

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 8 月 7 日(07.08.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/119328 A1

- (51) 国際特許分類:
G01R 31/36 (2006.01) *H01M 10/48* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/000511
- (22) 国際出願日: 2014 年 1 月 31 日(31.01.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-017981 2013 年 2 月 1 日(01.02.2013) JP
- (71) 出願人: 三洋電機株式会社(SANYO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 石井 洋平(ISHII, Yohei).
- (74) 代理人: 徳田 佳昭, 外(TOKUDA, Yoshiaki et al.); 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: BATTERY STATE ESTIMATING DEVICE

(54) 発明の名称: 電池状態推定装置

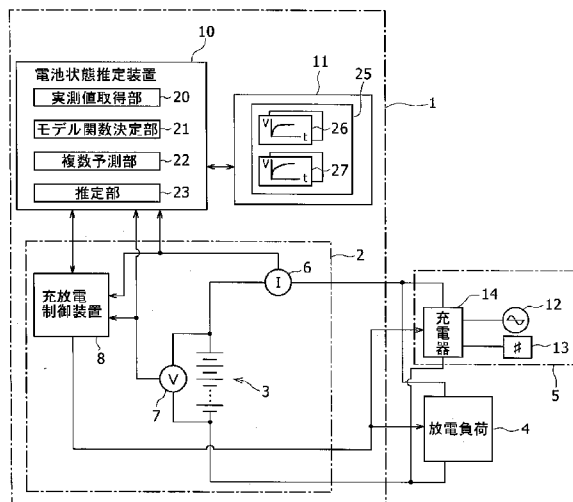


FIG. 1:
4 Discharge load
8 Charging and discharging control device
10 Battery state estimating device
14 Charge unit
20 Measured value acquiring unit
21 Model function determining unit
22 Multiple prediction unit
23 Estimating unit

(57) Abstract: A battery state estimating device (10) comprises: a measured value acquiring unit (20) to acquire a measured value of a battery (3) that has been charged and discharged during a measuring period during which a battery state that changes with time is preset; a model function determining unit (21) to determine, by way of the measured value, function forms for a plurality of model functions that model the battery state; a multiple prediction unit (22) to predict battery state changes for each of the plurality of model functions with function forms that are determined; and an estimating unit (23) to calculate an estimated stability value for the battery state on the basis of the results from the multiple prediction unit (22).

(57) 要約: 電池状態推定装置 (10) は、充放電を行った電池 (3) に対し、時間と共に変化する電池状態を予め定めた計測期間について実測値を取得する実測値取得部 (20) と、電池状態をモデル化する複数のモデル関数の関数形を実測値によって決定するモデル関数決定部 (21) と、関数形が決定された複数のモデル関数のそれぞれについて電池状態の変化を予測する複数予測部 (22) と、複数予測部 (22) の結果に基づき、電池状態の推定安定値を算出する推定部 (23) とを備える。

明 細 書

発明の名称：電池状態推定装置

技術分野

[0001] 本発明は、時間と共に変化する電池状態の安定値を推定する電池状態推定装置に関する。

背景技術

[0002] 電池は、等価回路的に容量成分を有するため、充放電を行うとその端子間電圧が安定するのに時間がかかる。

[0003] そこで、特許文献1には、バッテリーの開回路電圧の推定に、充放電終了時から20～30分のデータで直線近似したものをを用いることが述べられている。また、特許文献2には、二次電池の開回路電圧の近似式として、4次以上の指数減衰関数の係数を決定して用いることが述べられている。また、特許文献3には、バッテリーの安定開回路電圧の推定に逆数関数を用いることが述べられている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2002-250757号公報

特許文献2：特開2005-43339号公報

特許文献3：特開2008-268161号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 充放電を行った電池について、時間と共に変化する電池状態を的確に予測することが要望される。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係る電池状態推定装置は、充放電を行った電池に対し、時間と共に変化する電池状態を予め定めた計測期間について実測値を取得する実測値取得部と、電池状態をモデル化する複数のモデル関数の関数形を実測値によ

って決定するモデル関数決定部と、関数形が決定された複数のモデル関数のそれぞれについて電池状態の変化を予測する複数予測部と、複数予測部の結果に基づき、電池状態の推定安定値を算出する推定部と、を備える。

発明の効果

[0007] 上記構成によれば、充放電を行った電池について、時間と共に変化する電池状態を的確に予測することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明に係る実施の形態の一例における電池状態推定装置を含む電池充放電制御システムの構成図である。

[図2]本発明に係る実施の形態の一例における電池状態推定装置で用いられる複数のモデル関数の一例を示す図である。

[図3]本発明に係る実施の形態の一例における電池状態推定装置で用いられる複数のモデル関数の他の例を示す図である。

[図4]本発明に係る実施の形態の一例における電池状態推定装置で実行される電池状態推定の手順を示すフローチャートである。

[図5]本発明に係る実施の形態の一例における電池状態推定装置で用いられる重みづけを示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下に図面を用いて本発明に係る実施の形態につき、詳細に説明する。以下で述べる電池の開回路電圧特性、複数のモデル関数の関数形等は、説明のための一例であって、電池状態推定装置の対象となる電池の仕様や特性等によって、適宜変更することができる。

[0010] 以下では、全ての図面において対応する要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0011] 図1は、電池充放電制御システム1の構成図である。電池充放電制御システム1は、電池充放電部2を備える。電池充放電部2は、電池3と、電池3が放電負荷4あるいは充電電源5と接続されるときに電池3に入出力する電流を検出する電流検出部6と、電池3の端子間電圧を検出する電圧検出部7

を含む。電池充放電制御システム 1 はさらに、充放電制御装置 8 と、電池状態推定装置 10 と、電池状態推定装置 10 に接続される記憶部 11 を含んで構成される。なお、図 1 には、電池充放電制御システム 1 の構成要素ではないが、電池充放電部 2 に接続される放電負荷 4 と充電電源 5 が示される。

[0012] 電池状態推定の対象となる電池 3 は、電池状態が時間と共に変化するもので、ここでは充放電可能な二次電池である。二次電池としては、リチウムイオン電池を電池状態推定の対象とできる。これ以外に、ニッケル水素電池、アルカリ電池、鉛蓄電池等を電池状態推定の対象としてもよい。

[0013] 放電負荷 4 は、電池 3 から供給される放電電力を利用する機器である。ここでは、家庭用の電灯、パーソナルコンピュータ等の電気機器等、工場の照明器具、電気機器等が挙げられる。これ以外に、車両に搭載される回転電機、電気機器等であってもよい。

[0014] 充電電源 5 は、商用電源 12、太陽電池 13 等の発電装置で、これらが充電器 14 を介して電池 3 と接続される。

[0015] 電流検出部 6 は、充電電源 5 から電池 3 に入力される充電電流、電池 3 から放電負荷 4 に出力される放電電流を区別して検出する電流検出手段である。電流検出部 6 としては、適当な電流計を用いることができる。

[0016] 電流検出部 6 が検出した電流値は、充電電流値をプラスの電流値、放電電流値をマイナスの電流値として、適当な信号線で充放電制御装置 8 に伝送され、充放電指令値と実測値との間の偏差の確認等、電池充放電部 2 の制御に用いられる。また、電流検出部 6 が検出した電流値は、電池状態の 1 つである電流特性値であるので、電池状態推定装置 10 が電流特性値に関する推定を行うときには、電流検出部 6 が検出した電流値は、推定の基礎として用いられる実測電流値として、適当な信号線で電池状態推定装置 10 に伝送され、電池の充電状態を示す SOC (State Of Charge) を算出する等の推定処理に用いられる。

[0017] 電圧検出部 7 は、電池 3 の端子間電圧を検出する電圧検出手段である。電圧検出部 7 としては、適当な電圧計を用いることができる。電圧検出部 7 が

検出した電圧値は、適当な信号線で充放電制御装置 8 に伝送され、電池の電圧状態の監視等に用いられる。また、電圧検出部 7 が検出した電圧値は、電池状態の 1 つである電圧特性値であるので、電池状態推定装置 10 が電圧特性値に関する推定を行うときには、電圧検出部 7 が検出した電圧値は、推定の基礎として用いられる実測電圧値として、適当な信号線で電池状態推定装置 10 に伝送される。

[0018] 充放電制御装置 8 は、放電負荷 4、充電電源 5 の要求に従って充放電指令を出力して電池 3 の充放電を制御する。かかる充放電制御装置 8 は、適当なコンピュータで構成することができる。

[0019] 電池状態推定装置 10 は、伝送されてきた電流検出部 6 の検出値または電圧検出部 7 の検出値を用いて、時間と共に変化する電池状態の安定値を推定する装置である。かかる電池状態推定装置 10 は、適当なコンピュータで構成することができる。

[0020] ここで、時間と共に変化する電池状態とは、電池 3 が充放電するときに、電池 3 の容量成分、インダクタンス成分、抵抗成分によって、入出力する電流値、端子間電圧値が時間と共に変化するることによる電池 3 の状態のことである。したがって、時間と共に変化する電池状態とは、電池 3 の電流状態、電圧状態の他に、電池の充電状態を示す SOC (State Of Charge) 等が含まれる。

[0021] 例えば、電池 3 に対し充放電制御装置 8 から充電指令が出力されて、電池 3 に対し充電電源から所定の充電が行われ、その充電が完了したとき、電池 3 は充電電源 5 から切り離された開回路状態となる。その開回路電圧を見ると、時間と共に端子間電圧が低下する。逆に、電池 3 に対し充放電制御装置 8 から放電指令が出力されて、電池 3 から放電負荷 4 に対し所定の放電が行われ、その放電が完了したとき、電池 3 は放電負荷 4 から切り離された開回路状態となる。開回路状態のときの電池 3 の端子間電圧が開回路電圧 (Open Circuit Voltage: OCV) である。開回路電圧を見ると、充電完了後は時間と共に開回路電圧が次第に低下し、放電完了後は時

間と共に開回路電圧が次第に上昇する。このように、開回路電圧は、時間と共に変化する電池状態の1つである。

[0022] 充放電完了後に時間と共に変化する開回路電圧の安定値を得るには、安定までの時間を要する。安定までの時間は数分の場合もあるが、数時間かかることも少なくない。以下では、時間と共に変化する電池状態として開回路電圧を述べるが、その場合に、電池状態推定装置10は、演算によって短時間に開回路電圧の安定値を推定する。

[0023] 電池状態推定装置10は、時間と共に変化する電池状態を予め定めた計測期間について実測値を取得する実測値取得部20と、電池状態をモデル化する複数のモデル関数の関数形を実測値によって決定するモデル関数決定部21と、関数形が決定された複数のモデル関数のそれぞれについて電池状態の変化を予測する複数予測部22と、複数予測部の結果に基づき、電池状態の推定安定値を算出する推定部23を備えて構成される。

[0024] かかる機能は、電池状態推定装置10がソフトウェアを実行することで実現できる。具体的には、電池状態推定装置10が電池状態推定プログラムを実行することでこれらの機能を実現できる。これらの機能の一部をハードウェアで実現するものとしてもよい。

[0025] 電池状態推定装置10に接続される記憶部11は、電池状態推定装置10で用いられるプログラム等を格納するメモリである。ここでは、特に、電池状態をモデル化する複数のモデル関数をモデル関数ファイル25として記憶する。電池状態推定装置10の推定部23は、記憶部11のモデル関数ファイル25に記憶される複数のモデル関数の中で、適当なモデル関数を2以上選択し、これらによって予測される複数の予測値に基づいて、電池状態の安定値を推定する。

[0026] 複数のモデル関数を用いるのは、電池3の充放電後の電圧挙動が電池3の種類や環境温度、充放電時の電流量、SOCの値等によって複雑に影響され、これらの場合に同じモデル関数が適しているとは限らないためである。また、電池3の電池状態が充放電の全領域に渡って1つのモデル関数でモデル

化できない場合が多いためである。また、1つのモデル関数を用いることができる場合でも、そのモデル関数の関数形を決めるパラメータが、常に同じ値が適しているとは限らない。

[0027] モデル関数ファイル25には複数のモデル関数が記憶される。その中の1つは、電池状態が時間に関し指数関数的に変化する第1モデル関数26である。また、電池状態が時間に関し対数関数的に変化する第2モデル関数27が記憶される。それ以外のモデル関数としては、電池状態が時間に関し直線的に変化する直線的モデル関数、電池状態が時間に対し反比例となる反比例的モデル関数、経過時間 t のべき乗の線形和を用いた関数、電池状態が時間に対し漸近的に集束値に近づくシグモイド関数等が記憶される。以下では、電池状態推定装置10において、複数のモデル関数として第1モデル関数26と第2モデル関数27が用いられる場合について述べる。

[0028] 上記では、記憶部11を電池状態推定装置10とは独立のものとして述べたが、これらを電池状態推定装置10に含まれるものとして構成してもよい。また、電池状態推定装置10を充放電制御装置8とは別の独立した装置として述べたが、電池状態推定装置10を充放電制御装置8の一部として構成してもよい。

[0029] 次に、モデル関数ファイル25に記憶されている第1モデル関数26と第2モデル関数27について、図2と図3を用いて説明する。第1モデル関数26と第2モデル関数27は、電池3の開回路電圧の予測値 V_{EST} と放電完了からの経過時間 t との関係を示す関数である。

[0030] 図2は、第1モデル関数26を示す図である。第1モデル関数26は、初期値として、時間 t_0 における開回路電圧を V_0 で与えるとき、式(1)で示される関数形を有する。 A と時定数 τ は、具体的な関数形を決定するパラメータである。このように、第1モデル関数26は、電池状態である開回路電圧が時間に関し指数関数的に変化する関数形を有する。

[0031]

[数1]

$$V_{EST} = V_0 + Ae^{-(t-t_0)/\tau} \quad \dots (1)$$

[0032] 図3は、第2モデル関数27を示す図である。第2モデル関数27は、初期値として、時間 t_0 のときの開回路電圧を V_0 、時間 t_1 のときの開回路電圧を V_1 、時間 t_2 のときの開回路電圧を V_2 で与えるとき、式(2)で示される関数形を有する。 R と T と ΔV は、具体的な関数形を決定するパラメータである。 R は式(3)で与えられる。

[0033] [数2]

$$V_{EST} = V_2 + \Delta V \left[-1 + \log_R \{ R - (t - t_2)(1 - R)/T \} \right] \quad \dots (2)$$

[0034] [数3]

$$R = \frac{t_2 - t_1}{t_1 - t_0} \quad \dots (3)$$

[0035] 第2モデル関数27は、式(2)に示すように、電池状態である開回路電圧が時間に関し対数指数関数的に変化する関数形とするものである。ここでは、開回路電圧が時間に関し上昇する単位を ΔV としたときに、その ΔV が最初に生じる経過時間を $T = t_1 - t_0$ とし、2度目の ΔV が生じる経過時間を $TR = t_2 - t_1$ として、式(3)で示す R を求める。そして、3度目の ΔV が生じる経過時間を $TR^2 = t_3 - t_2$ 、4度目の ΔV が生じる経過時間を $TR^3 = t_4 - t_3$ 、以下、 n 度目の ΔV が生じる経過時間を $TR^{(n-1)}$ となる関数形を有する。このように、第2モデル関数27は、 R と T と ΔV をパラメータとして関数形が決定される。

[0036] 第1モデル関数26と第2モデル関数27を比較すると、開回路電圧が時間の経過と共に低下するときの時定数 τ が大きいときは、開回路電圧の安定値の推定に第1モデル関数26を適用しても誤差は少ない。開回路電圧が時

間の経過と共に低下するときの時定数 τ が小さいときは、開回路電圧の安定値の推定に第1モデル関数26を適用すると、実測された初期値や τ の誤差が大きく影響する。その場合には、緩やかな関数形を有する第2モデル関数27を開回路電圧の安定値の推定に用いる方が少ない誤差となる。

[0037] 図2の第1モデル関数26、図3の第2モデル関数27は、記憶部11のモデル関数ファイル25に格納される。なお、図2、図3は、放電の場合を示しているが、充電の場合でも、第1モデル関数26、第2モデル関数27の関数形は同じで、パラメータ、符号等が変更されるだけである。

[0038] 図2、図3では、モデル関数ファイル25に格納される第1モデル関数26と第2モデル関数27の様式をマップとして説明した。モデル関数ファイル25の様式は、電池状態を示す値と時間とが相互に関連付けられていれば、マップ以外の様式であってもよい。例えば、ルックアップテーブル、数式、時間 t を入力すると電池状態を示す値が出力されるROM等の様式であってもよい。

[0039] 上記構成の作用、特に、電池状態推定装置10の各機能について、図4と図5を用いてさらに詳細に説明する。図4は、電池状態の推定の手順を示すフローチャートである。図4の手順は、電池状態推定プログラムの各処理手順にそれぞれ対応する。ここでは、一例として、電池3が放電を行ったときの開回路電圧の安定値の推定を行う手順を説明する。

図5は、図4の推定安定値算出の様子を示す図である。

[0040] 図4において、電池状態の推定を行うのは、まず充放電制御装置8からの充放電指令が出力されたときである(S1)。ここでは、充放電制御装置8から放電指令が出力される。放電指令が出力されると、電池3は放電負荷4に対して放電指令の内容の放電を実行する。この段階では、電池状態推定装置10はなににも行っていない。S1の後で、電池状態推定装置10は、計測タイミングに至ったか否かを判断する(S2)。計測タイミングとは、電池3が放電完了した後の開回路電圧の安定値を推定するために、その前提となる電池3の端子間電圧の実測値を計測することができるタイミングのことで

ある。いまの場合、電池 3 が開回路状態となったときに、S 2 の判断が肯定される。例えば、電池 3 が放電を完了したか否かを判断し、放電完了と判断されるときに、S 2 の判断が肯定されることができる。具体的には、充放電制御装置 8 が出力する放電指令に放電完了時間が含まれている場合、その放電完了時間が経過したことで、S 2 の判断が肯定されるものとする。

[0041] S 2 の判断が肯定されると、電池 3 の開回路電圧の実測値が取得される (S 3)。この処理手順は、電池状態推定装置 10 の実測値取得部 20 の機能によって実行される。ここでは、電圧検出部 7 から伝送される検出値を取得する。実測値は、サンプリングによって異なる時間において複数取得される。

[0042] 次に、計測期間終了か否かが判断される (S 4)。計測期間は、S 3 で取得される実測値のデータが、第 1 モデル関数 26 の関数形のパラメータ、第 2 モデル関数 27 の関数形のパラメータを決定するために十分となるように設定される。データ数のみならず、取得された実測値が適当な電圧間隔であること等を含めて、計測期間が設定される。計測期間が長すぎると、開回路電圧の安定値に近くなり、推定の価値が少なくなるので、計測期間は、開回路電圧の安定値推定の要求精度を考慮して、必要最小限とすることが好ましい。

[0043] S 4 で十分な実測値が取得されると、次に、第 1 モデル関数 26 の関数形のパラメータ、第 2 モデル関数 27 の関数形のパラメータの決定が行われる (S 5)。この処理手順は、電池状態推定装置 10 のモデル関数決定部 21 の機能によって実行される。ここでは、第 1 モデル関数 26 の場合は、 A と τ 、第 2 モデル関数 27 の場合は、 R 、 T 、 ΔV を決定するための演算が行われる。複数の実測値を用いて関数の複数のパラメータを決定するのは、最小二乗法等の公知技術を用いることができる。

[0044] S 5 で第 1 モデル関数 26 と第 2 モデル関数 27 のパラメータが決定され、それぞれの関数形が定まると、予め定めた予測時間 t_s における開回路電圧

の値が第1モデル関数26と第2モデル関数27を用いて、予測値としてそれぞれ算出される(S6)。この処理手順は、電池状態推定装置10の複数予測部22の機能によって実行される。予測時間 t_s は、電池3の開回路電圧が十分安定した値となると考えられる時間に設定される。予測時間 t_s は、電池3について、予め実験的に求めておくことができる。一例として、計測期間を10分として、予測時間 t_s を1時間後とすることができる。

[0045] 図5は、時間 t_0 における第1モデル関数26による予測値 V_{s1} と第2モデル関数27による予測値 V_{s2} の算出を示す図である。図5の横軸は時間、縦軸は開回路電圧 V である。時間 t_0 から時間 t_4 までが計測期間で、この場合、5つの実測値 V_0 から V_4 が取得されている。図5には、この5つの実測値 V_0 から V_4 に基づいて決定された第1モデル関数26の関数形30と、第2モデル関数27の関数形31が示される。関数形30において、時間 t_s のときの値が、第1モデル関数26による予測値 V_{s1} である。同様に、関数形31において、時間 t_s のときの値が、第2モデル関数27による予測値 V_{s2} である。

[0046] 再び図4に戻り、S7では、重みづけ値の決定が行われる。重みづけ値とは、第1モデル関数26による予測値 V_{s1} と第2モデル関数27による予測値 V_{s2} を用いて、最も確からしい開回路電圧の安定推定値を算出するために、この2つの予測値のいずれに重きを置くかを定める値である。すなわち、重みづけ値 α を用いて、安定推定値 $=\alpha V_{s1} + (1 - \alpha) V_{s2}$ として算出する。

[0047] 重みづけ値 α は、第1モデル関数26の関数形のパラメータ値、第2モデル関数27の関数形の係数であるパラメータ値に基づいて定めることができる。重みづけ値 α の決定の一例を挙げると、開回路電圧が時間の経過と共に上昇するときの時定数 τ に従って定めることができる。上記のように、時定数 τ が大きいときは、開回路電圧の安定値の推定に第1モデル関数26を適用することが好ましく、時定数 τ が小さいときは、第2モデル関数27を適用することが好ましい。そこで、式(4)に従って、重みづけ値 α を定めることができる。

[数4]

$$\left. \begin{array}{l} \tau < 100s : \alpha = 0.5 \\ 100S \leq \tau < 600s : \alpha = 0.7 \\ 600S \leq \tau : \alpha = 0.9 \end{array} \right\} \dots (4)$$

[0048] 式(4)は、重みづけ値 α を固定的なものとしているが、電池3の種類や環境温度、充放電時の電流量、SOCの値、予測時間 t_s 等を考慮して定めることができる。また、これを学習によって決定するものとすることもできる。例えば、ニューラルネットワーク等の機械学習手法を用いて、事前に収集したデータを用いて学習し、学習したモデルを用いて重みづけ値 α を計算するものとする。

[0049] S7で重みづけ値 α が決定されると、S6で算出された第1モデル関数26による予測値 V_{s1} と第2モデル関数27による予測値 V_{s2} を用いて、最も確からしい開回路電圧の安定推定値の算出が行われる(S8)。この処理手順は、電池状態推定装置10の推定部23の機能によって実行される。すなわち、重みづけ値 α を用いて、安定推定値 $= \alpha V_{s1} + (1 - \alpha) V_{s2}$ として算出する。なお、図5に重みづけ値 α を用いた安定推定値 V_{s0} を図示した。

[0050] S8で、電池3の開回路電圧の安定推定値が得られると、予め求められている開回路電圧とSOCの関係を用いて、放電完了後の電池3のSOCを算出することができる(S9)。

[0051] このように、充放電後の電池3の端子間電圧をサンプリングして開回路電圧を推定するため、電圧に基いたSOCの算出を従来よりも短時間で算出できる。また、予測に用いるモデル関数を複数用いてその間の重みづけを行って開回路電圧を推定するので、多様な条件で複雑に変動する開回路電圧の挙動に柔軟に対応でき、推定精度が向上する。

[0052] 上記では、2つのモデル関数による2つの予測値を用いて重みづけを行ったが、3以上のN個の予測値 V_{s1} から V_{sN} を用いるときは、N個の重みづけ値 α_1 から α_N を用い、式(5)に従った重みづけを行うことができる。ここで、

N個の重みづけ値の総和＝1である。

[数5]

$$V_{SO} = \alpha_1 V_{S1} + \alpha_2 V_{S2} + \dots + \alpha_N V_{SN} \quad \dots (5)$$

[0053] なお、上記では、充放電終了後に、1回の計測期間で得られた実測値に基づいて開回路電圧を推定するものとしたが、これを数回の計測期間について行って、結果を順次更新することで、推定精度を向上させることができる。

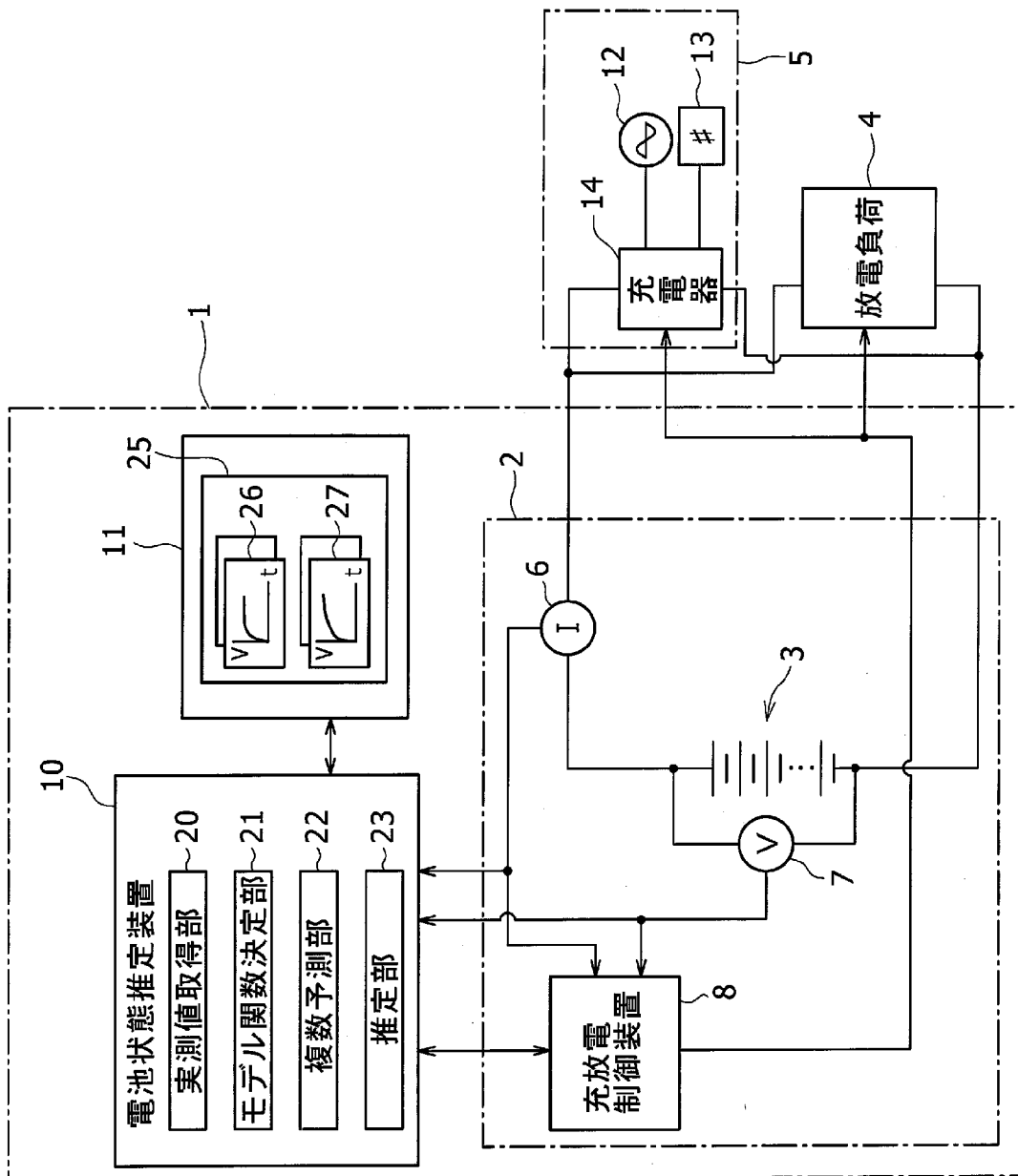
符号の説明

[0054] 1 電池充放電制御システム、2 電池充放電部、3 電池、4 放電負荷、5 充電電源、6 電流検出部、7 電圧検出部、8 充放電制御装置、10 電池状態推定装置、11 記憶部、12 商用電源、13 太陽電池、14 充電器、20 実測値取得部、21 モデル関数決定部、22 複数予測部、23 推定部、25 モデル関数ファイル、26 第1モデル関数、27 第2モデル関数、30 (第1モデル関数の)関数形、31 (第2モデル関数の)関数形。

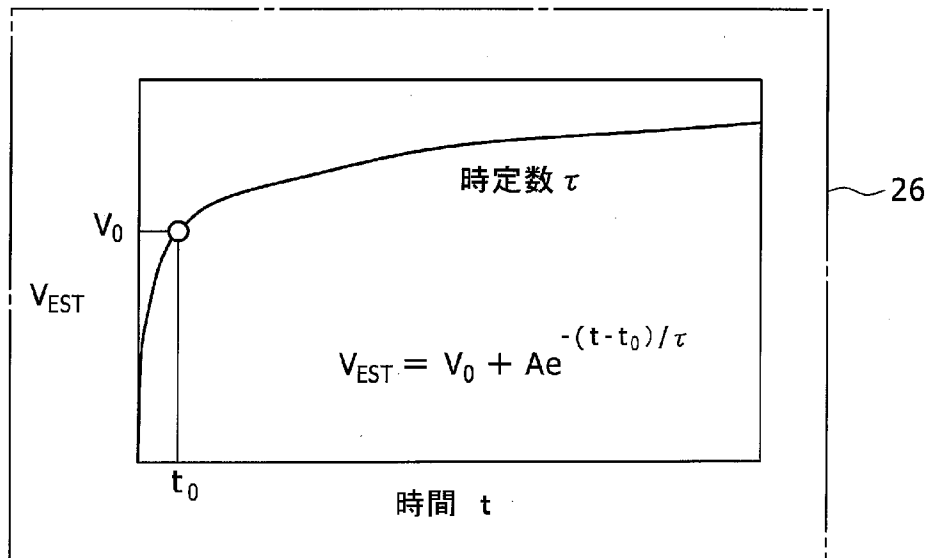
請求の範囲

- [請求項1] 充放電を行った電池に対し、時間と共に変化する電池状態を予め定めた計測期間について実測値を取得する実測値取得部と、
前記電池状態をモデル化する複数のモデル関数の関数形を前記実測値によって決定するモデル関数決定部と、
前記関数形が決定された前記複数のモデル関数のそれぞれについて前記電池状態の変化を予測する複数予測部と、
前記複数予測部の結果に基づき、前記電池状態の推定安定値を算出する推定部と、
を備える、電池状態推定装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の電池状態推定装置において、
前記複数のモデル関数は、
前記電池状態が時間に関し指数関数的に変化する第1モデル関数と、
、
前記電池状態が時間に関し対数関数的に変化する第2モデル関数と、
、
を少なくとも含む、電池状態推定装置。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の電池状態推定装置において、
前記推定部は、
前記複数の予測結果を、前記決定されたモデル関数の係数に基づいて定められた重みづけで加算して前記電池状態の推定安定値を算出する、電池状態推定装置。
- [請求項4] 請求項1に記載の電池状態推定装置において、
前記電池状態は、電池の開回路電圧である、電池状態推定装置。
- [請求項5] 請求項4に記載の電池状態推定装置において、
前記電池状態は、前記電池の開回路電圧に基づいて算出される電池の充電状態である、電池状態推定装置。

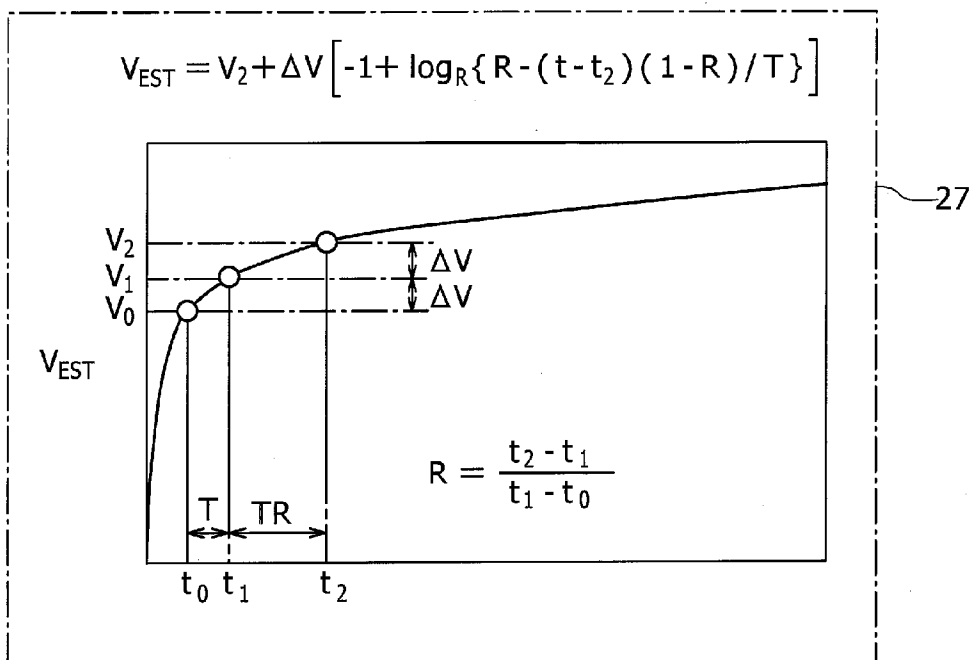
[図1]



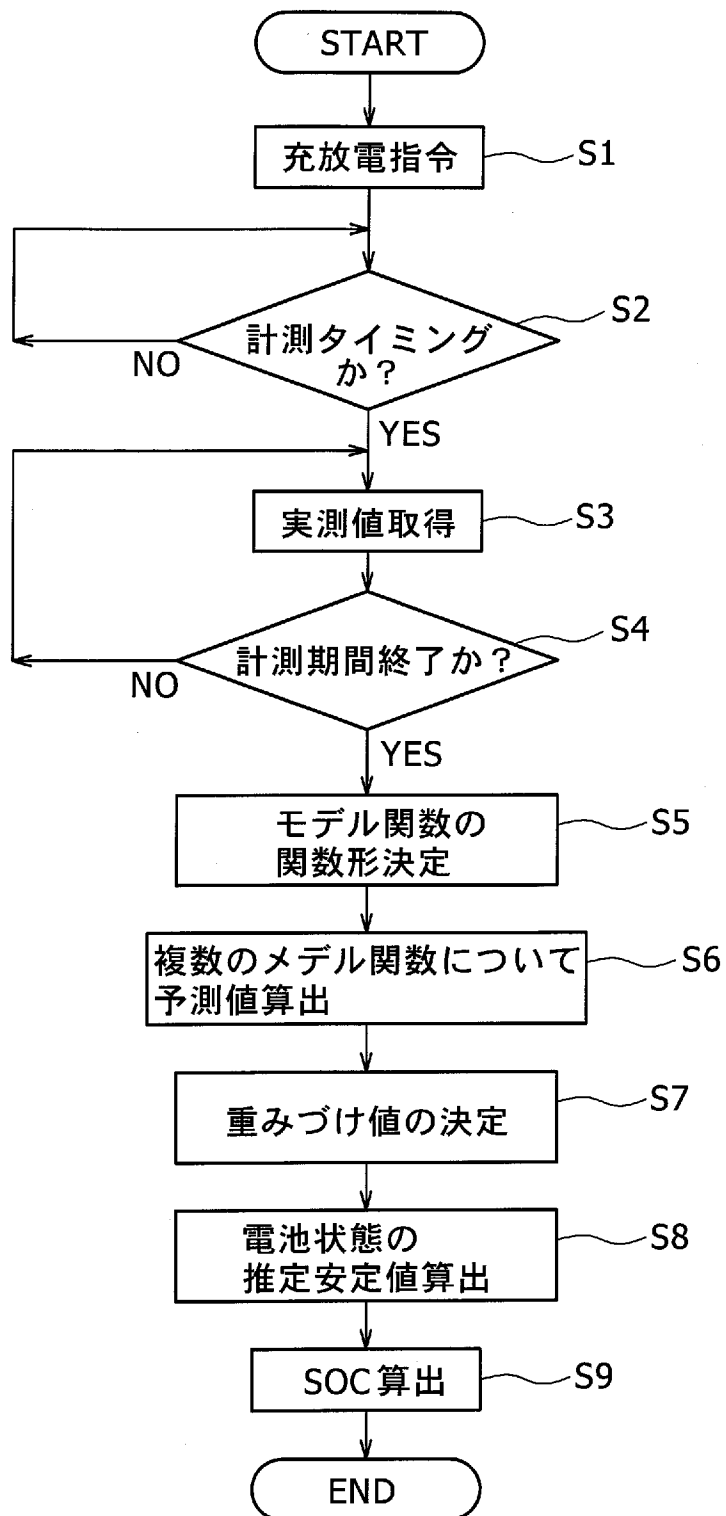
[図2]



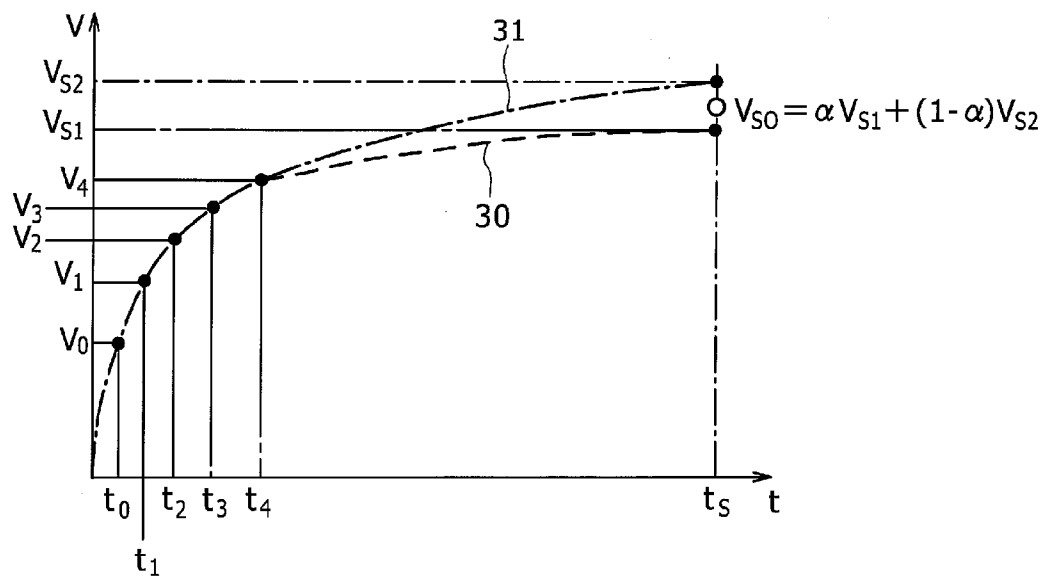
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/000511

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R31/36(2006.01) i, H01M10/48(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R31/36, H01M10/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2006/129802 A1 (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 07 December 2006 (07.12.2006), paragraphs [0042] to [0045], [0051] to [0070], [0102] to [0103] & JP 5170876 B & US 2009/0030626 A1 & EP 1887370 A1	1-5
A	JP 2007-121227 A (Yazaki Corp.), 17 May 2007 (17.05.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2008-256436 A (Yazaki Corp.), 23 October 2008 (23.10.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 April, 2014 (25.04.14)

Date of mailing of the international search report
13 May, 2014 (13.05.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01R31/36(2006.01)i, H01M10/48(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01R31/36, H01M10/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2006/129802 A1（古河電気工業株式会社）2006. 12. 07, 段落[0042]-[0045], [0051]-[0070], [0102]-[0103] & JP 5170876 B & US 2009/0030626 A1 & EP 1887370 A1	1-5
A	JP 2007-121227 A（矢崎総業株式会社）2007. 05. 17, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-5
A	JP 2008-256436 A（矢崎総業株式会社）2008. 10. 23, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25. 04. 2014

国際調査報告の発送日

13. 05. 2014

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

柳 重幸

2 S

4840

電話番号 03-3581-1101 内線 3258