

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5768001号  
(P5768001)

(45) 発行日 平成27年8月26日(2015. 8. 26)

(24) 登録日 平成27年6月26日(2015. 6. 26)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 1 M	10/42 (2006. 01)	HO 1 M	10/42 P
HO 1 M	10/48 (2006. 01)	HO 1 M	10/48 P
HO 2 J	7/00 (2006. 01)	HO 2 J	7/00 Y
GO 1 R	31/36 (2006. 01)	GO 1 R	31/36 A

請求項の数 13 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2012-97757 (P2012-97757)	(73) 特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22) 出願日	平成24年4月23日(2012. 4. 23)	(74) 代理人	100091096 弁理士 平木 祐輔
(65) 公開番号	特開2013-225441 (P2013-225441A)	(74) 代理人	100105463 弁理士 関谷 三男
(43) 公開日	平成25年10月31日(2013. 10. 31)	(74) 代理人	100102576 弁理士 渡辺 敏章
審査請求日	平成26年6月4日(2014. 6. 4)	(72) 発明者	三輪 俊晴 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所 横浜研究所内
		(72) 発明者	勝又 大介 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所 横浜研究所内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電池システムのメンテナンス管理システム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

データ入出力処理部と、  
データベース部と、

電池モジュールの製造状態別・劣化状態別の容量 - 電圧プロファイルデータ、電池モジュール毎の出荷時における容量 - 電圧プロファイルデータ、各電池モジュールの直近の容量 - 電圧プロファイルデータとを照合して、電池システムを構成する電池モジュール毎の劣化度を推定する劣化度推定部と、

電池モジュールの過去の充放電実績データに基づいて、今後の使用パターンを推定する使用パターンの推定処理部と、

劣化度、電池モジュール毎の使用パターン、特性劣化データに基づいて、余寿命を計算する余寿命計算部と、

電池モジュール毎に計算された余寿命に基づいて、個々の電池モジュールの交換時期を指示する交換時期指示部と

を有する電池システムのメンテナンス管理システム。

【請求項2】

請求項1に記載の電池システムのメンテナンス管理システムにおいて、

前記交換時期指示部は、点検時点において前記余寿命がしきい値以下となる確率を計算し、当該計算結果に基づいて個々の電池モジュールの交換時期を決定する

ことを特徴とする電池システムのメンテナンス管理システム。

## 【請求項 3】

請求項 2 に記載の電池システムのメンテナンス管理システムにおいて、  
前記交換時期指示部は、各電池モジュールの交換時期を、前記点検時点と計算された前記確率との関係として画面表示することを特徴とする電池システムのメンテナンス管理システム。

## 【請求項 4】

請求項 3 に記載の電池システムのメンテナンス管理システムにおいて、  
前記交換時期指示部は、各電池モジュールの交換時期に関する情報を同一画面上に表示することを特徴とする電池システムのメンテナンス管理システム。

10

## 【請求項 5】

請求項 1 に記載の電池システムのメンテナンス管理システムにおいて、  
前記交換時期指示部は、個々の電池モジュールについて計算された余寿命を所定の幅を持った分布グラフの形式で表示することを特徴とする電池システムのメンテナンス管理システム。

## 【請求項 6】

請求項 1 に記載の電池システムのメンテナンス管理システムにおいて、  
前記使用パターンの推定処理部は、各電池モジュールの過去の充放電実績データとその設置場所の環境実績とに基づいて、ある時間区間毎の累積使用容量と前記環境実績との関係をモデル化し、当該モデルに基づいて今後の使用パターンを推定することを特徴とする電池システムのメンテナンス管理システム。

20

## 【請求項 7】

請求項 6 に記載の電池システムのメンテナンス管理システムにおいて、  
前記環境実績は、温度、湿度、平均風速、最大風速、日照量のいずれか又は任意の組み合わせであることを特徴とする電池システムのメンテナンス管理システム。

## 【請求項 8】

電池システムのメンテナンスを管理する計算処理部が、電池モジュールの製造状態別・劣化状態別の容量 - 電圧プロファイルデータ、電池モジュール毎の出荷時における容量 - 電圧プロファイルデータ、各電池モジュールの直近の容量 - 電圧プロファイルデータとを照合して、電池システムを構成する電池モジュール毎の劣化度を推定する処理と、  
前記計算処理部が、電池モジュールの過去の充放電実績データに基づいて、今後の使用パターンを推定する処理と、  
劣化度、電池モジュール毎の使用パターン、特性劣化データに基づいて、余寿命を計算する処理と、  
電池モジュール毎に計算された余寿命に基づいて、個々の電池モジュールの交換時期を指示する処理と  
を有する電池システムのメンテナンス管理方法。

30

## 【請求項 9】

請求項 8 に記載の電池システムのメンテナンス管理方法において、  
点検時点において前記余寿命がしきい値以下となる確率を計算し、当該計算結果に基づいて個々の電池モジュールの交換時期を決定する処理を有することを特徴とする電池システムのメンテナンス管理方法。

40

## 【請求項 10】

請求項 9 に記載の電池システムのメンテナンス管理方法において、  
各電池モジュールの交換時期を、各電池モジュールの交換時期を、前記点検時点と計算された前記確率との関係として画面表示する処理を有することを特徴とする電池システムのメンテナンス管理方法。

## 【請求項 11】

請求項 10 に記載の電池システムのメンテナンス管理方法において、

50

前記関係と共に、各電池モジュールの交換時期に関する情報を同一画面上に表示することを特徴とする電池システムのメンテナンス管理方法。

【請求項 1 2】

請求項 8 に記載の電池システムのメンテナンス管理方法において、個々の電池モジュールについて計算された余寿命を所定の幅を持った分布グラフの形式で表示する処理を有する

ことを特徴とする電池システムのメンテナンス管理方法。

【請求項 1 3】

請求項 8 に記載の電池システムのメンテナンス管理方法において、各電池モジュールの過去の充放電実績データとその設置場所の環境実績とに基づいて、ある時間区間毎の累積使用容量と前記環境実績との関係をモデル化し、当該モデルに基づいて今後の使用パターンを推定する処理を有する

ことを特徴とする電池システムのメンテナンス管理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電池システムのメンテナンス管理システム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

リチウムイオン電池は、ニッケル水素電池に比較して圧倒的に高いエネルギー密度を有している。また、リチウムイオン電池は、メモリー効果が小さいという特性を有している。このため、リチウムイオン電池は、携帯電話機、ノートパソコンその他の携帯機器、ハイブリッド車両、電動車両その他の車両に広く用いられている。

【0003】

リチウムイオン電池には、充放電を繰り返すと、正極側では電解液の酸化・結晶構造の破壊が起こり、負極側では金属リチウムの析出が起こる特性がある。この特性のため、充放電の繰り返しは、リチウムイオン電池の容量を劣化させる。容量の劣化が続いた場合、リチウムイオン電池は、その電力の供給先である機器に対し、必要とされる電力を提供できなくなる。このため、リチウムイオン電池の定期的な交換が必要となる。特に、多数のリチウムイオン電池から構成され、大量の電力を提供できる大規模電池システムにおいては、多くのリチウムイオン電池の劣化に伴う交換の効率化が必要となる。

【0004】

本技術分野の背景技術を記述する文献の 1 つとして、特許文献 1 がある。この文献の要約部分には、「車両に搭載した電池の寿命を改善するための制御プランを提示し、車両の制御に関する制御情報を変更することができる車両用電池診断システムを提供する。」と記載されている。

【0005】

また、本技術分野の背景技術を記述する他の文献の 1 つとして、特許文献 2 がある。この文献の要約部分には、「電動機からの動力を用いて走行する自動車に搭載されたまたは自動車への搭載用のバッテリーの余寿命をより適正に診断する。」、「寿命バッテリーの使用状態と寿命実績（寿命バッテリーの充電特性など）とを関連付けて寿命情報としてデータベース化して準備しておき、診断用バッテリーの余寿命を診断する際には、データベースのうち診断用バッテリーの使用状態に対応する対応領域から寿命充電電圧バラツキ  $V_{mcl}$  i 取得し（S 140）、充電シーケンスにより診断用バッテリーが充電されたときの診断充電電圧バラツキ  $V_{mccu}$  を取得し（S 170, S 180）、取得した診断充電電圧バラツキ  $V_{mccu}$  と寿命充電電圧バラツキ  $V_{mcl}$  i との関係から診断用バッテリーの余寿命距離  $R_d$  や余寿命時間  $R_t$  を計算する（S 190）。」と記載されている。

【0006】

また、本技術分野の背景技術を記述する他の文献の 1 つとして、特許文献 3 がある。この文献の要約部分には、「バッテリー 1 2 が寿命に到達していると判定されたときには、バ

10

20

30

40

50

ッテリ 1 2 の使用環境（搭載車種，使用地域，使用用途，走行履歴など）と使用状態情報（バッテリー 1 2 の充電特性や放電特性，通算走行距離  $L_{sum}$ ，通算使用時間  $T_{sum}$  など）とを関連付けて寿命情報のデータベースの一部として管理サーバ 5 0 のハードディスクドライブ 5 4 に記憶させる。これにより、寿命情報のデータベースをより適正なものとするができる。」と記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開 2010 - 119223 号公報

【特許文献 2】特開 2011 - 64571 号公報

【特許文献 3】特開 2011 - 69693 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特許文献 1 には、電池診断情報（電流値や電圧値に基づいて電池の充電状態を算出して診断するのみ記載されている）に基づき電池の寿命を改善するための車両の制御プランを提示し、ユーザが選択した制御プランに応じて車両の制御情報を変更するが、個々の電池の交換時期を指定する技術に関する開示は無い。

【0009】

特許文献 2 及び 3 は、自動車に搭載された又は自動車への搭載用の電池の余寿命を精度よく診断する技術を開示しているが、電池システムの個々の劣化に応じた交換時期を指定する技術に関する開示は無い。

【0010】

そこで、本発明は、個々の電池モジュール毎の交換時期を決定する電池システムのメンテナンス管理システムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するために、本発明は、以下の処理（機能部）を有する。

(1) 電池モジュールの製造状態別・劣化状態別の容量 - 電圧プロファイルデータ、電池モジュール毎の出荷時における容量 - 電圧プロファイルデータ、各電池モジュールの直近の容量 - 電圧プロファイルデータとを照合して、電池システムを構成する電池モジュール毎の劣化度を推定する劣化度推定部（処理）

(2) 電池モジュールの過去の充放電実績データに基づいて、今後の使用パターンを推定する使用パターンの推定処理部（処理）

(3) 劣化度、電池モジュール毎の使用パターン、特性劣化データに基づいて、余寿命を計算する余寿命計算部（処理）

(4) 電池モジュール毎に計算された余寿命に基づいて、個々の電池モジュールの交換時期を指示する交換時期指示部（処理）

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、電池システムを構成する個々の電池モジュール毎の交換時期を決定して電池システムのメンテナンスを効率化できる。その結果、電池システム全体の稼働率を向上することができる。

前述した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施の形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図 1】電池システムを使用するシステム全体の構成例を示す図。

【図 2】リチウムイオン電池が製造されるまでの具体的な工程を模式的に示す図。

【図 3】リチウムイオン電池のモジュール電池構造を模式的に示す斜視図。

10

20

30

40

50

【図 4】製造検査実績情報に記録される充電特性データと放電特性データの容量 - 電圧プロファイルデータ例を示す図。

【図 5】製造検査実績データベースに格納される出荷時の充放電特性データのデータ例を示す図。

【図 6】稼働実績情報を説明する図。

【図 7】稼働実績情報のデータ項目例を示す図。

【図 8】電池劣化に伴う放電特性の変化を説明する図。

【図 9】製造条件が電池の劣化に影響を与える例及び稼働実績が電池劣化に影響を与える例を示す図。

【図 10】電池モジュールの劣化度の推定に使用する性能劣化データベースを説明する図

10

【図 11】性能劣化データベースに登録されている電池モジュール検査データの例を示す図。

【図 12】環境実績データベースに記録された環境実績情報の例を示す図。

【図 13】電池システムを構成する電池モジュールの交換時期の計算処理を説明するフローチャート。

【図 14】電池モジュールの劣化度の推定処理を説明するフローチャート。

【図 15】充放電プロファイルデータのパターンマッチング処理を説明するフローチャート。

【図 16】過去の稼働実績に基づく電池モジュールの使用パターンの推定方法を説明するフローチャート。

20

【図 17】過去の稼働実績及び環境情報を用いた電池モジュールの使用パターンの推定方法を説明するフローチャート。

【図 18】電池モジュールの余寿命の計算処理を説明するフローチャート。

【図 19】電池モジュールの余寿命の計算方法を説明する図。

【図 20】電池モジュールの交換時期の計算方法のフローチャートである。

【図 21】電池モジュールの交換時期の計算結果例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に添付図面を参照し、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

30

【0015】

(実施例 1)

[全体システムの構成]

図 1 は、電池システムを使用する全体システムの構成を示す。全体システムは、電池システム 200、電池システム 200 に接続される機器 300、電池システム 200 を構成する電池モジュールの交換時期を管理するメンテナンス管理システム 100 で構成される。

【0016】

メンテナンス管理システム 100 は、データ入出力処理部 110 と、計算処理部 120 と、データベース部 130 とを有している。

40

【0017】

計算処理部 120 は、例えばコンピュータで構成される。この場合、計算処理部 120 は、CPU と、RAM と、ROM と、内部記憶装置（例えばハードディスク）と、入出力インタフェースを有している。後述するメンテナンス管理機能は、内部記憶装置等から読み出されて実行されるプログラムを通じて提供される。なお、計算処理部 120 が汎用のコンピュータで実現される場合、実行されるプログラムに応じた機能が提供される。計算処理部 120 には、ディスプレイやプリンタが接続されていてもよい。

【0018】

実施例に係るメンテナンス管理機能として、計算処理部 120 は、劣化度の推定処理部 121 と、使用パターンの推定処理部 122 と、余寿命の計算処理部 123 と、交換時期

50

の指示処理部 124 とを有している。各処理部は、コンピュータプログラムの実行を通じて実現される。各処理部で実行される処理動作の詳細については後述する。

【0019】

データベース部 130 は、稼働実績データベース 131 と、製造検査実績データベース 132 と、性能劣化データベース 133 と、環境実績データベース 134 と、点検計画データベース 135 を有している。

【0020】

本実施例の場合、メンテナンス管理システム 100 には、複数の電池システム 200 が接続される。複数の電池システム 200 は、1 箇所に存在する必要は無く、複数個所に分散配置してもよい。

10

【0021】

個々の電池システム 200 は、例えば電力の供給対象である機器 300 に接続される。機器 300 は、電気を使用するだけの機器に限らず、電気を発生できる機器でもよい。例えば機器 300 が風力発電設備でもよい。この場合、電池システム 200 は、発生した電気の蓄積装置として用いられる他、電気の出力を安定化させるための予備電源として用いられる。また、機器 300 は、例えば太陽光発電設備の機器 300 でもよい。また、機器 300 は、サーバやデータセンタといった情報システムでもよい。因みに、機器 300 がサーバの場合、電池システム 200 は、例えば UPS (Uninterruptible Power Supply) と呼ばれる無停電電源装置でもよい。

【0022】

[電池システムとその関連情報]

本実施例の場合、電池システム 200 は、複数のリチウムイオン電池モジュールの集合体として構成される。なお、電池モジュールは、リチウムイオン電池モジュールに限らない。この実施例の場合、個々の電池モジュールは、複数のリチウムイオン電池セルを接続して構成される。なお、電池モジュールが、単一のリチウムイオン電池セルにより構成される場合も含まれる。

20

【0023】

図 2 に、リチウムイオン電池が製造されるまでの具体的な工程を模式的に示す。図 2 に示すように、リチウムイオン電池の製造工程は、正極材料製造工程と、負極材料製造工程と、電池セル組立工程と、モジュール電池組立工程とを有している。

30

【0024】

正極材料製造工程では、まず、正極材料の原料となる各種材料を混練・調合し、スラリー材料を作成する。次に、作成されたスラリー材料を、フィルム状に加工した金属箔に塗工する。その後、スラリーを塗工した金属箔を加工し(例えば圧縮、切断し)、フィルム状の正極材料を製造する。

【0025】

負極材料製造工程では、使用される原料となる各種材料が正極材料製造工程と異なる点を除き、正極材料製造工程と同様の手順が実行される。まず、負極材料の原料となる各種材料を混練・調合し、スラリー材料を作成する。次に、作成されたスラリー材料を、フィルム状に加工した金属箔に塗工する。その後、スラリーを塗工した金属箔を加工し(例えば圧縮、切断し)、フィルム状の負極材料を製造する。

40

【0026】

続いて、電池セル組立工程が実行される。まず、捲回工程が実行される。捲回工程では、まず、電池セルに必要な大きさの正極及び負極を、フィルム状の正極材料及び負極材料から切り出す。また、これら正極材料及び負極材料を分離するために使用されるフィルム状のセパレータ材料から、電池セルに必要な大きさのセパレータを切り出す。この後、切り出したセパレータを正極及び負極で挟み、重ね合わせるように巻き合わせる。次に、溶接・組立工程が実行される。溶接・組立工程では、正極、負極及びセパレータを巻き合わせた電極対の群を組み立てて溶接する。次の注液工程では、溶接された電極対の群を、電解液が注入された電池缶内に配置する。続いて、電池缶を完全に密閉する封口工程が実行さ

50

れ、電池セルを作成する。この後、セル検査工程が実行される。セル検査工程では、前工程で作成されたりチウムイオン電池の電池セルを繰り返し充放電する工程と、電池セルの性能及び信頼性に関する検査（例えば、電池セルの容量や電圧、充電又は放電時の電流や電圧等の検査）を実行する。これにより、電池セルが完成し、電池セル組立工程が終了する。

#### 【 0 0 2 7 】

次に、電池モジュール組立工程が実行される。電池モジュール組立工程は、モジュール組立工程と、モジュール検査工程とで構成される。モジュール組立工程では、複数の電池セルを直列に組み合わせて電池モジュールを構成する。さらに、電池モジュールに対して充放電を制御する電池制御ユニットを接続し、電池システム 2 0 0 を製造する。次に、モジュール検査工程が実行される。モジュール検査工程では、組み立てられた電池モジュールの性能及び信頼性に関する検査を行う。例えば電池モジュールの容量や電圧、充電又は放電時の電流や電圧等の検査を行う。

10

#### 【 0 0 2 8 】

図 3 に、製造された電池モジュール 2 0 1 の構成を模式的に示す。図 3 に示すように、電池モジュール 2 0 1 は、複数の電池セル 2 0 2 と、電池制御ユニット 2 0 3 を有している。複数の電池セル 2 0 2 は、直列に接続されている。個々の電池セル 2 0 2 には、電池セルを識別するための管理番号マーク（例えばバーコード） 2 0 4 が付されている。また、電池モジュール 2 0 1 の筐体のいずれかの位置に、電池モジュールを識別するための管理番号マーク（例えばバーコード） 2 0 5 が付されている。

20

#### 【 0 0 2 9 】

ここで、電池制御ユニット 2 0 3 は、電池セル及び電池モジュールの充放電、容量、電圧等に関する稼動実績情報（稼動履歴データ）の作成と管理を実行する。電池制御ユニット 2 0 3 は、電池モジュール 2 0 1 が充放電した際の日時を計測するタイマを有している。電池制御ユニット 2 0 3 は、充放電時点及び停止状態時点における電池モジュールの稼動実績データを取得し、電池システムのメンテナンス管理システム 1 0 0 のデータベース部 1 3 0 の稼動実績データベース 1 3 1 に記憶する。この稼動実績データの具体的な構成については後述する。

#### 【 0 0 3 0 】

図 4 に、製造時に実行されるモジュール検査工程で取得される充放電特性データを示す。このデータを、「電池モジュールの出荷時における容量 - 電圧プロファイルデータ」ともいう。図 4 ( a ) は電池モジュールの充電特性データのグラフであり、図 4 ( b ) は電池モジュールの放電特性データのグラフである。各グラフの横軸は容量であり、縦軸は電圧である。各グラフでは、電池モジュール 1 のプロファイルデータを実線で示し、電池モジュール 2 のプロファイルデータを点線で示す。

30

#### 【 0 0 3 1 】

充電検査では、所定の電流値により電池モジュールを充電させながら、その出力電圧の変化が測定される。充電検査は、測定された出力電圧が充電終了電圧に達した時点で終了する。この充電開始から充電終了までの間に測定された、電圧と容量の関係の変化が充電特性データ（充電プロファイルデータ）である。もっとも、「容量」は、測定されるデータではなく、充電に使用した電流値と充電時間との積に基づいて計算される。容量の単位は、A h で表わされる。図 4 ( a ) に示すように、電池モジュールの充電容量には一般に個体差がある。

40

#### 【 0 0 3 2 】

放電検査では、所定の電流値により電池モジュールを放電させながら、その出力電圧の変化が測定される。放電検査は、測定された出力電圧が放電終了電圧に達した時点で終了する。この放電開始から放電終了までの間に測定された、電圧と容量の関係の変化が放電特性データ（放電プロファイルデータ）である。この場合も、「容量」は、測定されるデータではなく、放電される電流値と放電時間との積に基づいて計算される。やはり、容量の単位は A h である。図 4 ( b ) に示すように、電池モジュールの放電容量には一般に個

50

体差がある。図4では、充電特性データと放電特性データがほぼ同様である場合を表している。もっとも、それらは互いに異なる場合もある。

【0033】

このように求められた各電池モジュールの充放電特性データは、電池システム200の出荷時まで、メンテナンス管理システム100のデータベース部130の製造検査実績データベース132に格納される。

【0034】

図5に、製造検査実績データベース132に格納される充放電特性データのデータ形式例を示す。充放電特性データは、電池モジュールを特定する電池モジュール番号、充放電シーケンスを識別するデータ、測定日時、容量、電圧の項目を有している。図5の場合、例えば電池モジュール番号「M01」の「充電」シーケンスでは、電圧が「3.0V」の場合、電池モジュールの容量は「0Ah」であり、電圧が「3.1V」の場合、電池モジュールの容量は「10Ah」であり、電圧が「3.2V」の場合、電池モジュールの容量は「20Ah」である。電池モジュール番号「M01」の「充電」シーケンスには、これら充電時の容量と電圧の関係を示す容量-電圧プロファイルデータが格納されている。

【0035】

図6は、各電池モジュールの稼働実績情報を説明する図である。図6(a)は、メンテナンス管理システム100の稼働実績データベース部131に記録される、個々の電池モジュールの稼働履歴情報を示している。図の横軸は時間であり、縦軸は電圧である。稼働履歴情報は、電圧の時間変化と稼働履歴(例えば充電、放電、停止状態)を対応付けた情報である。稼働履歴情報は、管理対象とする電池モジュールについて少なくとも1つ記憶される。稼働履歴情報には、電池モジュールの管理が開始された以降の全ての情報が含まれることが望ましい。ただし、記憶領域の容量上の制約のため、一般には、過去のデータがリフレッシュにより消去される。従って、現実には、稼働履歴情報として、各電池モジュールの直近の稼働実績について電圧と時間変化の関係が保存される。

【0036】

図7に、稼働実績データベース部131に記録された稼働実績情報の例を示す。稼働実績情報は、電池モジュールを特定する電池モジュール番号、実績取得日時、ステータス、容量、電圧の項目を有している。計算処理部120は、個々の電池モジュールについて入出力される電流値、電圧値を取得し、電池モジュールが充電、放電、停止状態のいずれの状態であるかを判定し、その判定結果とその際の付随情報を稼働実績情報として記憶する。稼働実績情報を構成するデータレコードは、例えば10分ごとに作成される。この作成時が、実績取得日時である。その際のステータス値には、充電、放電、停止のいずれの状態であるかを示す識別コードが記録される。

【0037】

なお、稼働実績情報のデータレコードは、電池モジュールのステータスの変化が検知されたタイミングでのみ作成してもよい。勿論、ステータスの変化検出時が、実績取得日時として記録される。

【0038】

稼働実績情報の容量は、製品出荷時に充電された電池システム200の容量を初期値(例えば100)とする。電池システム200が放電された場合には、放電容量(=放電電流×経過時間)を前データレコードの容量から減算し、今回記録するデータレコードの容量とする。一方、電池システム200が充電された場合には、充電容量(=充電電流×経過時間)を前データレコードの容量に加算し、今回記録するデータレコードの容量とする。

【0039】

また、リチウムイオン電池のような二次電池は、停止状態でも自然放電が大きい。このため、ステータスが停止状態の場合には、現在の容量に応じて過去の実績を参照し、停止時間を乗じた自然放電容量を前データレコードの容量から減算し、計算された値を今回記録するデータレコードの容量とする。

10

20

30

40

50



稼働実績情報の電圧には、実績取得日時に記載された時刻の現在の測定値を格納する。

【 0 0 4 0 】

なお、ステータスが停止状態のデータレコードを、10分ごとに自動的に記録するのは記憶容量の無駄である。従って、例えばステータスが停止状態に切り替わった時刻のデータレコードと、他のステータスに切り替わる直前の所定の測定時刻のデータレコードのみを記録し、その間のデータレコードの記録を省略してもよい。

【 0 0 4 1 】

また、前述したように、本実施例では、充電シーケンスを予測するため、稼働実績情報として充電状態の履歴を残しておく必要があるので、放電状態の履歴も、停止状態と同様に省略してもよい。

【 0 0 4 2 】

また、図4で示した通り、充電特性データと放電特性データがほぼ同じプロファイルになる場合には、放電状態の稼働実績情報も履歴を残しておき、必要に応じて、最新の放電状態の稼働実績情報から充電特性データの容量 - 電圧プロファイルデータを推定してもよい。

【 0 0 4 3 】

図6(b)は、放電特性データ情報を示すグラフである。グラフの横軸は容量であり、縦軸は電圧である。実際の稼働時には、必ずしも電池モジュールが全放電するわけではない。このため、図中、点線で示す放電特性(推定)に従って、放電開始時の電圧を起点とし、DOD(Depth Of Discharge)により放電特性を管理する。図6(b)では、放電サイクルの違いを、その開始点と終了点に対応する黒丸と白丸で表している。黒丸は放電サイクルAに対応し、白丸は放電サイクルBに対応する。なお、データ処理に際しては平均化処理を行う。

【 0 0 4 4 】

図8に、電池モジュールの劣化に伴い、放電特性が変化する様子を示す。図8に示すグラフは、横軸を容量とし、縦軸を電圧とする。図8には、ある電池モジュールについての初期状態(出荷時)でのプロファイルデータと、所定期間使用した後の時点Aにおけるプロファイルデータと、さらに所定期間使用した後の時点Bとにおけるプロファイルデータを表している。なお、いずれのプロファイルデータも、同一の電圧値より放電を開始して、同一の放電終了電圧に到達して放電を終了させた場合について表している。図8に示すように、使用時間に応じ(劣化に応じ)、3つのプロファイルデータに差異があることが分かる。なお、図8は、電池の劣化に伴い、電池に保持できる電気の量が減ることを示している。

【 0 0 4 5 】

図9に、製造条件や稼働実績が電池性能の経時劣化に与える影響を示す。図9(a)は製造条件が電池の劣化に与える影響を示し、図9(b)は稼働実績が電池劣化に与える影響を示す。いずれのグラフも横軸が経過時間であり、縦軸が容量である。

【 0 0 4 6 】

図9(a)は、製造時の製造条件(例えば温度)がA, B, Cと異なる3つの電池モジュールを、それぞれ同一の時間放置した後の放電容量を、図8の測定方法と同様の手法により調べた場合における電池性能の経時劣化の様子を比較した図である。本図より、製造条件が電池の劣化に影響を与えることが判る。

【 0 0 4 7 】

図9(b)は、3つの電池モジュールをそれぞれ異なる使い方をした後に(稼働実績が異なる場合に)、累積稼働時間が同じ条件となる場合における電池性能の経時劣化の様子を比較した図である。本図より、稼働実績が電池の劣化に影響を与えることが判る。

図8及び図9の測定結果から、充電特性についても、同様の傾向があると予測される。

【 0 0 4 8 】

図10に、性能劣化データベース133の模式図を示す。横軸は、図9(a)に示す製造条件を識別し、代表的な製造条件を製造状態として区分して並べた指標を表わす。また

10

20

30

40

50

、縦軸は、電池モジュールを繰り返し充放電する場合の累積使用容量を表している。

【 0 0 4 9 】

性能劣化データベース 1 3 3 には、製造状態及び劣化状態の組み合わせについて、充放電特性データとして容量 - 電圧プロファイルデータを予め格納する。

【 0 0 5 0 】

これらのデータは、予め各製造状態において製造された電池モジュールを、劣化状態が 0 である出荷時に測定した充放電特性データと、累積使用容量が所定値である場合に測定された充放電特性データとに対応する。

【 0 0 5 1 】

図 1 1 に、性能劣化データベース 1 3 3 に登録されている電池モジュール検査データの例を示す。性能劣化データベース 1 3 3 は、電池モジュールの製品種ごとに作成される。性能劣化データベース 1 3 3 は、少なくとも、充放電シーケンス、製造状態、累積使用容量、容量、電圧の各データ項目を有する。

10

【 0 0 5 2 】

ここで、製造状態は、電池モジュールの製造条件（例えば製造時の温度）によって識別される。劣化状態は、該当する製造状態で製造された電池モジュールの放置時間により表わす。図 1 1 に示す例では、ある製品種の電池モジュールを製造状態「A」で製造し、放置時間が「0」（すなわち製造直後）の場合には、電圧が「3.0V」の場合には電池モジュールの容量が「0Ah」であり、電圧が「3.1V」の場合には電池モジュールの容量が「10Ah」であり、電圧が「3.2V」の場合には電池モジュールの容量が「20Ah」である等といった充電時の容量と電圧の関係を示す容量 - 電圧プロファイルデータが、所定の放置時間（例えば、100時間ごとの間隔）が経過した場合毎に容量と電圧との関係が対応付けて記憶されている。この容量 - 電圧プロファイルデータの具体的な内容については後述する。

20

【 0 0 5 3 】

図 1 2 に、環境実績データベース 1 3 4 に登録されている電池システム 2 0 0 の設置場所の環境情報の取得データの例を示す。例えば、所定時間の間隔にて電池システム 2 0 0 が設置されている場所における温度、湿度、風速（平均風速、最大風速）、日照量などの環境実績情報を取得し、環境実績情報の 1 データレコードを作成して、実績取得日時とその時点の温度、湿度、風速（平均風速、最大風速）、日照量などの環境実績情報を各データレコードに記録する。なお、各環境実績情報には、モジュール番号が対応付けられる。

30

【 0 0 5 4 】

[ 電池モジュールの交換時期の計算処理 ]

図 1 3 に、本実施例に係る計算処理部 1 2 0 が、電池システムを構成する個々の電池モジュールの交換時期の計算する際に実行する処理内容を説明する。

【 0 0 5 5 】

( ステップ S 1 0 1 )

まず、計算処理部 1 2 0 は、電池システム 2 0 0 を構成する個々の電池モジュールに関し、各種実績データをデータベース部 1 3 0 から読み出す。

【 0 0 5 6 】

計算処理部 1 2 0 は、例えば稼働実績データベース 1 3 1（図 7）より、電池モジュール番号に対応する直近の充電処理に関する容量 - 電圧プロファイルデータと、過去の稼働実績データとを読み出す。

40

【 0 0 5 7 】

なお、直近の充電処理に関する容量 - 電圧プロファイルデータが、全容量のごく一部しか充電しない処理であった場合には、例えば古い稼働履歴も探索対象に加え、より充電容量の大きい充電処理の容量 - 電圧プロファイルデータを読み出してもよい。

【 0 0 5 8 】

また、直近の放電処理における放電容量が大きい場合には、その容量 - 電圧プロファイルデータにおける容量と電圧の関係を左右反転させた容量 - 電圧プロファイルデータを計

50

算し、計算後の容量 - 電圧プロファイルデータを充電処理に関する容量 - 電圧プロファイルデータとして代用してもよい。

【 0 0 5 9 】

また、計算処理部 1 2 0 は、例えば製造検査実績データベース 1 3 2 ( 図 5 ) より、電池モジュール番号に対応する稼働実績データと、出荷時における容量 - 電圧プロファイルデータを読み出す。

【 0 0 6 0 】

また、計算処理部 1 2 0 は、例えば環境実績データベース 1 3 4 ( 図 1 2 ) より、電池モジュール番号に対応する環境実績データを読み出す。

【 0 0 6 1 】

また、計算処理部 1 2 0 は、点検計画データベース 1 3 5 より、電池システム番号に対応する点検計画データを読み出す。

【 0 0 6 2 】

( ステップ S 1 0 2 )

計算処理部 1 2 0 ( 具体的には、劣化度の推定処理部 1 2 1 ) は、ステップ S 1 0 1 で取得した出荷時の容量 - 電圧プロファイルデータと、直近の容量 - 電圧プロファイルデータとを、性能劣化データベース 1 3 3 ( 図 1 1 ) に格納している容量 - 電圧プロファイルデータと照合処理し、該当する電池モジュールの劣化状態 ( 劣化度 ) を推定する。

【 0 0 6 3 】

( ステップ S 1 0 3 )

計算処理部 1 2 0 ( 具体的には、使用パターンの推定処理部 1 2 2 ) は、ステップ S 1 0 1 で取得した過去の稼働実績データと環境実績データとから過去の使用パターンを作成し、電池モジュール毎に今後の使用パターンを推定する。具体的には、今後の電池モジュールの使用容量を、過去の使用パターンに基づいて、経過時間毎の使用容量の平均値と標準偏差を持つ分布として推定する。

【 0 0 6 4 】

( ステップ S 1 0 4 )

計算処理部 1 2 0 ( 具体的には、余寿命の計算処理部 1 2 3 ) は、ステップ S 1 0 2 で計算した電池モジュールの劣化度と累積使用容量に対する該当する電池モジュールの劣化推移データと、ステップ S 1 0 3 で計算した該当する電池モジュールの今後の使用パターンを用い、該当する電池モジュールの経過時間毎の最大容量の平均値と標準偏差を持つ分布として計算する。

【 0 0 6 5 】

( ステップ S 1 0 5 )

計算処理部 1 2 0 ( 具体的には、交換時期の指示処理部 1 2 4 ) は、ステップ S 1 0 1 で取得した点検計画データと、ステップ S 1 0 3 で計算した該当する電池モジュールの余寿命データとを使用し、各点検時に交換する電池モジュールを指定する。また、次の点検時までに必要な容量を確保できないと計算された場合には、点検時期を変更するように指示を出す。

【 0 0 6 6 】

[ ステップ S 1 0 2 の詳細動作 ]

図 1 4 に、ステップ S 1 0 2 で実行される処理動作の詳細を示す。

【 0 0 6 7 】

( ステップ S 2 0 1 )

劣化度の推定処理部 1 2 1 は、ステップ S 1 0 1 で取得した出荷時の容量 - 電圧プロファイルデータと性能劣化データベース 1 3 3 に格納された対応データを比較し、処理対象とする電池モジュールの製造状態に最も近い対応データを推定する。図 1 0 では、「 S 2 0 1 の処理結果」との引き出し線を付した太枠で囲んだ 1 つのプロファイルデータが特定される。

【 0 0 6 8 】

10

20

30

40

50

ここでの推定処理には、例えば図 1 5 に示すパターンマッチング方法を使用する。まず、劣化度の推定処理部 1 2 1 は、該当する電池モジュールから測定した容量 - 電圧プロファイルデータを取得する（ステップ S 3 0 1）。

【 0 0 6 9 】

ここで、電池モジュールの測定データ $Q_m(V)$ は次式で表される。

$$Q_m(V) = f(v) \quad \dots \text{式 ( 1 )}$$

ただし、 $f(V)$ は、電圧 $V$ の関数である。

【 0 0 7 0 】

次に、劣化度の推定処理部 1 2 1 は、性能劣化データベース 1 3 3 からマッチング対象とする容量 - 電圧プロファイルデータを取得する（ステップ S 3 0 2）。

10

【 0 0 7 1 】

ここで、マッチング対象データ $Q_i(V)$ は次式で表される。

$$Q_i(V) = f(v) \quad \dots \text{式 ( 2 )}$$

ただし、 $f(V)$ は、電圧 $V$ の関数である。

【 0 0 7 2 】

次に、劣化度の推定処理部 1 2 1 は、測定データ $Q_m(V)$ とマッチング対象データ $Q_i(V)$ との差分 を次式により算出する。

【 0 0 7 3 】

【数 1】

$$\Delta = \sum_{V=V_{\min}}^{V_{\max}} (Q_m - Q_i)^2 \quad \dots \text{(式 3)}$$

20

【 0 0 7 4 】

劣化度の推定処理部 1 2 1 は、全てのマッチング対象データ $Q_i(V)$ について、測定データ $Q_m(V)$ との差分 を算出し、その最小値を選択する。

【 0 0 7 5 】

この後、劣化度の推定処理部 1 2 1 は、ステップ S 3 0 3 で選択した容量 - 電圧プロファイルデータの属性（製造状態、劣化状態）を取得する（ステップ S 3 0 4）。

【 0 0 7 6 】

（ステップ S 2 0 2 ）

30

次に、劣化度の推定処理部 1 2 1 は、ステップ S 2 0 1 で推定した製造状態について登録されている各劣化状態の容量 - 電圧プロファイルデータを取得する。具体的には、図 1 0 において「S 2 0 1 の処理結果」で指し示される容量 - 電圧プロファイルデータと同じ縦列に並ぶ全ての容量 - 電圧プロファイルデータを取得する。図 1 0 では、「S 2 0 2 の処理結果」との引き出し線を付した枠内に含まれる 3 つのプロファイルデータが取得される。

【 0 0 7 7 】

（ステップ S 2 0 3 ）

次に、劣化度の推定処理部 1 2 1 は、ステップ S 1 0 1 で読み出していた今回充電対象とする電池モジュールの稼働実績情報を表わす容量 - 電圧プロファイルデータと、ステップ S 2 0 2 で取得した各劣化状態の容量 - 電圧プロファイルデータとを比較し、該当する電池モジュールの劣化状態に最も近い対応データを推定する。図 1 0 では、「S 2 0 3 の処理結果」との引き出し線を付した太枠に囲まれた 1 つのプロファイルデータが特定される。

40

【 0 0 7 8 】

この推定処理でも、図 1 5 に示すパターンマッチング方法を使用し、差分 が最小となる劣化状態に対応する容量 - 電圧プロファイルデータを選択する。さらに、劣化度の推定処理部 1 2 1 は、選択された劣化状態に対応する容量 - 電圧プロファイルデータに基づいて、今回の充電対象である電池モジュールの劣化度を推定する。

【 0 0 7 9 】

50

ここで、パターンマッチング処理の対象となった稼動実績情報を表わす容量 - 電圧プロファイルデータの電圧の範囲（図 10 の下枠内に実線で示す）は、通常は、性能劣化データベースに格納されている容量 - 電圧プロファイルデータの電圧の範囲とは同じではない。このため、パターンマッチング処理は、両方の容量 - 電圧プロファイルデータの共通する電圧範囲において差分を計算する。

**【 0 0 8 0 】**

以上の理由により、稼動実績情報を表わす容量 - 電圧プロファイルデータを選択する場合には、なるべく性能劣化データベースに格納されている容量 - 電圧プロファイルデータの電圧の範囲と近い電圧範囲を持つ稼動実績情報を選ぶほうが、パターンマッチング処理の精度は高くなる。

10

**【 0 0 8 1 】**

## [ ステップ S 1 0 3 の詳細動作 1 ]

図 16 に、ステップ S 1 0 3 で実行される処理動作の詳細を示す。すなわち、今後の使用パターンを推定する方法について説明する。

**【 0 0 8 2 】**

## ( ステップ S 4 0 1 )

使用パターンの推定処理部 1 2 2 は、予め設定した所定の集計区分毎にステップ S 1 0 1 で取得した、該当する電池モジュールの稼動実績データから集計区分毎の累積使用容量を計算する。

**【 0 0 8 3 】**

## ( ステップ S 4 0 2 )

次に、使用パターンの推定処理部 1 2 2 は、ステップ S 3 0 1 で計算した集計区分毎の累積使用容量から集計区分間の累積使用容量の平均値及び標準偏差を計算する。使用パターンの推定処理部 1 2 2 は、例えば過去の N 回分の集計区分における累積使用容量について、その平均値と標準偏差を計算する。N の値は、数日分から数ヶ月分の区分が対象となるように設定する。

20

**【 0 0 8 4 】**

## ( ステップ 4 0 3 )

続いて、使用パターンの推定処理部 1 2 2 は、ステップ S 3 0 2 で計算した集計区分間の過去の累積使用容量の平均と標準偏差の計算結果に基づいて、該当する電池モジュールについての今後の集計区分単位毎の累積使用容量の分布を推定する。例えば今後 1 日の累積使用容量の分布は、過去の 7 日分と累積使用容量の平均と標準偏差から作成する。それ以降の累積使用容量の分布は、過去の 7 日以前まで含めた累積使用容量の平均と標準偏差を計算する。このように、今後の累積使用容量の分布を推定するに当たり、過去の実績の範囲を逐次大きくすることで将来における不確実性を分布に反映している。

30

**【 0 0 8 5 】**

## [ ステップ S 1 0 3 の詳細動作 2 ]

ここでは、ステップ S 1 0 3 に好適な他の処理動作を説明する。具体的には、今後の使用パターンの推定に、過去の稼動実績データと環境実績データを用いる方法について説明する。図 17 に、ステップ S 1 0 3 で実行される処理動作の詳細を示す。

40

**【 0 0 8 6 】**

## ( ステップ S 5 0 1 )

使用パターンの推定処理部 1 2 2 は、予め設定した所定の集計区分毎にステップ S 1 0 1 で取得した、該当する電池モジュールの稼動実績データから集計区分毎の累積使用容量を計算する。この処理は、ステップ S 4 0 1 と同じである。

**【 0 0 8 7 】**

## ( ステップ S 5 0 2 )

次に、使用パターンの推定処理部 1 2 2 は、予め設定した所定の集計区分毎に、ステップ S 1 0 1 で取得した該当する電池システムの環境実績データから集計区分毎の環境実績データの平均値を計算する。なお、環境実績データとして、電池システムの設置場所の温

50

度、湿度、風速（平均風速、最大風速）、日照量などが定期的に計測されているものとする。

【 0 0 8 8 】

（ステップ S 5 0 3）

使用パターンの推定処理部 1 2 2 は、ステップ S 5 0 1 で計算した集計区分毎の累積使用容量と、ステップ S 5 0 2 で計算した集計区分毎の環境実績の平均値データを用いて、累積使用容量と環境実績の関係を数式にてモデル化する。例えば累積使用容量を目的変数とし、環境実績データ項目のそれぞれを説明変数として重回帰計算を行い、環境実績データと累積使用容量の関係を数式化する。

【 0 0 8 9 】

（ステップ S 5 0 4）

使用パターンの推定処理部 1 2 2 は、過去の環境実績データを用いて環境実績の経時変化を計算する。例えば 1 日における経時変化は、1 週間毎に当該週における各日毎の時間変化を集計区分毎における平均値と標準偏差を計算することで算出する。週次の経日変化は、月毎の週のそれぞれの曜日における平均値と標準偏差を計算することで算出する。

【 0 0 9 0 】

（ステップ S 5 0 5）

使用パターンの推定処理部 1 2 2 は、ステップ S 5 0 4 で計算した環境実績データの平均と標準偏差の経時変化を、ステップ S 5 0 3 で作成した累積使用容量と環境実績の関係を表す数式モデルに代入し、環境実績の経時変化に対応した使用パターンの分布を計算する。

【 0 0 9 1 】

[ ステップ S 1 0 4 の詳細動作 ]

図 1 8 に、ステップ S 1 0 4 で実行される処理動作の詳細を示す。すなわち、電池モジュールの余寿命を計算する処理の詳細を説明する。

【 0 0 9 2 】

（ステップ S 6 0 1）

余寿命の計算処理部 1 2 3 は、ステップ S 1 0 1 で取得した性能劣化データ、ステップ S 2 0 3 で計算した該当電池モジュールの劣化度、その計算に使用した性能劣化データを取得する。

【 0 0 9 3 】

（ステップ S 6 0 2）

余寿命の計算処理部 1 2 3 は、ステップ S 6 0 1 で取得した情報に基づいて、該当する電池モジュールの累積使用容量と容量との関係を示す性能劣化データにおける現時点の状態を示す初期値を設定する。

【 0 0 9 4 】

（ステップ S 6 0 3）

余寿命の計算処理部 1 2 3 は、ステップ S 6 0 2 で取得した該当電池モジュールの現時点からの使用容量に対する性能劣化変化データに、ステップ S 4 0 3 又はステップ S 5 0 5 で計算した該当電池モジュールの使用パターンの分布データを代入し、該当電池モジュールの今後の経時変化に対する性能劣化の推移の分布（平均値と標準偏差）を計算する。

【 0 0 9 5 】

図 1 9 に、余寿命の計算結果を示す。前述したように、ステップ S 6 0 1 では、該当電池モジュールの累積使用容量に対する性能劣化の関係を示す性能劣化データを取得した。そして、ステップ S 6 0 2 では、取得した性能劣化データに基づいてステップ S 2 0 3 で計算した劣化度に基づき性能劣化データにおける現時点を示す初期値を設定している。図 1 9 では、初期値を黒丸で表している。因みに、左側のグラフは横軸を累積使用容量とし、縦軸を最大容量とする。また、右側のグラフは横軸を日時とし、縦軸を最大容量とする。

【 0 0 9 6 】

10

20

30

40

50

その後、ステップS603では、性能劣化データの初期値以降の累積使用容量と容量劣化変化の関係に対して、今後の使用容量の推移を代入することにより、今後の経時変化に対する性能劣化の推移の分布を計算している。例えば図19の右側のグラフを、余寿命を提示する画面としてディスプレイに表示する。図中、実線で示すプロファイルが予測値の平均であり、点線で示すプロファイルが平均値に対して $\pm 3$ の差分を有するプロファイルである。

【0097】

[ステップS105の詳細動作]

図20に、ステップS105で実行される処理動作の詳細を示す。すなわち、交換時期の指示処理の詳細を説明する。

10

【0098】

(ステップS701)

交換時期の指示処理部124は、該当電池システム及び機器の点検計画情報を取得する。

【0099】

(ステップS702)

交換時期の指示処理部124は、ステップS603で計算した電池モジュール毎の余寿命の計算結果を使用し、ステップS701で取得した各点検時点について各電池モジュールの容量が、しきい値を以下となる(外れる)確率を計算する。

20

【0100】

(ステップS703)

交換時期の指示処理部124は、ステップS702で計算した確率が許容値を超える電池モジュールについて、許容値を超える前の点検時期における交換を管理者に指示する。これに対し、次の点検時期に容量しきい値を外れる確率が許容値を超える場合、「至急交換」の情報を出力する。ここでの指示は、警告音、警告ランプ、音声等による他、管理者画面に文字やイラスト等を用いて表示することを含む。

【0101】

図21に、電池モジュール毎の交換時期の計算結果例を示す。なお、図21そのものを管理者画面に表示してもよい。図21に示すデータテーブルは、電池モジュール、その現在の稼働状況、点検計画1、点検計画2、点検計画3、交換指示をデータ項目とする。これらの情報は、電池モジュール毎に格納されている。

30

【0102】

点検計画1~3の各欄には、各点検の実行時において各電池モジュールの容量がしきい値を外れる確率を表示している。例えば容量がしきい値を外れる確率の許容値を20%とする場合、電池モジュールM02は、点検時期2の時点で許容値を超えている。このため、2つ前の「点検計画1」を交換時期として特定し、「点検1にて交換」との指示文を交換指示欄に表示する。また、電池モジュールM03は、次の点検計画1の時点で既に許容値を超えてしまう。このため、電池モジュールM03に対応する交換指示欄には、「至急交換」が表示されている。なお、電池モジュールM01とM04は、直近3回の点検計画の範囲では許容値を超えない。このため、交換指示は出されていない。

40

【0103】

なお、図21においては、予め点検時期が設定されており、かつ、直近3回分の今後到来する点検時期について計算された確率と許容値とを比較しているが、単純に許容値を超える時期を通知する手法を採用してもよい。

【0104】

[まとめ]

本実施例に係るメンテナンス管理システム100を用いることにより、個々の電池モジュールの製造バラツキや稼働実績のバラツキを考慮した交換時期を電池モジュール毎に求めて指示することが可能になる。また、予定されている電池システムの点検計画との関係に基づいて交換時期を指示することが可能になる。これにより、効率的な電池システムの

50

メンテナンス管理が可能となり、電池システム全体の稼働率を向上することができる。

【0105】

[他の実施例]

なお、本発明は上述した形態例に限定されるものでなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上述した形態例は、本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある形態例の一部を他の形態例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある形態例の構成に他の形態例の構成を加えることも可能である。また、各形態例の構成の一部について、他の構成を追加、削除又は置換することも可能である。

【0106】

また、上述した各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路その他のハードウェアとして実現しても良い。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することにより実現しても良い。すなわち、ソフトウェアとして実現しても良い。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリやハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記憶装置、ICカード、SDカード、DVD等の記憶媒体に格納することができる。

【0107】

また、制御線や情報線は、説明上必要と考えられるものを示すものであり、製品上必要な全ての制御線や情報線を表すものでない。実際にはほとんど全ての構成が相互に接続されていると考えて良い。

【符号の説明】

【0108】

- 100 ... メンテナンス管理システム
- 200 ... 電池システム
- 300 ... 機器
- 110 ... データ入出力処理部
- 120 ... 計算処理部
- 121 ... 劣化度の推定処理部
- 122 ... 使用パターンの推定処理部
- 123 ... 余寿命の計算処理部
- 124 ... 交換時期の指示処理部
- 130 ... データベース部
- 131 ... 稼働実績データベース
- 132 ... 製造検査実績データベース
- 133 ... 性能劣化データベース
- 134 ... 環境実績データベース
- 135 ... 点検計画データベース
- 201 ... 電池モジュール

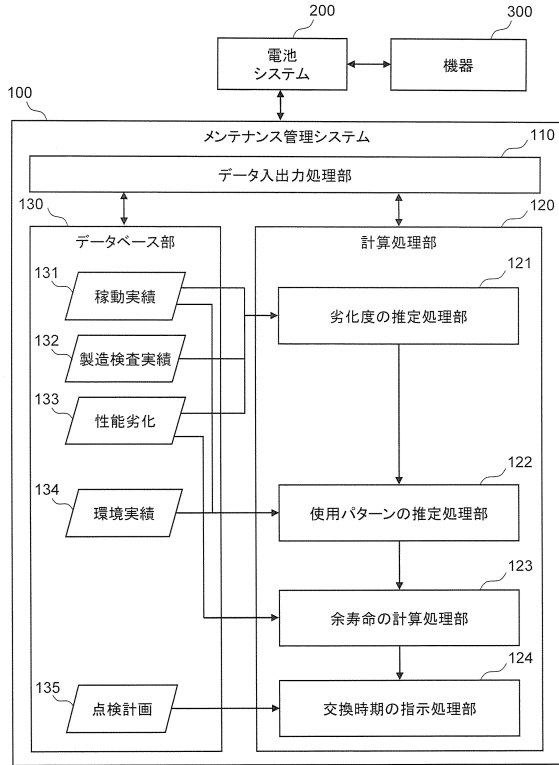
10

20

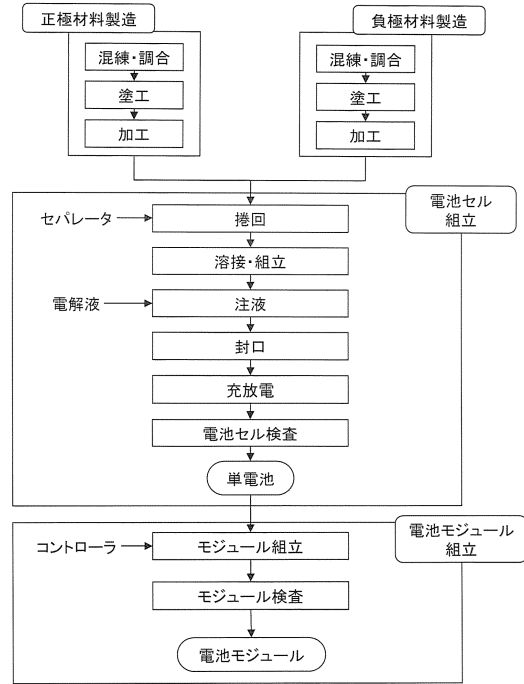
30



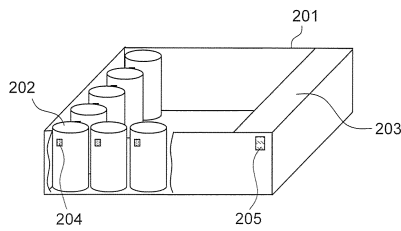
【図1】



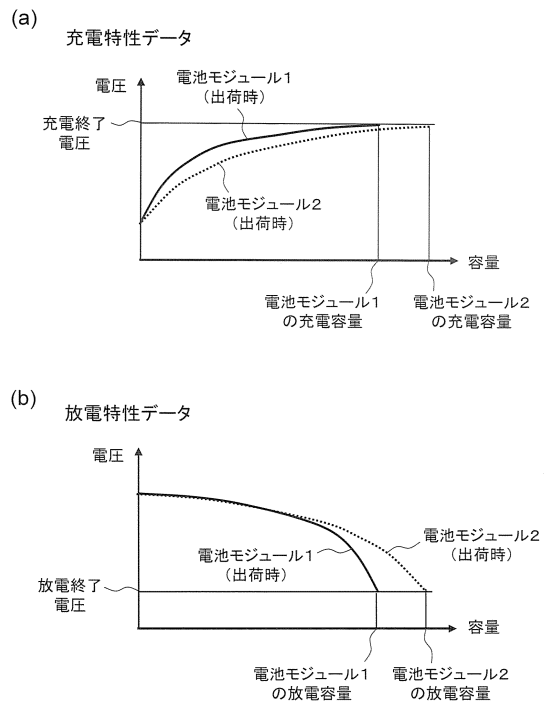
【図2】



【図3】



【図4】

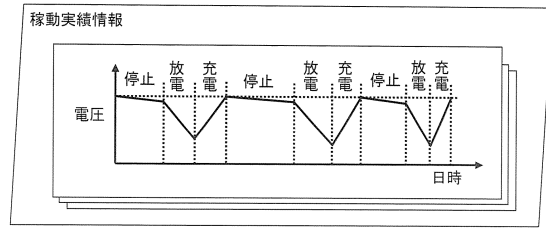


【図5】

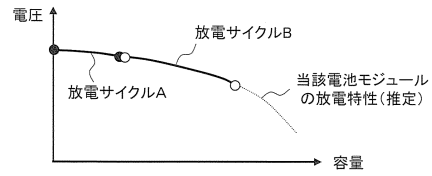
電池モジュール番号	充放電シーケンス	測定日時	容量	電圧
M01	充電		0	3
			10	3.1
			20	3.2
			...	...
M01	放電		100	
			90	
			...	...
M02	充電			

【図6】

(a) 稼働履歴情報



(b) 放電特性データ情報

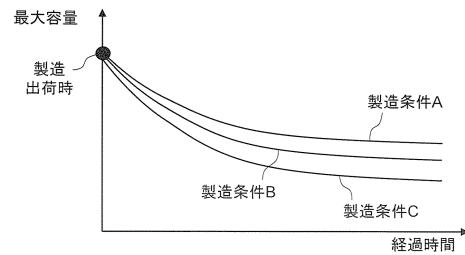


【図7】

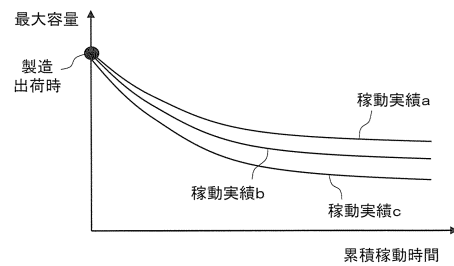
モジュール番号	実績取得日時	ステイタス	容量	電圧
M01	08:00	充電	100	3.7
	08:07	停止	100	3.7
	...	...	...	...
	14:20	停止	99	3.7
	14:26	放電	99	3.7
	14:30	放電	99	3.7
	14:40	放電	98	3.6
	...	...	...	...
	17:10	放電	86	3.4
	17:20	放電	86	3.4
	17:22	停止	86	3.4
	17:28	充電	86	3.4
	17:30	充電	87	3.5
	...	...	...	...
	20:30	充電	99	3.6
	20:40	充電	100	3.7
20:45	停止	100	3.7	
...	...	...	...	
M02	...	...	...	...

【図9】

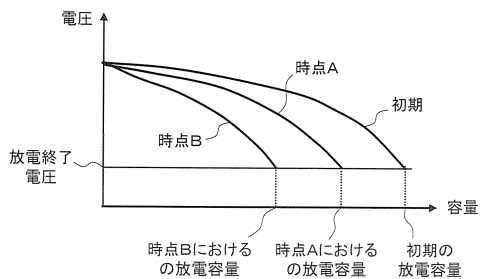
(a) 製造条件が劣化に与える影響



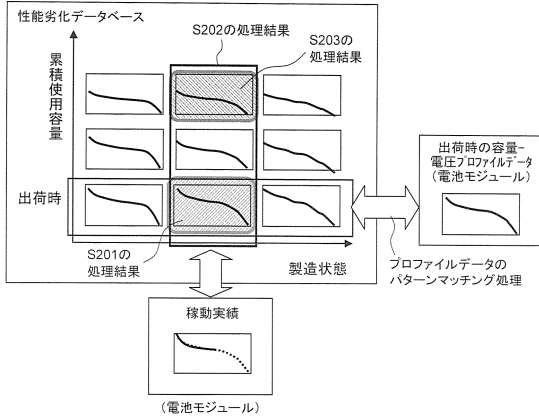
(b) 稼働実績が劣化に与える影響



【図8】



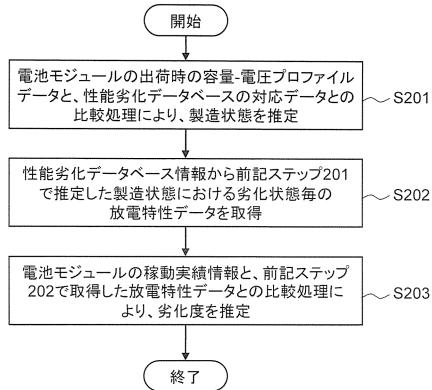
【図10】



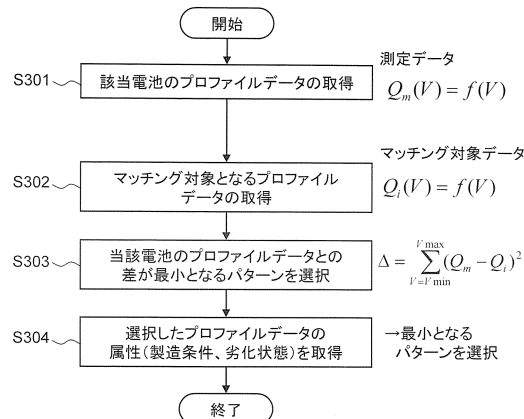
【図11】

充放電シーケンス	製造状態	累積使用容量	容量	電圧
充電	A	0	0	3
			10	3.1
			20	3.2
			...	...
	B	100	...	...
			...	...
			...	...
			...	...
			...	...
			...	...

【図14】



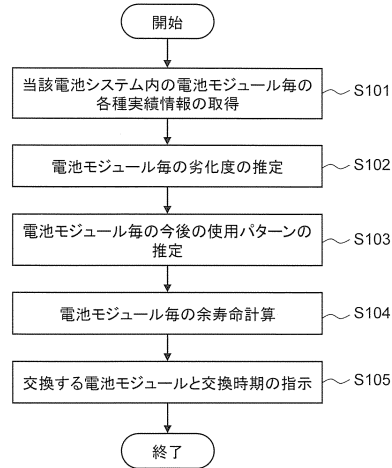
【図15】



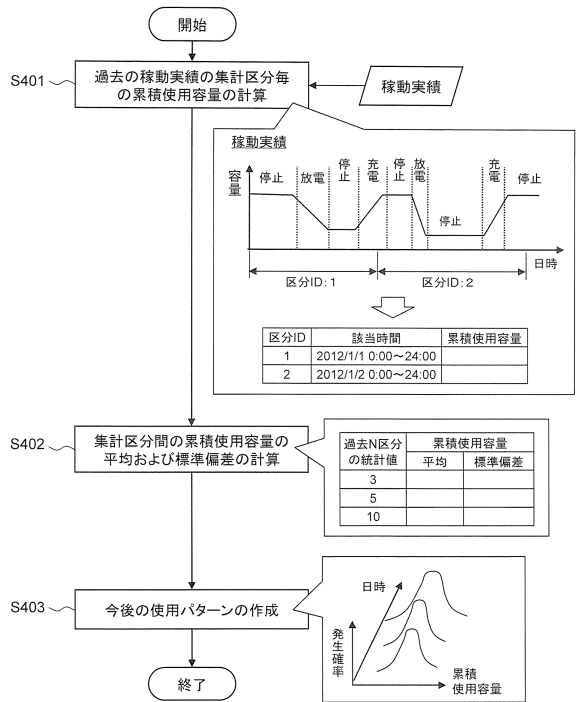
【図12】

モジュール番号	実績取得日時	温度[°C]	風速[m/s]	日照量[W/m²]
M01	12:00	12.0	10	3.7
	12:30	11.5	10	3.7
	13:00	11.5	9	3.6
	13:30	11.3	8	3.5
	14:00	11.2	8	3.5
	14:30	11.0	7.5	3.5

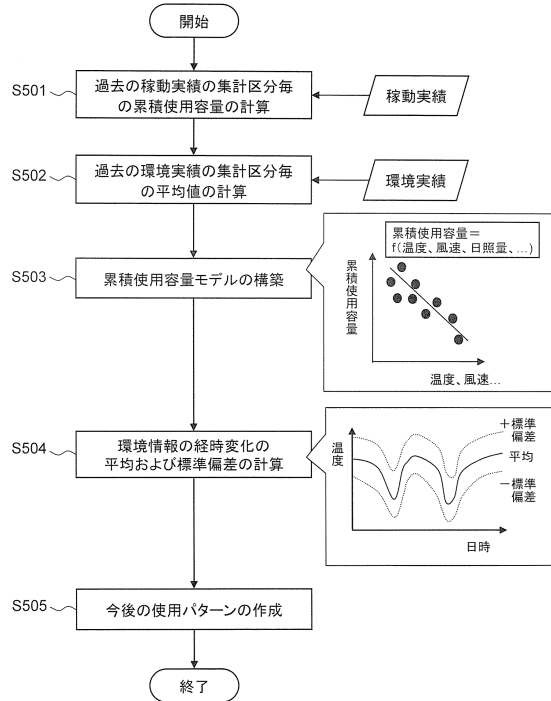
【図13】



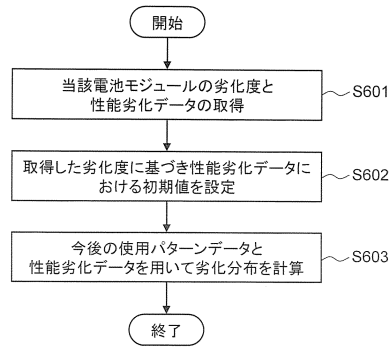
【図16】



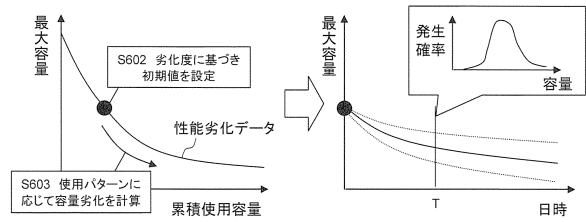
【図17】



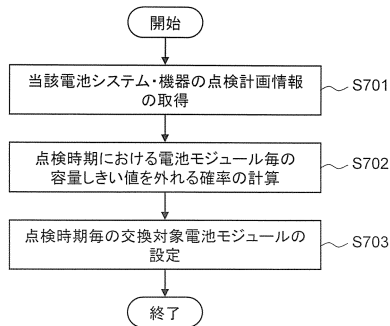
【図18】



【図19】



【図20】



【図21】

電池モジュール	現在	点検1	点検2	点検3	交換指示
M01	OK	0%	0%	10%	—
M02	OK	10%	25%	40%	点検1にて交換
M03	OK	25%	30%	35%	至急交換
M04	OK	0%	0%	10%	—

容量しきい値を外れる確率

---

フロントページの続き

(72)発明者 松本 千鶴

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所 横浜研究所内

(72)発明者 音田 浩臣

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所 横浜研究所内

審査官 赤穂 嘉紀

(56)参考文献 特開2007-074891(JP, A)

特開2011-153951(JP, A)

国際公開第2011/080810(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 10/42

G01R 31/36

H01M 10/48

H02J 7/00