

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B1)

(11) 特許番号

特許第6122164号
(P6122164)

(45) 発行日 平成29年4月26日 (2017. 4. 26)

(24) 登録日 平成29年4月7日 (2017. 4. 7)

(51) Int. Cl.

F I

H O 2 J 7/00 (2006. 01)

H O 2 J 7/00 X

G O 1 R 31/36 (2006. 01)

H O 2 J 7/00 Y

H O 1 M 10/48 (2006. 01)

G O 1 R 31/36 A

H O 1 M 10/44 (2006. 01)

H O 1 M 10/48 P

H O 1 M 10/42 (2006. 01)

H O 1 M 10/44 P

請求項の数 16 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-20246 (P2016-20246)

(22) 出願日 平成28年2月4日 (2016. 2. 4)

審査請求日 平成28年2月4日 (2016. 2. 4)

早期審査対象出願

(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

審査官 坂東 博司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蓄電装置、該蓄電装置を有する輸送機器、蓄電池のSOCとOCVの関連情報を確定する確定方法、および該関連情報を確定するプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1蓄電部、前記第1蓄電部に流出入する電流を検出する第1電流センサ、および前記第1蓄電部の電圧を検出する第1電圧センサを備える第1蓄電モジュールと、

第2蓄電部を備える第2蓄電モジュールと、

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、および前記充放電回路を制御する制御部を備える充放電回路モジュールと
を含み、

前記制御部は、

前記第1蓄電部と前記第2蓄電部の間の充放電による蓄電部間の電力移動の前後における前記第1蓄電部のOCVと、前記電力移動の充放電量とに基づき、前記第1蓄電部のSOCとOCVからなる二次元平面における第1座標を特定し、

複数回の前記電力移動により特定される複数の前記第1座標に基づき、前記第1蓄電部のSOCとOCVの非線形な関係である第1関連情報を確定し、

前記制御部は、前記第1蓄電部のSOCが、前記第1蓄電部の劣化への影響度が小さい
予め定められたSOC範囲内に属するように、前記第1蓄電部と前記第2蓄電部の間で移動させる電力量を変えて、前記第1蓄電部から前記第2蓄電部への放電と、前記第2蓄電部から前記第1蓄電部への放電を交互に切替えて、複数回の前記電力移動を行う
ことを特徴とする蓄電装置。

【請求項2】

10

20

前記制御部は、複数の劣化状態における前記第 1 関連情報を予め記憶する記憶部を備え

、
前記制御部は、前記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 と、前記基準 SOC に対応する OCV である基準 OCV とからなる座標が、少なくとも 1 つ含まれるように複数の前記第 1 座標を特定する請求項 1 に記載の蓄電装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記電力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、前記電力移動に先立ち、前記第 1 蓄電部の SOC が前記基準 SOC の範囲に含まれるよう、前記第 1 蓄電部と前記第 2 蓄電部の間で充放電を行う請求項 2 に記載の蓄電装置。

10

【請求項 4】

前記制御部は、前記電力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、前記電力移動に先立ち、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 蓄電部の間で充放電を行う請求項 2 に記載の蓄電装置。

【請求項 5】

前記制御部は、複数の劣化状態における前記第 1 関連情報を予め記憶する記憶部を備え

、
前記制御部は、複数の前記第 1 座標との偏差が閾値以下となる前記記憶部に記憶された前記第 1 関連情報を選択して、前記第 1 関連情報を確定する請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の蓄電装置。

20

【請求項 6】

前記制御部は、複数の前記第 1 座標との偏差が最小となる前記記憶部に記憶された前記第 1 関連情報を、前記第 1 関連情報として確定する請求項 5 に記載の蓄電装置。

【請求項 7】

前記制御部は、複数の前記第 1 座標より形成される近似曲線に基づき、前記第 1 関連情報を確定する請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の蓄電装置。

【請求項 8】

前記制御部は、前記第 1 座標を特定した前記第 1 蓄電部の充電量、または前記第 1 座標を特定した時刻の少なくとも一方を記憶しておき、新たに前記第 1 座標を特定した充電量の積算量が予め定めた閾値を超えた場合、または新たに前記第 1 座標を特定した時刻が以前に特定された前記第 1 座標の時刻から予め定めた時間を超えた場合、以前に特定した前記第 1 座標を除外する請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の蓄電装置。

30

【請求項 9】

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、および前記駆動部の間の充放電を担い、

前記制御部は、前記電力移動を行う間、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 8 のいずれか 1 項に記載の蓄電装置。

40

【請求項 10】

前記制御部は、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、確定した前記第 1 関連情報とに基づいて、前記第 1 蓄電部の SOC を算出して応答する請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の蓄電装置。

【請求項 11】

前記第 1 蓄電部は前記第 2 蓄電部より単位重量あたりの出力電力である出力重量密度が大きく、前記第 2 蓄電部は前記第 1 蓄電部より単位重量あたりの貯蔵電力であるエネルギー重量密度が大きい請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の蓄電装置。

【請求項 12】

50

前記第 2 蓄電モジュールは、前記第 2 蓄電部に流出入する電流を検出する第 2 電流センサ、および前記第 2 蓄電部の電圧を検出する第 2 電圧センサを備え、

前記制御部は、

前記電力移動の前後における前記第 2 蓄電部の O C V と、前記電力移動の充放電量とに基づき、前記第 2 蓄電部の S O C と O C V からなる二次元平面における第 2 座標を特定し、

複数回の前記電力移動により特定される複数の前記第 2 座標に基づき、前記第 2 蓄電部の S O C と O C V の関係である第 2 相関情報を確定する請求項 1 1 に記載の蓄電装置。

【請求項 1 3】

前記制御部は、前記第 2 相関情報よりも前記第 1 相関情報を優先して確定する請求項 1 2 に記載の蓄電装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 から 1 3 の何れか一項に記載の蓄電装置を有する輸送機器。

【請求項 1 5】

第 1 蓄電部、前記第 1 蓄電部に流出入する電流を検出する第 1 電流センサ、および前記第 1 蓄電部の電圧を検出する第 1 電圧センサを備える第 1 蓄電モジュールと、

第 2 蓄電部を備える第 2 蓄電モジュールと、

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、および前記充放電回路を制御する制御部を備える充放電回路モジュールと

を有する蓄電装置における残容量と開放端電圧の関係である第 1 相関情報を確定する確定方法であって、

前記第 1 蓄電部と前記第 2 蓄電部の間で充放電を行う電力移動ステップと、

前記第 1 蓄電部の O C V と、前記充放電における充放電量とに基づき、前記第 1 蓄電部の S O C と O C V からなる二次元平面における第 1 座標を特定する描画ステップと、

前記電力移動ステップと前記描画ステップを複数回繰り返して取得される複数の前記第 1 座標に基づき、前記第 1 蓄電部の S O C と O C V の非線形な関係である第 1 相関情報を確定する確定ステップと

を含み、

前記確定ステップにおける複数回の前記電力移動ステップは、前記第 1 蓄電部の S O C が、前記第 1 蓄電部の劣化への影響度が小さい予め定められた S O C 範囲内に属するように、前記第 1 蓄電部と前記第 2 蓄電部の間で移動させる電力量を変えて、前記第 1 蓄電部から前記第 2 蓄電部への放電と、前記第 2 蓄電部から前記第 1 蓄電部への放電を交互に切替えて、複数回の前記電力移動を行う

確定方法。

【請求項 1 6】

第 1 蓄電部、前記第 1 蓄電部に流出入する電流を検出する第 1 電流センサ、および前記第 1 蓄電部の電圧を検出する第 1 電圧センサを備える第 1 蓄電モジュールと、

第 2 蓄電部を備える第 2 蓄電モジュールと、

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、および前記充放電回路を制御する制御部を備える充放電回路モジュールと

を有する蓄電装置における残容量と開放端電圧の関係である第 1 相関情報を確定するプログラムであって、

前記第 1 蓄電部と前記第 2 蓄電部の間で充放電を行う電力移動ステップと、

前記第 1 蓄電部の O C V と、前記充放電における充放電量とに基づき、前記第 1 蓄電部の S O C と O C V からなる二次元平面における第 1 座標を特定する描画ステップと、

前記電力移動ステップと前記描画ステップを複数回繰り返して取得される複数の前記第 1 座標に基づき、前記第 1 蓄電部の S O C と O C V の非線形な関係である第 1 相関情報を確定する確定ステップと

をコンピュータに実行させ、

前記確定ステップにおける複数回の前記電力移動ステップは、前記第 1 蓄電部の S O C

10

20

30

40

50

が、前記第1蓄電部の劣化への影響度が小さい予め定められたSOC範囲内に属するように、前記第1蓄電部と前記第2蓄電部の間で移動させる電力量を変えて、前記第1蓄電部から前記第2蓄電部への放電と、前記第2蓄電部から前記第1蓄電部への放電を交互に切替えて、複数回の前記電力移動を行う

プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蓄電装置、該蓄電装置を有する輸送機器、蓄電池のSOCとOCVの相関情報を確定する確定方法、および該相関情報を確定するプログラムに関する。

10

【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、OCV(Open Circuit Voltage、開放端電圧)に対するSOC(State Of Charge、充電率)の関係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】

20

【0003】

蓄電池は、劣化状態によってSOCとOCVの相関関係は大きく異なるので、OCVを取得しても、正確なSOCが推定できなかった。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の第1の態様における蓄電装置は、第1蓄電部、第1蓄電部に流出入する電流を検出する第1電流センサ、および第1蓄電部の電圧を検出する第1電圧センサを備える第1蓄電モジュールと、第2蓄電部を備える第2蓄電モジュールと、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、および充放電回路を制御する制御部を備える充放電回路モジュールとを含み、制御部は、第1蓄電部と第2蓄電部の間の充放電による蓄電部間の電力移動の前後における第1蓄電部のOCVと、電力移動の充放電量とに基づき、第1蓄電部のSOCとOCVからなる二次元平面における第1座標を特定し、複数回の電力移動により特定される複数の第1座標に基づき、第1蓄電部のSOCとOCVの関係である第1相関情報を確定する。

30

【0005】

本発明の第2の態様における輸送機器は、上記の蓄電装置を有する。

【0006】

本発明の第3の態様における方法は、第1蓄電部、第1蓄電部に流出入する電流を検出する第1電流センサ、および第1蓄電部の電圧を検出する第1電圧センサを備える第1蓄電モジュールと、第2蓄電部を備える第2蓄電モジュールと、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、および充放電回路を制御する制御部を備える充放電回路モジュールとを有する蓄電装置におけるSOCとOCVの関係である第1相関情報を確定する確定方法であって、第1蓄電部と第2蓄電部の間で充放電を行う電力移動ステップと、第1蓄電部のOCVと、充放電における充放電量とに基づき、第1蓄電部のSOCとOCVからなる二次元平面における第1座標を特定するプロットステップと、電力移動ステップとプロットステップを複数回繰り返して取得される複数の第1座標に基づき、第1蓄電部のSOCとOCVの関係である第1相関情報を確定する確定ステップとを含む。

40

【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、第1蓄電部に流出入する電流を検出する第1電流センサ、および第1蓄電部の電圧を検出する第1電圧センサを備える

50

第1蓄電モジュールと、第2蓄電部を備える第2蓄電モジュールと、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、および充放電回路を制御する制御部を備える充放電回路モジュールとを有する蓄電装置におけるSOCとOCVの関係である第1相関情報を確定するプログラムであって、第1蓄電部と第2蓄電部の間で充放電を行う電力移動ステップと、第1蓄電部のOCVと、充放電における充放電量とに基づき、第1蓄電部のSOCとOCVからなる二次元平面における第1座標を特定するプロットステップと、電力移動ステップとプロットステップを複数回繰り返して取得される複数の第1座標に基づき、第1蓄電部のSOCとOCVの関係である第1相関情報を確定する確定ステップとをコンピュータに実行させる。

【0008】

10

本発明の第5の態様における蓄電装置は、第1蓄電部を備える第1蓄電モジュールと、第2蓄電部を備える第2蓄電モジュールと、第1蓄電部と第2蓄電部の間の充放電による蓄電部間の電力移動を行う充放電回路モジュールとを含み、充放電回路モジュールは、第1蓄電部におけるOCV値とSOC値の組を表わす第1データを、電力移動を繰り返して複数個取得し、取得された複数個の第1データに基づいて第1蓄電部のSOCとOCVの関係を表わす第1相関情報を確定する。

【0009】

本発明の第6の態様における蓄電装置は、第1蓄電部を備える第1蓄電モジュールと、第2蓄電部を備える第2蓄電モジュールと、第1蓄電部と第2蓄電部の間の充放電による蓄電部間の電力移動を行う充放電回路モジュールとを含み、充放電回路モジュールは、第1蓄電モジュールの複数の劣化状態において同一のSOCに対するOCVが予め定められた差の範囲に収まる基準領域に、第1蓄電モジュールにおけるOCV値とSOC値の組を表わす第1データが少なくとも1つ含まれるように、電力移動を行う。

20

【0010】

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】

【0011】

【図1】本実施形態に係る輸送機器の要部ブロック図である。

【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。

30

【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】座標のプロット順を説明するための図である。

【図7】電池ECUの内部ブロック図である。

【図8】SOC-OCVカーブを確定させるまでのフロー図である。

【図9】故障検知の概念を説明する図である。

【図10】故障検知のフロー図である。

【発明を実施するための形態】

40

【0012】

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。

【0013】

図1は、本実施形態に係る輸送機器10の要部ブロック図である。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。

【0014】

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

50

ユニットである P D U 1 4 1 が受け、P D U 1 4 1 がモータジェネレータ M G を回転駆動させることにより走行する。

【 0 0 1 5 】

P D U 1 4 1 は、蓄電装置 1 0 0 と、主正母線 M P L および主負母線 M N L とで接続されている。平滑コンデンサ C は、主正母線 M P L と主負母線 M N L 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 1 4 2 は、主正母線 M P L と主負母線 M N L との間の電圧 V_h を検出し、検出された電圧 V_h は、P D U 1 4 1 の制御に利用される。

【 0 0 1 6 】

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、三相交流回転電機から成る。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 7 】

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。

【 0 0 1 8 】

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 9 】

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、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 2 0 】

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から成る。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 より単位重量あたりの出力電力である出力重量密度が大きい、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 より単位重量あたりの貯蔵電力であるエネルギー重量密度が大きい、いわゆる高容量型バッテリーである。

【 0 0 2 1 】

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 との間の電圧すなわち第 1 蓄電池 1 1 1 の電圧 V_1 を検出し、その検出値を電池 E C U 1 3 0 へ出力する。第 1 電流センサ 1 1 3 は、第 1 蓄電池 1 1 1 に対して入出力される電流 I_1 を検出し、そ

10

20

30

40

50

の検出値を電池 ECU130 へ出力する。

【0022】

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CW₁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V₁は、第1蓄電池111におけるOCVであるOCV₁となる。

【0023】

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V₂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I₂を検出し、その検出値を電池ECU130へ出力する。

10

【0024】

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CW₂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V₂は、第2蓄電池121におけるOCVであるOCV₂となる。

【0025】

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。

20

【0026】

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CV₁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CV₂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。

30

【0027】

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CW₃を受けて、開状態と閉状態を切り替える。

【0028】

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。

40

【0029】

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VCUを設

50

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 3 0 】

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 B A T T 1 1 1 および第 2 B A T T 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 3 1 】

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 2 】

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 3 】

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 4 】

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 5 】

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。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 6 】

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 7 】

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ることはない。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 8 】

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 9 】

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 4 0 】

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力量（100%）に対して、満充電でどれだけの電力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、初期の貯蔵電力量に対して80%の電力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 4 1 】

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、ここでのSOCは、劣化が進んだ状態における満充電の貯蔵電力量を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る様子がわかる。例えば、OCVが3.90Vである場合に、容量維持率が80%の場合のSOCは80%であるのに対し、容量維持率が60%の場合のSOCは70%であると読み取れる。多くの蓄電池

50

が概してこのような傾向の性質を示すことが知られている。

【0042】

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。

【0043】

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。

10

【0044】

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。

【0045】

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。

20

【0046】

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。ただし、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。

30

【0047】

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 Sp_0 (St_0, Ot_0)をプロットすることができる。

40

【0048】

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電圧センサ112の電圧 V_1 と、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回の蓄電池部間充放電を行うごとに、SO平面上に1つの座標 Sp 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 Sp_0 を得た後に、蓄電池部間充放電を3回繰り返し、座標 Sp_1 、 Sp_2 、 Sp_3 を得ている。

50

【 0 0 4 9 】

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。

【 0 0 5 0 】

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（それぞれの座標の偏差が最も小さい）SOC-OCVカーブを参照データからマッチング処理により選んで確定する。このとき選んで確定した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。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。

【 0 0 5 1 】

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。

【 0 0 5 2 】

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。このよう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。

【 0 0 5 3 】

ここで、蓄電池部間充放電をおこなって次の座標 S_p 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×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×印で表わされる $S_{p_{n+1}}$ である。

【 0 0 5 4 】

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、

10

20

30

40

50

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

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力量を表わす。また、 C_{full} は、前回の特定時点における満充電時の電力量である。 C_{full} は、特定されるごとにその値が記憶部に格納される。

【0055】

図6は、座標のプロット順を説明する図である。蓄電池部間で充放電を繰り返す手順は、大きく分けて2つある。一つ目は、図6(a)で表わされるように、移動させる電力量を少しずつ変えつつ、第1蓄電池111 第2蓄電池121 第1蓄電池111 第2蓄電池...と、交互に移動させる手順である。このように制御すると、蓄電池へのダメージが少ないSOC帯域(約30%~約70%)で充放電を繰り返せるので、劣化の進行を抑制することができる。二つ目は、図6(b)で表わされるように、電力の移動を一方方向に限る手順である。このように制御すると、蓄電池部間充放電の制御が容易である。

【0056】

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7は、電池ECU130の内部ブロック図である。

【0057】

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を中心として、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。この他にも主に、SOC応答部235、故障判定部236を有する。

【0058】

制御演算部230は、例えばMPUによって構成され、記憶部に格納されたプログラムに従って蓄電装置100の全体を制御する。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CW₁、CW₂、CW₃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、制御信号CV₁、CV₂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における座標のプロット時には第1電圧センサ112からOCVとしてV₁を取得し、第1電流センサ113からI₁を取得して、SOCを算出する。同様に、第2蓄電池121における座標のプロット時には第2電圧センサ122からOCVとしてV₂を取得し、第2電流センサ123からI₂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。

【0059】

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、座標Spが取得された時刻を記憶しておき、当該座標が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。

【0060】

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。

【0061】

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

10

20

30

40

50

部としてB A T T情報格納部233と一体的に構成されていても良い。

【0062】

S O C 応答部235は、確定ライン保持部234と接続されている。S O C 応答部235は、外部からS O C の問合せを受けると、O C V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S O C - O C Vカーブを参照して、S O C を返す。

【0063】

故障判定部236は、取得された座標 S_p の異常性を検証して、蓄電装置100に故障が発生したか否かを判定する。故障と判定した場合は、外部へ故障信号を発信する。このとき、輸送機器10は、故障信号に応じた緊急処置を実行する。故障判定については、後に詳述する。

10

【0064】

図8は、S O C - O C V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E C U 130がS O C - O C V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。なお、ここでは、第1蓄電池111のS O C - O C Vカーブを確定させる場合について説明する。

【0065】

制御演算部230は、ステップS101において、第1蓄電池111のO C Vが取得可能か否かを判断する。例えば、P D U 141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、O C V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。

20

【0066】

O C V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 CW_1 を第1スイッチ114へ送信して開状態とする。そして、第1電圧センサ112から V_1 を取得し、当該電圧値を初期O C Vである $O t_0$ とする。制御演算部230は、ステップS103で、取得した $O t_0$ が、基準O C V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、B A T T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O C Vの範囲 $O_{min} \sim O_{max}$ を参照する。そして、 $O_{min} \leq O t_0 < O_{max}$ の関係を満たすか否かを判断する。

【0067】

取得した $O t_0$ 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 CW_1 、 CW_2 、 CW_3 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 CV_1 、 CV_2 をそれぞれのV C Uに向けて送信して、第2V C U 132の変換電圧値を第1V C U 131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、一定の電力量が第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、移動させる電力量を、各スイッチの開閉時間を調整したり、各V C U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 $O t_0$ と基準O C Vの範囲 $O_{min} \sim O_{max}$ との差に応じて、移動させる電力量を決定しても良い。

30

40

【0068】

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

【0069】

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。

50

【0070】

ステップS105では、制御演算部230は、図4を用いて説明したように、SO平面上に SP_0 をプロットする。そして、ステップS106で、インクリメント変数 n に1を代入する。

【0071】

ステップS107からは、蓄電池部間充放電を繰り返して座標 Sp_n を取得する処理である。制御演算部230は、ステップS107で、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。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へ進み、制御演算部230は、蓄電池部間充放電を実行する。そして、ステップS109では、第1スイッチ114を開状態にして、第1電圧センサ112の出力からOCVである O_{t1} を取得する。続いてステップS110で、制御演算部230は、SOC算出部231にSOCを算出させ、図5を用いて説明した手順に従って、SOCである S_{t1} を算出する。そして、ステップS111で、制御演算部230は、SO平面上に Sp_1 をプロットする。なお、このとき、座標 Sp_1 を取得した時刻を計時部232から取得し、座標 Sp_1 に関連付けて記憶しておく。この1回のプロット処理が完了したら、ステップS112で、インクリメント変数 n を+1する。

10

【0072】

制御演算部230は、ステップS113へ進み、繰り返してプロットした座標の数 n が予め定められた規定数 n_0 に達したか否かを判断する。まだ達していないと判断したら、ステップS114へ進む。

20

【0073】

ステップS114は、次の座標 Sp_n を取得する処理を開始する時点で実行される。ステップS114では、制御演算部230は、前回のプロットである座標 Sp_{n-1} 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、 Sp_2 、 Sp_3 、 Sp_4 ...と順次座標を取得する。規定時間が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SO平面上のすべての座標 Sp を破棄する。このように古い座標 Sp を破棄することで、異なる劣化状態で取得された座標 Sp 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

【0074】

ステップS113で、繰り返してプロットした座標の数 n が予め定められた規定数 n_0 に達したと判断したら、ステップS115へ進み、制御演算部230は、取得した複数の座標 Sp からSOC-OCVカーブを確定する。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の参照データを読み出し、それぞれの容量維持率に対するSOC-OCVカーブの中から、取得した複数の座標 Sp と最も一致度が高くなるものを選ぶ。そして、このように選んだSOC-OCVカーブを確定されたSOC-OCVカーブとして、確定ライン保持部234へ記憶する。制御演算部230は、確定したSOC-OCVカーブを確定ライン保持部234へ記憶したら、一連の処理を終了する。

40

【0075】

以上のフローにおいては、第1蓄電池111のSOC-OCVカーブを確定する手順を説明したが、第2蓄電池121のSOC-OCVカーブを確定する手順も同様である。それぞれの蓄電池のSOC-OCVカーブが確定されれば、確定ライン保持部234は、2つのSOC-OCVカーブが記憶することになる。また、一方の蓄電池のSOC-OCVカーブを確定させた後に、他方の蓄電池のSOC-OCVカーブを確定させても良いし、蓄電池部間充放電のたびにそれぞれの蓄電池で座標 Sp を取得すれば、2つのSOC-OCVカーブを並行して確定させることもできる。なお、順に確定させる場合には、高容量

50

型バッテリーより、高出力型バッテリーのSOC-OCVカーブを優先的に確定させると良い。また、SOC-OCVカーブの更新頻度も、高出力型バッテリーの方を多くすると良い。これは前述したように、高出力型バッテリーがSOCに対する劣化影響度の変動が、高容量型バッテリーと比べて大きいため、高出力型バッテリーの劣化を抑制しつつ充放電を行うためにはより精度の高いSOC-OCVカーブを常時有しておく必要があるからである。加えて、その特性上、一定電力を継続的に充放電する高容量型バッテリーのSOCは、電流積算法などによっても推定可能だが、大電力の充放電を瞬間的に行う高出力型バッテリーは、電流積算法よりもSOC-OCVカーブを用いた方が、精度よくSOCを推定可能だからである。

【0076】

上記の実施形態においては、OCVが基準OCVに含まれるように調整して S_{p0} を取得したが、SOCが基準SOCに含まれるように調整して S_{p0} 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力量を C_{full} に基づいて定めれば良い。

【0077】

また、上記に実施形態においては、基準領域に少なくとも一つの座標(S_{p0})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、複数の座標 S_p を集めて、その座標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 S_{p0} 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。

【0078】

また、上記の実施形態においては、BATT情報格納部233にそれぞれの蓄電池の参照データを記憶させ、この参照データの各SOC-OCVカーブとマッチング処理を行うことにより、現時点におけるSOC-OCVカーブを確定させている。しかし、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カーブとして確定させても良い。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に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 S_p 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カーブであると言える。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 S_p 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 S_p 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。

【0079】

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。一方で、実測した座標 S_p から近似曲線または近似直線を算出する場合は、精度が上がる期待はあるものの、劣化進行度合は把握できない。したがって、システムが要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、例えば取得した座標 S_p 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。

【0080】

また、上記の実施形態においては、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、すべての座標 S_p 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、古い座標 S_p から個別に除外して、マッチング処理に利用する複数の座標 S_p 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座標 S_p を選択する基準は、その座標 S_p が取得された時刻に限らない。例えば、蓄

10

20

30

40

50

電池部間充放電において、移動させる電力の積算量が予め定められた電力量を超えた場合には、古い座標 S_p から順に除外しても良い。この場合、次の積算量は、2 番目に古い座標 S_p を取得した時点からの積算量に更新する。なお、基準とする電力量は、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。

【0081】

次に、以上のSOC - OCVカーブを確定するまでの処理を利用して、蓄電池の故障を検知する手法について説明する。図9は、故障検知の概念を説明する図である。図9は、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。

【0082】

蓄電池部間充放電を繰り返して取得された複数の座標 S_{p_n} は、対象の蓄電池が正常であれば、何れかの容量維持率におけるSOC - OCVカーブにおよそ沿うようにプロットされるはずである。しかし、蓄電池部間充放電を繰り返す過程で対象の蓄電池あるいは充放電の相手となる蓄電池に故障が発生すると、その後に取得された座標 S_{p_x} の座標値は、SOC - OCVカーブから大きく外れた異常値となり得る。

【0083】

図9においては、座標 S_{p_0} の取得から開始し、順に座標 S_{p_1} S_{p_2} S_{p_3} S_{p_4} と取得した場合を示す。座標 S_{p_3} までは、曲線CLに沿って取得されているものの、座標 S_{p_4} は、曲線CLから大きく外れている。すなわち、座標 S_{p_3} の取得から座標 S_{p_4} の取得までの間に、蓄電池に故障が発生した可能性を示唆している。上述のように、各座標は、取得された時刻が計時部232によって関連付けられているので、故障が発生した時刻の範囲を限定できる。すると、その限定された時刻範囲における他のセンサの出力を確認することにより、いかなる故障事象が発生したかを推定することが容易となる。

【0084】

故障の判断は、より具体的にはまず、制御演算部230は、それまでに取得されている座標 S_{p_0} 、 S_{p_1} 、 S_{p_2} 、 S_{p_3} を用いて近似曲線CLを生成して検証用カーブとする。もし、すでに確定しているSOC - OCVカーブが確定ライン保持部234に記憶されていれば、そのSOC - OCVカーブを検証用カーブとしても良い。そして、制御演算部230は、検証用カーブとして決定された近似曲線と、新たに取得された座標 S_{p_4} との距離 d を計算する。制御演算部230は、その距離が、予め定められた閾値 d_0 よりも大きければ座標 S_{p_4} は異常値と認定し、蓄電池に故障が発生したと判断する。

【0085】

なお、すでに取得した複数の座標 S_{p_n} から生成する検証用カーブは、統計手法を用いて生成する近似曲線に限らず、簡易的に近似直線であっても良い。近似直線は、それまでに取得された座標間を互いに線分で結ぶ折れ線であっても良い。なお、距離 d は、検証用カーブに対する偏差であるので、さまざまな統計手法により定義し得る。図9の例では、OCV軸に沿う距離を d としたが、座標 S_{p_4} から検証用カーブに垂直に下ろした足までの距離を d としても良い。

【0086】

次に故障検知の処理フローを説明する。図10は、故障検知のフロー図である。故障検知の処理フローは、図8を用いて説明したSOC - OCVカーブを確定させるまでの処理フローのサブファンクションとして実行される。具体的には、故障検知処理S201は、図8のステップS111とステップS112の間に挿入される。

【0087】

制御演算部230は、故障検知処理S201を開始すると、ステップS212で、対象としている蓄電池の確定されたSOC - OCVカーブが既に確定ライン保持部234に記憶されているか否かを確認する。記憶されていれば、当該SOC - OCVカーブを確定ライン保持部234から読み出し、ステップS213で、検証用カーブに決定する。検証用カーブに決定したらステップS215へ進む。なお、図8に示すメインのフローでは、対

10

20

30

40

50

象とする蓄電池のSOC-OCVカーブを確定しようと処理を行っているが、ここでは故障検知に利用するものであるから、現時点においては多少誤差があるかもしれない過去のSOC-OCVカーブであっても利用に供する。

【0088】

制御演算部230は、ステップS212で記憶されていないと確認したら、ステップS214へ進み、既を取得した複数の座標 Sp_n から検証用カーブを生成する。検証用カーブを生成したらステップS215へ進む。

【0089】

制御演算部230は、ステップS215で、新たに取得した Sp_n と検証用カーブとの距離 d を計算し、距離 d が予め定められた閾値 d_0 よりも小さいか否かを判断する。小さいと判断すれば、蓄電池に故障は発生していないものとして、メインのフローへ戻る。

10

【0090】

一方、距離 d が閾値 d_0 以上であれば、制御演算部230は、蓄電池に故障が発生していると判断し、ステップS216で、故障信号をシステム側へ送信する。システム側の制御部は、故障信号を受けると割り込み処理により、いち早く故障対応を実行する。この場合は、故障対応を優先させるべく、蓄電装置100においてSOC-OCVカーブを確定させる処理は中断する。

【0091】

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。

20

【0092】

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。

【符号の説明】

30

【0093】

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、236 故障判定部

【要約】

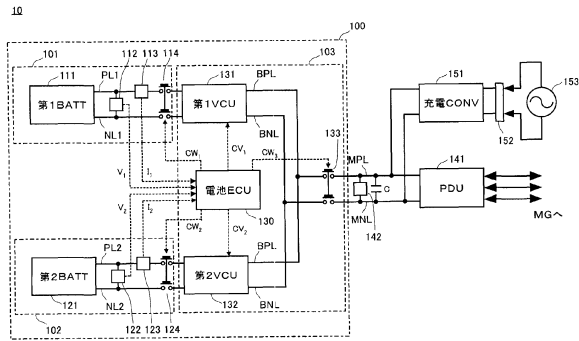
40

【課題】複数の蓄電部を備えるシステムにおいては、個々の蓄電部に対する精度の高いSOCの把握が困難であった。

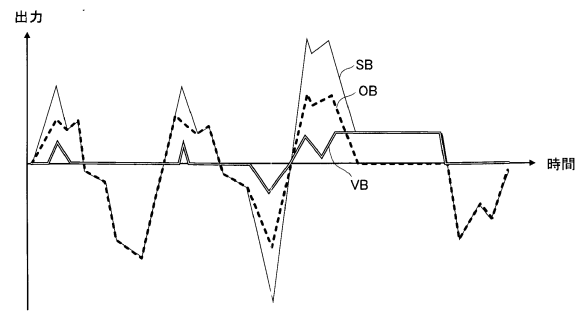
【解決手段】第1蓄電部と第2蓄電部の間の充放電による蓄電部間の電力移動の前後における第1蓄電部のOCVと、電力移動の充放電量とに基づき、第1蓄電部のSOCとOCVからなる二次元平面における座標を特定し、複数回の電力移動により特定される複数の座標に基づき、第1蓄電部のSOCとOCVの関係である第1関連情報を確定する。

【選択図】図4

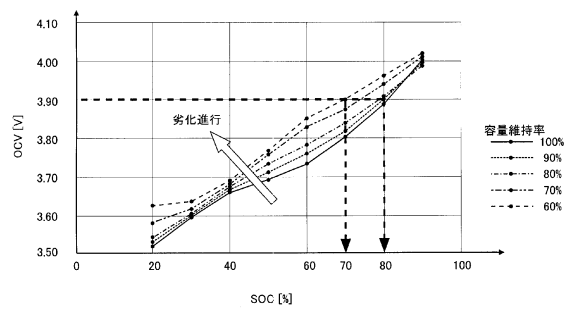
【図 1】



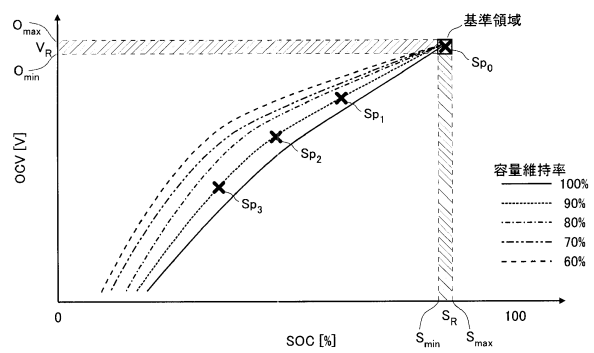
【図 2】



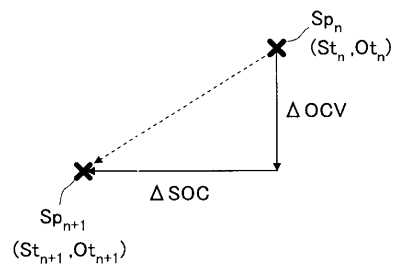
【図 3】



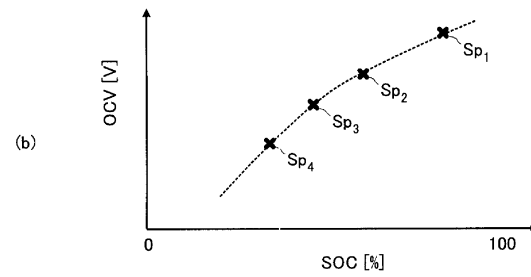
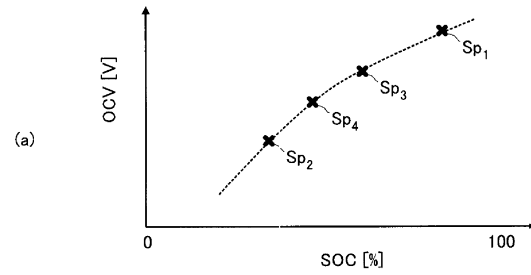
【図 4】



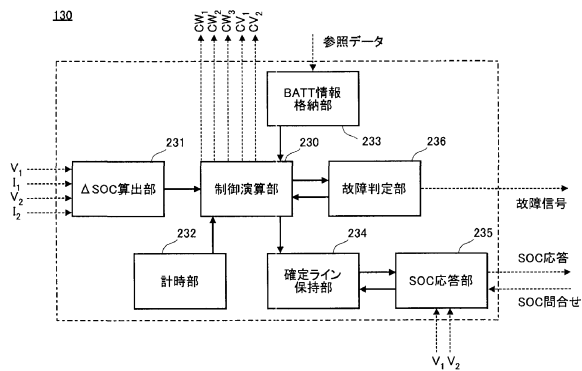
【図 5】



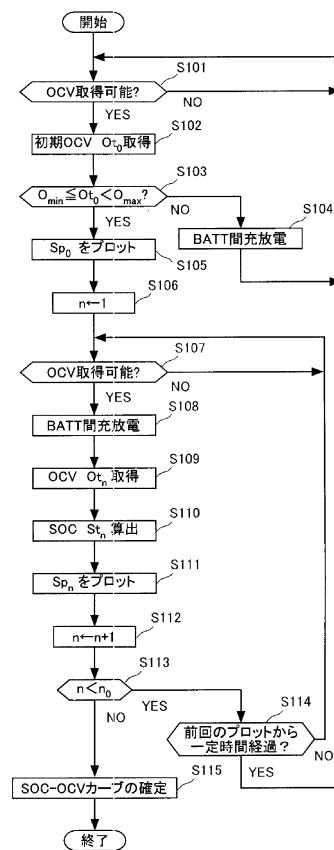
【図 6】



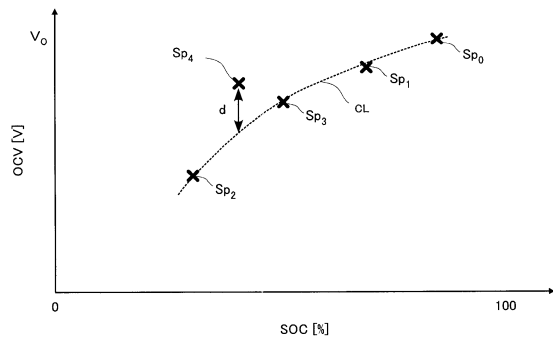
【図 7】



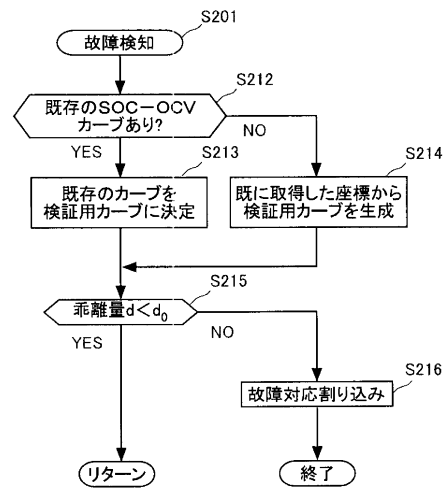
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 M 10/42 P

(56)参考文献 特開2008-220080(JP,A)
特開2015-215272(JP,A)
特開2014-195401(JP,A)
特開2014-235782(JP,A)
特開2012-132761(JP,A)
国際公開第2012/049973(WO,A1)
特開2014-196985(JP,A)
特開2010-283922(JP,A)
特開2015-201941(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 2 J 7 / 0 0
G 0 1 R 3 1 / 3 6
H 0 1 M 1 0 / 4 2
H 0 1 M 1 0 / 4 4
H 0 1 M 1 0 / 4 8