

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5980459号  
(P5980459)

(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)  
B 6 O R 16/033 (2006.01)

GO 1 R 31/36 A  
B 6 O R 16/033 D

請求項の数 20 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2016-69758(P2016-69758)  
(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

(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

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相關情報を推定する推  
定方法、および該相關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、  
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  
を含み、  
前記制御部は、  
前記第1蓄電部と前記第2蓄電部の少なくとも一方を対象蓄電部とし、  
前記対象蓄電部の充電率と開放端電圧である対象SOCと対象OCVを取得し、  
前記第1蓄電部と前記第2蓄電部の間の電荷移動を用いて、前記対象SOCと前記対象  
OCVを含むデータを、前記対象SOCと収集した前記データの集合である収集済データ  
より決定される収集則に基づく順序で収集し、  
複数の前記データに基づき、前記対象蓄電部のSOCとOCVの相關情報を推定する  
ことを特徴とする電源装置。

【請求項2】

前記制御部は、  
前記収集済データに基づき収集していない前記データの集合である未収集データを導出  
し、  
前記未収集データに含まれるSOCと前記対象SOCの差分から算出される、前記電荷

移動に要する時間を含む操作時間に基づき決定される前記収集則に基づく順序で、前記データを収集する

請求項 1 に記載の電源装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記操作時間がより短い前記未収集データに含まれる SOC をより優先して、前記データを収集するよう前記充放電回路を制御する

請求項 2 に記載の電源装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記対象 SOC と前記対象 OCV の取得に要する時間である取得時間を含む操作時間から決定される前記収集則に基づく順序で、前記データを収集する

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の電源装置。

【請求項 5】

前記取得時間は、前記電荷移動の後において前記対象蓄電部の電圧の時間変化が安定するまでに要する時間を含む

請求項 4 に記載の電源装置。

【請求項 6】

前記取得時間は、SOC 毎に収集すべき前記データの数と、前記収集済データに含まれる、前記対象 SOC に対して既に収集された前記データの数との差分に基づく

請求項 4 または 5 に記載の電源装置。

【請求項 7】

前記 SOC 毎に収集すべき前記データの数は、2 以上である

請求項 6 に記載の電源装置。

【請求項 8】

前記制御部は、

前記収集済データに基づき収集していない前記データの集合である未収集データを導出し、

前記未収集データの各データを収集するための前記操作時間の合計値がより小さくなる前記順序を、より優先して選択する

請求項 2 から 7 のいずれか 1 項に記載の電源装置。

【請求項 9】

前記制御部は、前記対象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 の範囲に前記対象蓄電部の 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 の範囲に前記対象蓄電部の SOC が含まれるときからの前記対象蓄電部への電荷移動量に基づいて、前記対象 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、前記対象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 と、前記基準 SOC に対応する OCV である基準 OCV が、前記対象 SOC と前記対象 OCV として含まれるように、前記データを収集する

請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の電源装置。

【請求項 11】

前記制御部は、前記電荷移動を行う前の前記対象蓄電部の 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対象蓄電部の 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、前記対象蓄電部の SOC が前記基準 SOC の範囲に含まれる、または、前記対象蓄電部の 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

請求項 9 または 10 に記載の電源装置。

【請求項 12】

10

20

30

40

50

前記制御部は、前記第 1 蓄電部と前記第 2 蓄電部の少なくとも一方の複数の劣化状態における SOC と OCV の関連情報を予め記憶する記憶部を備え、

前記制御部は、前記記憶部が記憶している前記対象蓄電部の前記複数の劣化状態における SOC と OCV の関連情報のうち、前記対象 SOC と前記対象 OCV を含む前記複数のデータに対する適合度がより高い関連情報を、前記推定する前記関連情報として、より優先して選択する

請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載の電源装置。

【請求項 13】

前記制御部は、前記対象 SOC と前記対象 OCV を含む前記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、前記関連情報を推定する

10

請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載の電源装置。

【請求項 14】

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 13 のいずれか 1 項に記載の電源装置。

【請求項 15】

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、推定した前記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

20

請求項 1 から 14 のいずれか 1 項に記載の電源装置。

【請求項 16】

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

請求項 1 から 15 のいずれか 1 項に記載の電源装置。

【請求項 17】

前記制御部は、前記第 1 蓄電部と前記第 2 蓄電部が前記対象蓄電部に選択された場合、前記第 1 蓄電部の前記関連情報を優先して推定する

30

請求項 16 に記載の電源装置。

【請求項 18】

請求項 1 から 17 のいずれか 1 項に記載の電源装置を有する輸送機器。

【請求項 19】

第 1 蓄電部と、

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を含む電源装置の充電率と開放端電圧である SOC と OCV の関連情報を推定する推定方法であって、

前記第 1 蓄電部と前記第 2 蓄電部の少なくとも一方を対象蓄電部とするステップと、

40

前記対象蓄電部の SOC と OCV である対象 SOC と対象 OCV を取得するステップと、

前記第 1 蓄電部と前記第 2 蓄電部の間の電荷移動を用いて、前記対象 SOC と前記対象 OCV を含むデータを、前記対象 SOC と収集した前記データの集合である収集済データより決定される収集則に基づく順序で収集するステップと、

複数の前記データに基づき、前記対象蓄電部の SOC と OCV の関連情報を推定するステップと

を含む推定方法。

【請求項 20】

第 1 蓄電部と、

50

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を含む電源装置の充電率と開放端電圧であるSOCとOCVの相関情報を推定するためのプログラムであって、

前記第1蓄電部と前記第2蓄電部の少なくとも一方を対象蓄電部とするステップと、

前記対象蓄電部のSOCとOCVである対象SOCと対象OCVを取得するステップと、

前記第1蓄電部と前記第2蓄電部の間の電荷移動を用いて、前記対象SOCと前記対象OCVを含むデータを、前記対象SOCと収集した前記データの集合である収集済データより決定される収集則に基づく順序で収集するステップと、

10

複数の前記データに基づき、前記対象蓄電部のSOCとOCVの相関情報を推定するステップと

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。

【背景技術】

【0002】

20

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】

【0003】

蓄電部のSOCとOCVの相関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。

30

【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含み、制御部は、第1蓄電部と第2蓄電部の少なくとも一方を対象蓄電部とし、対象蓄電部の充電率と開放端電圧である対象SOCと対象OCVを取得し、第1蓄電部と第2蓄電部の間の電荷移動を用いて、対象SOCと対象OCVを含むデータを、対象SOCと収集したデータの集合である収集済データより決定される収集則に基づく順序で収集し、複数のデータに基づき、対象蓄電部のSOCとOCVの相関情報を推定する。

40

【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を含む電源装置の充電率と開放端電圧であるSOCとOCVの相関情報を推定する推定方法であって、第1蓄電部と第2蓄電部の少なくとも一方を対象蓄電部とするステップと、対象蓄電部のSOCとOCVである対象SOCと対象OCVを取得するステップと、第1蓄電部と第2蓄電部の間の電荷移動を用いて、対象SOCと対象OCVを含むデータを、対象SOCと収集したデータの集合である収集済データより決定される収集則に基づく順序で収集するステップと、複数のデータに基づき、対象蓄電部の

50

S O C と O C V の 相 関 情 報 を 推 定 す る ス テ ッ プ と を 含 む。

【 0 0 0 7 】

本発明の第4の態様におけるプログラムは、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を含む電源装置の充電率と開放端電圧であるS O C と O C V の 相 関 情 報 を 推 定 す る た め の プ ロ グ ラ ム に 対 し て、第1蓄電部と第2蓄電部の少なくとも一方を対象蓄電部とするステップと、対象蓄電部のS O C と O C V で ある 対 象 S O C と 対 象 O C V を 取 得 す る ス テ ッ プ と、第1蓄電部と第2蓄電部の間の電荷移動を用いて、対象S O C と 対 象 O C V を 含 む デ ー タ を、対 象 S O C と 収 集 し た デ ー タ の 集 合 で あ る 収 集 済 デ ー タ よ り 決 定 さ れ る 収 集 則 に 基 づ く 順 序 で 収 集 す る ス テ ッ プ と、複 数 の デ ー タ に 基 づ き、対 象 蓄 電 部 の S O C と O C V の 相 関 情 報 を 推 定 す る ス テ ッ プ と を コ ン プ ュ ー タ に 実 行 さ せ る。

10

【 0 0 0 8 】

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 】

【 0 0 0 9 】

【 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 S O C - O C V カ ー ブ を 説 明 す る 図 で あ る。

20

【 図 4 】 S O C - O C V 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 E C U の 内 部 ブ ロ ッ ク 図 で あ る。

【 図 7 】 電 荷 移 動 に 要 す る 時 間  $T_M$  を 算 出 す る た め の 情 報 を 示 す 図 で あ る。

【 図 8 】 ( S O C , O C V ) デ ー タ の 取 得 時 間 の 算 出 に 用 い ら れ る デ ー タ を 示 す 図 で あ る。

【 図 9 】 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。

【 図 1 0 】 次 の 取 得 対 象 と な る S O C を 決 定 す る ま で の フ ロ ー 図 で あ る。

【 図 1 1 】 ( S O C , O C V ) デ ー タ を 取 得 す る フ ロ ー 図 で あ る。

【 図 1 2 】 収 集 済 み デ ー タ の 統 計 情 報 を ヒ ス ト グ ラ ム 形 式 で 表 す。

30

【 図 1 3 】 マ ッ ピ ン グ テ ー ブ ル を 用 い て 全 所 要 時 間 が 最 短 に な る 順 序 を 算 出 す る 処 理 を 概 略 的 に 示 す 図 で あ る。

【 発 明 を 実 施 す る た め の 形 態 】

【 0 0 1 0 】

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。

【 0 0 1 1 】

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。

40

【 0 0 1 2 】

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 3 】

P D U 1 4 1 は、蓄電装置100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142は、主正母線M P L と

50

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の制御に利用される。

【0014】

PDU141は、主正母線MPLおよび主負母線MNL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MGへ出力する。モータジェネレータMGは、例えば、三相交流回転電機を含む。モータジェネレータMG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、PDU141は、車輪の減速時においてモータジェネレータMG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MPLおよび主負母線MNLへ出力する。

【0015】

蓄電装置100が備える第1蓄電池111および第2蓄電池121は、モータジェネレータが発電する回生電力と、外部電源153からの外部電力とによって充電される。

【0016】

充電コンバータ151は、主正母線MPLおよび主負母線MNLと受電部152との間に設けられる。そして、充電コンバータ151は、受電部152を介して外部電源153（例えば家庭用AC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MPLおよび主負母線MNLへ出力する。受電部152は、外部電源153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151は、主正母線MPLおよび主負母線MNLに代えて、あるいは追加して、正極線PL1および負極線NL1に接続されていても良く、正極線PL2および負極線NL2に接続されていても良い。

【0017】

蓄電装置100は、第1蓄電モジュール101、第2蓄電モジュール102および充放電回路モジュール103を含む。第1蓄電モジュール101は、第1蓄電池111、第1電圧センサ112、第1電流センサ113、および第1スイッチ114を有する。第2蓄電モジュール102は、第1蓄電モジュール101と同様の構成であり、第2蓄電池121、第2電圧センサ122、第2電流センサ123、および第2スイッチ124を有する。充放電回路モジュール103は、第1蓄電池111と第2蓄電池121の間の充放電を担う。充放電回路モジュール103は、制御部としての電池ECU130と、充放電回路として機能しうる第1VCU131、第2VCU132、および第3スイッチ133とを有する。

【0018】

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111、および第2蓄電部として機能する第2蓄電池121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111と第2蓄電池121は、互いに特性が異なる電池であってよい。具体的には、第1蓄電池111は第2蓄電池121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121は第1蓄電池111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111は第2蓄電池121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121は第1蓄電池111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111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121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1蓄電池111が貯蔵する電力エネルギーは、単位質量または単位容積あたりに第2蓄電池121が貯蔵する電力エネルギーより小さい。このように、第1蓄電池111は、第2蓄電池121と比して、エネルギー密度が劣り、出力密度が優れる。

【0019】

第1蓄電池111は、正極線PL1および負極線NL1を介して第1VCU131に接

10

20

30

40

50

続されている。第1電圧センサ112は、正極線PL1と負極線NL1との間の電圧すなわち第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<sub>1</sub>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<sub>1</sub>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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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<sub>1</sub>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<sub>2</sub>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<sub>3</sub>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

10

20

30

40

50

きとなる。

#### 【0027】

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。

#### 【0028】

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。

#### 【0029】

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 V<sub>1</sub>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 V<sub>2</sub>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 V<sub>1</sub>およびC V<sub>2</sub>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、V<sub>1</sub>とI<sub>1</sub>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、V<sub>2</sub>とI<sub>2</sub>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。

#### 【0030】

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。

#### 【0031】

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。

#### 【0032】

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、短時間で大きな入出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。

#### 【0033】

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入出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

10

20

30

40

50



を表わしている。各時間において、OBの値とVBの値を足し合わせるとSB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。

#### 【0034】

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 of 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。

#### 【0035】

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。

#### 【0036】

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。

#### 【0037】

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。

#### 【0038】

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、満充電でどれだけの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。

#### 【0039】

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10

10

20

30

40

50

0%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 $Sp_0$  ( $St_0, Ot_0$ )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、

10

20

30

40

50

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 $S_p$ 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。

#### 【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。

#### 【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。

#### 【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。

#### 【0051】

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 $x$ 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。

## 【 0 0 5 2 】

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、

$$(St_{n+1}, Ot_{n+1}) = (St_n + SOC, Ot_n + OCV)$$

である。ここで、 $Ot_n$ も $Ot_{n+1}$ 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、 $SOC = St_{n+1} - St_n$ であり、

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

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。

10

## 【 0 0 5 3 】

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。

20

## 【 0 0 5 4 】

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  $290$  とともに示す。

## 【 0 0 5 5 】

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。

30

## 【 0 0 5 6 】

制御演算部  $230$  は、第1蓄電池  $111$  と第2蓄電池  $121$  の少なくとも一方を、対象蓄電池とする。対象蓄電池とは、例えば  $SOC - OCV$ カーブの推定対象となる蓄電池である。制御演算部  $230$  は、予め定められた選択条件によって、第1蓄電池  $111$  と第2蓄電池  $121$  の少なくとも一方を、対象蓄電池として選択して良い。制御演算部  $230$  は、第1蓄電池  $111$  と第2蓄電池  $121$  が  $SOC - OCV$ カーブの推定対象となる蓄電池に選択された場合に、出力密度がより優れる第1蓄電池  $111$  を対象蓄電池として選択してよい。制御演算部  $230$  は、対象蓄電池の充電率と開放端電圧である対象  $SOC$  と対象  $OCV$  を取得し、第1蓄電池  $111$  と第2蓄電池  $121$  の間の電荷移動を用いて、対象  $SOC$  と対象  $OCV$  を含むデータを、対象  $SOC$  と収集したデータの集合である収集済データより決定される収集則に基づく順序で収集し、複数のデータに基づき、対象蓄電池の  $SOC$  と  $OCV$  の相関情報を推定する。なお、対象  $SOC$  と対象  $OCV$  を含むデータを、 $(SOC, OCV)$  データと呼ぶ場合がある。

40

## 【 0 0 5 7 】

制御演算部  $230$  は、収集済データに基づき収集していないデータの集合である未収集データを導出し、未収集データに含まれる  $SOC$  と対象  $SOC$  の差分から算出される、電荷移動に要する時間を含む操作時間に基づき決定される収集則に基づく順序で、 $(SOC$

50

、OCV)データを収集して良い。制御演算部230は、操作時間がより短い未収集データに含まれるSOCをより優先して、(SOC, OCV)データを収集するよう充放電回路モジュール103を制御して良い。制御演算部230は、対象SOCと対象OCVの取得に要する時間である取得時間を含む操作時間に基づき決定される収集則に基づく順序で、(SOC, OCV)データを収集して良い。当該取得時間は、電荷移動の後において対象蓄電部の電圧の時間変化が安定するまでに要する時間を含んで良い。当該取得時間は、SOC毎に収集するべき(SOC, OCV)データの数と、収集済データに含まれる、対象SOCに対して既に収集されたデータの数との差分に基づいて良い。SOC毎に収集するべき(SOC, OCV)データの数は、2以上であって良い。SOC毎に収集するべき(SOC, OCV)データの数は、1であって良い。制御演算部230は、未収集データの各(SOC, OCV)データを収集するための操作時間の合計値がより小さくなる順序を、より優先して選択して良い。

10

#### 【0058】

なお、制御演算部230は、対象蓄電池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の範囲に対象蓄電池のSOCが含まれるときからの対象蓄電池への電荷移動量に基づいて、対象SOCを取得して良い。また、制御演算部230は、基準SOCに対応するOCVである基準OCVの範囲に対象蓄電池のSOCが含まれるときからの対象蓄電池への電荷移動量に基づいて、対象SOCを取得して良い。制御演算部230は、基準SOCと基準OCVが、対象SOCと対象OCVとして含まれるように、(SOC, OCV)データを収集して良い。

20

#### 【0059】

制御演算部230は、電荷移動を行う前の対象蓄電池のSOCが基準SOCの範囲に含まれない場合に、電荷移動に先立ち、対象蓄電池の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良い。制御演算部230は、電荷移動を行う前の対象蓄電池のOCVが基準OCVの範囲に含まれない場合、対象蓄電池の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。

#### 【0060】

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、およびモータジェネレータMGの間の充放電を担って良い。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モジュール103を制御して良い。

30

#### 【0061】

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。

40

#### 【0062】

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<sub>1</sub>、CW<sub>2</sub>、CW<sub>3</sub>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<sub>1</sub>、CV<sub>2</sub>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<sub>1</sub>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

50

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。

【0063】

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。

【0064】

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の関連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の関連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の関連情報と、第2蓄電池121の複数の劣化状態におけるSOCとOCVの関連情報とが、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に関連情報が格納されなくても良い。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の関連情報のうち、対象SOCと対象OCVを含む複数の(SOC, OCV)データに対する適合度がより高い関連情報を、推定する関連情報として、より優先して選択して良い。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、関連情報を推定して良い。

【0065】

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。

【0066】

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の関連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により推定された関連情報とに基づいて、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の関連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により推定された関連情報とに基づいて、第2蓄電池121のSOCを算出して応答する。

【0067】

図7は、電荷移動に要する時間 $T_M$ を算出するための情報を示す図である。横軸は、SOCをパーセント(%)で表わし、縦軸は、時間 $T_M$ を表わす。マッピング線700は、SOCが20%の状態から、蓄電池部間充放電によってSOCが横軸で示す値になるまでに要する時間を示す。図示されるように、 $T_M$ は、電荷移動の前後のSOCの差の大きさであるSOCに略比例する。一例として、SOCの大きさが10%の場合の時間 $T_M$ は、少なくとも数分以上、多くの場合に10分以上であり得る。BATT情報格納部233は、マッピング線700を示す情報として、SOCを時間 $T_M$ にマッピングするマッピングテーブル $M_M$ を格納して良い。

【0068】

制御演算部 230 は、BATT 情報格納部 233 が格納するマッピングテーブルを参照して、SOC から時間  $T_M$  を算出する。例えば、制御演算部 230 は、現在の SOC が 20% の状態から、蓄電池部間充放電によって SOC が 50% になるまでに要する時間  $T_{M30}$  を、SOC である 30% と、マッピングテーブル  $M_M$  とを用いて算出する。  
【0069】

図 8 は、(SOC, OCV) データの取得時間の算出に用いられるデータを示す図である。図 8 は、既に収集されている収集済みデータの統計情報をヒストグラム形式で表す。横軸は、SOC をパーセント (%) で表わし、縦軸は、収集済みデータの数を表す。制御演算部 230 は、収集済みデータの統計情報を用いて、(SOC, OCV) データの取得に要する時間  $T_T$  を算出する。

10

【0070】

制御演算部 230 は、SOC が S% のデータの取得に要する時間  $T_{TS}$  を、 $N_S$  に基づいて算出する。ここで、 $N_S = N_r - N_S$  である。 $N_S$  は、収集済みデータに含まれるデータのうち、SOC が S (%) に対応するデータの数である。 $N_r$  は、SOC 毎に収集するべき予め定められたデータ数である。なお、 $N_r$  は、SOC によらず一定であって良い。 $N_r$  は、SOC に応じて異なる値であっても良い。

【0071】

BATT 情報格納部 233 は、 $N_S$  を SOC と OCV のデータの取得に要する時間  $T_T$  にマッピングするマッピングテーブル  $M_T$  を格納している。制御演算部 230 は、マッピングテーブル  $M_T$  を参照して、 $M_T(N_S)$  により、データの取得に要する時間を算出する。例えば、SOC が 50% のデータの取得に要する時間  $T_T$  を算出する場合、制御演算部 230 は、 $N_{50} = N_r - N_{50}$  を算出し、 $T_{T50} = M_T(N_{50})$  により、SOC が 50% のデータの取得に要する時間を算出する。

20

【0072】

ここで、1 個の (SOC, OCV) データを取得するのに要する時間  $T_N$  について説明する。 $T_N$  は、SOC がデータの取得対象の SOC である取得対象 SOC<sub>t</sub> に到達したタイミングから、1 回の OCV の計測値を取得するまでに要する時間  $T_d$  を含む。 $T_d$  には、蓄電池の端子電圧の時間変化が安定するのを待つ時間が含まれる。蓄電池の充放電後の開路状態における端子電圧は、多くの場合、時間と共に比較的ゆっくりと変化し、端子電圧の時間変化が実質的に無視できるようになるまでには一定の時間を要する。そのため、制御演算部 230 は、蓄電池の端子電圧の時間変化が安定する時間の経過を待って、端子電圧の計測値を取得する。よって、SOC が取得対象 SOC<sub>t</sub> に到達したタイミングから、1 回の OCV の計測値を取得するまでには、少なくとも  $T_d$  の時間を要する。 $N = 1$  の場合、 $T_N = T_d$  となる。よって、 $N = 1$  の場合、制御演算部 230 は、 $T_{TS} = T_d$  により、 $T_{TS}$  を算出する。

30

【0073】

次に、 $N = 2$  の場合について説明する。上述したように、1 回目の OCV の計測値を取得するまでの時間は、 $T_d$  である。2 回目の OCV の計測は、蓄電池部間充放電により SOC を規定量 SOC<sub>T</sub> だけ変化させた後に、蓄電池部間充放電により再び、SOC を元の取得対象 SOC<sub>t</sub> に変化させ、端子電圧の時間変化が安定する時間の経過を待って、端子電圧の計測値を取得する。したがって、1 回目の OCV の計測値を取得した後に、2 回目の OCV の計測値を取得するまでには、 $2 \times M_M(SOC_T) + T_d$  の時間を要する。この場合、 $N_S$  回の OCV の計測値を取得するまでの時間  $T_{NS}$  は、 $T_{NS} = T_d + (2 \times M_M(SOC_T) + T_d) \times (N_S - 1)$  となる。

40

【0074】

SOC<sub>T</sub> は、例えば 10% 程度であって良い。SOC<sub>t</sub> + SOC<sub>T</sub> または SOC<sub>t</sub> - SOC<sub>T</sub> が、データ収集対象である他の SOC<sub>t'</sub> に一致するように、SOC<sub>T</sub> を選択して良い。この場合において、SOC<sub>t</sub> + SOC<sub>T</sub> または SOC<sub>t</sub> - SOC<sub>T</sub> における OCV の計測をし、これにより取得された (SOC<sub>t'</sub>, OCV) のデータを収集済みデータとして格納してもよい。この場合、 $T_{NS}$  は、 $T_{NS} = T_d + (2 \times M_M(SOC_T) + T_d) \times (N_S - 1)$

50

$SOC_T) + 2 \times T_d) \times (N_S - 1)$ となる。なお、 $SOC_t'$ が $SOC_t$ に最も近いSOCに一致するように、 $SOC_T$ を選択してよい。このように、 $SOC_t + SOC_T$ または $SOC_t - SOC_T$ がデータ収集対象のSOCと一致するようにすることで、全ての(SOC, OCV)データの収集に要する時間を短縮できる場合がある。全(SOC, OCV)データの収集に要する時間を短縮できない場合であっても、計測点が増えることで、SOC-OCVカーブの算出精度を高めることができる場合がある。

#### 【0075】

図9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。なお、ここでは、第1蓄電池111を対象蓄電部として選択して、第1蓄電池111のSOC-OCVカーブを確定させる場合について説明する。

10

#### 【0076】

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。

#### 【0077】

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 $CW_1$ 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OCVである $O_0$ とする。制御演算部230は、ステップS103で、取得した $O_0$ 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 $O_{min} \sim O_{max}$ を参照する。そして、 $O_{min} \leq O_0 \leq O_{max}$ の関係を満たすか否かを判断する。

20

#### 【0078】

取得した $O_0$ 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 $O_0$ と基準OCVの範囲 $O_{min} \sim O_{max}$ との差に応じて、移動させる電荷量を決定しても良い。

30

#### 【0079】

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。

40

#### 【0080】

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。

#### 【0081】

ステップS105では、制御演算部230は、(SOC<sub>full</sub>, OCV)のデータを内部記憶部に格納する。ここで、SOC<sub>full</sub>は、100%のSOCに対応する値である。SOC<sub>full</sub>を100%として良い。また、SOC<sub>full</sub>を、 $S_{min}$ 以上 $S_m$

50



$a_x$  以下の値として良い。例えば、 $SOC_{full} = (S_{min} + S_{max}) / 2$ として良い。

#### 【0082】

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、OCVの取得が可能なかを判断する。この判断は、ステップS101の判断と同様である。OCVの取得が不可能でない場合は、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、次の取得対象となるSOCを決定して、ステップS109において、(SOC, OCV)のデータを取得する。なお、ステップS108およびS109における処理については後述する。

10

#### 【0083】

制御演算部230は、ステップS110へ進み、取得対象の全SOCにおいて $N_r$ 個以上の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。

#### 【0084】

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において $N_r$ 個以上の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(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。

20

#### 【0085】

ステップS110で、取得対象の全SOCにおいて $N_r$ 個以上の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。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、取得した複数のデータ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。

30

#### 【0086】

図10は、次の取得対象となるSOCを決定するまでのフロー図である。図10に示すフローは、図9のフローにおけるステップS108に適用される。

#### 【0087】

制御演算部230は、ステップS301において、(SOC, OCV)データを取得できる期間の時間長さ $T_a$ を決定する。例えば、制御演算部230は、現在の時刻から輸送機器10が次に始動される時刻までの時間長さを、 $T_a$ として決定する。制御演算部230は、現在の時刻からモータジェネレータMGの駆動を開始する時刻までの時間長さを、 $T_a$ として決定して良い。

40

#### 【0088】

なお、制御演算部230は、輸送機器10が次に始動される時刻を、過去における輸送機器10の始動時刻の履歴から特定してよい。例えば、制御演算部230は、過去における輸送機器10の始動時刻の履歴を収集する。そして、制御演算部230は、始動時刻の履歴から、1日における複数の時刻のそれぞれにおいて、予め定められた時間内に始動された始動回数を特定する。制御演算部230は、特定した始動回数と始動時刻の収集期間

50

とに基づいて、予め定められた時間内に輸送機器 10 が始動される確率である始動確率を、1 日における複数の時刻のそれぞれについて算出する。制御演算部 230 は、算出した始動確率が予め定められた値より高い時刻である始動時刻を特定して、内部記憶部に記憶しておく。T<sub>a</sub> を決定する場合において、制御演算部 230 は、内部記憶部に記憶されている情報から、現在の時刻より後の時刻に対応する始動時刻を特定して、現在の時刻から、特定した始動時刻までの時間を、T<sub>a</sub> として決定する。

#### 【0089】

ステップ S303 において、制御演算部 230 は、第 1 蓄電池 111 の現在の SOC である SOC<sub>n</sub> を取得する。S311 から S327 までの処理は、i に関する繰り返し処理を行って、取得対象の各 SOC についての (SOC, OCV) データを取得するのに要する所要時間 T<sub>i</sub> を算出する処理である。説明を簡単にするため、このフロー図における i は、取得対象の SOC を示す。i の意味を分かり易く示すことを目的として、i (SOC) と記す場合がある。S311 から S327 までの繰り返し処理は、0% から 100% の範囲内の SOC について 10% 刻みで定めた SOC におけるデータを取得する場合を示す。

10

#### 【0090】

ステップ S313 において、制御演算部 230 は、i (SOC) と現在の SOC<sub>n</sub> との差である SOC<sub>i</sub> を算出する。具体的には、制御演算部 230 は、 $SOC_i = i(SOC) - SOC_n$  により、SOC<sub>i</sub> を算出する。ステップ S315 において、制御演算部 230 は、電荷移動時間 T<sub>M SOC</sub> を算出する。具体的には、制御演算部 230 は、マッピングテーブル M<sub>M</sub> を参照して、SOC<sub>i</sub> に適用することにより、T<sub>M SOC</sub> を算出する。

20

#### 【0091】

ステップ S317 において、制御演算部 230 は、新たに取得することが必要なデータの数 N<sub>T i</sub> を算出する。具体的には、制御演算部 230 は、 $N_{T i} = N_r - N_i$  により、N<sub>T i</sub> を算出する。

#### 【0092】

ステップ S319 において、制御演算部 230 は、N<sub>T i</sub> が 0 より大きいかを判断する。N<sub>T i</sub> が 0 より大きい場合、ステップ S323 において、(i (SOC), OCV) のデータの取得に要する時間 T<sub>T i</sub> を算出する。具体的には、図 8 に関連して説明した計算式により、T<sub>T i</sub> を算出する。

30

#### 【0093】

ステップ S325 において、制御演算部 230 は、所要時間 T<sub>i</sub> を算出する。具体的には、制御演算部 230 は、 $T_i = T_{M i} + T_{T i}$  により、所要時間 T<sub>i</sub> を算出する。なお、ステップ S319 の判断において、N<sub>T i</sub> が 0 以下の場合、ステップ S321 において、制御演算部 230 は、T<sub>T i</sub> に最大値 0 × 7 F F F を設定して、ステップ S323 とステップ S325 との間に進む。最大値 0 × 7 F F F は、ステップ S323 で算出され得る T<sub>T i</sub> の最大値より少なくとも大きい値であり、次の取得対象として i (SOC) が選択されないようにするための定数である。

#### 【0094】

ステップ S311 からステップ S327 までの繰り返し処理が終了すると、ステップ S239 において、制御演算部 230 は、T<sub>a</sub> より大きい所要時間 T<sub>i</sub> が算出された i (SOC) を、次の取得対象となり得る SOC の候補から除外する。

40

#### 【0095】

ステップ S331 において、制御演算部 230 は、次の取得対象となる SOC を決定する。具体的には、制御演算部 230 は、取得対象候補の SOC のそれぞれの所要時間 T<sub>i</sub> に基づいて、次の取得対象となる SOC を決定する。より具体的には、制御演算部 230 は、取得対象候補の SOC のそれぞれの所要時間 T<sub>i</sub> の最小値を検索して、最小の所要時間 T<sub>i</sub> が算出された SOC を、次の取得対象となる SOC として決定する。S331 の後、図 8 のフローにおけるステップ S109 に進む。

50

## 【0096】

図11は、次の取得対象として決定されたSOCにおける(SOC, OCV)データを取得するフロー図である。図11に示すフローは、図8のフロー図におけるステップS109に適用される。

## 【0097】

S401からS411までの処理は、図10のステップS331において決定されたSOC<sub>M I N</sub>についての取得済みデータ数kに関する繰り返し処理を行って、(SOC<sub>M I N</sub>, OCV<sub>k</sub>)のデータを取得する処理である。ここで、(SOC<sub>M I N</sub>, OCV<sub>k</sub>)のデータは、既にL個取得され、制御演算部230の内部記憶部に格納されているとする。

## 【0098】

ステップS403において、制御演算部230は、蓄電池部間充放電を実行する。なお、ステップS403において、 $k = L + 1$ である場合、第1蓄電池111のSOCがSOC<sub>M I N</sub>になるように蓄電池部間充放電を実行する。それ以外の場合、図8に関連して説明したように、制御演算部230は、第1蓄電池111のSOCが規定量SOC<sub>T</sub>だけ変化するまで蓄電池部間充放電を実行した後、第1蓄電池111のSOCがSOC<sub>M I N</sub>になるように蓄電池部間充放電を実行する。なお、図8に関連して説明したように、制御演算部230は、第1蓄電池111のSOCを規定量SOC<sub>T</sub>だけ変化させた後に、第1蓄電池111のOCVを取得して、内部記憶部に格納してもよい。

## 【0099】

ステップS405において、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を取得して、OCV<sub>k</sub>とする。OCV<sub>k</sub>は、SOC<sub>M I N</sub>におけるk個目のOCVデータとして扱われる。

## 【0100】

ステップS407において、制御演算部230は、SOC算出部231に、前回の(SOC, OCV)データを取得した時のSOC算出時からのSOCを算出させ、図5を用いて説明した手順に従って、第1蓄電池111のSOCであるSOC<sub>k</sub>を算出する。

## 【0101】

ステップS411において、制御演算部230は、ステップS406で算出したSOC<sub>k</sub>およびOCV<sub>k</sub>の組み合わせを示す(SOC<sub>k</sub>, OCV<sub>k</sub>)のデータを、内部記憶部に格納する。この(SOC<sub>k</sub>, OCV<sub>k</sub>)のデータは、SOC<sub>M I N</sub>における(SOC, OCV)データとして計数される。また、このとき、制御演算部230は、OCV<sub>k</sub>を取得した時刻を計時部232から取得し、(SOC<sub>k</sub>, OCV<sub>k</sub>)のデータに対応付けて内部記憶部に格納する。

## 【0102】

図11のフロー図等に関連して説明したように、制御演算部230は、取得対象の複数のSOCのうち、 $T_{T i}$ が最小となるSOCを、次の取得対象となるSOCとして決定する。これにより、取得対象の複数のSOCのうちの1つのSOCにおける $N_r$ 個のOCVを、速やかに取得できる。そのため、SOC-OCVカーブの特定に必要なデータ点を速やかに取得できる。

## 【0103】

これに対し、制御演算部230は、取得対象である全てのSOCにおける $N_r$ 個のOCVを取得するのに要する時間である全所要時間が最も短くなる順番で(SOC, OCV)データが取得されるように、次の取得対象となるSOCを決定してもよい。図12において、全所要時間が最も短くなる順序について簡単に説明する。

## 【0104】

図12は、収集済みデータの統計情報をヒストグラム形式で表す。図12は、図8と同様に、横軸は、SOCをパーセント(%)で表わし、縦軸は、収集済みデータの数を表す。ここでは、SOCが20%における収集済みデータの数、SOCが40%における収集済みデータの数、および、SOCが70%における収集済みデータの数が $N_r - 1$ 個である。その他のSOCにおける収集済みデータの数は $N_r$ 以上である。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 0 5 】

ここで、現在のSOCが50%である場合において、 $T_{Ti}$ を最も短くするための収集則を用いた場合、取得対象のSOCは、40%、20%、70%の順で選択される。これに対し、図12に示される状況においては、図示されるように、70%、40%、20%の順で取得対象のSOCを選択した場合に、全所要時間が最も短くなる。そこで、制御演算部230は、 $N_r$ 個のデータが取得されていないSOCについて、選択可能な全てのデータ収集順序について全所要時間を算出して、算出した全所要時間が最も短くなるデータ収集順序に従って、次の取得対象となるSOCを決定して良い。

## 【 0 1 0 6 】

なお、図12においては、分かり易く説明するために、未収集のデータ数が少ない場合を取り上げた。 $N_r$ が大きく、未収集のデータ数が多い場合には、全てのデータ収集順序についての全所要時間を算出するのに要する演算量が増える。しかし、 $N_r$ が少ないほど、計算すべきデータ収集順序の組み合わせの数は少なくなるため、実用的な速度で全所要時間を算出できる場合がある。この特性を利用して、未収集のデータ数が閾値未満となったら、上述した全所要時間を算出する方法を採用しても良い。

## 【 0 1 0 7 】

制御演算部230において全所要時間を算出する実装方法の他に、全所要時間が最短になる順序をマッピングテーブルを用いて決定する実装方法が考えられる。図13は、マッピングテーブルを用いて全所要時間が最短になる順序を算出する処理を概略的に示す図である。

## 【 0 1 0 8 】

図13に示されるように、マッピングテーブル1300は、マッピングテーブル1300により、SOC毎の収集済みデータ数( $N_0, N_{10}, \dots$ )の $m$ 番目の組み合わせと、1番目の現SOCとが、次SOC $_{1,m}$ に対応づけられる。SOC $_{1,m}$ は、対応する収集済みデータと現SOCとの組み合わせの状況において、全所要時間が最も短くなるデータ収集順序を予め計算により求められて、制御演算部230の内部記憶部内のマッピングテーブル1300に格納される。

## 【 0 1 0 9 】

制御演算部230は、例えば図9のS108において、マッピングテーブル1300を参照して、内部記憶部に格納しているSOC毎の収集済みデータ数の組み合わせと現在のSOCとに対応づけられるSOC $_{1,m}$ を選択して、次の取得対象となるSOCとして決定して良い。このように、制御演算部230がマッピングテーブル1300を参照して次のSOCを決定することによって、より少ない演算量で、データ収集順序を決定できる。

## 【 0 1 1 0 】

なお、 $N_r$ が大きい場合、収集済みデータ数( $N_0, N_{10}, \dots$ )の組み合わせが多くなり、テーブルの探索処理にかかる演算量が増える。しかし、 $N_r$ が少ないほど、収集済みデータ数( $N_0, N_{10}, \dots$ )の組み合わせは少なくなるため、マッピングテーブル1300の記憶容量が低減され、探索処理にかかる演算量も低下する。例えば $N_r = 1$ の場合には少なくとも、マッピングテーブル1300のようなマッピングテーブルおよびテーブルの探索処理を実装できる。未収集のデータ数が閾値未満となったら、マッピングテーブル1300のようなマッピングテーブルおよびテーブルの探索処理を採用しても良い。

## 【 0 1 1 1 】

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を対象蓄電池として選択して第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(SOC, OCV)データを取得すれば、2つのSOC-OCVカーブを並行して確

10

20

30

40

50

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。

#### 【0112】

10

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(SOC, OCV)データを取得したが、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量を $C_{full}$ に基づいて定めれば良い。

#### 【0113】

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(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。

20

#### 【0114】

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(SOC, OCV)データ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。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。なお、SOC毎にOCVの平均値を算出し、算出したOCVの平均値に基づいて、近似曲線または近似直線を算出しても良い。SOC-OCV平面における座標(SOC, OCVの平均値)の点について、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(SOC, OCVの平均値)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。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ふ。しかし、実測された(SOC, OCV)データ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は、実測された(SOC, OCV)データ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(SOC, OCV)データ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。

30

40

#### 【0115】

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(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、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

50

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(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。

#### 【0116】

また、上記の実施形態においては、特に図9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なおす手順を説明した。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。

#### 【0117】

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。

#### 【0118】

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。

#### 【0119】

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】

#### 【0120】

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、700 マッピング線、1300 マッピングテーブル

#### 【要約】

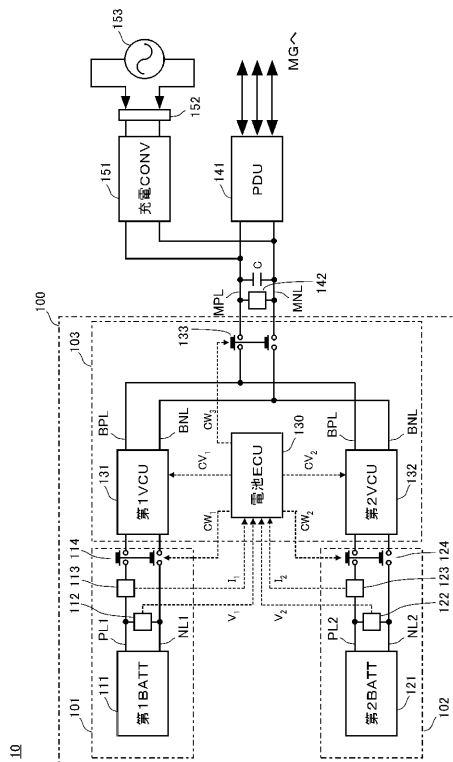
【課題】蓄電部のSOCとOCVの相関情報を効率的に推定すること。

【解決手段】電源装置は、第1蓄電部と、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含み、制御部は、第1蓄電部と第2蓄電部の少なくとも一方を対象蓄電部とし、対象蓄電部の充電率と開放端電圧である対象SOCと対象OCVを取得し、第1蓄電部と第2蓄電部の間の電荷移動を用いて

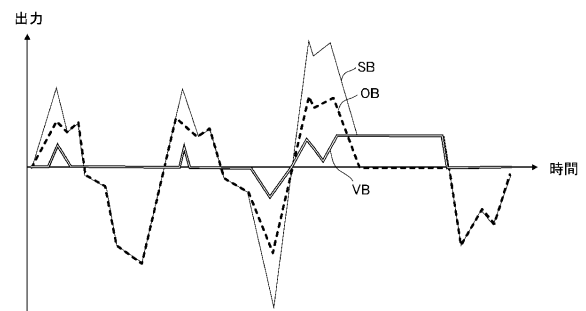
、対象SOCと対象OCVを含むデータを、対象SOCと収集したデータの集合である収集済データより決定される収集則に基づく順序で収集し、複数のデータに基づき、対象蓄電部のSOCとOCVの相関情報を推定する。

【選択図】図7

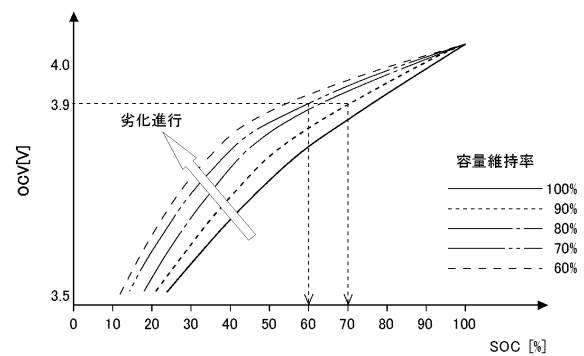
【図1】



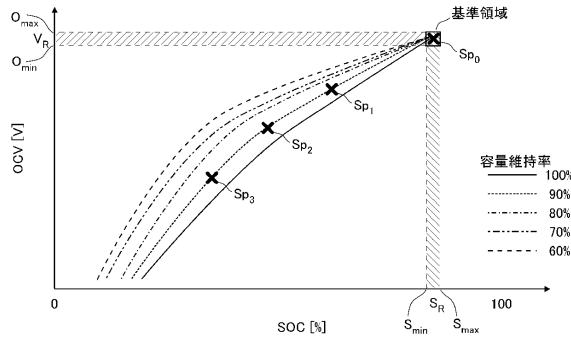
【図2】



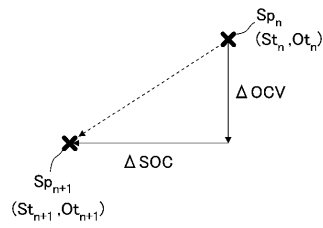
【図3】



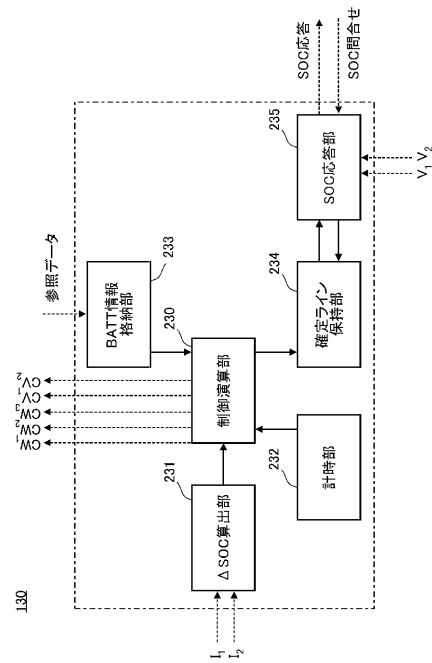
【図 4】



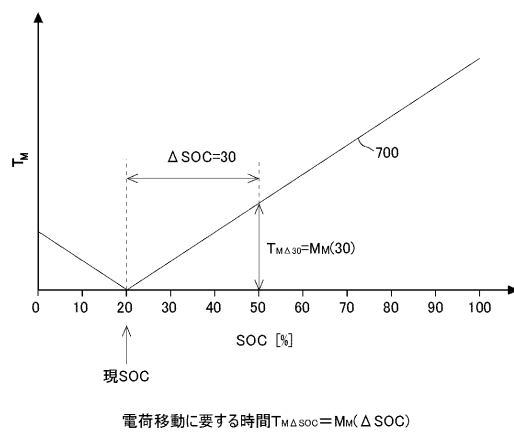
【図 5】



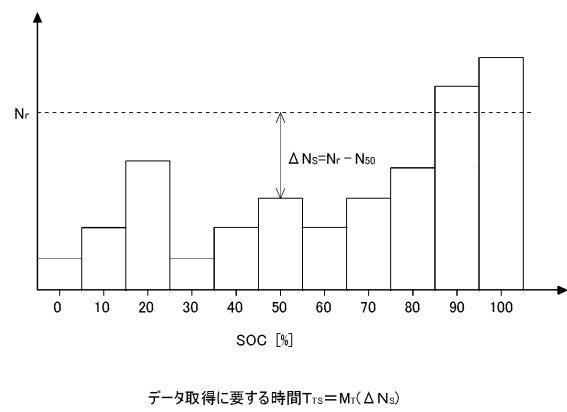
【図 6】



【図 7】

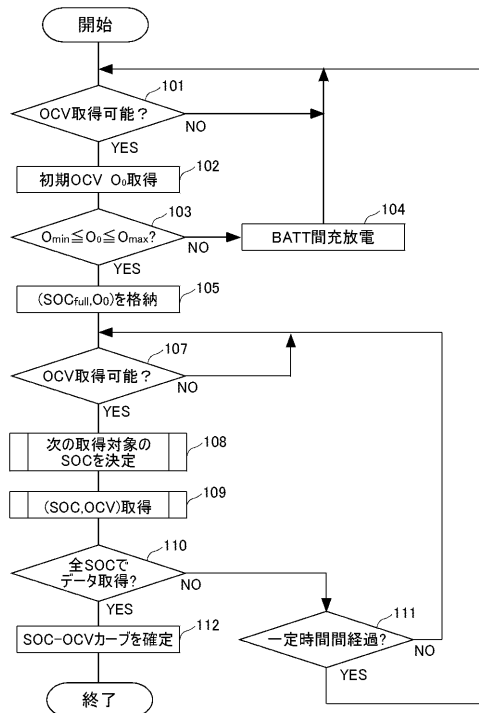


【図 8】

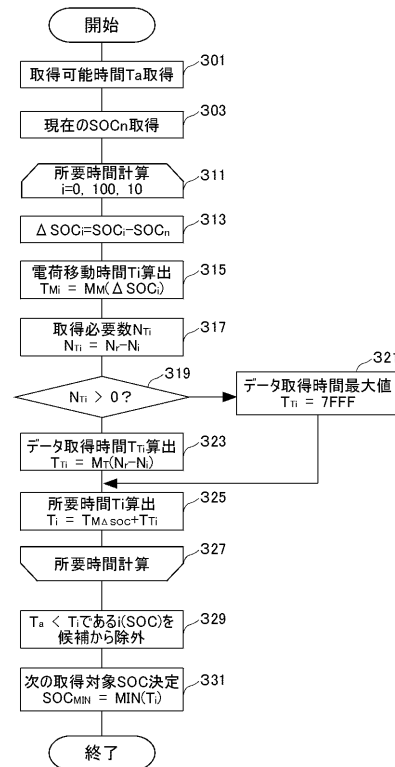




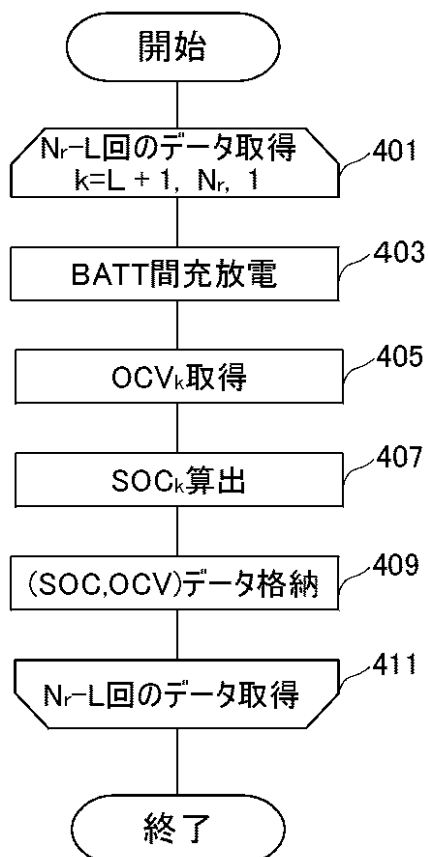
【図 9】



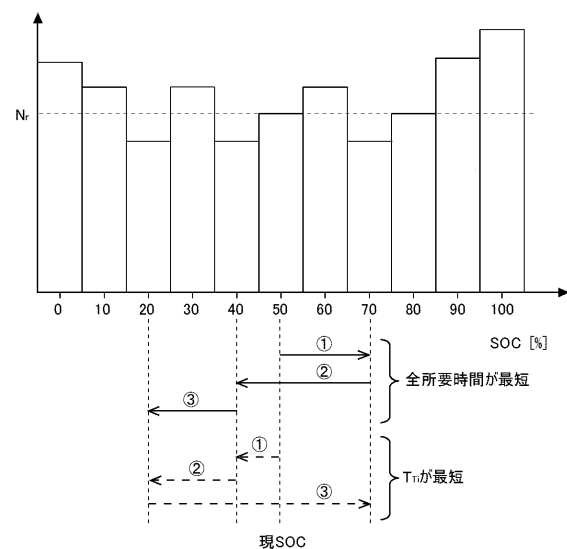
【図 10】



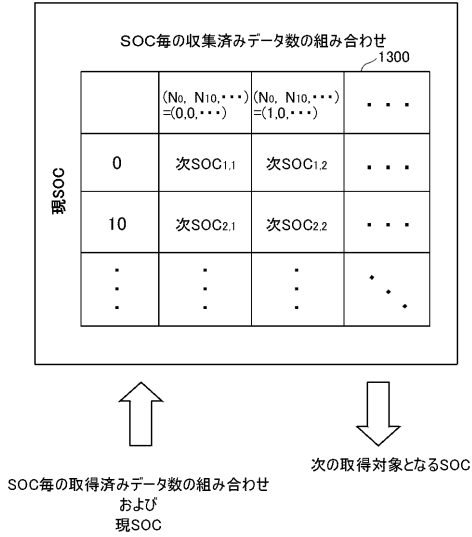
【図 11】



【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