

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7698468号  
(P7698468)

(45)発行日 令和7年6月25日(2025.6.25)

(24)登録日 令和7年6月17日(2025.6.17)

|                          |                 |
|--------------------------|-----------------|
| (51)国際特許分類               | F I             |
| G 0 1 R 31/392(2019.01)  | G 0 1 R 31/392  |
| G 0 1 R 31/374(2019.01)  | G 0 1 R 31/374  |
| G 0 1 R 31/382(2019.01)  | G 0 1 R 31/382  |
| G 0 1 R 31/3828(2019.01) | G 0 1 R 31/3828 |
| G 0 1 R 31/3832(2019.01) | G 0 1 R 31/3832 |

請求項の数 5 (全18頁) 最終頁に続く

|          |                                  |          |  |
|----------|----------------------------------|----------|--|
| (21)出願番号 | 特願2021-86751(P2021-86751)        | (73)特許権者 | 000005348<br>株式会社SUBARU<br>東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 |
| (22)出願日  | 令和3年5月24日(2021.5.24)             | (74)代理人  | 100090033<br>弁理士 荒船 博司                       |
| (65)公開番号 | 特開2022-179931(P2022-179931<br>A) | (74)代理人  | 100093045<br>弁理士 荒船 良男                       |
| (43)公開日  | 令和4年12月6日(2022.12.6)             | (72)発明者  | 大久保 優介<br>東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号<br>株式会社SUBARU内   |
| 審査請求日    | 令和6年4月2日(2024.4.2)               | (72)発明者  | 植木 貴大<br>東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号<br>株式会社SUBARU内    |
|          |                                  | (72)発明者  | 石橋 達也<br>東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号<br>最終頁に続く         |

(54)【発明の名称】 電池の劣化状態推定装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両に搭載された走行用の電池の劣化状態を推定する電池の劣化状態推定装置であって、前記電池の使用状態を表わす第1状態量、第2状態量及び第3状態量を含む複数の状態量を検出する検出部と、

前記複数の状態量に応じた前記電池の劣化度合が示された複数のマップデータを記憶した記憶部と、

前記電池の劣化変化量を推定する推定部と、  
を備え、

前記複数のマップデータは、前記電池の前記第1状態量と前記第2状態量とに応じた劣化度合が示された第1マップデータと、前記電池の前記第2状態量と前記第3状態量とに応じた劣化度合が示された第2マップデータとを含み、

前記推定部は、

前記検出部により繰り返し検出された前記複数の状態量と、前記複数のマップデータとに基づき、個々の前記マップデータごとに前記個々のマップデータから抽出される劣化度合の積算値を計算し、

前記複数のマップデータにそれぞれ対応して計算された複数の積算値と、前記複数のマップデータの劣化度合をそれぞれ重み付けする複数の重み付け係数とに基づいて前記電池の劣化変化量を推定し、

さらに、前記推定部は、

前記電池の充電処理の際に前記電池の劣化量の計測値を取得し、  
前記計測値が取得されたことに基づき、過去に取得された前記計測値と今回取得された  
前記計測値との差分と、前記複数の積算値とに基づいて、前記差分と前記複数の積算値と  
に応じた前記複数の重み付け係数を係数解として計算し、  
前記劣化変化量を推定する際には、過去に計算された前記係数解に基づいて、前記劣化  
変化量の推定に使用する前記複数の重み付け係数を推定することを特徴とする電池の劣化  
状態推定装置。

【請求項 2】

車両に搭載された走行用の電池の劣化状態を推定する電池の劣化状態推定装置であって、  
 前記電池の使用状態を表わす第 1 状態量、第 2 状態量及び第 3 状態量を含む複数の状態  
 量を検出する検出部と、

10

前記複数の状態量に応じた前記電池の劣化度合が示された複数のマップデータを記憶し  
 た記憶部と、

前記電池の劣化変化量を推定する推定部と、  
 を備え、

前記複数のマップデータは、前記電池の前記第 1 状態量と前記第 2 状態量とに応じた劣  
 化度合が示された第 1 マップデータと、前記電池の前記第 2 状態量と前記第 3 状態量とに  
 応じた劣化度合が示された第 2 マップデータと、前記電池の前記第 3 状態量と前記第 1 状  
態量とに応じた劣化度合が示された第 3 マップデータとを含み、

前記推定部は、前記検出部により繰り返し検出された前記複数の状態量と、前記複数の  
 マップデータと、前記複数のマップデータの劣化度合をそれぞれ重み付けする複数の重み  
 付け係数とに基づいて前記電池の劣化変化量を推定し、

20

前記複数の重み付け係数は、前記第 1 マップデータの劣化度合を重み付けする第 1 係数  
と、前記第 2 マップデータの劣化度合を重み付けする第 2 係数と、前記第 3 マップデー  
タの劣化度合を重み付けする第 3 係数とを含み、

前記第 1 状態量、前記第 2 状態量及び前記第 3 状態量は、任意の順で、前記電池の電流  
、前記電池の電圧又は SOC、並びに、前記電池の温度、を示すことを特徴とする電池の  
劣化状態推定装置。

【請求項 3】

前記推定部は、

30

前記複数のマップデータと前記検出部により繰り返し検出された前記複数の状態量とに  
 基づき、個々の前記マップデータごとに前記個々のマップデータから抽出される劣化度合  
 の積算値を計算し、

前記複数のマップデータにそれぞれ対応して計算された複数の積算値と、前記複数の重  
 み付け係数とに基づいて前記電池の劣化変化量を推定することを特徴とする請求項 2 記載  
 の電池の劣化状態推定装置。

【請求項 4】

前記推定部は、

前記電池の充電処理の際に前記電池の劣化量の計測値を取得し、

前記計測値が取得されたことに基づき、過去に取得された前記計測値と今回取得された  
 前記計測値との差分と、前記複数の積算値とに基づいて、前記差分と前記複数の積算値と  
 に応じた前記複数の重み付け係数を係数解として計算し、

40

かつ、

前記劣化変化量を推定する際には、過去に計算された前記係数解に基づいて、前記劣化  
 変化量の推定に使用する前記複数の重み付け係数を推定することを特徴とする請求項 3 記  
 載の電池の劣化状態推定装置。

【請求項 5】

前記推定部は、

複数組の前記係数解に基づいて前記劣化変化量の推定に使用する前記複数の重み付け係  
 数を推定し、

50

前記複数組の係数解は、過去複数回の前記計測値の取得に基づいてそれぞれ計算された複数回分の前記係数解、並びに、他の車両において過去複数回の前記計測値の取得に基づいてそれぞれ計算された複数回分の前記係数解のうち、いずれか複数を含むことを特徴とする請求項 1 又は請求項 4 に記載の電池の劣化状態推定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、走行用の電池の劣化状態を推定する電池の劣化状態推定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、複数のマップデータを使用することで、走行用の電池の寿命消費係数を計算する装置が示されている。上記の複数のマップデータは、停車時の電池温度と寿命係数との関係を示すマップデータと、電池電流と寿命係数との関係を示すマップデータとを含む。さらに、上記の複数のマップデータは、走行時の電池温度と寿命係数との関係を示すマップデータと、SOC (State of Charge) と寿命係数との関係を示すマップデータを含む。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2004 - 022183 号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

電池の劣化量 (SOH : State of Health) は、例えば電池を満充電まで充電処理することによって簡易的に計測できる。一方、電池の使用後で充電処理の前など、任意のタイミングにおいても電池の劣化状態を推定できると有用な場合がある。しかしながら、特許文献 1 に示されたような従来の推定方法では推定精度に改善の余地がある。

【0005】

本発明は、任意のタイミングにおいて電池の劣化状態を推定することができ、かつ、推定精度の向上を図ることのできる電池の劣化状態推定装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

(1)

本発明の一態様の電池の劣化状態推定装置は、  
車両に搭載された走行用の電池の劣化状態を推定する電池の劣化状態推定装置であって、  
前記電池の使用状態を表わす第 1 状態量、第 2 状態量及び第 3 状態量を含む複数の状態量を検出する検出部と、

前記複数の状態量に応じた前記電池の劣化度合が示された複数のマップデータを記憶した記憶部と、

前記電池の劣化変化量を推定する推定部と、  
を備え、

40

前記複数のマップデータは、前記電池の前記第 1 状態量と前記第 2 状態量とに応じた劣化度合が示された第 1 マップデータと、前記電池の前記第 2 状態量と前記第 3 状態量とに応じた劣化度合が示された第 2 マップデータとを含み、

前記推定部は、

前記検出部により繰り返し検出された前記複数の状態量と、前記複数のマップデータとに基づき、個々の前記マップデータごとに前記個々のマップデータから抽出される劣化度合の積算値を計算し、

前記複数のマップデータにそれぞれ対応して計算された複数の積算値と、前記複数のマップデータの劣化度合をそれぞれ重み付けする複数の重み付け係数とに基づいて前記電池

50

の劣化変化量を推定し、

さらに、前記推定部は、

前記電池の充電処理の際に前記電池の劣化量の計測値を取得し、

前記計測値が取得されたことに基づき、過去に取得された前記計測値と今回取得された前記計測値との差分と、前記複数の積算値とに基づいて、前記差分と前記複数の積算値とに応じた前記複数の重み付け係数を係数解として計算し、

前記劣化変化量を推定する際には、過去に計算された前記係数解に基づいて、前記劣化変化量の推定に使用する前記複数の重み付け係数を推定する。

(2)

本発明のもう一つの態様の電池の劣化状態推定装置は、

車両に搭載された走行用の電池の劣化状態を推定する電池の劣化状態推定装置であって、前記電池の使用状態を表わす第1状態量、第2状態量及び第3状態量を含む複数の状態量を検出する検出部と、

前記複数の状態量に応じた前記電池の劣化度合が示された複数のマップデータを記憶した記憶部と、

前記電池の劣化変化量を推定する推定部と、

を備え、

前記複数のマップデータは、前記電池の前記第1状態量と前記第2状態量とに応じた劣化度合が示された第1マップデータと、前記電池の前記第2状態量と前記第3状態量とに応じた劣化度合が示された第2マップデータと、前記電池の前記第3状態量と前記第1状態量とに応じた劣化度合が示された第3マップデータとを含み、

前記推定部は、前記検出部により繰り返し検出された前記複数の状態量と、前記複数のマップデータと、前記複数のマップデータの劣化度合をそれぞれ重み付けする複数の重み付け係数とに基づいて前記電池の劣化変化量を推定し、

前記複数の重み付け係数は、前記第1マップデータの劣化度合を重み付けする第1係数と、前記第2マップデータの劣化度合を重み付けする第2係数と、前記第3マップデータの劣化度合を重み付けする第3係数とを含み、

前記第1状態量、前記第2状態量及び前記第3状態量は、任意の順で、前記電池の電流、前記電池の電圧又はSOC、並びに、前記電池の温度、を示す。

【発明の効果】

【0007】

本発明に係る劣化状態推定装置によれば、推定部による電池の劣化変化量の推定により、電池の使用後で充電処理の前でも電池の劣化変化量を推定することができる。ここで、電池の劣化は、電池の使用状態を表わす複数の状態量に応じて進行するが、各状態量が独立に劣化量に影響するわけではなく、複数の状態量の組合せによって劣化量に及ぼされる影響の度合いが異なる。そこで、本発明に係る劣化状態推定装置は、電池の第1状態量と第2状態量とに応じた劣化度合が示された第1マップデータと、電池の第2状態量と第3状態量とに応じた劣化度合が示された第2マップデータとを有する。そして、推定部は、第1マップデータと第2マップデータを含む複数のマップデータを用いて、劣化変化量を推定する。したがって、第1マップデータに基づき第1状態量と第2状態量との組合せに起因した劣化度合と、第2マップデータに基づき第2状態量と第3状態量との組合せに起因した劣化度合とが反映された劣化変化量の推定を行うことができる。したがって、電池の劣化状態の推定精度が向上する。

【0008】

さらに、推定部は、複数のマップデータの劣化度合をそれぞれ重み付けする複数の重み付け係数を用いて、電池の劣化変化量を推定する。したがって、複数のマップデータの劣化度合は、個々のマップデータの中で標準化することが可能であり、複数のマップデータ間の劣化度合の重みは、重み付け係数によって調整できる。したがって、個々のマップデータの作成が容易になる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 本発明の実施形態に係る電池の劣化状態推定装置を搭載した車両の一例を示すブロック図である。

【 図 2 】 劣化状態推定装置を示すブロック図である。

【 図 3 A 】 記憶部に記憶された I V マップデータの一例を示す図である。

【 図 3 B 】 記憶部に記憶された T I マップデータの一例を示す図である。

【 図 3 C 】 記憶部に記憶された T V マップデータの一例を示す図である。

【 図 4 】 推定部の処理を説明するタイムチャートである。

【 図 5 】 推定部が実行する積算値 A ~ C の計数処理を説明するデータチャートである。

【 図 6 】 プラグイン充電完了時に推定部が扱うデータを説明するデータチャートである。

【 図 7 】 推定部により実行される制御処理の一例を示すフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 0 】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図 1 は、本発明の実施形態に係る電池の劣化状態推定装置を搭載した車両の一例を示すブロック図である。図 2 は、劣化状態推定装置を示すブロック図である。

【 0 0 1 1 】

図 1 の車両 1 は、例えば E V ( Electric Vehicle ) であり、駆動輪 2 と、駆動輪 2 に出力される走行用の動力を発生する電動モータ 3 と、電動モータ 3 に供給される電力を蓄積する走行用の電池 4 とを備える。さらに、車両 1 は、電池 4 と電動モータ 3 との間で電力を変換し伝送するインバータ 5 と、運転者による運転操作を受ける運転操作部 6 と、運転操作部 6 の操作信号を受けてインバータ 5 を制御する運転制御部 7 とを備える。さらに、車両 1 は、ユーザーへの情報の出力とユーザーからの情報の入力とを行う表示パネル 8 と、表示パネル 8 を介してユーザーとの情報の受渡制御を行うユーザーインタフェース用のコントローラ 9 とを備える。

【 0 0 1 2 】

さらに、車両 1 は、電池 4 の使用状態を表わす複数の状態量を検出する検出部 2 1 と、電池 4 の管理を行う電池管理部 2 2 と、電池 4 の劣化状態を推定する演算装置 1 0 とを備える。検出部 2 1 及び演算装置 1 0 が、本実施形態の劣化状態推定装置 1 0 0 の一例に相当する。

【 0 0 1 3 】

電池 4 は、例えばリチウムイオン二次電池、ニッケル水素二次電池などであるが、充電により走行用の電力を蓄積できれば、特に種類は限定されない。

【 0 0 1 4 】

インバータ 5 は、走行状況と運転操作とに応じて電動モータ 3 を力行運転及び回生運転する。典型的には、インバータ 5 が電動モータ 3 を力行運転すると、電池 4 から放電が行われ、インバータ 5 が電動モータ 3 を回生運転すると、電池 4 へ回生電流が送られ、電池 4 が充電される。電池 4 の電流値は、放電のときに正值で表わし、充電のときに負値で表わす。

【 0 0 1 5 】

検出部 2 1 は、常時、電池 4 の使用状態を表わす複数の状態量を繰り返し検出する。複数の状態量には、電池 4 の温度、電池 4 の電圧、並びに、電池 4 の電流が含まれ、検出部 2 1 は、温度センサ 2 1 a、電圧センサ 2 1 b 及び電流センサ 2 1 c を含む。検出部 2 1 が検出した各状態量の検出値は、電池管理部 2 2 を介して演算装置 1 0 へ送られる。電池 4 の温度、電圧及び電流は、任意の順 ( 順不同 ) に、本発明に係る第 1 状態量、第 2 状態量及び第 3 状態量の一例に相当する。

【 0 0 1 6 】

電圧センサ 2 1 b が検出する電池 4 の電圧は、本実施形態では電池 4 を構成する複数の電池セルのうち、代表的な 1 つの電圧セルの電圧である。しかし、電圧センサ 2 1 b が検出する電池 4 の電圧は、複数の電池セルの各電圧であってもよいし、電池 4 の総合の電圧

10

20

30

40

50

であってもよい。

【0017】

電池管理部22は、電池4の電流値を積算することで、電池4の使用時に電池4のSOCを常に計算する。電池管理部22には、電池4の初期容量のデータが記憶される。電池管理部22は、電池4が充電処理されたとき、満充電電圧時の電池4のSOCと上記の初期容量とに基づき電池4のSOHを計測する。

【0018】

車両1は、さらに、車両1の外部から電力を取り込むための充電口31と、充電口31から取り込まれた電力を用いて電池4を充電する車載充電器32とを備える。充電口31には、車両1の外部の電源から電力を導く充電ケーブルが接続可能である。充電口31を介した電池4の充電を「プラグイン充電」と呼ぶ。

10

【0019】

演算装置10は、図1に示すように、計算処理を行うCPU(Central Processing Unit)10aと、CPU10aがデータを展開するRAM(Random Access Memory)10bと、CPU10aが実行する制御プログラムを格納したROM(Read Only Memory)10cと、不揮発性の記憶装置10dと、CPU10aと演算装置10の外部の機器との間で信号を授受するインタフェース10eとを備えるECU(Electronic Control Unit)である。演算装置10は、1つのECUから構成されてもよいし、互いに通信を行って連携して動作する複数のECUから構成されてもよい。

【0020】

20

演算装置10は、図2に示すように、検出部21が検出する複数の状態量と電池4の劣化度合との関係が示された複数のマップデータ12a~12cを記憶した記憶部12と、電池4の劣化変化量を推定する推定部13とを備える。図2において、演算装置10の中身は機能ブロックにより表わしている。推定部13は、CPU10aが制御プログラムを実行することで実現される機能モジュールである。記憶部12は、ROM10cの一領域、及び/又は記憶装置10dの一領域から構成される。記憶部12には、更に、電池4の劣化変化量を推定するためのログデータが記憶される記憶領域12dを備える。電池4の劣化変化量とは、或るタイミングにおける電池4の劣化量(SOH)と別の或るタイミングにおける電池4の劣化量との差分を意味する。或るタイミングにおける劣化量とは、初期の電池4の満充電容量と、当該タイミングにおける電池4の満充電容量との比率を意味する。以下、劣化変化量を「SOH」とも記す。

30

【0021】

<マップデータ>

図3A~図3Cは、記憶部に記憶されたIVマップデータ、TIマップデータ及びTVマップデータの一列をそれぞれ示す。記憶部12に記憶された複数のマップデータには、電池4の電圧と電流に応じた劣化度合が示されるIVマップデータ12aと、電池4の電流と温度に応じた劣化度合が示されるTIマップデータ12bとが含まれる。さらに、記憶部12に記憶された複数のマップデータには、電池4の電圧と温度に応じた劣化度合が示されるTVマップデータ12cが含まれる。3つのマップデータ12a~12cのうちのいずれか2つが、本発明に係る第1マップデータ及び第2マップデータの一列に相当し、残りの1つが、本発明に係る第3マップデータの一列に相当する。なお、本実施形態では、3つのマップデータ12a~12cを有する場合について説明するが、演算装置10は、上記のうち2つのマップデータのみを有していてもよいし、その他のマップデータが加わってもよい。

40

【0022】

図3Aに示すように、IVマップデータ12aは、各行に電圧値が対応づけられ、各列に電流値が対応づけられ、各欄に当該欄の行及び列に対応づけられた電圧値及び電流値が生じた際の電池4の劣化度合を示す。図3Aでは、IVマップデータ12aの各列に対応づけられた電流値は、例えば「0A」及び「100A」など1点の値を示しているが、これらは「-25A以上かつ25A未満」と「25A以上かつ150A未満」などの幅を持

50

った電流値の区間を意味する。I Vマップデータ1 2 aの各行に対応づけられた電圧値も同様に幅を持った区間を意味する。図3 Aでは、I Vマップデータ1 2 aは5行5列のデータであるが、より多くの行と列を有し、電流の各区間と電圧の各区間とがより細分化されたデータであってもよい。

#### 【0023】

I Vマップデータ1 2 aに示される劣化度合は、単位時間当たりの劣化の度合を表わす。劣化度合は、I Vマップデータ1 2 aの中で度合の大小関係が相対的に示されればよく、その値は標準化されていてもよい。標準化は、例えば、最大値及び最小値がそれぞれの所定値になるような標準化、あるいは、全ての欄の劣化度合の平均値が所定値になるような標準化など、どのような標準化であってもよい。

10

#### 【0024】

I Vマップデータ1 2 aは、例えば、電流及び電圧を変えた様々な使用条件において単位時間当たりの劣化量を試験又はシミュレーションにより求めることで作成することができる。なお、電池4の劣化量には、電流及び電圧以外の他の状態量（例えば温度）も影響する。したがって、I Vマップデータ1 2 aを作成する際、他の状態量については代表的な1つの値を選択して試験又はシミュレーションを行い、当該試験又はシミュレーションの結果からI Vマップデータ1 2 aの劣化度合を定めてもよい。あるいは、他の状態量について複数の代表的な値を選択し、各代表的な値で試験又はシミュレーションを行い、その結果の統計量（例えば平均値）から、I Vマップデータ1 2 aの劣化度合を定めてもよい。

20

#### 【0025】

図3 Aの例では、電圧及び電流が共に中間値（3.7 V、0 A）のときに劣化度合が低く、中間値から正及び負の両方向に離れるほど劣化度合が高くなっているが、これは単純化した例である。電池4の構造又は特性等によっては、I Vマップデータ1 2 aに、図3 Aとは異なる劣化度合の勾配が含まれる場合もあり、また、特定の電圧値と電流値との組合せで劣化度合が急峻に大きくなる場合もある。

#### 【0026】

図3 BのT Iマップデータ1 2 bと、図3 CのT Vマップデータ1 2 cは、対象となる状態量が温度及び電流、あるいは、温度及び電圧に交換される以外は、I Vマップデータ1 2 aと同様である。

30

#### 【0027】

<推定部の処理>

図4は、推定部の処理を説明するタイムチャートである。推定部1 3は、劣化度合の積算値A～Cを計数する処理と、劣化度合の重み付け係数a～cの係数解を求める処理と、電池4のSOHの推定処理とを行う。

#### 【0028】

積算値A～Cの計数処理は、短い周期で、常時、繰り返し実行される。重み付け係数a～cの係数解を求める処理は、プラグイン充電完了時など、電池4の劣化量が計測された際に行われる。SOHの推定処理は、任意なタイミングの推定要求に基づき実行される。続いて、これらの処理について詳細に説明する。

40

#### 【0029】

<積算値A～Cの計数処理>

図5は、推定部が実行する積算値A～Cの計数処理を説明するデータチャートである。積算値A～Cは、マップデータ1 2 a～1 2 cから抽出された劣化度合を積算した値である。劣化度合の積算は、次のように、個々のマップデータ1 2 a～1 2 cごとに実行される。

#### 【0030】

すなわち、検出部2 1は、所定のサンプリング期間（例えば0.1 ms～100 ms等）ごとに、常時、電池4の複数の状態量を検出し、複数の状態量の検出値を電池管理部2 2を介して推定部1 3に送る。複数の状態量の検出値を受けると、推定部1 3は、複数の

50

状態量に応じた劣化度合を複数のマップデータ 12 a ~ 12 c から抽出する。そして、抽出した劣化度合を、直前のサイクルで計算された積算値 A ~ C に加算する。このような処理により、積算値 A の格納領域に I V マップデータ 12 a の劣化度合が積算された値が格納され、同様に、積算値 B の格納領域に T I マップデータ 12 b の劣化度合が積算された値が格納され、積算値 C の格納領域に T V マップデータ 12 c の劣化度合が積算された値が格納される。

#### 【0031】

図 5 のデータチャートは、積算値 A ~ C の計数処理に関わる複数の処理サイクルのデータを時系列に並べたチャートである。1 回の処理サイクルは、検出部 21 の 1 回のサンプリング期間に相当する。図 5 の具体例では、例えばサイクル数 “01800102” において、検出部 21 で電流値 = - 50 [ A ]、電圧値 = 3.7 [ V ] 及び温度 = - 40 [ ] が検出されている。図 3 A ~ 図 3 C の I V マップデータ 12 a、T I マップデータ 12 b 及び T V マップデータ 12 c を参照すると、これらの検出値に対応する劣化度合はそれぞれ “1”、“2”、“2” であり、推定部 13 はこれらの劣化度合を抽出する。そして、推定部 13 は、抽出した劣化度合を 1 つ前のサイクル数における積算値 A “02722103”、積算値 B “02250124”、積算値 C “02920164” に加算する。その結果、更新された積算値 A “02722104”、積算値 B “02250126”、積算値 C “02920166” が計数されている。このような積算値 A ~ C の計数処理が、常時、継続的に実行される。

#### 【0032】

なお、積算値 A ~ C は、予め定められたイベントの発生又は終了に基づいて値がリセットされ、イベントの情報とともにリセット直前の積算値 A ~ C が記録されるように構成されてもよい。

#### 【0033】

マップデータ 12 a ~ 12 c に示される劣化度合の値は、前述したように標準化されているため、劣化度合の値だけでは電池 4 の劣化量を表わすことはできない。そこで、複数のマップデータ 12 a ~ 12 c にそれぞれ示される劣化度合の値に、重み付け係数 a ~ c が乗算されることで、乗算後の値が、電池 4 の劣化量に対応する値に換算され、かつ、異なるマップデータ 12 a ~ 12 c の間で劣化度合が比較可能にされる。重み付け係数 a ~ c は、任意の順（順不同）で、本発明に係る第 1 係数、第 2 係数及び第 3 係数の一例に相当する。

#### 【0034】

このようなことから、推定部 13 は、複数のマップデータ 12 a ~ 12 c の劣化度合の積算値 A ~ C に、それぞれ重み付け係数 a ~ c を乗算し、かつ、総和をとった値が、電池 4 の SOH に近似するものとしてデータ処理を行う。すなわち、3 つのマップデータ 12 a ~ 12 c を用いる場合、推定部 13 は、次式 (1) が成り立つものとしてデータ処理を行う。

$$SOH = A \cdot a + B \cdot b + C \cdot c \quad \dots (1)$$

ここで、SOH は、任意の第 1 タイミングから任意の第 2 タイミングまでの SOH を示し、積算値 A ~ C は、上記の第 1 タイミングから上記の第 2 タイミングまでの劣化度合の積算値を示す。

#### 【0035】

なお、より多くのマップデータを用いる場合には、次のような関係式で SOH を表わせばよい。すなわち、この場合、推定部 13 は、各マップデータの劣化度合の積算値に、各マップデータの劣化度合に対応した重み付け係数を乗算し、かつ、当該乗算された値を全てのマップデータについて合算した値が、電池 4 の SOH と等号する式を使用する。

#### 【0036】

推定部 13 は、積算値 A ~ C を、常時、計数している。したがって、重み付け係数 a ~ c の値が決まれば、推定部 13 は、式 (1) を用いて、電池 4 の SOH の推定値を求めることができる。

## 【 0 0 3 7 】

一方、複数のマップデータ 1 2 a ~ 1 2 c に示される劣化度合は、その時点までの電池 4 の使い方、あるいは、電池 4 の経年等によって、が、電池 4 の劣化量に作用する重みが徐々に変化する場合がある。したがって、推定部 1 3 は、重み付け係数 a ~ c を固定値とせず、電池 4 の状態に適合するように、重み付け係数 a ~ c を推定及び設定する。

## 【 0 0 3 8 】

< 重み付け係数 a ~ c の係数解を求める処理 >

車両 1 では、プラグイン充電により電池 4 の劣化量 (SOH) が計測される。したがって、前回のプラグイン充電の際の劣化量の計測値と今回の劣化量の計測値とから SOH を計算できる。さらに、推定部 1 3 は、積算値 A ~ C を、常時、計数している。したがって、推定部 1 3 は、計算された SOH と、計数された積算値 A ~ C とを、式 (1) に当てはめることで、重み付け係数 a ~ c を未知数とした方程式を得る。推定部 1 3 は、プラグイン充電で電池 4 の劣化量が計測されるたびに、上記の方程式を取得し、これを記録する。

10

## 【 0 0 3 9 】

図 6 は、プラグイン充電ごとに推定部 1 3 で実行されるデータ処理を説明するデータチャートを示す。当該データチャートは、各回のプラグイン充電の完了時に推定部 1 3 が扱うデータを時系列に並べたチャートである。積算値 A ~ C の “k” は “ $\times 1000$ ” を意味し、積算値 A ~ C の 3 桁未満の値は切り捨てて示している。係数解の “n” は “ $\times 10^0$ ” を意味し、係数解の 3 桁未満の値は切り捨てて示している。

20

## 【 0 0 4 0 】

前述したように、各回のプラグイン充電の完了時には、電池 4 の劣化量が計測される。推定部 1 3 は、当該計測が行われるたびに劣化量の計測値を記憶する。そして、推定部 1 3 は、プラグイン充電の完了時、前回の劣化量の計測値と今回の劣化量の計測値との差分を計算し、前回から今回までの電池 4 の SOH を取得する。そして、推定部 1 3 は、前回から今回にかけて計数された積算値 A ~ C と、上記の SOH とを式 (1) に当てはめることで、重み付け係数 a ~ c を未知数とした 1 つの方程式を取得する。図 6 の各行の方程式は、同一行の SOH と積算値 A ~ C とを式 (1) に当てはめたものである。

## 【 0 0 4 1 】

さらに、各回のプラグイン充電の完了時には、推定部 1 3 は、得られた方程式を用いて、重み付け係数 a ~ c の解 (以下、係数解と呼ぶ) を計算する。係数解は、例えば数値計算により求められてもよい。すなわち、推定部 1 3 は、各重み付け係数 a ~ c に小さな刻みで幾通りもの数値を割り振り、方程式を最も満たす値の組合せを探し出せばよい。重み付け係数 a ~ c が取りえる値の範囲は、例えば、“ $0 < a < 1$ 、 $0 < b < 1$ 、 $0 < c < 1$ ” などと予め定められる。1 つの方程式だけで係数解が定まらない場合には、推定部 1 3 は、その時点に近い複数回分の方程式を用いて、同様の数値計算により重み付け係数 a ~ c の係数解を求めればよい。

30

## 【 0 0 4 2 】

なお、重み付け係数 a ~ c の係数解を求めるための方法としては、上記の方法に限られず、様々な方法が適用されてもよい。例えば、機械学習された予測モデルを利用した方法が適用されてもよい。この場合、同一構造の電池 4 を有する複数の車両において、同一のマップデータ 1 2 a ~ 1 2 c を使用し、上述したように取得された電池 4 の劣化量の計測値、重み付け係数 a ~ c の方程式及び係数解のデータセットを収集しておく。そして、予測モデルに、収集されたデータセットを教師データとして与え、機械学習させる。予測モデルは、電池 4 の劣化量、あるいは、電池 4 の劣化量と上述した方程式の各パラメータとを入力することで、これらに適合する重み付け係数 a ~ c の係数解を出力するモデルとする。そして、推定部 1 3 が、上記の予測モデルに、プラグイン充電の完了時に取得した劣化量の計測値、あるいは、当該計測値と上記方程式の各パラメータとを入力することで、予測モデルから、重み付け係数 a ~ c の係数解を求める構成とすればよい。予測モデルは、演算装置 1 0 に設けられてもよいし、車両 1 から離れた所定のサーバコンピュータに設

40

50

けられてもよい。予測モデルがサーバコンピュータに設けられた場合、推定部 13 は予測モデルと通信を行って、重み付け係数  $a \sim c$  の係数解を求めればよい。

【0043】

推定部 13 は、重み付け係数  $a \sim c$  の係数解を求めたら、当該係数解を記憶領域 12 d に記録する。推定部 13 は、同時に、劣化量計測値も記憶領域 12 d に記憶してもよい。上記の記録は、その時点の劣化量の計測値と何回目のプラグイン充電完了時であるかを示すイベント情報、日時情報等と紐づけられて行われてもよい。

【0044】

なお、電池管理部 22 は、電池 4 が例えば SOC 80% など満充電未満に充電された場合でも、充電量と充電電圧との関係から電池 4 の劣化量 (SOH) を推定できる場合がある。したがって、図 6 のプラグイン充電の回数には、満充電以外のプラグイン充電の回数が含まれていてもよい。また、電池管理部 22 は、回生電力による電池 4 の充電時にも、電池 4 の劣化量 (SOH) を計測できる場合がある。したがって、図 6 のプラグイン充電の回数は、電池 4 の劣化量が計測された回数に変更し、当該回数には、回生電力の充電によって電池 4 の劣化量が計測されたときが含まれていてもよい。

【0045】

<電池の SOH の推定処理>

推定部 13 は、積算値  $A \sim C$  を、常時、計数している。したがって、重み付け係数  $a \sim c$  の値が決まれば、推定部 13 は、式 (1) を用いて、電池 4 の SOH の推定値を求めることができる。一方、上記の方程式から求められた係数解には、誤差が含まれる。したがって、推定部 13 は、最後に求められた重み付け係数  $a \sim c$  の係数解を用いて、SOH を推定するのではなく、まず、過去に求められた複数組の係数解から、現在の適正な重み付け係数  $a \sim c$  を推定する。そして、推定部 13 は、推定された重み付け係数  $a \sim c$  と、積算値  $A \sim C$  とから電池 4 の SOH を推定する。

【0046】

重み付け係数  $a \sim c$  の推定は、次のように行われる。すなわち、異なるタイミングで求められた複数組の係数解は、適正な重み付け係数  $a \sim c$  の近傍に分布するはずである。したがって、推定部 13 は、現時点に近い過去複数回のプラグイン充電の完了時にそれぞれ取得した複数組の係数解から、各重み付け係数  $a \sim c$  の所定の統計量を計算し、その値を重み付け係数  $a \sim c$  の推定値とする。上記所定の統計量とは、誤差を含む複数の値から、真値に近い値を表わす量であればよく、例えば最頻値を適用できる。また、上記所定の統計量には、平均値などが適用されもよい。1つの重み付け係数  $a$  は、複数組の係数解のうち1つの重み付け係数  $a$  の係数解のみを用いて計算されてもよいし、全ての重み付け係数  $a \sim c$  の係数解を用いて計算されてもよい。重み付け係数  $b$  及び重み付け係数  $c$  についても同様である。

【0047】

なお、推定部 13 は、自車両 1 (推定部 13 が搭載された車両 1) で取得された複数組の係数解だけでなく、同一構造の電池 4 を有する他の車両で取得された複数組の係数解を用いて、上記と同様の計算により、重み付け係数  $a \sim c$  を推定してもよい。他の車両で取得された係数解を用いる場合には、他の車両の電池の劣化度が自車両 1 の電池 4 の劣化度と同等であるときに当該他の車両で取得された係数解が用いられるとよい。このような選択により、長期に渡る重み付け係数  $a \sim c$  の変化の影響を排して、適切な重み付け係数  $a \sim c$  の推定を行うことができる。他の車両で取得された係数解を用いる場合、各車両は係数解が求められるたびに、所定のサーバコンピュータに係数解とそのときの電池 4 の劣化量の計測値と電池 4 の構造を識別できる情報とを送信するように構成される。そして、或る車両の推定部 13 が重み付け係数  $a \sim c$  を推定する際、推定部 13 が通信を介してサーバコンピュータに現時点に近い過去に計測された電池 4 の劣化量の情報を送り、他の車両の係数解をサーバコンピュータからダウンロードすればよい。ダウンロードされる係数解は、他の車両の電池 4 の劣化量が、上記送信した劣化量に近いときに取得されている係数解であればよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 8 】

推定部 1 3 は、電池 4 の S O H の推定要求があったら、上記のように重み付け係数 a ~ c の推定を行う。そして、当該重み付け係数 a ~ c の推定値と、S O H の推定要求に応じた期間に計数された積算値 A ~ C とを、式 ( 1 ) に当てはめることで、当該期間の電池 4 の S O H を計算する。そして、得られた値を、当該期間における S O H (劣化変化量) の推定値とする。

## 【 0 0 4 9 】

< 推定された S O H の利用方法 >

上記のように推定された任意の期間の S O H は、次のように有効に利用できる。例えば、車両 1 がカーシェアリング又はレンタカーで使用される場合、推定部 1 3 は、車両 1 の賃貸開始から賃貸終了までの期間の S O H を推定してもよい。このような推定により、車両 1 の返却時にプラグイン充電を行わなくても、車両 1 の賃貸中に生じた電池 4 の S O H を推定することができ、当該 S O H を賃料に反映させることができる。

10

## 【 0 0 5 0 】

また、推定部 1 3 は、車両 1 の使用中に、常時或いはユーザーの操作等に応じて S O H を推定し、現在の電池 4 の劣化量 ( S O H ) をユーザーに提示 (例えば表示出力) してもよい。現在の電池 4 の劣化量は、過去測定された劣化量に、上記推定された S O H を加算することで得ることができる。このような推定及び情報の提示により、ユーザーは、電池 4 の劣化量をシームレスに、あるいは、所望のタイミングで確認することができる。

## 【 0 0 5 1 】

また、推定部 1 3 は、推定された重み付け係数 a ~ c をユーザーに提示 (例えば表示出力) してもよい。複数のマップデータ 1 2 a ~ 1 2 c の劣化度合が標準化されていることで、重み付け係数 a ~ c の値によって、何れのマップデータ 1 2 a ~ 1 2 c の劣化度合が、電池 4 の劣化量に大きな影響を与えているかを示すことができる。すなわち、重み付け係数 a が重み付け係数 b、c よりも大きければ、ユーザーは、電流及び電圧の標準値からの逸脱が電池 4 の劣化に大きく影響していると把握できる。また、重み付け係数 b が重み付け係数 a、c よりも大きければ、ユーザーは、温度及び電流の標準値からの逸脱が電池 4 の劣化に大きく影響していると予想できる。また、重み付け係数 a、c が大きく、重み付け係数 b が小さければ、ユーザーは、マップデータ 1 2 a、1 2 c の共通のパラメータである電圧が標準値から逸脱することが電池 4 の劣化に大きく影響していると予想できる。そして、ユーザーは、上記の予想により、電池 4 の劣化を抑える使用法 (例えば電圧が標準値に近くなるように充電率を一定範囲に維持するなど) を採用し、電池 4 の劣化を抑制することができる。

20

30

## 【 0 0 5 2 】

< 推定部の制御処理 >

続いて、前述した S O H の推定を実現する推定部 1 3 の制御処理について説明する。図 7 は、推定部により実行される制御処理の一例を示すフローチャートである。推定部 1 3 は、常時、図 7 の制御処理を繰り返し実行する。制御処理が開始されると、まず、推定部 1 3 は、電池管理部 2 2 から電池 4 の使用状態を表わす複数の状態量 (電流、電圧、温度) の検出値を受け取る (ステップ S 1)。当該検出値は、検出部 2 1 で検出された値である。

40

## 【 0 0 5 3 】

複数の状態量の検出値を受けると、推定部 1 3 は、複数のマップデータ 1 2 a ~ 1 2 c に上記状態量の検出値を照合し、対応する電池 4 の劣化度合を抽出する (ステップ S 2)。そして、上述した積算値 A ~ C (図 5 を参照) にそれぞれ抽出した劣化度合を加算し、積算値 A ~ C を更新する (ステップ S 3)。

## 【 0 0 5 4 】

次に、推定部 1 3 は、所定のイベントが発生したか判別し (ステップ S 4)、NO であれば、ステップ S 1 に処理を戻す。すなわち、ステップ S 4 が NO となる期間には、ステップ S 1 ~ S 3 の処理が所定の制御サイクル (例えば 0 . 1 m s ~ 1 0 0 m s) ごとに繰

50

り返し実行される。

【 0 0 5 5 】

一方、ステップ S 4 の判別結果が Y E S であれば、イベントを示す情報とともにその時点の積算値 A ~ C をログとして記憶領域 1 2 d に記録する (ステップ S 5 )。ここでは、プラグイン充電を所定のイベントとして採用している。なお、イベントを示す情報と積算値 A ~ C の記録は、イベントの発生時だけでなくイベントの完了時にも行われてもよい。また、推定部 1 3 は、その他のイベントの発生時と完了時に、イベントを示す情報と積算値 A ~ C の記録を行ってもよい。その他のイベントとしては、車両の賃貸などを適用できる。この場合、賃貸開始の通知時と賃貸終了の通知時にイベントを示す情報と積算値 A ~ C の記録が行われればよい。その他、推定部 1 3 は、所定の制御サイクルごと、あるいは、所定時間ごとに更新された積算値 A ~ C をログとして記憶領域 1 2 d に記録してもよい。積算値 A ~ C は、ステップ S 5 の記録の後にリセットされてもよい。

10

【 0 0 5 6 】

その後、推定部 1 3 は、所定のイベントが完了したか判別し (ステップ S 6 )、完了でなければステップ S 6 の判別を繰り返し、完了したら処理を次のステップに進める。なお、ステップ S 6 の判別を繰り返し実行する期間においても、所定の制御サイクルごとにステップ S 1 ~ S 3 の処理が繰り返し実行されてもよい。

【 0 0 5 7 】

そして、ステップ S 6 の判別結果が Y E S となったら、推定部 1 3 は、電池管理部 2 2 から電池 4 の劣化量の計測値を受け取り、ログとして記憶領域 1 2 d に記録する (ステップ S 7 )。電池管理部 2 2 は、プラグイン充電が満充電で完了していれば、満充電時の充電容量と当初の電池 4 の満充電容量との比を、劣化量の計測値として取得する。また、電池管理部 2 2 は、プラグイン充電が満充電未満で完了した場合でも、当該プラグイン充電での充電量と電池 4 の電圧との関係に基づき電池 4 の満充電容量と劣化量とを推定し、当該推定された劣化量を計測値として取得する。

20

【 0 0 5 8 】

さらに、推定部 1 3 は、ステップ S 7 で受け取った劣化量の計測値と、積算値 A ~ C に基づいて、重み付け係数 a ~ c を求めるための方程式 (図 6 を参照) を取得し、ログとして記憶領域 1 2 d に記録する (ステップ S 8 )。具体的には、推定部 1 3 は、上記の劣化量の計測値、並びに、当該時点の積算値 A ~ C と、前回のプラグイン充電の完了時に記録した劣化量の計測値、並びに、その時点の積算値 A ~ C との差分に基づき、上記の方程式を取得する。

30

【 0 0 5 9 】

さらに、推定部 1 3 は、ステップ S 8 の方程式、あるいは、過去に記録された現時点に近い方から複数回分の方程式を用いて、重み付け係数 a ~ c の係数解を計算する (ステップ S 9 )。ステップ S 9 において、推定部 1 3 は、例えば “  $0 < a < 1$ 、 $0 < b < 1$ 、 $0 < c < 1$  ” などの取りえる範囲で、各重み付け係数 a ~ c に小さな刻みで幾通りもの数値を割り振り、数値処理により方程式を最も満たす値の組合せを探し出せばよい。係数解が求められたら、推定部 1 3 は、上記のイベントの記録と共に係数解を記憶領域 1 2 d に記録する (ステップ S 1 0 )

40

【 0 0 6 0 】

次に、推定部 1 3 は、電池 4 の S O H の推定要求があるか判別する (ステップ S 1 1 )。推定要求は、特に限定されないが、例えば、車両 1 のユーザーインタフェースを担うコントローラ 9 から演算装置 1 0 へ送られる。推定要求は、いずれの始端タイミングからいずれの終端タイミングにかけて S O H であるかが指定されて行われる。終端タイミングは、現時点に固定されていてもよい。

【 0 0 6 1 】

ステップ S 1 1 の判別の結果、N O であれば、推定部 1 3 は、1 回の制御サイクルの制御処理を終了する。一方、Y E S であれば、推定部 1 3 は、推定要求に示された始端タイミングから現時点あるいは推定要求に示された始端タイミングから終端タイミングにかけ

50

た電池4のSOHを推定する(ステップS12)。ステップS12において、推定部13は、重み付け係数a~cの係数解のログの中から、現時点に近い複数個の係数解を抽出し、最頻値を重み付け係数a~cの推定値として採用するなど、統計処理に基づき適正な重み付け係数a~cを推定する。そして、推定要求で指定された始端タイミングから終端タイミングまでの積算値A~Cと、上記推定された重み付け係数a~cとを前述の式(1)に当てはめることで、推定部13は、電池4のSOHを計算する。

【0062】

SOHが推定されたら、推定部13は、要求元のコントローラ9へ計算結果を送信する(ステップS13)。コントローラは受信したSOHの推定値を車両1の表示パネル8へ出力してもよい。そして、1回の制御処理を終了する。

10

【0063】

なお、図7のフローチャートでは、所定のイベントが完了した(ステップS6のYES)条件で、推定部13は、SOHの推定要求を判別するステップS11を実行する。しかし、推定部13は、別のタイミングにSOHの推定要求を受けて、ステップS12、S13の処理を実行してもよい。例えば、推定部13は、ステップS1~S11の処理とは別のプロセスで、当該処理と並行して、ステップS11~S13の処理を繰り返し実行する構成としてもよい。

【0064】

図7の制御処理において、ステップS1~S3が繰り返し実行されることで、前述した積算値A~Cの計数処理が実現される。さらに、ステップS7~S10が実行されることで、劣化量の計測時における重み付け係数a~cの方程式と係数解の取得が行われる。

20

【0065】

上述した制御処理のプログラムは、演算装置10のROM10cなど、非一過性の記憶媒体(non transitory computer readable medium)に記憶されている。演算装置10は、可搬型の非一過性の記録媒体に記憶されたプログラムを読み込み、当該プログラムを実行するように構成されてもよい。上記の可搬型の非一過性の記憶媒体は、上述した制御処理のプログラムを記憶していてもよい。

【0066】

以上のように、本実施形態の劣化状態推定装置100によれば、推定部13は、検出部21により繰り返し検出された電池4の複数の状態量と、複数のマップデータ12a~12cと、複数の重み付け係数a~cとに基づいて、電池のSOHを推定する。電池4の劣化は、電池4の使用状態を表わす複数の状態量(例えば電流、電圧、温度)に応じて進行するが、各状態量が独立に劣化量に影響するわけではなく、複数の状態量の組合せによって劣化量に及ぼされる影響の度合いが異なる。そこで、本実施形態の劣化状態推定装置100は、複数のマップデータ12a~12cに、第1状態量と第2状態量とに応じた劣化度合が示されたマップデータと、第2状態量と第3状態量とに応じた劣化度合が示されたマップデータとが含まれる。このようなマップデータにより、第1状態量と第2状態量との組み合わせによって電池4に及ぼされる劣化と、第2状態量と第3状態量との組み合わせによって電池4に及ぼされる劣化とを反映した劣化度合を求めることができる。したがって、電池4のSOHの推定精度を向上できる。

30

40

【0067】

さらに、本実施形態の劣化状態推定装置100によれば、推定部13は、検出部21による電池4の複数の状態量の検出結果に基づき、複数のマップデータ12a~12cから抽出された劣化度合をそれぞれ求めて積算値A~Cを計数する。そして、積算値A~Cと重み付け係数a~cとに基づいて電池4のSOHを推定する。このように、検出部21に検出に基づいてマップデータ12a~12cの劣化度合が積算されることで、積算値A~Cには各時点の電池4の使用状態を反映した劣化度合が反映される。したがって、電池4のSOHの推定精度をより向上できる。

【0068】

さらに、本実施形態の劣化状態推定装置100によれば、電池4の劣化量の計測値が取

50

得されるごとに、推定部 13 は、積算値 A ~ C と劣化量の計測値に基づき取得される重み付け係数 a ~ c の方程式から、重み付け係数 a ~ c の係数解を計算する。さらに、推定部 13 は、過去に計算された係数解に基づいて、SOH の推定に使用する重み付け係数 a ~ c を推定する。電池 4 の複数の要因（例えば、電流、電圧、温度の組合せ）が電池の劣化量に影響を及ぼす場合でも、複数の要因が劣化量に影響する度合いの重みは、徐々に変化する場合がある。そこで、本実施形態では、上記のように重み付け係数 a ~ c を推定することで、複数の要因が劣化量に影響する度合いの重みが徐々に変化する場合に対応して、適正に重み付け係数 a ~ c を設定することができる。したがって、電池 4 の SOH の推定精度をより向上できる。

#### 【0069】

さらに、本実施形態の劣化状態推定装置 100 によれば、過去に計算された複数回分の重み付け係数 a ~ c の係数解に基づいて、SOH の推定に使用する重み付け係数 a ~ c を推定する。あるいは、他の車両で計算された重み付け係数 a ~ c の係数解も推定材料に加えて、SOH の推定に使用する重み付け係数 a ~ c を推定する。したがって、各回で計算される係数解に比較的に大きな誤差が含まれても、誤差の小さな重み付け係数 a ~ c を計算することができ、よって、電池 4 の SOH の推定精度をより向上できる。

#### 【0070】

さらに、本実施形態の劣化状態推定装置 100 によれば、複数のマップデータ 12 a ~ 12 c には、第 3 状態量と第 1 状態量とに応じた劣化度合が示されたマップデータが含まれる。したがって、第 3 状態量と第 1 状態量との組合せによって電池 4 に及ぼされる劣化度合の影響を反映した SOH の推定処理が可能となる。したがって、電池 4 の SOH の推定精度をより向上できる。

#### 【0071】

以上、本発明の実施形態について説明した。しかし、本発明は上記実施形態に限られない。例えば、上記実施形態では、電池 4 の使用状態を示す複数の状態量として、電池 4 の電流、電圧及び温度を一例として示したが、この例に限定されない。複数の状態量に、例えば電池 4 の SOC が加えられてもよいし、電圧と SOC とが代替されてもよい。また、上記実施形態では、複数のマップデータが、IV マップデータ 12 a と、TI マップデータ 12 b と、TV マップデータ 12 c とである例を示したが、複数のマップデータは、これに限定されない。例えば、複数のマップデータには、1 つの状態量に応じた劣化度合が示されたマップデータが加えられてもよいし、3 つ以上の状態量に応じた劣化度合が示されたマップデータが加えられてもよい。また、マップデータ 12 a ~ 12 c のうち、いずれか 1 つが省略され、複数のマップデータには、2 つの状態量に応じた劣化度合が示されたマップデータが 2 種類のみ含まれていてもよい。その他、実施形態で示した細部は、発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

#### 【符号の説明】

#### 【0072】

- 1 車両
- 2 駆動輪
- 3 電動モータ
- 4 電池
- 5 インバータ
- 8 表示パネル
- 9 コントローラ
- 10 演算装置
- 12 記憶部
- 12 a IV マップデータ
- 12 b TI マップデータ
- 12 c TV マップデータ
- 12 d 記憶領域

10

20

30

40

50



【図 3 A】

12a

| 電圧 \ 電流 | -150A | -50A | 0A | 100A | 200A |
|---------|-------|------|----|------|------|
| 2V      | 3     | 2    | 2  | 2    | 3    |
| 3V      | 2     | 1    | 1  | 1    | 2    |
| 3.7V    | 2     | 1    | 0  | 1    | 2    |
| 3.9V    | 2     | 1    | 1  | 1    | 2    |
| 4.1V    | 3     | 2    | 2  | 2    | 3    |

【図 3 B】

12b

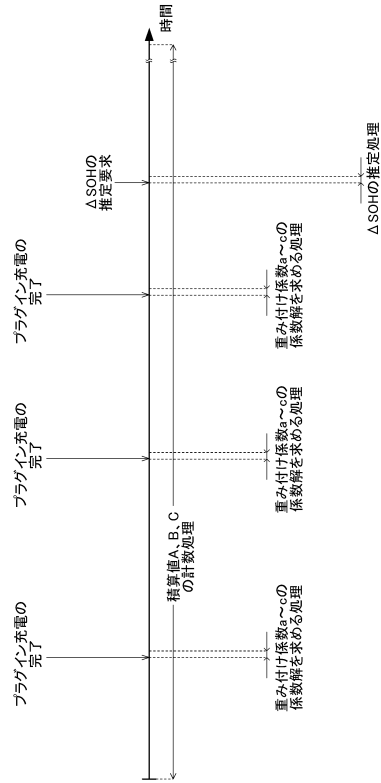
| 電流 \ 温度 | -40°C | 0°C | 25°C | 40°C | 60°C |
|---------|-------|-----|------|------|------|
| -150A   | 3     | 2   | 2    | 2    | 3    |
| -50A    | 2     | 1   | 1    | 1    | 2    |
| 0A      | 2     | 1   | 0    | 1    | 2    |
| 100A    | 2     | 1   | 1    | 1    | 2    |
| 200A    | 3     | 2   | 2    | 2    | 3    |

【図 3 C】

12c

| 電圧 \ 温度 | -40°C | 0°C | 25°C | 40°C | 60°C |
|---------|-------|-----|------|------|------|
| 2V      | 3     | 2   | 2    | 2    | 3    |
| 3V      | 2     | 1   | 1    | 1    | 2    |
| 3.7V    | 2     | 1   | 0    | 1    | 2    |
| 3.9V    | 2     | 1   | 1    | 1    | 2    |
| 4.1V    | 3     | 2   | 2    | 2    | 3    |

【図 4】



10

20

30

40

50

【図5】

| サイクル数    | 電流[A]  | 電圧[V] | 温度[°C] | 積算値A                      | 積算値B                      | 積算値C                      |
|----------|--------|-------|--------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ...      | ...    | ...   | ...    | ...                       | ...                       | ...                       |
| 01500001 | -150   | 4.1   | 25     | 02250001                  | 01865347                  | 02433854                  |
| 01500002 | -150   | 4.1   | 25     | 02250004<br>(=02250001+3) | 01865349<br>(=01865347+2) | 02433856<br>(=02433854+2) |
| 01500003 | -149.9 | 4.11  | 25     | 02250007<br>(=02250004+3) | 01865351<br>(=01865349+2) | 02433858<br>(=02433856+2) |
| ...      | ...    | ...   | ...    | ...                       | ...                       | ...                       |
| 01800101 | -50    | 3.7   | -40    | 02722103                  | 02250124                  | 02920164                  |
| 01800102 | -50    | 3.7   | -40    | 02722104<br>(=02722103+1) | 02250126<br>(=02250124+2) | 02920166<br>(=02920164+2) |
| 01800103 | -49.9  | 3.7   | -39.9  | 02722105<br>(=02722104+1) | 02250128<br>(=02250126+2) | 02920168<br>(=02920166+2) |
| ...      | ...    | ...   | ...    | ...                       | ...                       | ...                       |
| 02100301 | 0      | 3.6   | 60     | 03132471                  | 02675915                  | 03342822                  |
| 02100302 | 0      | 3.6   | 60     | 03132471<br>(=03132471+0) | 02675917<br>(=02675915+2) | 03342824<br>(=03342822+2) |
| 02100303 | 0.1    | 3.6   | 60.1   | 03132471<br>(=03132471+0) | 02675919<br>(=02675917+2) | 03342826<br>(=03342824+2) |
| ...      | ...    | ...   | ...    | ...                       | ...                       | ...                       |

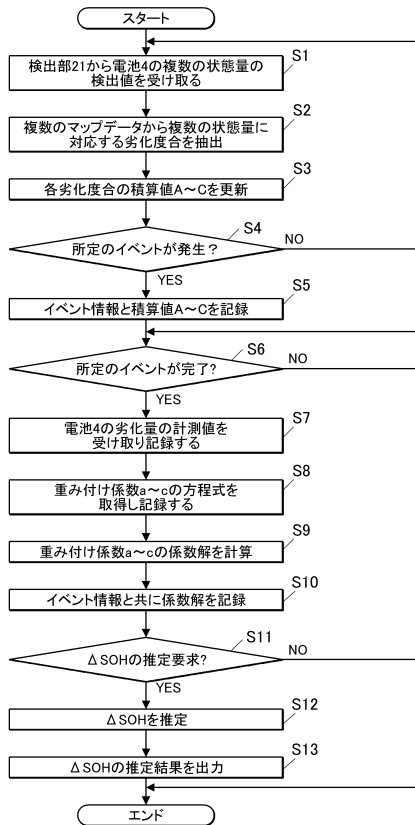
【図6】

| プラグイン<br>充電回数 | 積算値A | 積算値B | 積算値C | 劣化量<br>計測値[%] | ΔSOH[%] | 方程式  | 係数解(a,b,c)            |
|---------------|------|------|------|---------------|---------|--|-----------------------|
| ...           | ...  | ...  | ...  | ...           | ...     | ...  | ...                   |
| 51            | 182k | 98k  | 300k | 2.221         | 0.020   | $0.020 = 182k \cdot a + 98k \cdot b + 300k \cdot c$  | (44.7n, 87.4n, 10.7n) |
| 52            | 260k | 136k | 420k | 2.249         | 0.028   | $0.028 = 260k \cdot a + 136k \cdot b + 420k \cdot c$ | (42.3n, 89.2n, 11.6n) |
| 53            | 465k | 258k | 724k | 2.300         | 0.051   | $0.051 = 465k \cdot a + 258k \cdot b + 724k \cdot c$ | (43.2n, 86.4n, 11.9n) |
| 54            | 426k | 212k | 688k | 2.345         | 0.045   | $0.045 = 426k \cdot a + 212k \cdot b + 688k \cdot c$ | (45.2n, 83.8n, 11.6n) |
| 55            | 111k | 69k  | 196k | 2.358         | 0.013   | $0.013 = 111k \cdot a + 69k \cdot b + 196k \cdot c$  | (50.3n, 80.4n, 9.5n)  |
| 56            | 243k | 117k | 358k | 2.383         | 0.025   | $0.025 = 243k \cdot a + 117k \cdot b + 358k \cdot c$ | (48.3n, 79.1n, 11.1n) |
| 57            | 298k | 147k | 447k | 2.414         | 0.031   | $0.031 = 298k \cdot a + 147k \cdot b + 447k \cdot c$ | (47.0n, 70.5n, 14.8n) |
| ...           | ...  | ...  | ...  | ...           | ...     | ...  | ...                   |

10

20

【図7】



30

40

50

## フロントページの続き

|                |                         |                |               |              |   |
|----------------|-------------------------|----------------|---------------|--------------|---|
| (51)国際特許分類     |                         | F I            |               |              |   |
| <i>G 0 1 R</i> | <i>31/385 (2019.01)</i> | <i>G 0 1 R</i> | <i>31/385</i> |              |   |
| <i>G 0 1 R</i> | <i>31/387 (2019.01)</i> | <i>G 0 1 R</i> | <i>31/387</i> |              |   |
| <i>H 0 1 M</i> | <i>10/42 (2006.01)</i>  | <i>H 0 1 M</i> | <i>10/42</i>  |              | P |
| <i>H 0 1 M</i> | <i>10/48 (2006.01)</i>  | <i>H 0 1 M</i> | <i>10/48</i>  |              | P |
| <i>B 6 0 L</i> | <i>50/60 (2019.01)</i>  | <i>H 0 1 M</i> | <i>10/48</i>  | <i>3 0 1</i> |   |
| <i>B 6 0 L</i> | <i>58/16 (2019.01)</i>  | <i>B 6 0 L</i> | <i>50/60</i>  |              |   |
| <i>B 6 0 L</i> | <i>3/00 (2019.01)</i>   | <i>B 6 0 L</i> | <i>58/16</i>  |              |   |
|                |                         | <i>B 6 0 L</i> | <i>3/00</i>   |              | S |

株式会社 S U B A R U 内

(72)発明者 津久井 勲

東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 株式会社 S U B A R U 内

審査官 島 崎 純一

(56)参考文献 特開2004-022183(JP,A)  
 特開2008-241246(JP,A)  
 特開2013-044598(JP,A)  
 米国特許出願公開第2018/0120385(US,A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

*G 0 1 R* *3 1 / 3 9 2*  
*G 0 1 R* *3 1 / 3 7 4*  
*G 0 1 R* *3 1 / 3 8 2*  
*G 0 1 R* *3 1 / 3 8 2 8*  
*G 0 1 R* *3 1 / 3 8 3 2*  
*G 0 1 R* *3 1 / 3 8 5*  
*G 0 1 R* *3 1 / 3 8 7*  
*H 0 1 M* *1 0 / 4 2*  
*H 0 1 M* *1 0 / 4 8*  
*B 6 0 L* *5 0 / 6 0*  
*B 6 0 L* *5 8 / 1 6*  
*B 6 0 L* *3 / 0 0*