である第1相関を推定する第1操作を実行し、
 前記制御部が記憶している複数の記憶済データと前記第2データの集合の比較に基づいて、前記第2蓄電部のSOCとOCVの関連情報である第2相関を推定する第2操作を実行する

ことを特徴とする電源装置。

【請求項2】

前記基準データは、前記第1蓄電部の複数の劣化状態において同一のOCVに対するSOCの偏差が閾値以下である第1データである

請求項 1 に記載の電源装置。

【請求項 3】

前記制御部は、

前記第 2 蓄電部の劣化状態と前記記憶済データを対応付けて記憶しており、

前記第 2 蓄電部の現在の劣化状態を推定し、

前記複数の記憶済データのうち前記現在の劣化状態より進行した劣化状態が対応付けられた記憶済データのみと前記第 2 データの集合を比較する

請求項 1 又は 2 に記載の電源装置。

【請求項 4】

前記制御部は、推定した前記第 2 相関に基づいて前記現在の劣化状態を決定する

10

請求項 3 に記載の電源装置。

【請求項 5】

制御部は、前記第 2 相関を前回推定した時刻から前記第 2 蓄電部が充放電した電流の累積値に基づいて、前記複数の記憶済データのうち複数の前記第 2 データの集合と比較する記憶済データを選択する

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の電源装置。

【請求項 6】

前記制御部は、前記電流の累積値に対応する劣化状態より予め定められた値以上進行した劣化状態が対応付けられた前記記憶済データを除外して、複数の前記第 2 データの集合と比較する前記記憶済データを選択する

20

請求項 5 に記載の電源装置。

【請求項 7】

前記制御部は、前記第 1 データの集合に対する近似曲線または近似直線に基づき、前記第 1 相関を生成する

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の電源装置。

【請求項 8】

前記制御部は、前記複数の記憶済データのうち、前記第 2 データの集合に対する適合度がより高い記憶済データをより優先して選択して、前記第 2 相関を生成する

請求項 7 に記載の電源装置。

【請求項 9】

30

前記制御部は、前記第 1 蓄電部の複数の劣化状態において同一の SOC に対する OCV の差分が閾値以下となる SOC である基準 SOC の範囲に前記第 1 蓄電部の SOC が含まれる、または、前記基準 SOC に対応する OCV である基準 OCV の範囲に前記第 1 蓄電部の SOC が含まれるときからの前記第 1 蓄電部への電荷移動量に基づいて、前記電荷移動の後の前記第 1 SOC を取得する

請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の電源装置。

【請求項 10】

前記制御部は、前記電荷移動を行う前の前記第 1 蓄電部の SOC が前記基準 SOC の範囲に含まれない場合、または、前記電荷移動を行う前の前記第 1 蓄電部の OCV が前記基準 OCV の範囲に含まれない場合、前記電荷移動に先立ち、前記第 1 蓄電部の SOC が前記基準 SOC の範囲に含まれる、または、前記第 1 蓄電部の OCV が前記基準 OCV の範囲に含まれるよう、前記第 1 蓄電部と前記第 2 蓄電部との間の充放電を行う

40

請求項 9 に記載の電源装置。

【請求項 11】

前記第 1 蓄電部と前記第 2 蓄電部の少なくとも一方は、駆動部に電力を供給し、

前記充放電回路は、前記第 1 蓄電部、前記第 2 蓄電部、および前記駆動部との間の充放電を担い、

前記制御部は、前記電荷移動を行う間、前記第 1 蓄電部と前記第 2 蓄電部が、前記駆動部との間で充放電を行わないよう前記充放電回路を制御する

請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の電源装置。

50

【請求項 1 2】

前記制御部は、前記第 1 蓄電部の SOC の問合せを受けた場合に、前記第 1 蓄電部の OCV と、前記第 1 相関とに基づいて、前記第 1 蓄電部の SOC を算出して応答し、前記第 2 蓄電部の SOC の問合せを受けた場合に、前記第 2 蓄電部の OCV と前記第 2 相関とに基づいて、前記第 2 蓄電部の SOC を算出して応答する

請求項 1 から 1 1 のいずれか 1 項に記載の電源装置。

【請求項 1 3】

前記第 1 蓄電部は、前記第 2 蓄電部と比して、電池容量が大きい

請求項 1 から 1 2 のいずれか 1 項に記載の電源装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 から 1 3 のいずれか 1 項に記載の電源装置を有する輸送機器。

10

【請求項 1 5】

第 1 蓄電部と、

前記第 1 蓄電部と比して、エネルギー密度が優れ、出力密度が劣る第 2 蓄電部と、

前記第 1 蓄電部と前記第 2 蓄電部の間の充放電を担う充放電回路と、前記充放電回路を制御する制御部を有する回路モジュールとを含む電源装置における、前記第 1 蓄電部の充電率と開放端電圧である SOC と OCV の相関情報と前記第 2 蓄電部の SOC と OCV の相関情報とを推定する推定方法であって、

前記第 1 蓄電部の SOC と OCV である第 1 SOC と第 1 OCV の組合せである第 1 データと、前記第 2 蓄電部の SOC と OCV である第 2 SOC と第 2 OCV の組合せである第 2 データを前記第 1 蓄電部と前記第 2 蓄電部の間の複数回の電荷移動のそれぞれの前後で取得するステップと、

20

基準データを含む前記第 1 データの集合から、前記第 1 蓄電部の SOC と OCV の前記相関情報である第 1 相関をする第 1 操作を実行するステップと、

前記制御部が記憶している複数の記憶済データと前記第 2 データの集合の比較に基づいて、前記第 2 蓄電部の SOC と OCV の前記相関情報である第 2 相関を推定する第 2 操作を実行するステップと

を含む推定方法。

【請求項 1 6】

第 1 蓄電部と、

前記第 1 蓄電部と比して、エネルギー密度が優れ、出力密度が劣る第 2 蓄電部と、

前記第 1 蓄電部と前記第 2 蓄電部の間の充放電を担う充放電回路と、前記充放電回路を制御する制御部とを有する回路モジュールを含む電源装置における、前記第 1 蓄電部の充電率と開放端電圧である SOC と OCV の相関情報と前記第 2 蓄電部の SOC と OCV の相関情報とを推定するためのプログラムであって、

前記第 1 蓄電部の SOC と OCV である第 1 SOC と第 1 OCV の組合せである第 1 データと、前記第 2 蓄電部の SOC と OCV である第 2 SOC と第 2 OCV の組合せである第 2 データを前記第 1 蓄電部と前記第 2 蓄電部の間の複数回の電荷移動のそれぞれの前後で取得するステップと、

基準データを含む前記第 1 データの集合から、前記第 1 蓄電部の SOC と OCV の前記相関情報である第 1 相関をする第 1 操作を実行するステップと、

40

前記制御部が記憶している複数の記憶済データと前記第 2 データの集合の比較に基づいて、前記第 2 蓄電部の SOC と OCV の前記相関情報である第 2 相関を推定する第 2 操作を実行するステップと

をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電源装置、該電源装置を有する輸送機器、蓄電部の充電率と開放端電圧の相関情報を推定する推定方法、および該相関情報を推定するためのプログラムに関する。

50

【背景技術】

【0002】

複数の蓄電池を備えるシステムにおいて、その蓄電池間で充放電を行うことにより、SOC(State Of Charge、充電率)を把握する技術が知られている。

[先行技術文献]

[特許文献]

[特許文献1]特開2008 220080号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところでSOCの把握は、蓄電部のSOCとOCVの関連情報と測定したOCVを用いて行うことが一般的である。この蓄電部のSOCとOCVの関連情報は、予め設定されるか、またはSOC把握に精度を高めるべく、何らかのパラメータに基づいて推定される。しかし、蓄電部のSOCとOCVの関連情報を効率的に推定することができないという課題があった。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の第1の態様における電源装置は、第1蓄電部と、第1蓄電部と比してエネルギー密度が優れ出力密度が劣る第2蓄電部と、第1蓄電部と第2蓄電部の間の充放電を担う充放電回路と、充放電回路を制御する制御部を有する回路モジュールを含み、制御部は、第1蓄電部の充電率と開放端電圧である第1SOCと第1OCVの組合せである第1データと、第2蓄電部の充電率と開放端電圧である第2SOCと第2OCVの組合せである第2データを第1蓄電部と第2蓄電部の間の複数回の電荷移動のそれぞれの前後で取得し、基準データを含む第1データの集合から、第1蓄電部のSOCとOCVの関連情報である第1相関を推定する第1操作を実行し、制御部が記憶している複数の記憶済データと第2データの集合の比較に基づいて、第2蓄電部のSOCとOCVの関連情報である第2相関を推定する第2操作を実行する。

【0005】

本発明の第2の態様における輸送機器は、上記の電源装置を有する。

【0006】

本発明の第3の態様における方法は、第1蓄電部と、第1蓄電部と比して、エネルギー密度が優れ、出力密度が劣る第2蓄電部と、第1蓄電部と第2蓄電部の間の充放電を担う充放電回路と、充放電回路を制御する制御部を有する回路モジュールとを含む電源装置における、第1蓄電部の充電率と開放端電圧であるSOCとOCVの関連情報と第2蓄電部のSOCとOCVの関連情報とを推定する推定方法であって、第1蓄電部のSOCとOCVである第1SOCと第1OCVの組合せである第1データと、第2蓄電部のSOCとOCVである第2SOCと第2OCVの組合せである第2データを第1蓄電部と第2蓄電部の間の複数回の電荷移動のそれぞれの前後で取得するステップと、基準データを含む第1データの集合から、第1蓄電部のSOCとOCVの関連情報である第1相関をする第1操作を実行するステップと、制御部が記憶している複数の記憶済データと第2データの集合の比較に基づいて、第2蓄電部のSOCとOCVの関連情報である第2相関を推定する第2操作を実行するステップとを含む。

【0007】

本発明の第4の態様におけるプログラムは、第1蓄電部と、第1蓄電部と比して、エネルギー密度が優れ、出力密度が劣る第2蓄電部と、第1蓄電部と第2蓄電部の間の充放電を担う充放電回路と、充放電回路を制御する制御部とを有する回路モジュールを含む電源装置における、第1蓄電部の充電率と開放端電圧であるSOCとOCVの関連情報と第2蓄電部のSOCとOCVの関連情報とを推定するためのプログラムであって、第1蓄電部のSOCとOCVである第1SOCと第1OCVの組合せである第1データと、第2蓄電部のSOCとOCVである第2SOCと第2OCVの組合せである第2データを第1蓄電

10

20

30

40

50

部と第2蓄電部間の複数回の電荷移動のそれぞれの前後で取得するステップと、基準データを含む第1データの集合から、第1蓄電部のSOCとOCVの相関情報である第1相関をする第1操作を実行するステップと、制御部が記憶している複数の記憶済データと第2データの集合の比較に基づいて、第2蓄電部のSOCとOCVの相関情報である第2相関を推定する第2操作を実行するステップとをコンピュータに実行させる。

【0008】

なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本実施形態に係る輸送機器のブロック図である。

【図2】単一の蓄電池を用いた場合による電力出力と、2つの蓄電池を用いた場合による電力出力とを比較するための図である。

【図3】蓄電池のSOC-OCVカーブを説明する図である。

【図4】SOC-OCVカーブを確定するまでの手順を説明する図である。

【図5】平面空間上で座標を確定させるための演算を説明する図である。

【図6】電池ECU130の内部ブロック図を、電池ECU130用のプログラムを格納する記録媒体290とともに示す。

【図7】蓄電池部間充放電を行う毎に第1蓄電池111及び第2蓄電池121のそれぞれの(SOC, OCV)データが取得される様子を示す。

【図8】収集した第1蓄電池111の(SOC, OCV)データから、第1蓄電池111の現在のSOC-OCVカーブを確定する処理を説明するための図である。

【図9】第2蓄電池121の(SOC, OCV)データに対するマッチング対象のSOC-OCVカーブを選択する処理を説明する図である。

【図10】収集した第2蓄電池121の(SOC, OCV)データから、第2蓄電池121の現在のSOC-OCVカーブを確定する処理を説明するための図である。

【図11】SOC-OCVカーブを確定させるまでのフロー図である。

【図12】第1蓄電池111および第2蓄電池121の少なくとも一方の(SOC, OCV)データを取得するためのフロー図である。

【図13】複数の(SOC, OCV)データからSOC-OCVカーブを確定するためのフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0011】

図1は、本実施形態に係る輸送機器10のブロック図である。本実施形態に係る輸送機器は、例えば電動自動車である。以下においては、本実施形態に係る蓄電装置100が電動自動車に搭載されて利用される場合を想定して説明する。なお、蓄電装置100は、電源装置の一例である。

【0012】

輸送機器10は、搭載された蓄電装置100から供給される駆動電力をパワードライブユニットであるPDU141が受け、PDU141がモータジェネレータMGを回転駆動させることにより走行する。

【0013】

PDU141は、蓄電装置100と、主正母線MPLおよび主負母線MNLとで接続されている。平滑コンデンサCは、主正母線MPLと主負母線MNLとの間に接続されており、導通する電力の高周波成分を低減する。第3電圧センサ142は、主正母線MPLと主負母線MNLとの間の電圧Vhを検出し、検出された電圧Vhは、PDU141の制御

10

20

30

40

50

に利用される。

【 0 0 1 4 】

P D U 1 4 1 は、主正母線 M P L および主負母線 M N L から供給される駆動電力（直流電力）を交流電力に変換してモータジェネレータ M G へ出力する。モータジェネレータ M G は、例えば、三相交流回転電機を含む。モータジェネレータ M G は、動力伝達機構および駆動軸を介して車輪を回転させる。また、P D U 1 4 1 は、車輪の減速時においてモータジェネレータ M G が発電する交流電力を直流電力に変換し、回生電力として主正母線 M P L および主負母線 M N L へ出力する。

【 0 0 1 5 】

蓄電装置 1 0 0 が備える第 1 蓄電池 1 1 1 および第 2 蓄電池 1 2 1 は、モータジェネレータが発電する回生電力と、外部電源 1 5 3 からの外部電力とによって充電される。

10

【 0 0 1 6 】

充電コンバータ 1 5 1 は、主正母線 M P L および主負母線 M N L と受電部 1 5 2 との間に設けられる。そして、充電コンバータ 1 5 1 は、受電部 1 5 2 を介して外部電源 1 5 3（例えば家庭用 A C 電源）から供給される交流電力を直流電力に変換して主正母線 M P L および主負母線 M N L へ出力する。受電部 1 5 2 は、外部電源 1 5 3 から供給される交流電力を入力するための入力端子である。なお、充電コンバータ 1 5 1 は、主正母線 M P L および主負母線 M N L に代えて、あるいは追加して、正極線 P L 1 および負極線 N L 1 に接続されていても良く、正極線 P L 2 および負極線 N L 2 に接続されていても良い。

【 0 0 1 7 】

20

蓄電装置 1 0 0 は、第 1 蓄電モジュール 1 0 1、第 2 蓄電モジュール 1 0 2 および充放電回路モジュール 1 0 3 を含む。第 1 蓄電モジュール 1 0 1 は、第 1 蓄電池 1 1 1、第 1 電圧センサ 1 1 2、第 1 電流センサ 1 1 3、および第 1 スイッチ 1 1 4 を有する。第 2 蓄電モジュール 1 0 2 は、第 1 蓄電モジュール 1 0 1 と同様の構成であり、第 2 蓄電池 1 2 1、第 2 電圧センサ 1 2 2、第 2 電流センサ 1 2 3、および第 2 スイッチ 1 2 4 を有する。充放電回路モジュール 1 0 3 は、第 1 蓄電池 1 1 1 と第 2 蓄電池 1 2 1 の間の充放電を担う。充放電回路モジュール 1 0 3 は、制御部としての電池 E C U 1 3 0 と、充放電回路として機能しうる第 1 V C U 1 3 1、第 2 V C U 1 3 2、および第 3 スイッチ 1 3 3 とを有する。

【 0 0 1 8 】

30

本実施形態において第 1 蓄電部として機能する第 1 蓄電池 1 1 1、および第 2 蓄電部として機能する第 2 蓄電池 1 2 1 は、充放電可能な直流電源であり、たとえば、リチウムイオン電池やニッケル水素電池、ナトリウムイオン電池、リチウム硫黄電池などの二次電池を含む。他にも、コンデンサ、キャパシタなどの充放電が可能な素子であっても良い。ただし、第 1 蓄電池 1 1 1 と第 2 蓄電池 1 2 1 は、互いに特性が異なる電池である。具体的には、第 1 蓄電池 1 1 1 は第 2 蓄電池 1 2 1 より単位質量あたりの出力電力である質量出力密度が大きい、いわゆる高出力型バッテリーである。一方、第 2 蓄電池 1 2 1 は第 1 蓄電池 1 1 1 より単位質量あたりの貯蔵電力である質量エネルギー密度が大きい、いわゆる高容量型バッテリーである。第 1 蓄電池 1 1 1 は第 2 蓄電池 1 2 1 より単位容積あたりの出力電力である容積出力密度が大きくて良く、第 2 蓄電池 1 2 1 は第 1 蓄電池 1 1 1 より単位容積あたりの貯蔵電力である容積エネルギー密度が大きくて良い。このように、単位質量または単位容積あたりに第 1 蓄電池 1 1 1 から取り出せる電力は、単位質量または単位容積あたりに第 2 蓄電池 1 2 1 から取り出せる電力より大きい。一方、単位質量または単位容積あたりに第 2 蓄電池 1 2 1 が貯蔵できる電力は、単位質量または単位容積あたりに第 1 蓄電池 1 1 1 が貯蔵できる電力より大きい。このように、第 1 蓄電池 1 1 1 は、第 2 蓄電池 1 2 1 と比して、エネルギー密度が劣り、出力密度が優れる。また、第 2 蓄電池 1 2 1 は、第 1 蓄電池 1 1 1 と比して、大きい電池容量を有してよい。

40

【 0 0 1 9 】

第 1 蓄電池 1 1 1 は、正極線 P L 1 および負極線 N L 1 を介して第 1 V C U 1 3 1 に接続されている。第 1 電圧センサ 1 1 2 は、正極線 P L 1 と負極線 N L 1 との間の電圧すな

50

わち第1蓄電池111の電圧 V_1 を検出し、その検出値を電池ECU130へ出力する。第1電流センサ113は、第1蓄電池111に対して入出力される電流 I_1 を検出し、その検出値を電池ECU130へ出力する。

【0020】

第1スイッチ114は、正極線PL1と負極線NL1の電路を開閉するスイッチであり、電池ECU130からの開閉指示信号 CW_1 を受けて、開状態と閉状態を切り替える。第1スイッチ114が開状態であるときに第1電圧センサ112によって検出される V_1 は、第1蓄電池111におけるOCVである OCV_1 となる。

【0021】

第2蓄電池121は、正極線PL2および負極線NL2を介して第2VCU132に接続されている。第2電圧センサ122は、正極線PL2と負極線NL2との間の電圧すなわち第2蓄電池121の電圧 V_2 を検出し、その検出値を電池ECU130へ出力する。第2電流センサ123は、第2蓄電池121に対して入出力される電流 I_2 を検出し、その検出値を電池ECU130へ出力する。

【0022】

第2スイッチ124は、正極線PL2と負極線NL2の電路を開閉するスイッチであり、電池ECU130からの開閉指示信号 CW_2 を受けて、開状態と閉状態を切り替える。第2スイッチ124が開状態であるときに第2電圧センサ122によって検出される V_2 は、第2蓄電池121におけるOCVである OCV_2 となる。

【0023】

なお、第1電流センサ113および第2電流センサ123は、それぞれ対応する蓄電池から出力される電流（放電電流）を正值として検出し、入力される電流（充電電流および回生電流）を負値として検出する。図1では、それぞれ正極線の電流を検出する構成として示すが、負極線の電流を検出するように構成しても良い。

【0024】

第1VCU131は、正極線PL1および負極線NL1と、接続正極線BPLおよび接続負極線BNLとの間に設けられ、電池ECU130からの制御信号 CV_1 を受けて、正極線PL1および負極線NL1と、接続正極線BPLおよび接続負極線BNLとの間で電圧変換を行う。第2VCU132は、正極線PL2および負極線NL2と、接続正極線BPLおよび接続負極線BNLとの間に設けられ、電池ECU130からの制御信号 CV_2 を受けて、正極線PL2および負極線NL2と、接続正極線BPLおよび接続負極線BNLとの間で電圧変換を行う。

【0025】

接続正極線BPLは、主正母線MPLと接続され、接続負極線BNLは、主負母線MNLに接続される。その接続部には、第3スイッチ133が設けられている。第3スイッチ133は、接続正極線BPLと主正母線MPL、および接続負極線BNLと主負母線MNLの電路を開閉するスイッチであり、電池ECU130からの開閉指示信号 CW_3 を受けて、開状態と閉状態を切り替える。

【0026】

以上の構成においては、第1スイッチ114と第3スイッチ133を閉状態、第2スイッチ124を開状態とした場合には、第1蓄電池111の電力がPDU141へ供給される。また、第2スイッチ124と第3スイッチ133を閉状態、第1スイッチ114を開状態とした場合には、第2蓄電池121の電力がPDU141へ供給される。また、第1スイッチ114と第2スイッチ124と第3スイッチ133を閉状態とした場合には、第1蓄電池111の電力と第2蓄電池121の電力が共にPDU141へ供給される。ただし、第1蓄電池111の電力と第2蓄電池121の電力を共にPDU141へ供給する場合には、供給電圧が同じになるように、第1VCU131および第2VCU132によって電圧変換が成される。なお、PDU141から回生電力が供給される場合、または外部電源153から外部電力が供給される場合には、電力の流れは上記の各場合における逆向きとなる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 7 】

また、本実施形態においては、それぞれの蓄電池に電圧変換ユニットであるV C Uを設けるいわゆる2 V C U方式を採用するが、一方の蓄電池の出力電圧に対して他方の蓄電池の出力電圧を調整する観点からは、いずれかに一つのV C Uを設けるいわゆる1 V C U方式を採用しても良い。1 V C U方式であれば、V C Uを設置するスペースの削減に寄与する。また、コストの削減、重量の削減にも寄与する。この場合には、P D U 1 4 1へ供給される電圧は、V C Uが設けられない蓄電池の出力電圧となるが、この制約が不都合である場合には2 V C U方式を採用すれば良い。

【 0 0 2 8 】

なお、コンバータは、大別すると昇圧型、降圧型、昇降圧型に分類されるが、第1 V C U 1 3 1、第2 V C U 1 3 2は、いずれの型のコンバータも採用し得る。また、第1 V C U 1 3 1、第2 V C U 1 3 2に採用するコンバータの型を異ならせても良い。第1蓄電池1 1 1および第2蓄電池1 2 1とコンバータの型を適宜組み合わせることにより、要求仕様を満たす全体としてあたかも一つのバッテリーとして利用することができる。

【 0 0 2 9 】

第1スイッチ1 1 4と第2スイッチ1 2 4を閉状態、第3スイッチ1 3 3を開状態とした場合には、第1蓄電池1 1 1と第2蓄電池1 2 1の間で充放電が行われる。この蓄電池部間充放電は、電池E C U 1 3 0からの制御信号C V₁によって決定される第1 V C U 1 3 1の変換電圧値と、制御信号C V₂によって決定される第2 V C U 1 3 2の変換電圧値との差に応じて、電力の流れが定まる。したがって、電池E C U 1 3 0は、変換電圧値を指示する制御信号C V₁およびC V₂をそれぞれのV C Uに送信することにより、どちらの蓄電池を電力の供給側とし、どちらの蓄電池を電力の受容側とするか制御することができる。なお、第1 V C U 1 3 1と第2 V C U 1 3 2の一方のハイサイドスイッチを「閉」かつローサイドスイッチを「開」に固定することで電圧変換を停止し、蓄電池の出力電圧をそのまま出力するいわゆる直結モードで制御して、他方の変換電圧値を変更するように制御しても良い。このとき、電池E C U 1 3 0は、V₁とI₁を監視すれば、第1蓄電池1 1 1における充放電量を把握することができ、V₂とI₂を監視すれば、第2蓄電池1 2 1における充放電量を把握することができる。

【 0 0 3 0 】

上記のように、本実施形態における蓄電装置1 0 0は、互いに特性が異なる2つの蓄電池を備える。互いに特性が異なる複数の蓄電池を用いるシステムは、それぞれの蓄電池の特性や状態に応じて、要求される電力の供給に対してどのように応えるか、細かく制御する必要がある。そこでまず、単一の蓄電池を用いた場合による電力出力と、特性が異なる複数の蓄電池を用いた場合による電力出力の違いについて説明する。

【 0 0 3 1 】

図2は、単一の蓄電池を用いた場合による電力出力と、特性が異なる2つの蓄電池を用いた場合による電力出力とを比較するための図である。横軸は時間経過を表わし、縦軸は電力出力を表わす。電力出力が負の領域は、例えば回生電力によって電力受容がなされることを表わす。

【 0 0 3 2 】

実線で示されるS Bは、蓄電装置が一つの蓄電池によって構成される場合の、出力電力の変化を表わす。蓄電装置が一つの蓄電池のみを備える場合には、負荷側から要求される電力をその能力の範囲において要求されるままに出力し、入力される電力をそのまま受け入れる。したがって、短時間で大きな出入力を行う場合もあり、蓄電池が急激に劣化するなどの問題もある。

【 0 0 3 3 】

蓄電装置が特性の異なる2つの蓄電池によって構成される場合には、それぞれの特性に応じて出入力を分担することができる。点線で表わされるO Bは、高出力型バッテリーの出力電力の変化を表わし、二重線で表わされるV Bは、高容量型バッテリーの出力電力の変化を表わしている。各時間において、O Bの値とV Bの値を足し合わせるとS Bの値となる

10

20

30

40

50

。すなわち、負荷側から要求される電力を、高容量型バッテリーと高出力型バッテリーで分担している様子を表わしている。

【 0 0 3 4 】

一般的に高容量型バッテリーは、高出入力および出入力の瞬間的な変動に対して劣化が進行するので、劣化の進行が抑制される範囲で出入力が行われるように制御されることが好ましい。したがって、OBとVBの変化からわかるように、負荷側から大きな出入力が要求される場合には、原則として高出力型バッテリー(OB)が担い、高出力型バッテリーでも応えられない場合に、高容量型バッテリー(VB)が補助する制御が行われる。また、高容量型バッテリーは、あまり高くない値で継続的に出力する場合に適しており、この場合は、高出力型バッテリーの出力は抑えられる。また、高容量型バッテリーは高いレートの充電に相当する回生電力を受け入れた場合に劣化しやすいという特性を有するので、回生電力はできる限り高出力型バッテリーで受け入れる制御が行われる。なお、回生電力が高出力型バッテリーで受け入れられる容量を上回る場合には、高容量型バッテリーで受入れる以外に、ブレーキを動作させて回生電力の発生を低減しても良い。この場合、高容量型バッテリーの劣化を抑制できる。

10

【 0 0 3 5 】

また、高容量型バッテリーと高出力型バッテリーは、それぞれSOCに基づく劣化影響度も大きく異なる。高容量型バッテリーは、SOCが変動しても、劣化影響度が大きく変動することはない。換言すれば、SOCがいかなる値であっても劣化の進行に大きな影響を与えない。一方、高出力型バッテリーは、SOCが変動すると、劣化影響度もその値に応じて大きく変動する。より詳述すると、SOCが30～70%の中央域では、高出力型バッテリーの劣化影響度は小さいが、この中央域から離れるに従って、劣化影響度は大きくなる。すなわち、中央域から離れるほど劣化が進む。したがって、高容量型バッテリーのSOCが、0～30%の低域や70～100%の高域に属さないように、高容量型バッテリーと高出力型バッテリーの充放電量を調整することが好ましい。

20

【 0 0 3 6 】

このように特性の異なる複数の蓄電池を利用することにより、それぞれの蓄電池の劣化を抑制しつつ、負荷側からのさまざまな出力要求に応えることができる。ただし、それぞれの蓄電池をどのように使い分け、どのような割合で出入力を混合させるかは、蓄電池の現在の状態を正確に把握して、その状態に応じて適宜変更、修正することが重要である。特に、刻々と変化するSOCの正確な把握は、輸送機器の駆動制御に対して非常に重要である。

30

【 0 0 3 7 】

そこで、蓄電池におけるSOCとOCVとの相関関係について説明する。図3は、ある電池のSOC-OCVカーブを示すグラフである。SOC-OCVカーブは、SOCとOCVの関係である相関情報の一例である。横軸は、SOCをパーセント(%)で表わし、縦軸は、OCVをボルト(V)で表わす。

【 0 0 3 8 】

グラフ上に描かれる複数のカーブは、それぞれ異なる容量維持率に対するSOC-OCVカーブを表わしている。容量維持率は、使用が繰り返されることによる劣化や、経時による劣化の程度を示しており、具体的には、新品時において貯蔵できる電気量(100%)に対して、満充電でどれだけ電気量を貯蔵できるかをパーセントで表したものである。例えば、使用を繰り返したある時点において満充電まで充電した場合に、初期の貯蔵電気量に対して80%の電気量しか貯蔵できなくなった蓄電池は、容量維持率80%の蓄電池である。換言すれば容量維持率はその蓄電池の劣化度合いを示していると言える。

40

【 0 0 3 9 】

図3において、実線は容量維持率100%の、点線は90%の、一点鎖線は80%の、二点鎖線は70%の、破線は60%のSOC-OCVカーブを表わす。なお、容量維持率が100%でない場合のSOCは、劣化が進んだ状態における満充電の貯蔵電気量を100%とした場合の充電率である。劣化が進行すると、カーブが全体的に左上方向に遷移す

50

の様子がわかる。例えば、OCVが3.9Vである場合に、容量維持率が90%の場合のSOCは70%であるのに対し、容量維持率が70%の場合のSOCは60%であると読み取れる。多くの蓄電池が概してこのような傾向の性質を示す。

【0040】

すなわち、蓄電装置が搭載する蓄電池が現時点においてどれくらい劣化が進行しているかにより、同じOCVから推定されるSOCが大きく異なってしまうことになる。つまり、OCVを測定しても、蓄電池の劣化状態の考慮なしには、正確にSOCを把握できないことになる。

【0041】

そこで、本実施形態における蓄電装置100は、搭載する第1蓄電池111および第2蓄電池121のそれぞれに対して、予め定められた条件を満たす時点ごとに、SOC-OCVカーブを確定するための充放電制御を実行する。

【0042】

図4は、ある時点においてSOC-OCVカーブを確定するまでの手順を説明するための図である。図3と同じく、横軸は、SOCをパーセント(%)で表わし、縦軸は、OCVをボルト(V)で表わす。また、示されている複数のカーブはそれぞれ、図3で用いた線種に従って、モデル化された蓄電池の、各容量維持率に対するSOC-OCVカーブを表わす。

【0043】

出願人は、さまざまな蓄電池に対して検討を重ねた成果として、容量維持率が互いに異なるSOC-OCVカーブであっても、あるOCVに対するSOCのばらつきが一定の範囲に収まる領域が、多くの蓄電池において存在することを発見した。このような領域を「基準領域」と呼ぶこととする。基準領域は、例えば、SOCが100%に近い範囲で見受けられる。これは、蓄電池の満充電電圧におけるSOCを100%として定義しているため、蓄電池の電圧を満充電電圧の近傍とすれば、容量維持率によらずSOCは100%の近傍となるからである。図4の例では、OCVが V_R の範囲($O_{min} < V < O_{max}$)において、いずれの容量維持率であっても、残容量が S_R ($S_{min} < S < S_{max}$)の範囲に収まることを表わしている。 V_R の範囲のOCVを「基準OCV」と呼び、 S_R の範囲のSOCを「基準SOC」と呼ぶこととする。

【0044】

基準領域の範囲としては、基準OCVの範囲として0.1V (O_{max} と O_{min} の差)、基準SOCの範囲として3% (S_{max} と S_{min} の差)が好ましい。ここでいう基準OCVの範囲は、単セルにおける電圧の範囲であって良い。基準OCVの範囲は、蓄電池の公称電圧の3%であって良い。基準領域の範囲は、対象とする蓄電池の特性や、要求される正確性等に応じて、適宜最適化すれば良い。

【0045】

本実施形態における蓄電装置100は、上記の通り、第1蓄電池111と第2蓄電池121の間で蓄電池部間充放電を行うことができる。すなわち、一方の蓄電池の電力を他方に移すことができる。すると、蓄電池部間充放電を行うことにより、SOC-OCVカーブを確定させたい側の蓄電池のOCVを、その蓄電池における基準OCVの範囲に移動させることができる。基準OCVに対応するSOCは、容量維持率に関わらず基準SOCであるので、その値を例えば S_{min} と S_{max} の平均値とすれば、SOC-OCVの2次元平面(ここでは、「SO平面」と呼ぶ)上の基準領域に、座標 S_{p0} (S_{t0}, O_{t0})をプロットすることができる。

【0046】

その後、予め定められた条件、回数にしたがって、蓄電池部間充放電を繰り返す。このとき、例えばSOC-OCVカーブを確定させたい側の蓄電池が第1蓄電池111である場合には、第1電流センサ113の電流 I_1 を監視することにより、第1蓄電池111のSOCの増減分を算出することができる。また、第1スイッチ114を開状態にすれば、そのときの第1蓄電池111のOCVを検出することもできる。すると、1回の蓄電池部

10

20

30

40

50

間充放電を行うごとに、SO平面上に1つの座標 S_p をプロットすることができる。図4の例では、基準領域内の座標 S_{p_0} を得た後に、蓄電池部間充放電を3回繰り返し、座標 S_{p_1} 、 S_{p_2} 、 S_{p_3} を得ている。

【0047】

例えば電池メーカーによって、蓄電池の型番ごとに各容量維持率に対するSOC-OCVカーブが参照データとして予め準備されている。図4では、100%、90%、80%、70%、60%のそれぞれにおけるSOC-OCVカーブが参照データである。参照データは、例えば5%刻み、あるいは1%刻みなどの、より細かい割合で準備されていると良い。または、容量維持率に対するSOC-OCVカーブの変動が大きい範囲では、小さい範囲より細かい割合で参照データを設けていても良く、データ量および参照データを準備に要する手間を削減できる。蓄電装置100は、具体的には後述するが、この参照データを記憶部に記憶しており、電池ECU130は、適宜参照することができる。

10

【0048】

蓄電池部間充放電を繰り返すことにより複数の座標 S_p を得たら、電池ECU130は、これらの座標に対して最も一致度が高いSOC-OCVカーブを参照データからマッチング処理により選ぶ。例えば、複数の座標 S_p との偏差が最も小さいSOC-OCVカーブを選ぶ。このとき選んだSOC-OCVカーブが、その時点における最も確からしいSOC-OCVカーブとなる。このようにして、その時点における蓄電池のSOC-OCVカーブを推定する。図4の例においては、容量維持率が90%のSOC-OCVカーブである。このSOC-OCVカーブを記憶しておくことにより、外部から要求されるSOCの確認に対して、OCVを計測すれば即座にその時点における高精度なSOCを返すことができる。このように蓄電池部間充放電を行って適宜確定されるSOC-OCVカーブは、その時点における現実のSOC-OCVカーブをより忠実に表わしたものとなるので、現実のSOCに対して非常に近いSOCを外部からの確認要求に対して返すことができる。

20

【0049】

なお、上記の説明においては、まず基準領域内に座標 S_{p_0} が得られるように蓄電池部間充放電をおこなったが、座標 S_p を得る順番はこれに限らない。複数回の蓄電池部間充放電を行った結果、少なくとも1つの座標 S_p が基準領域内に含まれていれば、参照データとマッチング処理を行うことができる。一方の蓄電池のSOCとOCVを基準領域にすべく、過度な蓄電部間充放電を必要とする場合は、複数回の蓄電部間充放電によって、複数の座標を得ながらSOC-OCVカーブを生成する蓄電池の電圧とSOCを基準領域に移すことが好ましい。そして、複数回の蓄電部間充放電によって得た座標を基準領域に基づいて修正することで、基準領域にSOC-OCVカーブを生成する蓄電部の電圧とSOCを基準領域に属するためだけに、過度の蓄電部間充放電を必要としない、正確なSOC-OCVカーブを生成できる。

30

【0050】

また、上記の説明においては、最も一致度が高いSOC-OCVカーブを参照データから選んだが、まずはそれぞれの座標の偏差が閾値以下となる複数のSOC-OCVカーブを選び、その中から他の基準に基づいて一つのSOC-OCVカーブを確定させても良い。他の基準としては、新しく取得した座標ほど偏差が小さいなどが挙げられる。この様な構成とすることで、何らかの事情によって途中で蓄電部間充放電を停止しなければならない状態でも、SOC-OCVカーブを特定できる。

40

【0051】

なお、上記の説明においては、参照データの各SOC-OCVカーブと複数の座標 S_p とのマッチング処理を行うことにより、SOC-OCVカーブを推定している。しかし、広い範囲のSOCで座標 S_p が取得できている場合には、参照データを参照することなく、複数の座標 S_p から近似曲線または近似直線を算出し、当該近似曲線または近似直線をSOC-OCVカーブとして推定しても良い。近似曲線または近似直線は、最小二乗法などに基づくフィッティングによって算出されて良い。SOC-OCV平面における座標S

50

p について、隣接するSOC同士を直線で結ぶことによって各区間の近似直線を算出して良い。座標Spが3点以上の場合は、近似直線の集合としての折れ線が算出される。なお、参照データにおける各容量維持率のSOC-OCVカーブは、例えば電池メーカーが準備する、その型の蓄電池の代表データであるので、信頼性は高い。しかしながら、個々の製品のばらつきまでは対応していないので、そのばらつきは誤差となってしまう。しかし、実測された座標Spから近似曲線または近似直線を算出すれば、個々のばらつきまで吸収した、生のSOC-OCVカーブを得ることができる。したがって、より精度の高いSOC-OCVカーブとして利用できる可能性がある。また、蓄電池の種類によっては、基準領域が存在しない場合もあり得るが、このような場合であっても、実測された座標Spから算出された近似曲線または近似直線と参照データを併用して、SOC-OCVカーブを確定することができる。具体的には、参照データに含まれる各容量維持率のSOC-OCVカーブの中で、実測された座標Spから算出された近似曲線または近似直線と最も近い形状を有するものを、SOC-OCVカーブとして確定する。また、近似曲線または近似直線によりSOC-OCVカーブを推定する場合において、蓄電池の現在の容量維持率を推定するときは、参照データのSOC-OCVカーブのうち近似曲線または近似直線と最も近い形状を有するSOC-OCVカーブに対応する容量維持率を、現在の容量維持率と推定してよい。

10

【0052】

ここで、蓄電池部間充放電をおこなって次の座標Spを確定させる手順について説明する。図5は、平面空間上で座標を確定させるための演算を説明する図である。一つ目のx印で表わされる $S p_n$ は、n個目の座標としてSO平面上にプロットされたものであり、座標値 $(S t_n, O t_n)$ で表わされる。この後に1回の蓄電池部間充放電を行ってプロットされた $n+1$ 個目の座標が、二つ目のx印で表わされる $S p_{n+1}$ である。

20

【0053】

それぞれの座標値の差は、OCVがOCV、SOCがSOCと表わされ、それぞれ正の値の場合もあれば、負の値である場合もある。すなわち、

$$(S t_{n+1}, O t_{n+1}) = (S t_n + SOC, O t_n + OCV)$$

である。ここで、 $O t_n$ も $O t_{n+1}$ も、OCVであるので、これらの値は実測して直接得られる。一方SOCは、 $SOC = S t_{n+1} - S t_n$ であり、

$$SOC = I / C_{full}$$

30

あるいは、

$$SOC = Ah / C_{full}$$

によって算出される。ここで、Iは、時刻 t_n から t_{n+1} までに電流センサが出力する値の総和であり、Ahは、この間に变化した電気量を表わす。また、 C_{full} は、前回のSOC-OCVカーブの確定時点における満充電時の電気量である。 C_{full} は、SOC-OCVカーブが確定されるごとにその値が記憶部に格納される。例えば C_{full} は、SOC-OCVカーブが確定されると、確定されたSOC-OCVカーブに対応する容量維持率と初期容量から定まる。

【0054】

なお、以上の説明では主として、SOC-OCVカーブの確定処理を分かり易く説明することを目的として、二次元平面における座標SPを用いて説明した。座標SPをプロットする、または、座標SPを特定することは、内部処理としては、 (SOC, OCV) のデータを取得して格納することに対応する。また、以上の説明では主として、SOC-OCVカーブの確定処理を分かり易く説明することを目的として、SOC毎について1つのOCVを取得する場合を取り上げて説明した。しかし、SOC毎に1つまたは複数のOCVを取得して良い。

40

【0055】

以上説明したSOC-OCVカーブの確定までを電池ECU130がどのようにおこなっているのか、電池ECU130を機能ブロックで表わして説明する。図6は、電池ECU130の内部ブロック図を、電池ECU130用のプログラムを格納する記録媒体29

50

0とともに示す。

【0056】

図示するように、電池ECU130は、制御および演算の全体を担う制御演算部230、SOC算出部231、計時部232、BATT情報格納部233、確定ライン保持部234を有する。これらの機能ブロックによりSOC-OCVカーブを確定するまでの処理を行う。電池ECU130は、この他にも主に、SOC応答部235を有する。

【0057】

制御演算部230は、第1蓄電池111の充電率と開放端電圧である第1SOCと第1OCVの組合せである第1データと、第2蓄電池121の充電率と開放端電圧である第2SOCと第2OCVの組合せである第2データとを、第1蓄電池111と第2蓄電池121の間の複数回の電荷移動のそれぞれの前後で取得する。なお、第1データとは、例えば第1蓄電池111の(SOC, OCV)データの集合である。第2データとは、例えば第2蓄電池121の(SOC, OCV)データの集合である。

10

【0058】

制御演算部230は、基準データを含む第1データの集合から、第1蓄電池111のSOCとOCVの関連情報である第1相関を生成する第1操作を実行する。制御演算部230は、電池ECU130が記憶している複数の記憶済データと第2データの集合の比較に基づいて、第2蓄電池121のSOCとOCVの関連情報である第2相関を推定する第2操作を実行する。

【0059】

なお、複数の記憶済データは、BATT情報格納部233に記憶されていてよい。また、基準データとは、第1蓄電池111の複数の劣化状態において同一のOCVに対するSOCの偏差が閾値以下である第1データであってよい。

20

【0060】

制御演算部230は、第2蓄電池121の劣化状態と記憶済データを対応付けて記憶してよい。例えば、記憶済データは、異なる容量維持率に対するSOC-OCVカーブであってよい。制御演算部230は、第2蓄電池121の現在の劣化状態を推定し、複数の記憶済データのうち現在の劣化状態より進行した劣化状態が対応付けられた記憶済データのみと第2データの集合を比較して良い。なお、制御演算部230は、推定した第2相関に基づいて現在の劣化状態を決定して良い。

30

【0061】

制御演算部230は、第2相関を前回推定した時刻から第2蓄電池121が充放電した電流の累積値に基づいて、複数の記憶済データのうち複数の第2データの集合と比較する記憶済データを選択して良い。例えば、制御演算部230は、電流の累積値に対応する劣化状態より、予め定められた値以上進行した劣化状態が対応付けられた記憶済データを除外して、複数の第2データの集合と比較する記憶済データを選択して良い。

【0062】

なお、制御演算部230は、第1データの集合に対する近似曲線または近似直線に基づき、第1相関を生成してよい。これに対し、第2相関を生成する場合には、制御演算部230は、複数の記憶済データのうち、第2データの集合に対する適合度がより高い記憶済データをより優先して選択して、第2相関を生成して良い。

40

【0063】

制御演算部230は、第1蓄電池111の複数の劣化状態において同一のSOCに対するOCVの差分が閾値以下となるSOCである基準SOCの範囲に第1蓄電池111のSOCが含まれるときからの第1蓄電池111への電荷移動量に基づいて、電荷移動の後の第1SOCを取得してよい。制御演算部230は、基準SOCに対応するOCVである基準OCVの範囲に第1蓄電池111のSOCが含まれるときからの第1蓄電池111への電荷移動量に基づいて、電荷移動の後の第1SOCを取得して良い。

【0064】

制御演算部230は、電荷移動を行う前の第1蓄電池111のSOCが基準SOCの範

50

囲に含まれない場合、電荷移動に先立ち、第1蓄電池111のSOCが基準SOCの範囲に含まれるよう、第1蓄電池111と第2蓄電池121との間の充放電を行ってよい。制御演算部230は、電荷移動を行う前の第1蓄電池111のOCVが基準OCVの範囲に含まれない場合、電荷移動に先立ち、第1蓄電池111のOCVが基準OCVの範囲に含まれるよう、第1蓄電池111と第2蓄電池121との間の充放電を行って良い。

【0065】

第1蓄電池111と第2蓄電池121の少なくとも一方は、モータジェネレータMGに電力を供給する。なお、モータジェネレータMGは駆動部の一例である。充放電回路モジュール103は、第1蓄電池111、第2蓄電池121、および駆動部の間の充放電を担ってよい。制御演算部230は、電荷移動を行う間、第1蓄電池111と第2蓄電池121が、駆動部との間で充放電を行わないよう充放電回路を制御して良い。

10

【0066】

なお、電池ECU130は一種のコンピュータである。制御演算部230は、例えばMPUによって構成され、例えばMPUの内部記憶部に格納されたプログラムを実行し、当該プログラムに従って蓄電装置100の全体を制御する。電池ECU130により実行されるプログラムは、記録媒体290から電池ECU130に供給される。なお、記録媒体290は、コンピュータにより読み出し可能な媒体の一例である。電池ECU130内においてプログラムまたはコンピュータ命令が格納される任意の媒体を、電池ECU130用のプログラムを格納する媒体とみなすことができる。

【0067】

20

制御演算部230は、充放電回路モジュール103を制御する。また、制御演算部230は、第1スイッチ114、第2スイッチ124、第3スイッチ133を状況に応じて開閉すべく、開閉指示信号 CW_1 、 CW_2 、 CW_3 をそれぞれに向けて送信する。また、第1VCU131、第2VCU132の変換電圧を調整すべく、PWM信号である制御信号 CV_1 、 CV_2 をそれぞれに向けて送信する。SOC算出部231は、第1蓄電池111の(SOC, OCV)データの取得時には、第1電流センサ113から I_1 を取得して、SOCを算出する。同様に、第2蓄電池121の(SOC, OCV)データの取得時には、第2電流センサ123から I_2 を取得して、SOCを算出する。SOC算出部231は、算出したSOCを制御演算部230へ引き渡す。

【0068】

30

計時部232は、蓄電池部間充放電を行った時刻を制御演算部230へ引き渡す。制御演算部230は、(SOC, OCV)データが取得された時刻を内部記憶部に記憶しておき、当該(SOC, OCV)データが取得された時刻から予め定められた経過時間を過ぎた場合に、マッチング処理の対象から除外する。

【0069】

BATT情報格納部233は、上記の参照データを記憶する記憶部である。具体的には、不揮発性のフラッシュメモリ等により構成される。BATT情報格納部233は、参照データを外部機器から取得する。なお、BATT情報格納部233は、参照データを記憶するに限らず、蓄電池に関する様々な情報を記憶しており、必要に応じて制御演算部230へ提供する。BATT情報格納部233は、第1蓄電池111の複数の劣化状態におけるSOCとOCVの相関情報を予め記憶する。BATT情報格納部233は、第2蓄電池121の複数の劣化状態におけるSOCとOCVの相関情報を予め記憶する。例えば、蓄電装置100の製造時に、第1蓄電池111の複数の劣化状態におけるSOCとOCVの相関情報と、第2蓄電池121の複数の劣化状態におけるSOCとOCVの相関情報とが、BATT情報格納部233に格納される。なお、第1蓄電池111および第2蓄電池121のうち、SOC-OCVカーブの推定対象とならない蓄電池については、BATT情報格納部233に相関情報が格納されなくても良い。制御演算部230は、対象SOCと対象OCVを含む複数のデータに対する近似曲線または近似直線に基づき、相関情報を推定して良い。制御演算部230は、BATT情報格納部233が記憶している対象蓄電池の複数の劣化状態におけるSOCとOCVの相関情報のうち、対象SOCと対象OCVを

40

50

含む複数の(SOC, OCV)データに対する適合度がより高い相関情報を、推定する相関情報として、より優先して選択して良い。

【0070】

確定ライン保持部234は、制御演算部230が確定したSOC-OCVカーブを記憶する記憶部である。具体的には、不揮発性のフラッシュメモリ等により構成される。記憶部としてBATT情報格納部233と一体的に構成されていても良い。

【0071】

SOC応答部235は、確定ライン保持部234と接続されている。SOC応答部235は、外部からSOCの問合せを受けると、OCVとして V_1 、 V_2 を取得し、確定ライン保持部234に記憶されたSOC-OCVカーブを参照して、SOCを返す。制御演算部230により第1蓄電池111の相関情報が推定されている場合、SOC応答部235は、第1蓄電池111のSOCの問合せを受けたとき、第1蓄電池111のOCVと、制御演算部230により推定された相関情報とに基づいて、第1蓄電池111のSOCを算出して応答する。制御演算部230により第2蓄電池121の相関情報が推定されている場合、SOC応答部235は、第2蓄電池121のSOCの問合せを受けたとき、第2蓄電池121のOCVと、制御演算部230により推定された相関情報とに基づいて、第2蓄電池121のSOCを算出して応答する。

【0072】

図7は、蓄電池部間充放電を行う毎に第1蓄電池111及び第2蓄電池121のそれぞれの(SOC, OCV)データが取得される様子を示す。図示されるように、制御演算部230は、時刻 t_1 において、第1蓄電池111の(SOC, OCV)データである(SOC_{P1} , SOC_{P1})データと、第2蓄電池121の(SOC, OCV)データである(SOC_{E1} , SOC_{E1})データとを取得する。

【0073】

その後、制御演算部230は、次に(SOC, OCV)データを取得する第1蓄電池111のSOCである取得対象SOCを決定する。制御演算部230は、蓄電池部間充放電を行って、第1蓄電池111のSOCを当該取得対象SOCに変化させる。これにより、第2蓄電池121のSOCも変化する。時刻 t_2 において、第1蓄電池111の(SOC, OCV)データである(SOC_{P2} , SOC_{P2})データと、第2蓄電池121の(SOC, OCV)データである(SOC_{E2} , SOC_{E2})データとを取得する。これにより、1回の蓄電池部間充放電によって、第1蓄電池111および第2蓄電池121のそれぞれの(SOC, OCV)データを取得できる。

【0074】

続いて、制御演算部230は、更なる次の(SOC, OCV)データを取得する第1蓄電池111のSOCである取得対象SOCを決定する。ここで、取得対象SOCは、 SOC_{P1} および SOC_{P2} のいずれとも異なる値である。そして、制御演算部230は、1回の蓄電池部間充放電を行って、第1蓄電池111のSOCを当該取得対象SOCに変化させる。これにより、第2蓄電池121のSOCも変化する。そして、時刻 t_3 において、第1蓄電池111の(SOC, OCV)データである(SOC_{P3} , SOC_{P3})データと、第2蓄電池121の(SOC, OCV)データである(SOC_{E3} , SOC_{E3})データとを取得する。

【0075】

続いて、制御演算部230は、更なる次の(SOC, OCV)データを取得する第1蓄電池111のSOCである取得対象SOCを決定する。ここで、取得対象SOCは、 SOC_{P1} 、 SOC_{P2} 、および SOC_{P3} いずれとも異なる値である。そして、制御演算部230は、1回の蓄電池部間充放電を行って、第1蓄電池111のSOCを当該取得対象SOCに変化させる。これにより、第2蓄電池121のSOCも変化する。そして、時刻 t_4 において、第1蓄電池111の(SOC, OCV)データである(SOC_{P4} , SOC_{P4})データと、第2蓄電池121の(SOC, OCV)データである(SOC_{E4} , SOC_{E4})データとを取得する。

【0076】

このように、制御演算部230は、3回の蓄電池部間充放電のそれぞれの前後で(SOC, OCV)データを取得することで、第1蓄電池111および第2蓄電池121のそれぞれについて、4個の(SOC, OCV)データを取得できる。これにより、第1蓄電池111および第2蓄電池121の両方の(SOC, OCV)データを効率的に取得することができる。このため、第1蓄電池111および第2蓄電池121の両方の(SOC, OCV)データを短時間で収集できる。また、第1蓄電池111と第2蓄電池121との間で移動させる電荷量を低減できる。そのため、第1蓄電池111および第2蓄電池121の劣化が進行することを抑制できる。

【0077】

図8は、収集した第1蓄電池111の(SOC, OCV)データから、第1蓄電池111の現在のSOC-OCVカーブを確定する処理を説明するための図である。図8において、SOC-OCVカーブ810は、第1蓄電池111の容量維持率が100%である場合のSOC-OCVカーブを示す。SOC-OCVカーブ809、SOC-OCVカーブ808、SOC-OCVカーブ807およびSOC-OCVカーブ806は、それぞれ第1蓄電池111の容量維持率が90%、80%、70%および60%である場合のSOC-OCVカーブを示す。

【0078】

データ851、データ852、データ853およびデータ854は、図7に関連して説明した第1蓄電池111の4個の(SOC, OCV)データの集合を示す。制御演算部230は、SOC-OCVカーブ810、SOC-OCVカーブ809、SOC-OCVカーブ808、SOC-OCVカーブ807およびSOC-OCVカーブ806のそれぞれと、4個の(SOC, OCV)データとを比較して、4個の(SOC, OCV)データに最も適合するSOC-OCVカーブ808を、現在のSOC-OCVカーブとして決定する。また、制御演算部230は、第1蓄電池111の現在の容量維持率として、SOC-OCVカーブ808に対応づけられた80%を決定する。このように、制御演算部230は、第1蓄電池111のSOC-OCVカーブを確定する場合に、全ての容量維持率に対応する全てのSOC-OCVカーブに対して、収集した(SOC, OCV)データをマッチングして、現在のSOC-OCVカーブを確定してよい。

【0079】

なお、図7及び図8の説明では、第1蓄電池111及び第2蓄電池121の(SOC, OCV)データを取得して第1蓄電池111のSOC-OCVカーブを確定するまでの全体的な処理を分かり易く説明するために、4個の(SOC, OCV)データを取得して、4個の(SOC, OCV)データからSOC-OCVカーブを推定する処理を説明した。しかし、上述したように、(SOC, OCV)データから算出された近似曲線または近似直線をSOC-OCVカーブとして確定することにより、現在のSOC-OCVカーブを推定してもよい。取得する(SOC, OCV)データがより多いほど、(SOC, OCV)データから算出された近似曲線または近似直線の精度をより高めることができる。

【0080】

図7で説明したように、蓄電部間充放電は、第1蓄電池111のSOCが取得対象SOCとなるように行われるため、収集された第2蓄電池121の(SOC, OCV)データは、必ずしもマッチングに適したものとはならない。加えて、第2蓄電池121は第1蓄電池111より容量が大きいため、蓄電部間充放電では原理上、第2蓄電池121のSOCの全てを収集できない。このような理由により、第2蓄電池121では複数のSOC-OCVカーブがマッチングしてしまう可能性がある。そこで、予めマッチング対象とするSOC-OCVカーブを取捨選択することで、マッチングの精度を向上させる。図9は、第2蓄電池121の(SOC, OCV)データに対するマッチング対象のSOC-OCVカーブを選択する処理を説明する図である。ここでは、現在の容量維持率として80%が確定されているとする。

【0081】

制御演算部 230 は、現在の容量維持率である 80% より高い容量維持率に対応づけられた SOC - OCV カーブを、マッチング対象から除外する。同じ蓄電池の容量維持率が時間の経過とともに高くなることは、事実上考えられないためである。

【0082】

また、制御演算部 230 は、前回 SOC - OCV カーブを確定したときからの第 2 蓄電池 121 から流出した電流及び流入した電流の積算値に基づいて、容量維持率の下限値を決定する。例えば、制御演算部 230 は、電流の積算値に基づいて、容量維持率が低下し得る最大値を算出する。例えば、制御演算部 230 は、容量維持率の低下量の最大値と電流の積算値とを対応づけるマップと、前回 SOC - OCV カーブを確定したときからの電流の積算値とに基づいて、容量維持率の低下量の最大値を決定する。そして、制御演算部 230 は、現在の第 2 蓄電池 121 の容量維持率から、決定した容量維持率の低下量の最大値を減算することにより、容量維持率の下限値を決定する。なお、蓄電池の劣化が電流の積算値以外のパラメータにも依存する点や、蓄電池の特異劣化を考慮して、このように決定した容量維持率の下限値にさらにバッファを設けても良い。例えば、容量維持率の下限値より規定値だけ小さい容量維持率を、それ以上低下し得えない最大の容量維持率として決定して良い。

10

【0083】

例えば、図 9 において、容量維持率の下限値が 68% であると決定した場合、制御演算部 230 は、容量維持率 60% に対応づけられた SOC - OCV カーブをマッチング対象から除外する。これにより、制御演算部 230 は、第 2 蓄電池 121 の (SOC, OCV) データとのマッチング対象の SOC - OCV カーブとして、容量維持率 80% に対応付けられた SOC - OCV カーブ 908 と、容量維持率 70% に対応付けられた SOC - OCV カーブ 907 とを選択する。なお、容量維持率の下限値に、さらに規定値 10% のバッファを設ける場合、制御演算部 230 は、低下し得る最小の容量維持率として 58% を決定して良い。この場合、制御演算部 230 は、第 2 蓄電池 121 の (SOC, OCV) データとのマッチング対象の SOC - OCV カーブとして、58% 以下の SOC が対応付けられた SOC - OCV カーブをマッチング対象から除外して、容量維持率 80% に対応付けられた SOC - OCV カーブ 908 と、容量維持率 70% に対応付けられた SOC - OCV カーブ 907 と、容量維持率 60% に対応付けられた SOC - OCV カーブ 907 とを選択して良い。

20

30

【0084】

図 10 は、収集した第 2 蓄電池 121 の (SOC, OCV) データから、第 2 蓄電池 121 の現在の SOC - OCV カーブを確定する処理を説明するための図である。図 10 において、SOC - OCV カーブ 908 および SOC - OCV カーブ 907 は、それぞれ第 2 蓄電池 121 の容量維持率が 80% および 70% である場合の SOC - OCV カーブを示す。

【0085】

データ 1041、データ 1042、データ 1043 およびデータ 1044 は、図 7 に関連して説明した第 2 蓄電池 121 の 4 個の (SOC, OCV) データの集合を示す。制御演算部 230 は、SOC - OCV カーブ 908 および SOC - OCV カーブ 907 のそれぞれと、4 個の (SOC, OCV) データとを比較して、4 個の (SOC, OCV) データに最も適合する SOC - OCV カーブ 907 を決定する。また、制御演算部 230 は、第 2 蓄電池 121 の現在の容量維持率として、SOC - OCV カーブ 907 に対応づけられた 70% を決定する。このように、制御演算部 230 は、第 2 蓄電池 121 の現在 SOC - OCV カーブを確定する場合、現在の容量維持率に基づいて選択された一部の容量維持率に対応する SOC - OCV カーブに対して、収集した (SOC, OCV) データをマッチングして、現在の SOC - OCV カーブを確定する。

40

【0086】

図示されるように、第 2 蓄電池 121 については、収集された (SOC, OCV) データの SOC の範囲は比較的狭い。これは、第 2 蓄電池 121 の電池容量は第 1 蓄電池 1

50

11の電池容量より大きいため、第1蓄電池111と第2蓄電池121との間の蓄電池部間充放電のみでは、広いSOC範囲にわたる(SOC, OCV)データを取得できないからである。また、そのために、基準SOC付近の(SOC, OCV)データを取得できない場合が多い。これにより、第1蓄電池111のSOCと比して、第2蓄電池121のSOCの精度は低くなってしまう場合がある。そのため、第2蓄電池121の(SOC, OCV)データが、現在の容量維持率とはかけ離れた容量維持率のSOC-OCVカーブにも適合してしまう可能性がある。したがって、第1蓄電池111のSOC-OCVカーブを確定した場合と同じように全ての容量維持率に対応する全てのSOC-OCVカーブに対して(SOC, OCV)データをマッチングしたとすると、適切な容量維持率のSOC-OCVカーブが選択されない可能性がある。

10

【0087】

これに対し、図9および図10等に関連して説明したように、制御演算部230は、マッチング対象のSOC-OCVカーブを、現在の容量維持率と、第2蓄電池121への充放電量の積算値とに基づいて、一部のSOC-OCVカーブをマッチング対象から除外できる。そのため、現在の容量維持率とはかけ離れた容量維持率のSOC-OCVカーブが選択される可能性を低減できる。これにより、第2蓄電池121のSOC-OCVカーブの確度が高まる。なお、これらの方法を第1蓄電池111のマッチングの際に用いても良く、第1蓄電池111のSOC-OCVカーブの確度をより一層高められる。

【0088】

図11は、SOC-OCVカーブを確定させるまでのフロー図である。フローは、電池ECU130がSOC-OCVカーブを確定させる指示を輸送機器10の制御部から受け取った時点から開始する。

20

【0089】

制御演算部230は、ステップS101において、第1蓄電池111のOCVが取得可能か否かを判断する。例えば、PDU141が電力の供給を要求している場合には、当該要求を優先して第1スイッチ114および第3スイッチ133を閉状態にするので、OCVの取得はできないと判断する。この場合は、取得できる状態になるまで待機する。

【0090】

第1蓄電池111のOCVの取得が可能と判断したら、制御演算部230は、ステップS102へ進み、開閉指示信号CW₁を第1スイッチ114へ送信して閉状態とする。そして、第1電圧センサ112からV₁を取得し、当該電圧値を初期OCVであるO₀とする。制御演算部230は、ステップS103で、取得したO₀が、基準OCVの範囲に含まれるか否かを判断する。具体的には、制御演算部230は、BATT情報格納部233から第1蓄電池111の参照情報を取得し、基準OCVの範囲O_{min}~O_{max}を参照する。そして、O_{min} < O₀ < O_{max}の関係を満たすか否かを判断する。

30

【0091】

取得したO₀が基準開放電圧の範囲に含まれないと判断したら、ステップS104へ進み、制御演算部230は、蓄電池部間充放電を実行する。具体的には、制御演算部230は、開閉指示信号CW₁、CW₂、CW₃をそれぞれのスイッチに向けて送信して、第1スイッチ114と第2スイッチ124を閉状態、第3スイッチ133を開状態とする。そして、制御信号CV₁、CV₂をそれぞれのVCUに向けて送信して、第2VCU132の変換電圧値を第1VCU131の変換電圧値よりも高く設定する。すると、第2蓄電池121は放電状態となり、第1蓄電池111は充電状態となるので、一定の電荷が第2蓄電池121から第1蓄電池111へ移動する。制御演算部230は、移動させる電荷の電気量を、各スイッチの開閉時間を調整したり、各VCUの変換電圧値を調整したりすることによって変更し得る。また、制御演算部230は、取得したO₀と基準OCVの範囲O_{min}~O_{max}との差に応じて、移動させる電荷の電気量を決定しても良い。

40

【0092】

なお、2つのVCUを用いて蓄電池部間充放電を実行する場合には、一方のVCUのみをPWM制御し、他方のVCUは直結制御を行っても良い。直結制御は、DC/DCコン

50

バータのハイサイドスイッチのみを閉状態とし、昇降圧せずに電流を通過させる制御である。直結制御を行う場合に制御信号 CV_1 、 CV_2 は、変換電圧の指令値として「0」が指定される。

【0093】

ステップ S104 で蓄電池部間充放電が完了すると、再びステップ S101 へ戻り、ステップ S103 の条件を満たすまで、このループを繰り返す。ステップ S103 の条件を満たしたら、ステップ S105 へ進む。

【0094】

ステップ S105 では、制御演算部 230 は、 (SOC_{full}, OCV) のデータを内部記憶部に格納する。ここで、 SOC_{full} は、100% の SOC に対応する値である。10 SOC_{full} を 100% として良い。また、 SOC_{full} を、 S_{min} 以上 S_{max} 以下の値として良い。例えば、 $SOC_{full} = (S_{min} + S_{max}) / 2$ として良い。

【0095】

ステップ S107 からは、蓄電池部間充放電を繰り返して (SOC, OCV) データを取得する処理である。制御演算部 230 は、ステップ S107 で、第1蓄電池 111 および第2蓄電池 121 の少なくとも一方の OCV の取得が可能か否かを判断する。この判断は、ステップ S101 の判断と同様である。第1蓄電池 111 および第2蓄電池 121 の少なくとも一方の OCV の取得が可能でない場合は、可能となるまで待機する。OCV の取得が可能であればステップ S108 において、第1蓄電池 111 および第2蓄電池 121 の少なくとも一方の (SOC, OCV) データを取得する。なお、ステップ S108 における処理については後述する。 20

【0096】

制御演算部 230 は、ステップ S110 へ進み、第1蓄電池 111 および第2蓄電池 121 の少なくとも一方の取得対象の全 SOC において (SOC, OCV) データを取得したか否かを判断する。まだ取得していないと判断したら、ステップ S111 へ進む。

【0097】

ステップ S111 は、次の (SOC, OCV) データを取得する処理を開始する時点で実行される。ステップ S111 では、取得対象の全 SOC におけるデータを、決められた時間以内に取得できたか否かを判断する。例えば、制御演算部 230 は、ステップ S105 で格納されたデータの取得時刻から、予め定められた規定時間が経過したか否かを判断する。規定時間は、例えば7日が設定される。規定時間は、走行距離、環境温度、SOC-OCVカーブに要求される精度等に応じて変更し得る。制御演算部 230 は、規定時間が経過していないと判断したら、ステップ S107 へ戻り、取得対象の SOC におけるデータを順次取得する。規定時間を経過したと判断したら、ステップ S101 間で戻る。この場合は、それまで取得した (SOC, OCV) データを破棄する。このように古いデータを破棄することで、異なる劣化状態で取得されたデータで SOC-OCVカーブが確定されなくなるので、確定される SOC-OCVカーブの精度が向上する。 30

【0098】

ステップ S110 で、第1蓄電池 111 および第2蓄電池 121 の少なくとも一方の取得対象の全 SOC においてデータを取得したと判断したら、ステップ S112 へ進み、制御演算部 230 は、取得した複数のデータから SOC-OCVカーブを確定する。ステップ S112 における処理については後述する。続いて、ステップ S113 において、第1蓄電池 111 及び第2蓄電池 121 の両方の SOC-OCVカーブを確定したか否かを判断する。第1蓄電池 111 または第2蓄電池 121 の SOC-OCVカーブを確定していない場合は、ステップ S105 とステップ S107 との間へ戻る。両方の SOC-OCVカーブが確定された場合は、一連の処理を終了する。 40

【0099】

図12は、第1蓄電池 111 および第2蓄電池 121 の少なくとも一方の (SOC, OCV) データを取得するためのフロー図である。図12に示すフローは、図11のフロー 50

におけるステップS 1 0 8に適用される。

【0100】

まず、制御演算部230は、第1蓄電池111の(SOC, OCV)データを取得するべきと判断して、次に(SOC, OCV)データを取得するべき取得対象SOCを決定する(ステップS 1 2 0 3)。この場合、制御演算部230は、第1蓄電池111のSOC-OCVカーブを確定するために(SOC, OCV)データを取得することが必要な第1蓄電池111のSOCのうち、既に取得済みの(SOC, OCV)データのSOCに含まれていないSOCを、取得対象SOCとして決定して良い。

【0101】

そして、制御演算部230は、蓄電池部間充放電により、第1蓄電池111のSOCを、ステップS 1 2 0 3で決定した取得対象SOCに変更する(ステップS 1 2 0 5)。続いて、制御演算部230は、第1蓄電池111のOCVを取得する(ステップS 1 2 0 7)。また、制御演算部230は、第2蓄電池121のOCVを取得する(ステップS 1 2 0 9)。そして、制御演算部230は、取得対象SOCとステップS 1 2 0 7で取得したOCVとの組み合わせを、第1蓄電池111の(SOC, OCV)データとして内部記憶部に格納する(ステップS 1 2 1 1)。また、制御演算部230は、ステップS 1 2 0 5の蓄電池部間充放電による電荷の移動量に基づいて第2蓄電池121のSOCを算出して、算出したSOCとステップS 1 2 0 9で取得したOCVとの組み合わせを、第2蓄電池121の(SOC, OCV)データとして内部記憶部に格納する(ステップS 1 2 1 3)。これにより、(SOC, OCV)データを取得するための一連の処理を終了する。

【0102】

これにより、1回の蓄電池部間充放電によって、第1蓄電池111の(SOC, OCV)データだけでなく、第2蓄電池121の(SOC, OCV)データを取得することができる。これにより、少なくとも第1蓄電池111のSOC-OCVカーブの推定に必要な(SOC, OCV)データを速やかに取得できる。また、同時に、第2蓄電池121のSOC-OCVカーブを推定するために用いることができる(SOC, OCV)データも取得できる。なお、第1蓄電池111の現在のSOC-OCVカーブを現在より予め定められた時間内に確定できている場合、第2蓄電池121のSOC-OCVカーブ推定用の所定のSOCにおける(SOC, OCV)データを取得するようにしてもよい。具体的には、ステップS 1 2 0 3の取得対象SOCとして第2蓄電池121のSOCを決定し、ステップS 1 2 0 5において、蓄電池部間充放電により第2蓄電池121のSOCを取得対象SOCに変更してよい。他にも、第1蓄電池111の現在のSOC-OCVカーブを現在より予め定められた時間内に確定できている場合、第1蓄電池111のSOCを取得対象SOCとする処理と、第2蓄電池121のSOCを取得対象SOCとする処理とを、交互に行ってもよい。

【0103】

図13は、複数の(SOC, OCV)データからSOC-OCVカーブを確定するためのフロー図である。図13に示すフローは、図11のフローにおけるステップS 1 1 2に適用される。

【0104】

ステップS 1 3 0 1において、制御演算部230は、第1蓄電池111の取得対象の全SOCにおいて(SOC, OCV)データを取得したか否かを判断する。S 1 3 0 1の判断が真の場合、(SOC, OCV)データから、SOC-OCVカーブを推定する近似曲線または近似直線を算出し(ステップS 1 3 0 3)、算出した近似曲線または近似直線を、現在のSOC-OCVカーブとして確定する(S 1 3 0 5)。

【0105】

続いて、ステップS 1 3 1 1において、制御演算部230は、第2蓄電池121の取得対象の全SOCにおいて(SOC, OCV)データを取得したか否かを判断する。S 1 3 1 1の判断が真の場合、マッチング対象から除外するSOC-OCVカーブを決定して、マッチング対象のSOC-OCVカーブを選択する(ステップS 1 3 1 2)。例えば、図

9に関連して説明したように、制御演算部230は、現在の容量維持率より高い容量維持率に対応づけられたSOC-OCVカーブを、マッチング対象から除外して良い。また、制御演算部230は、第2蓄電池121のSOC-OCVカーブを前回確定したときからの第2蓄電池121に流入した電流及び流出した電流の積算値に基づいて、現在予測される容量維持率の下限値を決定して、当該下限値より規定値以上小さい容量維持率に対応するSOC-OCVカーブを、マッチング対象から除外して良い。

【0106】

そして、制御演算部230は、ステップS1312で選択した一以上のSOC-OCVカーブに対して、取得済みの(SOC, OCV)データとマッチングする(ステップS1313)。そして、収集済みの(SOC, OCV)データに最も適合するSOC-OCVカーブを選択することにより、現在のSOC-OCVカーブを確定する(ステップS1315)。これにより、SOC-OCVカーブを確定するための一連の処理を終了する。

10

【0107】

なお、ステップS1303においては、(SOC, OCV)データからSOC-OCVカーブを推定する近似曲線または近似直線を算出する処理を行うとした。この処理に代えて、(SOC, OCV)データを、参照データのSOC-OCVカーブとマッチングする処理を行ってもよい。この場合、第1蓄電池111については全てのSOC-OCVカーブをマッチング対象としてよい。第1蓄電池111の(SOC, OCV)データには、基準SOCに対応する(SOC, OCV)データが存在しており、また、各(SOC, OCV)データのSOCは、基準SOCにあるときからの電荷移動量から算出されたものである。また、第1蓄電池111については比較的広いSOC範囲にわたって(SOC, OCV)データを取得できる。そのため、第1蓄電池111についての(SOC, OCV)データの精度は比較的高いので、現在のSOC-OCVカーブを高い確度で確定できる。一方で、第2蓄電池121に対するS1312の処理と同様に、制御演算部230は、現在の容量維持率より高い容量維持率に対応づけられたSOC-OCVカーブを、マッチング対象から除外しても良い。また、制御演算部230は、第1蓄電池111のSOC-OCVカーブを前回確定したときからの第1蓄電池111に流入した電流及び流出した電流の積算値に基づいて、現在予測される容量維持率の下限値を決定して、当該下限値より規定値以上小さい容量維持率に対応するSOC-OCVカーブを、マッチング対象から除外しても良い。

20

30

【0108】

上記の実施形態においては、第1蓄電池111のOCVが基準OCVに含まれるように調整して(SOC, OCV)データを取得したが、第1蓄電池111のSOCが基準SOCに含まれるように調整して(SOC, OCV)データを取得しても良い。この場合は、SOCが S_R の範囲($S_{min} \sim S_{max}$)に収まるように、蓄電池部間充放電で移動する電荷の電気量を C_{full} に基づいて定めれば良い。

【0109】

また、上記に実施形態においては、第1蓄電池111について、基準領域に少なくとも一つの(SOC, OCV)データが含まれるように調整したが、そのような調整を行うことなく、基準領域に含まれない複数の(SOC, OCV)データを集めて、そのデータ群に最も一致度が高いSOC-OCVカーブを参照データから選択して確定しても良い。この場合は、基準領域に(SOC, OCV)データが含まれる場合に対して精度は落ちるが、より簡易にSOC-OCVカーブを確定させることができる。

40

【0110】

参照データからSOC-OCVカーブを選択して確定する場合は、容量維持率と対応付けられているので、その時点における蓄電池の劣化進行度合を併せて把握することができる。実測した(SOC, OCV)データから近似曲線または近似直線を算出する場合は、参照データがなくても、SOC-OCVカーブを推定できる。また、SOC-OCVカーブの推定精度が上がる。参照データがあれば、近似曲線または近似直線と形状の一致度が高いSOC-OCVカーブを特定することで、劣化進行度合も把握できる。システムが要

50

求する事情に合わせて、SOC-OCVカーブの確定方法を選択できるようにしても良い。また、例えば取得した(SOC, OCV)データのエラーチェックをおこなうために、両者を併用しても良い。

【0111】

また、上記の実施形態においては、特に図11に関連して説明したように、予め定められた座標数が決められた時間以内に取得できない場合は、すべての(SOC, OCV)データを破棄して最初から処理をしない手順を説明した。しかし、古い(SOC, OCV)データから個別に除外して、マッチング処理に利用する複数の(SOC, OCV)データを、一定時間以内に取得されたものに限るようにしても良い。また、マッチング処理に利用する(SOC, OCV)データを選択する基準は、その(SOC, OCV)データが取得された時刻に限らない。例えば、蓄電池部間充放電において、移動させる電荷の電気量の積算量が予め定められた電気量を超えた場合には、古い(SOC, OCV)データから順に除外しても良い。この場合、次の積算量は、2番目に古い(SOC, OCV)データを取得した時点からの積算量に更新する。なお、基準とする電気量は、走行距離、環境温度、SOC-OCVカーブに要求される精度等に応じて変更しても良い。

10

【0112】

なお、輸送機器は、電動自動車に限られない。輸送機器は、電源装置および内燃機関を備えるハイブリッド自動車、電車などの車両であってよい。輸送機器は、車両に限られず、電源装置を備える航空機や船舶など、陸上、空中、水上又は水中を移動して物体を輸送する様々な機器を含む。輸送機器とは、電源装置を備える様々な輸送用機器を含む概念である。

20

【0113】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

【0114】

特許請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。特許請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

30

【符号の説明】

【0115】

10 輸送機器、100 蓄電装置、101 第1蓄電モジュール、102 第2蓄電モジュール、103 充放電回路モジュール、111 第1蓄電池、112 第1電圧センサ、113 第1電流センサ、114 第1スイッチ、121 第2蓄電池、122 第2電圧センサ、123 第2電流センサ、124 第2スイッチ、130 電池ECU、131 第1VCU、132 第2VCU、133 第3スイッチ、142 第3電圧センサ、141 PDU、151 充電コンバータ、152 受電部、153 外部電源、230 制御演算部、231 SOC算出部、232 計時部、233 BATT情報格納部、234 確定ライン保持部、235 SOC応答部、290 記録媒体、806 SOC-OCVカーブ、807 SOC-OCVカーブ、808 SOC-OCVカーブ、809 SOC-OCVカーブ、810 SOC-OCVカーブ、851 データ、852 データ、853 データ、854 データ、854 データ、907 SOC-OCVカーブ、908 SOC-OCVカーブ、1041 データ、1042 データ、1043 データ、1044 データ

40

【要約】

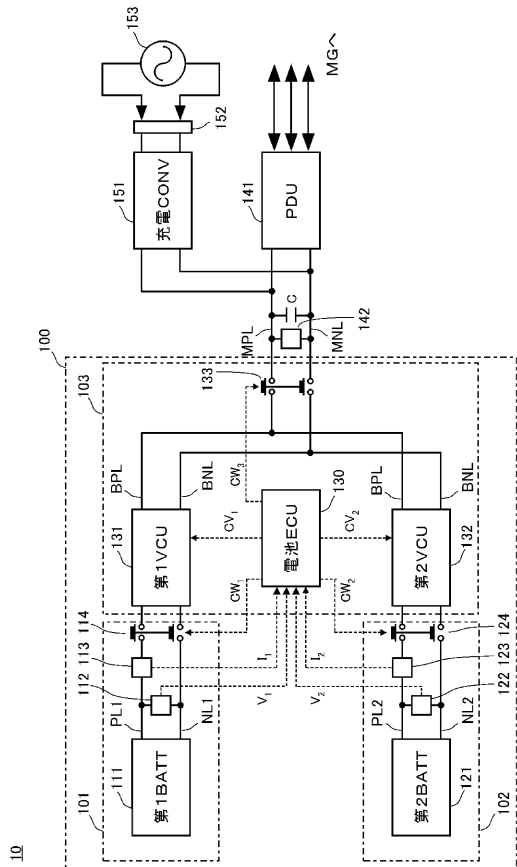
【課題】蓄電部のSOCとOCVの関連情報を効率的に推定すること。

50

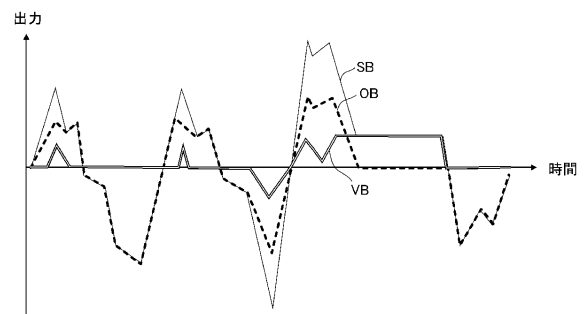
【解決手段】電源装置は、第1蓄電部と、第1蓄電部と比してエネルギー密度が優れ出力密度が劣る第2蓄電部と、第1蓄電部と第2蓄電部との間の充放電を担う充放電回路と、充放電回路を制御する制御部を有する回路モジュールを含み、制御部は、第1蓄電部の充電率と開放端電圧である第1SOCと第1OCVの組合せである第1データと、第2蓄電部の充電率と開放端電圧である第2SOCと第2OCVの組合せである第2データを第1蓄電部と第2蓄電部との間の複数回の電荷移動のそれぞれの前後で取得し、基準データを含む第1データの集合から、第1蓄電部のSOCとOCVの相関情報である第1相関を推定する第1操作を実行し、制御部が記憶している複数の記憶済データと第2データの集合の比較に基づいて、第2蓄電部のSOCとOCVの相関情報である第2相関を推定する第2操作を実行する。

【選択図】図7

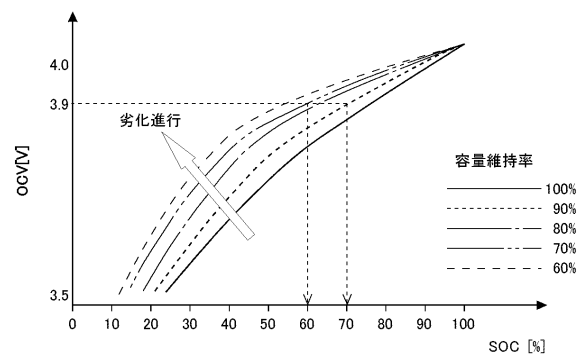
【図1】



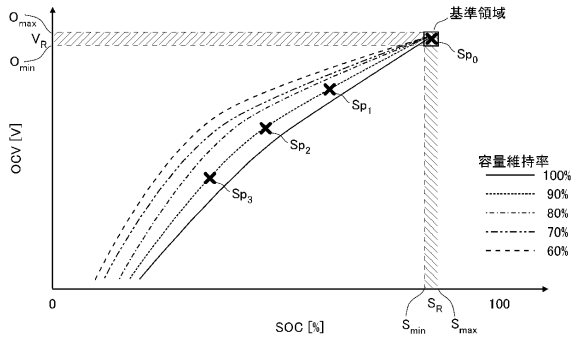
【図2】



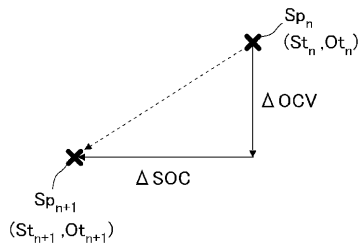
【図3】



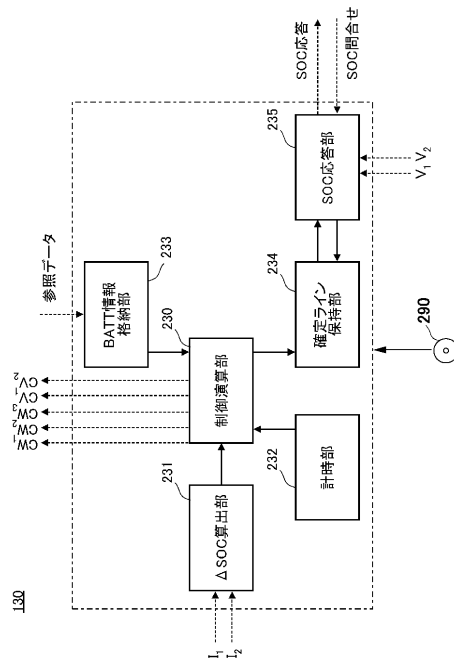
【図4】



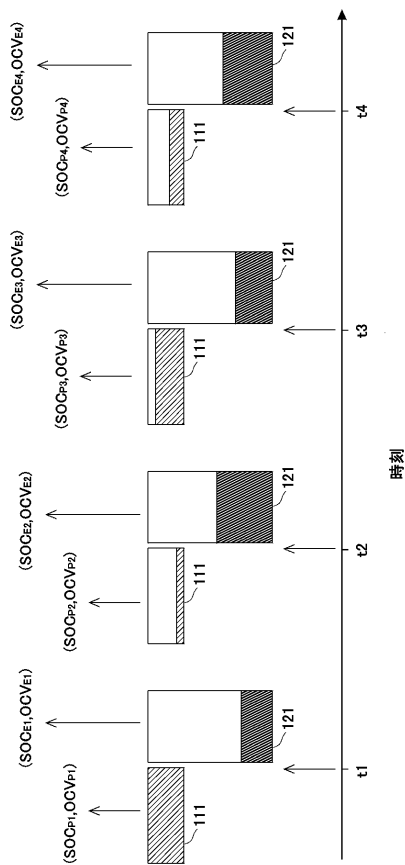
【図5】



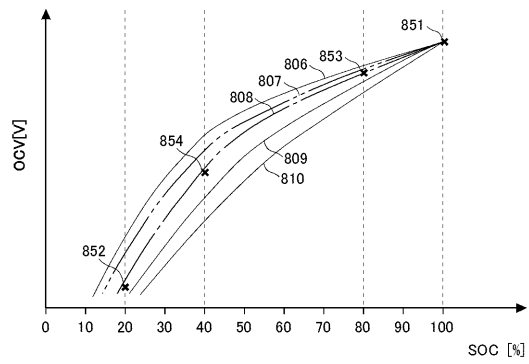
【図6】



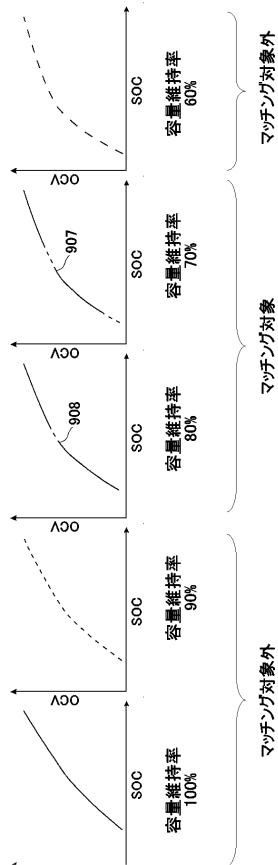
【図7】



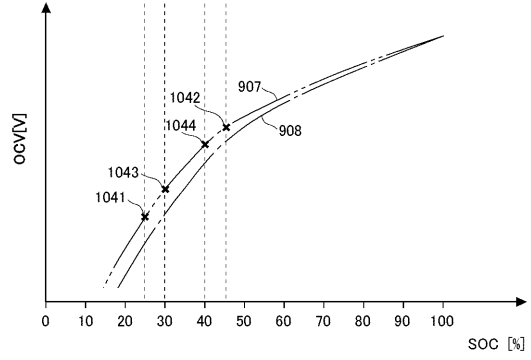
【図8】



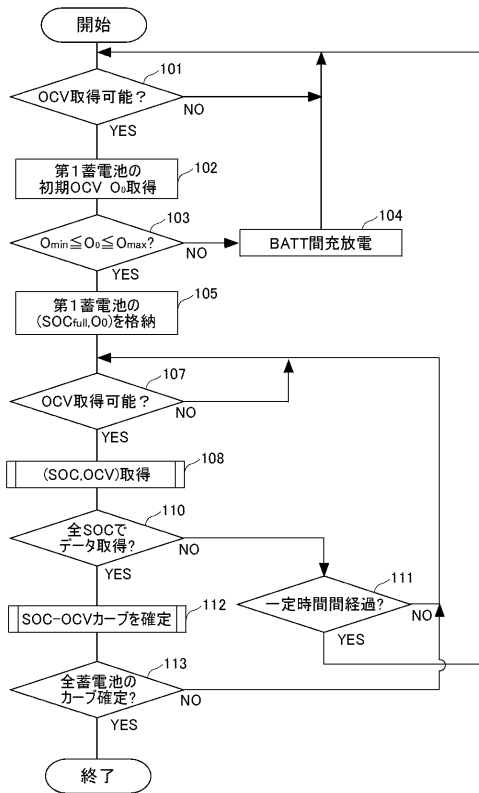
【図9】



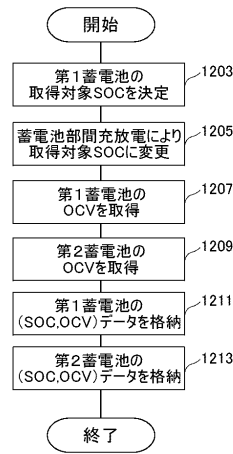
【図10】



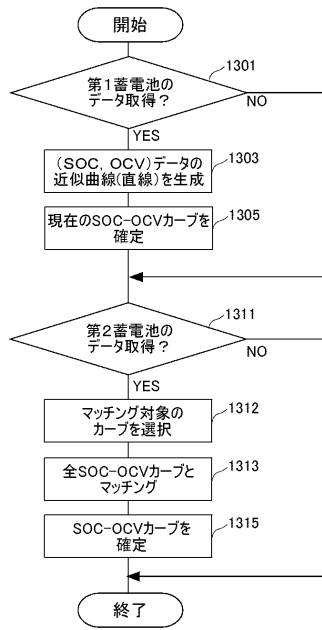
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2012-234700(JP,A)
特開2008-220080(JP,A)
特開2010-178432(JP,A)
特開2005-269760(JP,A)
特開2009-5458(JP,A)
国際公開第2011/090020(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 31/36
B60R 16/033
H02J 7/00
H01M 10/44
H01M 10/48