

(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
2025年6月5日(05.06.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/115366 A1

(51) 国際特許分類:

G01R 31/396 (2019.01) G01R 31/385 (2019.01)
G01R 31/367 (2019.01) H01M 10/48 (2006.01)
G01R 31/3828 (2019.01)

田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/034035

(22) 国際出願日: 2024年9月25日(25.09.2024)

(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 2023-200217 2023年11月27日(27.11.2023) JP

(71) 出願人: 学校法人東京理科大学(TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE FOUNDATION) [JP/JP]; 〒1628601 東京都新宿区神楽坂一丁目3番地 (JP). 株式会社村

(72) 発明者: 志村 重輔 (SHIMURA Jusuke); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 (JP). 板垣 昌幸 (ITAGAKI Masayuki); 〒1628601 東京都新宿区神楽坂一丁目3番地 学校法人東京理科大学内 (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人つばさ国際特許事務所 (TSUBASA PATENT PROFESSIONAL CORPORATION); 〒1600022 東京都新宿区新宿1丁目15番9号さわだビル3階 (JP).

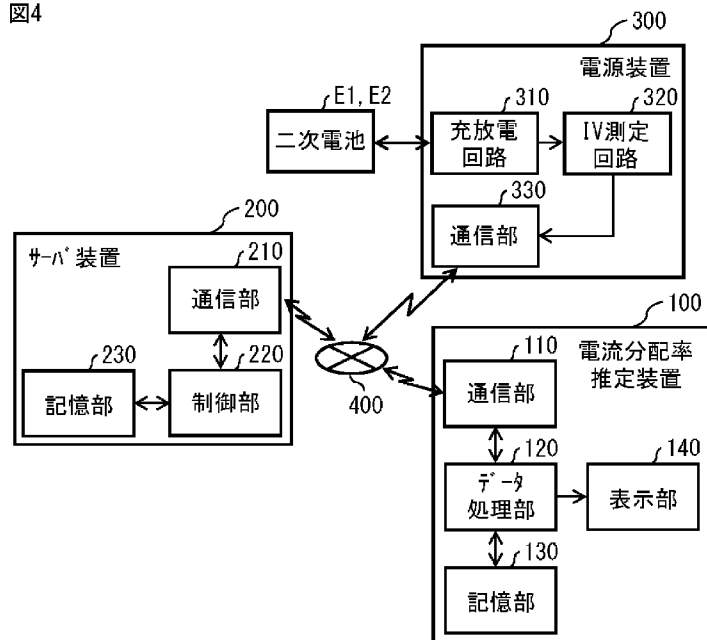
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

(54) Title: CHARGING CURRENT VALUE ESTIMATION SYSTEM AND CHARGING CURRENT VALUE ESTIMATION METHOD

(54) 発明の名称: 充電電流値推定システムおよび充電電流値推定方法

[図4]

図4



100 Current distribution ratio estimation device
110, 210, 330 Communication unit
120 Data processing unit
130, 230 Storage unit
140 Display unit
200 Server device
220 Control unit
300 Power supply device
310 Charge/discharge circuit
320 IV measurement circuit
E1, E2 Secondary battery

(57) Abstract: A charging current value estimation system according to one aspect of the present technology is a system capable of estimating the charging current value of each secondary battery cell when n (where n is a natural number of 2 or higher) secondary battery cells are connected together in parallel. This system is capable of calculating the charging current value of each secondary battery cell on the basis of open-circuit voltage data for the integrated charge amount of each secondary battery cell and cell resistance data for the integrated charge amount of each secondary battery cell.

[続葉有]

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, 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, ME, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 本技術の一側面に係る充電電流値推定システムは、 n 個 (ただし n は2以上の自然数) の二次電池セルを互いに並列接続したときの各二次電池セルの充電電流値を推定することの可能なシステムである。このシステムは、各二次電池セルの積算充電量に対する開回路電圧データと、各二次電池セルの積算充電量に対するセル抵抗データとに基づいて各二次電池セルの充電電流値を算出することが可能となっている。

明 細 書

発明の名称：充電電流値推定システムおよび充電電流値推定方法
技術分野

[0001] 本技術は、充電電流値推定システムおよび充電電流値推定方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、リチウムイオン二次電池の用途は、電気自動車（EV）や定置型蓄電池システム（ESS）などの、より大規模な機器へと広がっている。リチウムイオン二次電池には、原料としてリチウムやコバルトなどのレアメタルが用いられている。そのため、特に大規模な機器に用いられるリチウムイオン二次電池においては、資源の有効利用の観点から中古電池パックのリパーパスやリユースが検討されている。

[0003] リパーパスとは最初の用途とは異なる用途で中古電池パックを再利用することを指す。一方、リユースとは同じ用途で中古電池パックを再利用することを指す。例えば、EVの中古電池パックをリパーパスしてESSを構築する場合など、より容量の大きな用途にて中古電池パックを再利用する場合、劣化度の互いに異なる複数の中古電池パックを組み合わせ使用状況が生じる。

[0004] ところで、劣化度の互いに異なる複数の中古電池パックを並列接続して充電する場合、各中古電池パックに対する電流分配比が異なり、特定の中古電池パックに電流集中が生じるおそれがある。そこで、例えば、並列接続された各中古電池パックの充電電流値をシミュレーションで推定することで、特定の中古電池パックへの電流集中の有無を判定することが考えられる。充電電流値の推定については、例えば、以下の特許文献1、2に開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2011-258337号公報

特許文献2：特開2020-161422号公報

発明の概要

[0006] ところで、シミュレーションで得られる、並列接続された各中古電池パックの挙動（計算結果）と、実測で得られる、並列接続された各中古電池パックの挙動（実測結果）とが良く一致することが望まれる。従って、計算結果と実測結果とを良く一致させることの可能な充電電流値推定システムおよび充電電流値推定方法を提供することが望ましい。

[0007] 本技術の第1の側面に係る充電電流値推定システムは、 n 個（ただし n は2以上の自然数）の二次電池セルを互いに並列接続したときの各二次電池セルの充電電流値を推定することの可能なシステムである。このシステムは、メモリおよび処理回路を備える。メモリは、各二次電池セルの積算充電量に対する開回路電圧データと、各二次電池セルの積算充電量に対するセル抵抗データとを記憶する。処理回路は、メモリから取得した開回路電圧データおよびセル抵抗データに基づいて各二次電池セルの充電電流値を算出することが可能となっている。処理回路は、以下の2つを実行することが可能となっている。

（A1）開回路電圧データから各二次電池セルの初期充電量に対する開回路電圧値を導出するとともに、セル抵抗データから各二次電池セルの初期充電量に対する抵抗値を導出すること

（A2）開回路電圧値および抵抗値に基づいて、各二次電池セルの充電量が初期充電量であるときの各二次電池セルの充電電流値を算出すること

[0008] 本技術の第2の側面に係る充電電流値推定方法は、 n 個（ただし n は2以上の自然数）の二次電池セルを互いに並列接続したときの各二次電池セルの充電電流値を推定することの可能な方法である。この方法は、以下の3つを含む。

（B1）各二次電池セルの積算充電量に対する開回路電圧データと、各二次電池セルの積算充電量に対するセル抵抗データとを取得すること

（B2）取得した開回路電圧データから各二次電池セルの初期充電量に対す

る開回路電圧値を導出するとともに、取得したセル抵抗データから各二次電池セルの初期充電量に対する抵抗値を導出すること

(B3) 開回路電圧値および抵抗値に基づいて、各二次電池セルの充電量が初期充電量であるときの各二次電池セルの充電電流値を算出すること

[0009] 本技術の第1の側面に係る充電電流値推定システム、および本技術の第2の側面に係る充電電流値推定方法では、各二次電池セルの積算充電量に対する開回路電圧データと、各二次電池セルの積算充電量に対するセル抵抗データとに基づいて各二次電池セルの充電電流値が算出される。これにより、計算結果と実測結果とを良く一致させることができる。

[0010] なお、本技術の効果は、必ずしもここで説明された効果に限定されるわけではなく、後述する本技術に関連する一連の効果のうちのいずれの効果でもよい。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1(A)は、従来の電池セルのモデルの一例を表す図である。図1(B)は、本技術で用いられる電池セルのモデルを表す図である。

[図2]図2は、本技術で用いられる電池モジュールの一例を表す図である。

[図3]図3は、図2の電池モジュールにおける開回路電圧および過電圧の一例を表す図である。

[図4]図4は、本技術の第1の実施形態に係る充電電流値推定システムの機能ブロックの一例を表す図である。

[図5]図5は、図1の充電電流値推定システムにおいて図2の電池モジュールを構成する2つの電池セルの充電電流値の推定手順を表す図である。

[図6]図6は、図5の「A」に続く手順を表す図である。

[図7]図7は、図5の「B」に続く手順を表す図である。

[図8]図8は、並列接続される2つの電池セルの一方の電池セルの単体での測定値(OCV値、抵抗値)の一例を表す図である。

[図9]図9は、並列接続される2つの電池セルの他方の電池セルの単体での測定値(OCV値、抵抗値)の一例を表す図である。

[図10]図10は、2つの電池セルを並列接続した電池モジュール（2並列モジュール）のシミュレーション結果（電流値、電圧値）の一例を表す図である。

[図11]図11は、2つの電池セルを並列接続した電池モジュール（2並列モジュール）の実測値（電流値、電圧値）の一例を表す図である。

[図12]図12は、2つの電池セルを並列接続した電池モジュール（2並列モジュール）のシミュレーション結果（OCV値、初期抵抗値）の一例を表す図である。

[図13]図13は、2つの電池セルを並列接続した電池モジュール（2並列モジュール）のシミュレーション結果（ODD項およびRBD項）の一例を表す図である。

[図14]図14は、3つの電池セルを並列接続した電池モジュール（3並列モジュール）の一例を表す図である。

[図15]図15は、図14の電池モジュールにおいて2番目および3番目の電池セルを1つの電池セルとみなした2並列モジュールを表す図である。

[図16]図16は、図14の電池モジュールにおいて1番目および3番目の電池セルを1つの電池セルとみなした2並列モジュールを表す図である。

[図17]図17は、図13の電池モジュールにおいて1番目および2番目の電池セルを1つの電池セルとみなした2並列モジュールを表す図である。

[図18]図18は、図1の充電電流値推定システムにおいて図14の電池モジュールを構成する3つの電池セルの充電電流値の推定手順を表す図である。

[図19]図19は、図18の「D」に続く手順を表す図である。

[図20]本技術の第2の実施形態に係る充電電流値推定システムの機能ブロックの一例を表す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本技術を実施するための形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、説明する順序は、下記の通りである。

1. 電池セルのモデル（図1）

2. 電池モジュール（図2、図3）
3. 時間経過を考慮しない場合の電流分配
4. 時間経過を考慮した場合の電流分配
5. 第1の実施の形態（図4～図13）

サーバを経由して取得した測定値を用いて、

2並列モジュールにおける充電電流値を推定する例

6. 変形例（図14～図19）

3並列モジュールにおける充電電流値を推定する例

7. 第2の実施の形態（図20）

電源装置単体で測定と充電電流値の推定を行う例

[0013] <1. 電池セルのモデル>

まず、本技術で用いられる電池セルのモデルについて説明する。図1（A）は、従来の電池セルのモデルの一例を表したものである。図1（B）は、本技術で用いられる電池セルのモデルを表したものである。電池セルの電氣的挙動を議論する際、電池セルを内部抵抗 R と電圧源 E の2つの素子で記述することがある（図1（A））。しかし、起電力成分を表す電圧源 E は電荷を無制限に出し入れすることができるため、このモデルでは、充放電によって開回路電圧が変化する様子の再現ができない。本技術では、充放電の概念を取り扱うため、電圧源 E の代わりにキャパシタ C を用いた図1（B）のモデルを使用する。

[0014] 理想的なキャパシタは、蓄えている電荷 Q がキャパシタンス C_a と電圧 V との積で記述される（ $Q = C_a \times V$ ）。理想キャパシタのキャパシタンスは蓄電された電荷 Q に寄らず一定であるため、電荷の電圧微分である dQ/dV 値も一定であり、その値はキャパシタンス C_a と等しくなる。一方で、電池の dQ/dV 値は蓄電された電荷 Q に依存することが知られている。すなわち、仮に縦軸を dQ/dV 値として横軸を蓄電された電荷 Q としたプロットを描くと、複雑な形状となる。この、 dQ/dV 値が一定かどうか、電氣的に見た時のキャパシタと電池との差異である。

[0015] <2. 電池モジュール>

次に、 n 個（ただし n は2以上の自然数）の電池セルが並列接続された電池モジュールMについて説明する。図2は、本技術で用いられる電池モジュールMの一例を表したものである。図3は、図2に記載の電池モジュールMの各電池セル E_1 , E_2 , ..., E_n に生じる電圧の一例を表したものである。各電池セル E_1 , E_2 , ..., E_n は、図1（B）に記載のモデルで表される。

[0016] なお、各電池セル E_1 , E_2 , ..., E_n は、リチウムイオン二次電池である。図1（A）、図1（B）に記載の電池セルは、単位セルであってもよく、単位セルが複数個接続された電池ブロック、もしくは、電池ブロックおよび付属品が一体的にパッキングされた組電池であってもよい。組電池では、複数のリチウムイオン二次電池が直列に接続されている。組電池内において、電氣的に並列に接続された複数のリチウムイオン二次電池が含まれていてもよい。

[0017] 図2において、各電池セル E_1 , E_2 , ..., E_n の開回路電圧は V_i ($1 \leq i \leq n$)、各電池セル E_1 , E_2 , ..., E_n の内部抵抗は R_i 、各電池セル E_1 , E_2 , ..., E_n の dQ/dV 値（以下、「微分容量」と称する。）は C_i であるとする。この電池モジュールMに電流 I を流した時の各電池セル E_1 , E_2 , ..., E_n への電流分配率を α_i とすると、各電池セル E_1 , E_2 , ..., E_n の過電圧 η_i は、式（1）で表される。

$$\eta_i = R_i \times \alpha_i \times I \cdots (1)$$

[0018] 電流分配率 α_i の総和 ($\alpha_1 + \alpha_2 + \cdots + \alpha_n$) は1であり（式（2））、全ての電池セル E_1 , E_2 , ..., E_n は並列接続されている。そのため、各電池セル E_1 , E_2 , ..., E_n において、開回路電圧 V_n に過電圧 η_i を足し合わせた端子間電圧 V の値は等しく、以下の式（3）が成り立つ。

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \cdots + \alpha_n = 1 \cdots (2)$$

$$V_1 + \eta_1 = V_2 + \eta_2 = \cdots = V_n + \eta_n = V \cdots (3)$$

[0019] 次に、説明を単純化させるため、2番目～ n 番目の電池セル E_2 , ..., E

n が並列接続されたブロックを一つの大きな電池セル E_o と見なして、2個の電池セル E_1 、 E_o が並列接続された電池モジュール M であるとする（図2）。2番目の大きな電池セル E_o において、開回路電圧は V_o 、内部抵抗は R_o 、微分容量は C_o であるとする。この場合、電流分配率 α_i の総和（ $\alpha_1 + \alpha_o$ ）は1であり（式（4））、以下の式（5）が成り立つ。

$$\alpha_1 + \alpha_o = 1 \cdots (4)$$

$$V_1 + \eta_1 = V_o + \eta_o = V \cdots (5)$$

[0020] 内部抵抗の算術的な総和 R_a 、および微分容量の算術的な総和 C_a は、以下の式（6）、（7）で表される。

$$R_a = R_1 + R_2 + \cdots + R_n = R_1 + R_o \cdots (6)$$

$$C_a = C_1 + C_2 + \cdots + C_n = C_1 + C_o \cdots (7)$$

[0021] <3. 時間経過を考慮しない場合の電流分配>

開回路電圧 V_1 、 V_o は充放電によって変化するが、まずは経過時間 $t = 0$ の瞬間における電流分配について説明する。式（5）に式（1）を代入すると、以下の式（8）が得られる。

$$V_1 + R_1 \times \alpha_1 \times I = V_o + R_o \times \alpha_o \times I \cdots (8)$$

[0022] ここで、開回路電圧の差 $\Delta V = V_1 - V_o$ を用いて式（8）を整理すると、以下の式（9）が得られる。更に、式（4）を用いて、 α_o を消去しつつ、 α_1 についてまとめると、式（10）が得られる。

$$\Delta V = (R_o \times \alpha_o - R_1 \times \alpha_1) \times I \cdots (9)$$

$$\alpha_1 = (R_o / R_a) - (\Delta V / (R_a \times I)) \cdots (10)$$

[0023] 式（10）の右辺第1項は、電流分配率における抵抗値のバランスによって決まる成分という意味で、RBD項（Resistance Balance Dependent Term）と呼ぶことにする。式（10）の右辺第2項は、開回路電圧の差分によって決まる成分という意味で、ODD項（OCV Difference Dependent Term）と呼ぶことにする。

[0024] 式（10）の右辺第1項は、電流分配分率が内部抵抗のバランスに依存していることを表している。式（10）の右辺第2項は、電流分配分率が開回

路電圧の差 ΔV に比例することを表している。例えば、もし内部抵抗が同一（ $R_1 = R_o$ 、すなわち $R_a = 2R_1 = 2R_o$ ）で、かつ開回路電圧も同一（ $\Delta V = 0$ ）であった場合、これらの式を式（10）に代入すると $\alpha_1 = 1/2$ となる。すなわち、2つの電池セル E_1 、 E_o に対して等しく電流が分配される。

[0025] <4. 時間経過を考慮した場合の電流分配>

次に、 t 秒間の充放電によって開回路電圧 V_1 および V_o が変化する場合について説明する。まずは簡単のため、時間が経過しても電流分配分率 α_1 、 α_o は変化しないと仮定し、更に、開回路電圧が変化しても微分容量 C_1 、 C_o は変化しないと仮定する。電池セルAと電池セルBの微分容量はそれぞれ C_1 、 C_o であることから、開回路電圧の変化量 δV_1 および δV_o は、以下の式（11）、式（12）で表される。

$$\delta V_1 = (\alpha_i \times I \times t) / C_1 \dots (11)$$

$$\delta V_o = (\alpha_o \times I \times t) / C_o \dots (12)$$

[0026] t 秒間経過による開回路電圧の差の変化量 $\delta \Delta V$ は、式（13）で表される。よって t 秒後の電池セルAへの電流分配 α_i は、式（10）における ΔV を $\Delta V + \delta \Delta V$ に置き換えることにより、式（14）のように表現される。

$$\delta \Delta V = \delta V_1 - \delta V_o = ((\alpha_i / C_1) - (\alpha_o / C_o)) \times I \times t \dots (13)$$

$$\alpha_1 = (R_o / R_a) - ((\Delta V + \delta \Delta V) / (R_a \times I)) \dots (14)$$

[0027] 式（14）に式（13）を代入すると、式（15）が得られる。式（15）において、式（4）を用いて α_o を消去すると、式（16）が得られる。

$$\alpha_1 = (R_o / R_a) - (1 / (R_a \times I)) \times \{\Delta V + ((\alpha_1 / C_1) - (\alpha_o / C_o)) \times I \times t\} \dots (15)$$

$$\alpha_1 = (R_o / R_a) - (1 / (R_a \times I)) \times \{\Delta V + ((\alpha_1 / C_1) - ((1 - \alpha_1) / C_o)) \times I \times t\} \dots (16)$$

[0028] 式（16）を α_1 について解くと、式（17）が得られる。

$$\alpha 1 = ((R a \times C 1 \times C o) / (R a \times C 1 \times C o + C a \times t)) \times ((R o / R a) - (\Delta V / (R a \times I)) + (t / (R a \times C o))) \cdots (17)$$

[0029] 式(17)が、時間経過も考慮された電流分配率の解析解である。ところで、 t の値が十分に大きい場合、式(18)、式(19)が成り立つ。

$$| R a \times C 1 \times C o | \ll | C a \times t | \cdots (18)$$

$$| (R o / R a) - (\Delta V / (R a \times I)) | \ll | t / (R a \times C o) | \cdots (19)$$

[0030] 式(18)、式(19)の左辺をゼロとしたものを、式(17)に代入すると、電池セルAの電流分配率 $\alpha 1$ は、式(20)で表される。すなわち、経過時間が十分に大きいと、電流分配率は電池モジュールM全体の容量におけるその電池セルの電流分配率になることがわかる。

$$\alpha 1 = C 1 / C a \cdots (20)$$

[0031] なお、式(4)～式(20)において、電池セル $E o$ を、電池セル $E 1$ と同種の電池セルに置き換えることが可能である。つまり、2つの電池セル $E 1$ 、 $E 2$ を並列接続された2並列電池モジュールに対しても、式(4)～式(20)は成り立つ。このとき、式(4)～式(20)において、 αo を $\alpha 2$ に、 $V o$ を $V 2$ に、 ηo を $\eta 2$ に、 $R o$ を $R 2$ に、 $C o$ を $C 2$ に、 $\delta V o$ を $\delta V 2$ にそれぞれ読み替えるものとする。

[0032] <5. 実施の形態>

[構成]

次に、図2に記載の電池セル $E 1$ 、 $E 2$ を並列接続された電池モジュール(2並列モジュール)における各電池セル $E 1$ 、 $E 2$ の充電電流値 $I 1$ 、 $I 2$ を推定する充電電流値推定システムについて説明する。図4は、充電電流値推定システムの概略構成の一例を表したものである。充電電流値推定システムは、例えば、図4に示したように、充電電流値推定装置100、サーバ装置200および電源装置300を備える。充電電流値推定装置100、サーバ装置200および電源装置300は、通信ネットワーク400を介して

互いに通信可能となっている。通信ネットワーク４００は、例えば、インターネット、クラウドネットワーク、または、事業者固有のネットワークなどを含んで構成されている。

[0033] 電源装置３００には、電池セルＥ１または電池セルＥ２が接続される。電源装置３００は、電池セルＥ１または電池セルＥ２を充放電する装置であり、外部の装置と通信する機能を有するネットワーク通信型の装置である。電源装置２００は、例えば、充放電回路３１０、ＩＶ測定回路３２０および通信部３３０を有する。

[0034] 充放電回路３１０は、電池セルＥ１または電池セルＥ２を放電させたり、充電したりする。充放電回路３１０は、ＯＣＶ（Open Circuit Voltage）測定モードまたはＣＣＶ（Closed Circuit Voltage）測定モードで充放電を行う。充放電回路３１０は、ＯＣＶ測定モードにおいて、例えば、電池セルＥ１または電池セルＥ２を完全に放電した後に間欠充電を行う。充放電回路３１０は、ＯＣＶ測定モードにおいて、例えば、６ｍｉｎ間の０．５Ｃ充電と、３０ｍｉｎ間の休止を繰り返す間欠充電を行う。充放電回路３１０は、ＣＣＶ測定モードにおいて、例えば、電池セルＥ１または電池セルＥ２を完全に放電した後に１Ｃの定電流充電を行う。

[0035] ＩＶ測定回路３２０は、電池セルＥ１または電池セルＥ２の電圧および電流を測定する。ＩＶ測定回路３２０は、ＯＣＶ測定モードにおいて電池セルＥ１の電圧および電流を測定することにより測定値Ｄ１を取得する。ＩＶ測定回路３２０は、ＣＣＶ測定モードにおいて電池セルＥ１の電圧および電流を測定することにより測定値Ｄ２を取得する。ＩＶ測定回路３２０は、ＯＣＶ測定モードにおいて電池セルＥ２の電圧および電流を測定することにより測定値Ｄ３を取得する。ＩＶ測定回路３２０は、ＣＣＶ測定モードにおいて電池セルＥ２の電圧および電流を測定することにより測定値Ｄ４を取得する。ＩＶ測定回路３２０は、測定により得られた測定値Ｄ１、Ｄ２、Ｄ３、Ｄ４を、通信部３３０を介してサーバ装置２００に出力する。

[0036] 通信部３３０は、通信ネットワーク４００を介してサーバ装置２００と通

信を行う通信インターフェースである。通信部３３０は、ＩＶ測定回路３２０で得られた測定値Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３，Ｄ４を、通信ネットワーク４００を介してサーバ装置２００に送信する。

[0037] サーバ装置２００は、例えば、通信部２１０、制御部２２０および記憶部２３０を有する。通信部２１０は、通信ネットワーク４００を介して電源装置３００または充電電流値推定装置１００と通信を行う通信インターフェースである。通信部２１０は、電源装置３００から、通信ネットワーク４００を介して測定値Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３，Ｄ４を受信し、制御部２２０に出力する。通信部２１０は、制御部２２０から入力された測定値Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３，Ｄ４を、通信ネットワーク４００を介して充電電流値推定装置１００に送信する。

[0038] 制御部２２０は、例えば、中央演算処理装置（ＣＰＵ：Central Processing Unit）を含んで構成される。制御部２２０は、通信部２１０を介して電源装置３００から取得した測定値Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３，Ｄ４を記憶部２３０に格納する。記憶部２３０は、例えば、フラッシュメモリなどの不揮発性メモリで構成される。記憶部２３０には、電源装置３００から取得した測定値Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３，Ｄ４が記憶される。制御部２２０は、例えば、充電電流値推定装置１００からの要求に応じて、記憶部２３０から測定値Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３，Ｄ４を読み出し、通信部２１０を介して充電電流値推定装置１００に出力する。

[0039] 充電電流値推定装置１００は、例えば、通信部１１０、データ処理部１２０、記憶部１３０および表示部１４０を有する。通信部１１０は、通信ネットワーク４００を介してサーバ装置２００と通信を行う通信インターフェースである。通信部１１０は、サーバ装置２００から、通信ネットワーク４００を介して測定値Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３，Ｄ４を受信し、データ処理部１２０に出力する。

[0040] データ処理部１２０は、例えば、中央演算処理装置（ＣＰＵ）を含んで構成される。データ処理部１２０は、サーバ装置２００から取得した測定値Ｄ

1, D2, D3, D4に基づいて、電池セルE1, E2を並列接続された電池モジュール(2並列モジュール)における各電池セルE1, E2の充電電流値I1, I2を推定する。データ処理部120は、推定により得られた各電池セルE1, E2の充電電流値I1, I2を含む映像を表示するための映像信号を生成し、表示部140に出力する。表示部140は、例えば、液晶パネルまたは有機ELパネルを含んで構成される。表示部140は、データ処理部120から入力された映像信号に基づいた映像を表示する。記憶部130は、例えば、中央演算処理装置(CPU)を含んで構成される。記憶部130には、データ処理部120で生成された各種データが記憶される。

[0041] [算出手順]

次に、電池セルE1, E2の充電電流値I1, I2を算出する手順について説明する。図5は、電池セルE1, E2の充電電流値I1, I2を算出する手順の一例を表したものである。図6は、図5の「A」に続く手順の一例を表したものである。図7は、図5の「B」に続く手順の一例を表したものである。

[0042] データ処理部120は、まず、サーバ装置200から、電池セルE1, E2の測定値D1, D2, D3, D4を取得する(ステップS101)。データ処理部120は、取得した測定値D1に基づいて、電池セルE1のOCVについてのデータ(OCVデータDa)を生成し、記憶部130に格納する(ステップS102)。データ処理部120は、例えば、測定値D1を用いて、間欠充電の各休止期間の最後の電圧Vと、間欠充電の各休止期間の最後のタイミングまでの積算充電量Qとを対応付けることにより、OCVデータDaを生成する。OCVデータDaは、電池セルE1におけるOCVと積算充電量Qとの関係を示すデータである。

[0043] データ処理部120は、取得した測定値D2に基づいて、電池セルE1のCCVについてのデータ(CC VデータDb)を生成し、記憶部130に格納する(ステップS102)。データ処理部120は、例えば、測定値D2を用いて、所定のタイミングごとの電圧Vと、所定のタイミングまでの積算

充電量 Q とを対応付けることにより、CCVデータ D_b を生成する。CCVデータ D_b は、電池セル E_1 におけるCCVと積算充電量 Q との関係を示すデータである。

[0044] データ処理部120は、取得した測定値 D_3 に基づいて、電池セル E_2 のOCVについてのデータ(OCVデータ D_c)を生成し、記憶部130に格納する(ステップS102)。データ処理部120は、例えば、測定値 D_3 を用いて、間欠充電の各休止期間の最後の電圧 V と、間欠充電の各休止期間の最後のタイミングまでの積算充電量 Q とを対応付けることにより、OCVデータ D_c を生成する。OCVデータ D_c は、電池セル E_2 におけるOCVと積算充電量 Q との関係を示すデータである。

[0045] データ処理部120は、取得した測定値 D_4 に基づいて、電池セル E_2 のCCVについてのデータ(CC Vデータ D_d)を生成し、記憶部130に格納する(ステップS102)。データ処理部120は、例えば、測定値 D_4 を用いて、所定のタイミングごとの電圧 V と、所定のタイミングまでの積算充電量 Q とを対応付けることにより、CCVデータ D_d を生成する。CCVデータ D_d は、電池セル E_2 におけるCCVと積算充電量 Q との関係を示すデータである。

[0046] データ処理部120は、電池セル E_1 のOCVデータ D_a およびCCVデータ D_b に基づいて、電池セル E_1 の抵抗値 R_1 についてのデータ(抵抗データ D_e)を生成し、記憶部130に格納する(ステップS103)。データ処理部120は、例えば、各積算充電量 Q において、CCVデータ D_b のCCV値から、OCVデータ D_a のOCV値を差し引き、それにより得られた値(CC V値-OCV値)を、CCVデータ取得時の電流値で除算することにより、抵抗データ D_e を生成する。抵抗データ D_e は、電池セル E_1 における抵抗値 R_1 と積算充電量 Q との関係を示すデータである。データ処理部120は、OCVデータ D_a およびCCVデータ D_b において、同一の積算充電量 Q における値が含まれていない場合には、適宜、B-Spline法などの補間アルゴリズムを用いてデータ補間を行ってもよい。

- [0047] データ処理部120は、電池セルE2のOCVデータDcおよびCCVデータDdに基づいて、電池セルE2の抵抗値R2についてのデータ（抵抗データDf）を生成し、記憶部130に格納する（ステップS103）。データ処理部120は、例えば、各積算充電量Qにおいて、CCVデータDdのCCV値から、OCVデータDcのOCV値を差し引き、それにより得られた値（CCV値－OCV値）を、CCVデータ取得時の電流値で除算することにより、抵抗データDfを生成する。抵抗データDfは、電池セルE2における抵抗値R2と積算充電量Qとの関係を示すデータである。データ処理部120は、OCVデータDcおよびCCVデータDdにおいて、同一の積算充電量Qにおける値が含まれていない場合には、適宜、B-Spline法などの補間アルゴリズムを用いてデータ補間を行ってもよい。
- [0048] データ処理部120は、OCVデータDaに基づいて、電池セルE1の容量値C1についてのキャパシタンスデータ（容量データDg）を生成し、記憶部130に格納する（ステップS104）。データ処理部120は、OCVデータDaを数値微分することにより、容量データDgを生成する。データ処理部120は、例えば、OCVデータDaから、ある積算充電量QkにおけるOCV値と、積算充電量 $Qk + \Delta Q$ におけるOCV値とを抽出し、抽出した2つの値の差分を計算し、それにより得られた値で ΔQ を除算することにより、ある積算充電量Qkにおける容量値C1を得る。データ処理部120は、例えば、OCVデータDaに含まれる各積算充電量Qにおいて、容量値C1を算出する。データ処理部120は、容量値C1を算出する際に、適宜、B-Spline法などの補間アルゴリズムを用いてデータ補間を行ってもよい。
- [0049] データ処理部120は、OCVデータDcに基づいて、電池セルE2の容量値C2についてのデータ（容量データDh）を生成し、記憶部130に格納する（ステップS104）。データ処理部120は、OCVデータDcを数値微分することにより、容量データDhを生成する。データ処理部120は、例えば、OCVデータDcから、ある積算充電量QkにおけるOCV値

と、積算充電量 $Q_k + \Delta Q$ における OCV 値とを抽出し、抽出した 2 つの値の差分を計算し、それにより得られた値で ΔQ を除算することにより、ある積算充電量 Q_k における容量値 C_2 を得る。データ処理部 120 は、例えば、 OCV データ D_c に含まれる各積算充電量 Q において、容量値 C_2 を算出する。データ処理部 120 は、容量値 C_2 を算出する際に、適宜、 $B-Spline$ 法などの補間アルゴリズムを用いてデータ補間を行ってもよい。

[0050] データ処理部 120 は、 OCV データ D_a から、電池セル E_1 の、ある積算充電量 Q_1 に対する OCV 値 V_1 を取得する（ステップ S_{105} ）。データ処理部 120 は、 OCV データ D_c から、電池セル E_2 の、ある積算充電量 Q_2 に対する OCV 値 V_1 を取得する（ステップ S_{105} ）。データ処理部 120 は、抵抗データ D_e から、電池セル E_1 の、ある積算充電量 Q_1 に対する抵抗値 R_1 を取得する（ステップ S_{105} ）。データ処理部 120 は、抵抗データ D_f から、電池セル E_2 の、ある積算充電量 Q_2 に対する抵抗値 R_2 を取得する（ステップ S_{105} ）。データ処理部 120 は、 OCV データ D_a の数値微分から、電池セル E_1 の、ある積算充電量 Q_1 に対する容量値 C_1 を取得する（ステップ S_{106} ）。データ処理部 120 は、 OCV データ D_c の数値微分から、電池セル E_2 の、ある積算充電量 Q_2 に対する容量値 C_2 を取得する（ステップ S_{106} ）。

[0051] データ処理部 120 は、ある積算充電量 Q_1 、 Q_2 において、電池セル E_1 の容量値 C_1 と、電池セル E_1 の容量値 C_2 との差分 ΔC が所定の閾値よりも大きいかな否かを判定する（ステップ S_{107} ）。その結果、差分 ΔC が所定の閾値よりも大きい場合（ステップ S_{107} ; Y）、ステップ S_{108} に移行する。差分 ΔC が所定の閾値以下である場合（ステップ S_{107} ; N）、ステップ S_{112} に移行する。

[0052] データ処理部 120 は、最初にステップ S_{105} 、 S_{106} 、 S_{107} を実行する際は、「ある積算充電量 Q_1 、 Q_2 」として、初期充電量 Q_1 、 Q_2 （例えば、 $Q_1 = 0$ 、 $Q_2 = 0$ ）を設定する。データ処理部 120 は、2 度目以降にステップ S_{105} 、 S_{106} 、 S_{107} を実行する際は、「ある

積算充電量 Q_1 、 Q_2 」として、後述のステップS109または後述のステップS113で算出した積算充電量 Q_1 、 Q_2 を設定する。なお、データ処理部120は、初期充電量 Q_1 、 Q_2 として、任意の充電量を設定してもよい。

[0053] データ処理部120は、ステップS108において、ステップS105、S106で取得した数値（電池セルE1、E2の積算充電量 Q_1 、 Q_2 に対するOCV値 V_1 、 V_2 、抵抗値 R 、 R_2 および容量値 C_1 、 C_2 ）を式（17）に代入することにより、電池セルE1の積算充電量 Q_1 に対する電流分配率 α_1 を算出する（ステップS108）。データ処理部120は、さらに、算出した電流分配率 α_1 を以下の式（21）に代入することにより、電池セルE2の積算充電量 Q_2 に対する電流分配率 α_2 を算出する（ステップS108）。データ処理部120は、各電池セルE1、E2に流れる電流値（充電電流値 I_1 、 I_2 ）を算出する（ステップS108）。データ処理部120は、例えば、以下の式（22）、式（23）を用いて、各電池セルE1、E2に流れる充電電流値 I_1 、 I_2 を算出する。なお、式（22）、式（23）において、 I は、電池モジュールの標準充電条件の電流値である。例えば、3Ahの2つの電池セルが並列接続された電池モジュールで、標準充電条件が0.8Cだった場合、電池モジュールに流す電流 I は、 $I = 3 \times 2 \times 0.8 = 4.8$ となる。

$$\alpha_2 = 1 - \alpha_1 \dots (21)$$

$$I_1 = I \times \alpha_1 \dots (22)$$

$$I_2 = I \times \alpha_2 \dots (23)$$

[0054] データ処理部120は、 Δt の時間、充電した後の電池セルE1、E2の積算充電量 Q_1 、 Q_2 の増分 ΔQ_1 、 ΔQ_2 を算出する（ステップS109）。データ処理部120は、例えば、充電電流値 I_1 および Δt の時間を以下の式（24）に代入することにより、電池セルE1の積算充電量 Q_1 の増分 ΔQ_1 を算出する。データ処理部120は、例えば、充電電流値 I_2 および Δt の時間を以下の式（25）に代入することにより、電池セルE2の積

算充電量 Q_2 の増分 ΔQ_2 を算出する。

$$\Delta Q_1 = I_1 \times \Delta t \cdots (24)$$

$$\Delta Q_2 = I_2 \times \Delta t \cdots (25)$$

[0055] データ処理部120は、電池セルE1、E2を並列接続した電池モジュールM全体の電圧 V_a を算出する（ステップS110）。データ処理部120は、例えば、電池セルE1の、積算充電量 Q_1 におけるOCV値 V_1 に対して、電池セルE1の、積算充電量 Q_1 における抵抗値 R_1 と、電流 I_1 とを乗じた値を加えることにより、電池セルE1の、積算充電量 Q_1 における開回路電圧値 V_x を算出する。データ処理部120は、例えば、電池セルE2の、積算充電量 Q_2 におけるOCV値 V_2 に対して、電池セルE2の、積算充電量 Q_2 における抵抗値 R_2 と、電流 I_2 とを乗じた値を加えることにより、電池セルE2の、積算充電量 Q_2 における電圧値 V_y を算出する。データ処理部120は、例えば、電池セルE1の電圧値 V_x 、および電池セルE2の電圧値 V_y の平均値（ $(V_x + V_y) / 2$ ）を、電池モジュールM全体の電圧値として推定する。

[0056] データ処理部120は、必要に応じて、電池セルE1、E2を並列接続した電池モジュールM全体の内部抵抗を計算してもよい。データ処理部120は、例えば、以下の式（26）を用いて、電池セルE1、E2を並列接続した電池モジュールM全体の内部抵抗を計算してもよい。

$$R = 1 / ((1 / R_1) + (1 / R_2)) \cdots (26)$$

[0057] データ処理部120は、電池モジュールMの充電が完了したか否かを判定する（ステップS111）。データ処理部120は、電池モジュールM全体の電圧値が所定の閾値以上となっている場合には（ステップS111；Y）、電池モジュールMの充電が完了したと判断し、終了する。データ処理部120は、電池モジュールM全体の電圧値が所定の閾値未満となっている場合には（ステップS111；N）、電池モジュールMの充電が完了していないと判断し、ステップS105に戻る。

[0058] データ処理部120は、ステップS107において、差分 ΔC が所定の閾

値以下である場合（ステップS107；N）、ステップS112に移行する。

[0059] データ処理部120は、ステップS112において、ステップS105、S106で取得した数値（電池セルE1、E2の積算充電量Q1、Q2に対するOCV値V1、V2および抵抗値R、R2）を式（10）に代入することにより、電池セルE1の積算充電量Q1に対する電流分配率 α_1 を算出する（ステップS112）。データ処理部120は、さらに、算出した電流分配率 α_1 を式（21）に代入することにより、電池セルE2の積算充電量Q2に対する電流分配率 α_2 を算出する（ステップS112）。

[0060] データ処理部120は、 Δt の時間、充電した後の電池セルE1、E2の積算充電量Q1、Q2の増分 ΔQ_1 、 ΔQ_2 を算出する（ステップS113）。データ処理部120は、例えば、充電電流値I1および Δt の時間を以下の式（27）に代入することにより、電池セルE1の積算充電量Q1の増分 ΔQ_1 を算出する。データ処理部120は、例えば、充電電流値I2および Δt の時間を以下の式（28）に代入することにより、電池セルE2の積算充電量Q2の増分 ΔQ_2 を算出する。

$$\Delta Q_1 = I_1 \times \Delta t \cdots (27)$$

$$\Delta Q_2 = I_2 \times \Delta t \cdots (28)$$

[0061] データ処理部120は、電池セルE1、E2を並列接続した電池モジュールM全体の電圧V_aを算出する（ステップS114）。データ処理部120は、例えば、電池セルE1の、積算充電量Q1におけるOCV値V1に対して、電池セルE1の、積算充電量Q1における抵抗値R1と、電流Iと、電流分配率 α_1 とを乗じた値を加えることにより、電池セルE1の、積算充電量Q1における電圧値V_xを算出する（式（29））。データ処理部120は、例えば、電池セルE2の、積算充電量Q2におけるOCV値V2に対して、電池セルE2の、積算充電量Q2における抵抗値R2と、電流Iと、電流分配率 α_2 とを乗じた値を加えることにより、電池セルE2の、積算充電量Q2における電圧値V_yを算出する（式（30））。データ処理部120

は、例えば、電池セルE 1の電圧値 V_x 、および電池セルE 2の電圧値 V_y の平均値 $((V_x + V_y) / 2)$ を、電池モジュールM全体の電圧 V_a として推定する(式(31))。

$$V_x = V_1 + R_1 \times I \times \alpha_1 \dots (29)$$

$$V_y = V_2 + R_2 \times I \times \alpha_2 \dots (30)$$

$$V_a = (V_x + V_y) / 2 \dots (31)$$

[0062] データ処理部120は、必要に応じて、電池セルE 1, E 2を並列接続した電池モジュールM全体の内部抵抗 R_a を計算してもよい。データ処理部120は、例えば、以下の式(32)を用いて、電池セルE 1, E 2を並列接続した電池モジュールM全体の内部抵抗 R_a を計算してもよい。

$$R_a = 1 / ((1 / R_1) + (1 / R_2)) \dots (32)$$

[0063] データ処理部120は、電池モジュールMの充電が完了したか否かを判定する(ステップS 115)。データ処理部120は、電池モジュールM全体の電圧値 V_a が所定の閾値以上となっている場合には(ステップS 115; Y)、電池モジュールMの充電が完了したと判断し、終了する。データ処理部120は、電池モジュールM全体の電圧値 V_a が所定の閾値未満となっている場合には(ステップS 115; N)、電池モジュールMの充電が完了していないと判断し、ステップS 105に戻る。

[0064] [実施例]

電池セルE 1として、新品(未使用)のセルを用意した。この電池セルE 1について得られた計測値(OCVデータ D_a および抵抗データ D_e)を図8に示した。電池セルE 2として、電池セルE 1と同型の電池セルを満充電状態で高温(90℃、25日)で保存し、劣化させたものを用意した。この電池セルE 2について得られた計測値(OCVデータ D_c および抵抗データ D_f)を図9に示した。

[0065] さらに、本実施の形態に係る充電電流値推定システムにおいて、図8、図9に記載のデータ(OCVデータ D_a , D_c および抵抗データ D_e , D_f)を用いて得られた、各電池セルE 1, E 2のシミュレーション結果(電流値

、電圧値)を図10に示した。また、図8、図9に記載の特性(OCVデータDa, Dcおよび抵抗データDe, Df)を有する電池セルE1, E2を並列接続した電池モジュール(2並列モジュール)における実測値電流値、電圧値)を図11に示した。

[0066] さらに、本実施の形態に係る充電電流値推定システムにおいて、図8、図9に記載のデータ(OCVデータDa, Dcおよび抵抗データDe, Df)を用いて得られた、各電池セルE1, E2のシミュレーション結果(OCV値、初期抵抗値)を図12に示した。また、本実施の形態に係る充電電流値推定システムにおいて、図8、図9に記載のデータ(OCVデータDa, Dcおよび抵抗データDe, Df)を用いて得られた、電池セルE1のシミュレーション結果(ODD項、RBD項)を図13に示した。

[0067] 図8、図9から、電池セルE1および電池セルE2の容量が互いに異なっていることが確認された。また、図8から、電池セルE1のOCVについては、充電末期において段差が生じていることが確認された。また、図8、図9から、電池セルE1および電池セルE2の抵抗値(内部抵抗値)は、積算充電量の増大に伴い上がったり下がったりする変化があることが確認された。図8、図9から、電池セルE2の抵抗値(内部抵抗値)は、電池セルE1の抵抗値(内部抵抗値)と比べて、全体的に高くなっている傾向があることが確認された。

[0068] 図10から、電池セルE1の電流値は、充電時間の増大に伴い上がったり下がったりする変化があることが確認された。すなわち、充電時間の増大に伴い、電池セルE1の充電時間に対する電流値をプロットした曲線は、極小値A、極大値B、極小値C、極大値Dを有することが確認された。また、図10から、充電末期において電池セルE1の電流が下がり始め、その後は単調に減少していることが確認された。一方、図10から、電池セルE2の電流値は、電池セルE1の電流値の変化と相反する変化があることが確認された。すなわち、充電時間の増大に伴い、電池セルE1が極小値Aのときに電池セルE2は極大値となり、電池セルE1が極大値Bのときに電池セルE2

は極小値となり、電池セルE 1が極小値Cのときに電池セルE 2は極大値となり、電池セルE 1が極大値Dのときに電池セルE 2は極小値となることが確認された。電池セルE 2の電流値は、電池セルE 1の電流値と比べて、全体的に小さくなっている傾向があることが確認された。ただし、充電末期（E点）において、電池セルE 2の電流値の大きさと、電池セルE 1の電流値の大きさが逆転していることが確認された。

[0069] 図10、図11を対比すると、両者のトレンドが良く一致していることが確認された。ただし、図10に記載のシミュレーション結果（充電時間に対する電流値、および電圧値をプロットした曲線）は、図11に記載の実測値（充電時間に対する電流値、および電圧値をプロットした曲線）と比べて、時間軸方向に全体的に引き延ばされた形状になっていることが確認された。これは、シミュレーションにおける誤差の蓄積が原因の1つにあると考えられる。

[0070] 図12から、電池セルE 2のOCVは、電池セルE 1のOCVと比べて、時間軸方向に全体的に引き延ばされた形状になっており、その影響で電池セルE 2のOCVと、電池セルE 1のOCVとの間に差が生じている箇所が確認された。また、図12から、充電末期（E点）付近において、電池セルE 1のOCVに見られる段差の影響で、電池セルE 2のOCVと、電池セルE 1のOCVとの間に差が生じていることが確認された。また、図12から、初期抵抗値については、電池セルE 1と電池セルE 2との差が充電時間によらず概ね一定となっているが、充電時間の初期と末期において複雑な変化をしていることが確認された。

[0071] 図13において、ODD値とRBD値の和が電池セルE 1の電流分配率に相当し、電池セルE 1の電流分配率に、2並列モジュール全体に流れる電流の値を掛けることにより得られる値が、電池セルE 1に分配される電流値である。図13から、充電初期におけるRBD値の極小点のタイミングは、図12の初期抵抗値の極小点のタイミングと一致していることが確認された。このことから、RBD値が充電初期において極小値となった原因には、電池

セルE 1の内部抵抗のバランスがあることが推定される。

[0072] 図13において、P 1は、ODD値の極大値およびRBD値の極大値の付近に位置しており、P 1において、電池セルE 1に分配される電流値が極大値となることが確認された。P 1において電池セルE 1に分配される電流値が極大値となったのは、ODDおよびRBDの双方の影響があったと推定される。

[0073] 図13において、P 2は、ODD値の極小値およびRBD値の極小値の付近に位置しており、P 2において、電池セルE 1に分配される電流値が極小値となることが確認された。P 2において電池セルE 1に分配される電流値が極小値となったのは、ODDおよびRBDの差の大きさに原因があったと推定される。

[0074] 図13において、P 3は、ODD値の極大値およびRBD値の極大値の付近に位置しており、P 3において、電池セルE 1に分配される電流値が極大値となることが確認された。P 3において電池セルE 1に分配される電流値が極大値となったのは、ODDおよびRBDの双方の影響があったと推定される。

[0075] 図13において、充電末期に近づくにつれて、電池セルE 1に分配される電流値が単調減少していることが確認された。このとき、ODDは単調に減少しているが、RBDは単調増加となっている。すなわち、抵抗バランスによる効果としては、電池セルE 1に分配される電流を増やそうとしているが、OCVの差によって電流を減らす効果の方が、抵抗バランスによる効果よりも大きく、結果として、電池セルE 1に分配される電流値が単調減少したと推定される。

[0076] [効果]

次に、本実施の形態に係る充電電流値推定システムの効果について説明する。

[0077] 本実施の形態では、各電池セルE 1，E 2の積算充電量Q 1，Q 2に対する開回路電圧データと、各電池セルE 1，E 2の積算充電量Q 1，Q 2に対

するセル抵抗データとに基づいて各電池セル E 1, E 2 の充電電流値が算出される。これにより、計算結果と実測結果とを良く一致させることができる。

[0078] 本実施の形態では、各電池セル E 1, E 2 の初期充電量における充電電流値に基づいて、 Δt の時間が経過した後の各電池セル E 1, E 2 の積算充電量 (Δt 経過後充電量) が導出される。開回路電圧データから各電池セル E 1, E 2 の積算充電量 (Δt 経過後充電量) に対する開回路電圧値が導出され、セル抵抗データから各電池セル E 1, E 2 の積算充電量 (Δt 経過後充電量) に対する抵抗値が導出され、さらに、キャパシタンスデータから各電池セル E 1, E 2 の積算充電量 (Δt 経過後充電量) に対する容量値が導出される。さらに、初期充電量および積算充電量 (Δt 経過後充電量) における開回路電圧値、抵抗値および容量値に基づいて、各電池セル E 1, E 2 の充電量が積算充電量 (Δt 経過後充電量) であるときの各電池セル E 1, E 2 の充電電流値が算出される。これにより、計算結果と実測結果とをより一層、精度良く一致させることができる。

[0079] 本実施の形態では、 Δt の時間が経過するたびに、各電池セル E 1, E 2 の、積算充電量 (Δt 経過後充電量)、開回路電圧値、抵抗値、容量値および充電電流値が算出される。これにより、計算結果と実測結果とをより一層、精度良く一致させることができる。

[0080] 本実施の形態では、各電池セル E 1, E 2 を、直列接続された容量 C_a および内部抵抗 R を含む等価回路とみなすことにより得られる、各電池セル E 1, E 2 の充電電流値の算出式と、初期充電量および積算充電量 (Δt 経過後充電量) における開回路電圧値、抵抗値および容量値とに基づいて、各電池セル E 1, E 2 の充電量が積算充電量 (Δt 経過後充電量) であるときの各電池セル E 1, E 2 の充電電流値が算出される。これにより、計算結果と実測結果とをより一層、精度良く一致させることができる。

[0081] < 6. 変形例 >

次に、本実施の形態に係る充電電流値推定システムの変形例について説明

する。

[0082] 上記実施の形態では、2並列モジュールに含まれる2つの電池セルE 1, E 2の充電電流値が算出された。しかし、上記実施の形態において、例えば、図14に示したような、3つの電池セルE 1, E 2, E 3を並列接続した電池モジュール(3並列モジュール)に含まれる3つの電池セルE 1, E 2, E 3の充電電流値が算出されてもよい。

[0083] このとき、本変形例では、例えば、図15、図16、図17に示したように、3つの電池セルE 1, E 2, E 3のうち、2つの電池セルが1つの大きな電池セルE o 1, E o 2, E o 3にまとめられ、3並列モジュールが、以下の3種類の2並列モジュールに変換される。そして、第1の2並列モジュールを用いて電池セルE 1の充電電流値I 1 ($=\alpha 1 \times I$)が導出され、第2の2並列モジュールを用いて電池セルE 2の充電電流値I 2 ($=\alpha 2 \times I$)が導出され、第3の2並列モジュールを用いて電池セルE 3の充電電流値I 3 ($=\alpha 3 \times I$)が導出される。

- ・ 2つの電池セルE 1, E o 1を並列接続した第1の2並列モジュール(図15)

- ・ 2つの電池セルE 2, E o 2を並列接続した第2の2並列モジュール(図16)

- ・ 2つの電池セルE 3, E o 3を並列接続した第3の2並列モジュール(図17)

[0084] [算出手順]

次に、3つの電池セルE 1, E 2, E 3の充電電流値I 1, I 2, I 3を算出する手順について説明する。図18は、3つの電池セルE 1, E 2, E 3の充電電流値I 1, I 2, I 3を算出する手順の一例を表したものである。図19は、図18の「D」に続く手順の一例を表したものである。

[0085] データ処理部120は、まず、サーバ装置200から、電池セルE 1, E 2, E 3の測定値D 1, D 2, D 3, D 4, D 5, D 6を取得する(ステップS201)。

[0086] 測定値D1は、I V測定回路320において、OCV測定モードにおいて電池セルE1の電圧および電流を測定することにより得られる測定値である。測定値D2は、I V測定回路320において、CCV測定モードにおいて電池セルE1の電圧および電流を測定することにより得られる測定値である。測定値D3は、I V測定回路320において、OCV測定モードにおいて電池セルE2の電圧および電流を測定することにより得られる測定値である。測定値D4は、I V測定回路320において、CCV測定モードにおいて電池セルE2の電圧および電流を測定することにより得られる測定値である。測定値D5は、I V測定回路320において、OCV測定モードにおいて電池セルE3の電圧および電流を測定することにより得られる測定値である。測定値D6は、I V測定回路320において、CCV測定モードにおいて電池セルE3の電圧および電流を測定することにより得られる測定値である。

[0087] データ処理部120は、取得した測定値D1に基づいて、電池セルE1のOCVについてのデータ（OCVデータDa）を生成し、記憶部130に格納する（ステップS202）。データ処理部120は、例えば、測定値D1を用いて、間欠充電の各休止期間の最後の電圧Vと、間欠充電の各休止期間の最後のタイミングまでの積算充電量Qとを対応付けることにより、OCVデータDaを生成する。OCVデータDaは、電池セルE1におけるOCVと積算充電量Qとの関係を示すデータである。

[0088] データ処理部120は、取得した測定値D2に基づいて、電池セルE1のCCVについてのデータ（CCVデータDb）を生成し、記憶部130に格納する（ステップS202）。データ処理部120は、例えば、測定値D2を用いて、所定のタイミングごとの電圧Vと、所定のタイミングまでの積算充電量Qとを対応付けることにより、CCVデータDbを生成する。CCVデータDbは、電池セルE1におけるCCVと積算充電量Qとの関係を示すデータである。

[0089] データ処理部120は、取得した測定値D3に基づいて、電池セルE2の

OCVについてのデータ（OCVデータDc）を生成し、記憶部130に格納する（ステップS202）。データ処理部120は、例えば、測定値D3を用いて、間欠充電の各休止期間の最後の電圧Vと、間欠充電の各休止期間の最後のタイミングまでの積算充電量Qとを対応付けることにより、OCVデータDcを生成する。OCVデータDcは、電池セルE2におけるOCVと積算充電量Qとの関係を示すデータである。

[0090] データ処理部120は、取得した測定値D4に基づいて、電池セルE2のCCVについてのデータ（CCVデータDd）を生成し、記憶部130に格納する（ステップS202）。データ処理部120は、例えば、測定値D4を用いて、所定のタイミングごとの電圧Vと、所定のタイミングまでの積算充電量Qとを対応付けることにより、CCVデータDdを生成する。CCVデータDdは、電池セルE2におけるCCVと積算充電量Qとの関係を示すデータである。

[0091] データ処理部120は、取得した測定値D5に基づいて、電池セルE3のOCVについてのデータ（OCVデータDi）を生成し、記憶部130に格納する（ステップS202）。データ処理部120は、例えば、測定値D5を用いて、間欠充電の各休止期間の最後の電圧Vと、間欠充電の各休止期間の最後のタイミングまでの積算充電量Qとを対応付けることにより、OCVデータDiを生成する。OCVデータDiは、電池セルE3におけるOCVと積算充電量Qとの関係を示すデータである。

[0092] データ処理部120は、取得した測定値D6に基づいて、電池セルE3のCCVについてのデータ（CCVデータDj）を生成し、記憶部130に格納する（ステップS202）。データ処理部120は、例えば、測定値D6を用いて、所定のタイミングごとの電圧Vと、所定のタイミングまでの積算充電量Qとを対応付けることにより、CCVデータDjを生成する。CCVデータDjは、電池セルE3におけるCCVと積算充電量Qとの関係を示すデータである。

[0093] データ処理部120は、電池セルE1のOCVデータDaおよびCCVデ

ータD_bに基づいて、電池セルE₁の抵抗値R₁についてのデータ（抵抗データD_e）を生成し、記憶部130に格納する（ステップS203）。データ処理部120は、例えば、各積算充電量Qにおいて、CCVデータD_bのCCV値から、OCVデータD_aのOCV値を差し引き、それにより得られた値（CCV値－OCV値）を、CCVデータ取得時の電流値で除算することにより、抵抗データD_eを生成する。抵抗データD_eは、電池セルE₁における抵抗値R₁と積算充電量Qとの関係を示すデータである。データ処理部120は、OCVデータD_aおよびCCVデータD_bにおいて、同一の積算充電量Qにおける値が含まれていない場合には、適宜、B-Spline法などの補間アルゴリズムを用いてデータ補間を行ってもよい。

[0094] データ処理部120は、電池セルE₂のOCVデータD_cおよびCCVデータD_dに基づいて、電池セルE₂の抵抗値R₂についてのデータ（抵抗データD_f）を生成し、記憶部130に格納する（ステップS203）。データ処理部120は、例えば、各積算充電量Qにおいて、CCVデータD_dのCCV値から、OCVデータD_cのOCV値を差し引き、それにより得られた値（CCV値－OCV値）を、CCVデータ取得時の電流値で除算することにより、抵抗データD_fを生成する。抵抗データD_fは、電池セルE₂における抵抗値R₂と積算充電量Qとの関係を示すデータである。データ処理部120は、OCVデータD_cおよびCCVデータD_dにおいて、同一の積算充電量Qにおける値が含まれていない場合には、適宜、B-Spline法などの補間アルゴリズムを用いてデータ補間を行ってもよい。

[0095] データ処理部120は、電池セルE₃のOCVデータD_iおよびCCVデータD_jに基づいて、電池セルE₃の抵抗値R₃についてのデータ（抵抗データD_k）を生成し、記憶部130に格納する（ステップS203）。データ処理部120は、例えば、各積算充電量Qにおいて、CCVデータD_iのCCV値から、OCVデータD_jのOCV値を差し引き、それにより得られた値（CCV値－OCV値）を、CCVデータ取得時の電流値で除算することにより、抵抗データD_kを生成する。抵抗データD_kは、電池セルE₃に

おける抵抗値 R_3 と積算充電量 Q との関係を示すデータである。データ処理部120は、OCVデータ D_i およびCCVデータ D_j において、同一の積算充電量 Q における値が含まれていない場合には、適宜、B-Spline法などの補間アルゴリズムを用いてデータ補間を行ってもよい。

[0096] データ処理部120は、OCVデータ D_a に基づいて、電池セルE1の容量値 C_1 についてのキャパシタンスデータ（容量データ D_g ）を生成し、記憶部130に格納する（ステップS204）。データ処理部120は、OCVデータ D_a を数値微分することにより、容量データ D_g を生成する。データ処理部120は、例えば、OCVデータ D_a から、ある積算充電量 Q_k におけるOCV値と、積算充電量 $Q_k + \Delta Q$ におけるOCV値とを抽出し、抽出した2つの値の差分を計算し、それにより得られた値で ΔQ を除算することにより、ある積算充電量 Q_k における容量値 C_1 を得る。データ処理部120は、例えば、OCVデータ D_a に含まれる各積算充電量 Q において、容量値 C_1 を算出する。データ処理部120は、容量値 C_1 を算出する際に、適宜、B-Spline法などの補間アルゴリズムを用いてデータ補間を行ってもよい。

[0097] データ処理部120は、OCVデータ D_c に基づいて、電池セルE2の容量値 C_2 についてのデータ（容量データ D_h ）を生成し、記憶部130に格納する（ステップS204）。データ処理部120は、OCVデータ D_c を数値微分することにより、容量データ D_h を生成する。データ処理部120は、例えば、OCVデータ D_c から、ある積算充電量 Q_k におけるOCV値と、積算充電量 $Q_k + \Delta Q$ におけるOCV値とを抽出し、抽出した2つの値の差分を計算し、それにより得られた値で ΔQ を除算することにより、ある積算充電量 Q_k における容量値 C_2 を得る。データ処理部120は、例えば、OCVデータ D_c に含まれる各積算充電量 Q において、容量値 C_2 を算出する。データ処理部120は、容量値 C_2 を算出する際に、適宜、B-Spline法などの補間アルゴリズムを用いてデータ補間を行ってもよい。

[0098] データ処理部120は、OCVデータ D_i に基づいて、電池セルE3の容

量値 C_3 についてのデータ（容量データ D_m ）を生成し、記憶部130に格納する（ステップS204）。データ処理部120は、OCVデータ D_i を数値微分することにより、容量データ D_m を生成する。データ処理部120は、例えば、OCVデータ D_i から、ある積算充電量 Q_k におけるOCV値と、積算充電量 $Q_k + \Delta Q$ におけるOCV値とを抽出し、抽出した2つの値の差分を計算し、それにより得られた値で ΔQ を除算することにより、ある積算充電量 Q_k における容量値 C_3 を得る。データ処理部120は、例えば、OCVデータ D_i に含まれる各積算充電量 Q において、容量値 C_3 を算出する。データ処理部120は、容量値 C_3 を算出する際に、適宜、B-Spline法などの補間アルゴリズムを用いてデータ補間を行ってもよい。

[0099] データ処理部120は、3つの2並列モジュール（第1の2並列モジュール（図15）、第2の2並列モジュール（図16）、第3の2並列モジュール（図17））を設定する。データ処理部120は、第1の2並列モジュールに含まれる電池セル E_{o1} のOCVデータ D_{x1} およびCCVデータ D_{x2} を生成し、記憶部130に格納する（ステップS205）。データ処理部120は、第1の2並列モジュール全体に流れる電流 I と、電池セル E_{o1} の内部抵抗 R_x とを乗算することにより、電池セル E_{o1} の過電圧 $\eta_x (= I \times R_x)$ を算出し、電池セル E_{o1} のCCVデータ D_{x2} から、過電圧 η_x を減算することにより、電池セル E_{o1} のOCVデータ D_{x1} を取得する。

[0100] データ処理部120は、第2の2並列モジュールに含まれる電池セル E_{o2} のOCVデータ D_{y1} およびCCVデータ D_{y2} を生成し、記憶部130に格納する（ステップS205）。データ処理部120は、第2の2並列モジュール全体に流れる電流 I と、電池セル E_{o2} の内部抵抗 R_y とを乗算することにより、電池セル E_{o2} の過電圧 $\eta_y (= I \times R_y)$ を算出し、電池セル E_{o2} のCCVデータ D_{y2} から、過電圧 η_y を減算することにより、電池セル E_{o2} のOCVデータ D_{y1} を取得する。

[0101] データ処理部120は、第3の2並列モジュールに含まれる電池セル E_{o3}

3のOCVデータ D_z1 およびCCVデータ D_z2 を生成し、記憶部130に格納する（ステップS205）。データ処理部120は、第3の2並列モジュール全体に流れる電流 I と、電池セルEo3の内部抵抗 R_z とを乗算することにより、電池セルEo3の過電圧 $\eta_z (= I \times R_z)$ を算出し、電池セルEo3のCCVデータ D_z2 から、過電圧 η_z を減算することにより、電池セルEo3のOCVデータ D_z1 を取得する。

[0102] データ処理部120は、電池セルEo1のOCVデータ D_x1 およびCCVデータ D_x2 に基づいて、電池セルEo1の抵抗データ D_n を生成し、記憶部130に格納する（ステップS206）。データ処理部120は、電池セルEo2のOCVデータ D_y1 およびCCVデータ D_y2 に基づいて、電池セルEo2の抵抗データ D_p を生成し、記憶部130に格納する（ステップS206）。データ処理部120は、電池セルEo3のOCVデータ D_z1 およびCCVデータ D_z2 に基づいて、電池セルEo3の抵抗データ D_q を生成し、記憶部130に格納する（ステップS206）。

[0103] データ処理部120は、電池セルEo1のOCVデータ D_x1 に基づいて、電池セルEo1の容量データ D_r を生成し、記憶部130に格納する（ステップS207）。データ処理部120は、OCVデータ D_x1 を数値微分することにより、容量データ D_r を取得する。データ処理部120は、電池セルEo2のOCVデータ D_y1 に基づいて、電池セルEo2の容量データ D_s を生成し、記憶部130に格納する（ステップS207）。データ処理部120は、OCVデータ D_y1 を数値微分することにより、容量データ D_s を取得する。データ処理部120は、電池セルEo3のOCVデータ D_z1 に基づいて、電池セルEo3の容量データ D_t を生成し、記憶部130に格納する（ステップS207）。データ処理部120は、OCVデータ D_z1 を数値微分することにより、容量データ D_t を取得する。

[0104] データ処理部120は、各2並列モジュール（第1の2並列モジュール（図15）、第2の2並列モジュール（図16）、第3の2並列モジュール（図17））に対して、上述のステップS105～S108、S112を実行

し、3つの電池セルE 1, E 2, E 3の電流分配率 $\alpha 1$, $\alpha 2$, $\alpha 3$ および充電電流値 $I 1$, $I 2$, $I 3$ を算出する(ステップS 2 0 8)。

- [0105] データ処理部1 2 0は、 Δt の時間、充電した後の電池セルE 1, E 2, E 3の積算充電量 $Q 1$, $Q 2$, $Q 3$ の増分 $\Delta Q 1$, $\Delta Q 2$, $\Delta Q 3$ を算出する(ステップS 2 0 9)。データ処理部1 2 0は、例えば、充電電流値 $I 1$ および Δt の時間を式(2 4)に代入することにより、電池セルE 1の積算充電量 $Q 1$ の増分 $\Delta Q 1$ を算出する。データ処理部1 2 0は、例えば、充電電流値 $I 2$ および Δt の時間を式(2 5)に代入することにより、電池セルE 2の積算充電量 $Q 2$ の増分 $\Delta Q 2$ を算出する。データ処理部1 2 0は、例えば、充電電流値 $I 3$ および Δt の時間を以下の式(3 3)に代入することにより、電池セルE 3の積算充電量 $Q 3$ の増分 $\Delta Q 3$ を算出する。

$$\Delta Q 3 = I 3 \times \Delta t \cdots (3 3)$$

- [0106] データ処理部1 2 0は、電池セルE 1, E 2, E 3を並列接続した電池モジュールM全体の電圧 $V a$ を算出する(ステップS 2 1 0)。データ処理部1 2 0は、例えば、電池セルE 1の、積算充電量 $Q 1$ におけるOCV値 $V 1$ に対して、電池セルE 1の、積算充電量 $Q 1$ における抵抗値 $R 1$ と、電流 $I 1$ と、電流分配率 $\alpha 1$ とを乗じた値を加えることにより、電池セルE 1の、積算充電量 $Q 1$ における電圧値 $V x$ を算出する(式(2 9))。データ処理部1 2 0は、例えば、電池セルE 2の、積算充電量 $Q 2$ におけるOCV値 $V 2$ に対して、電池セルE 2の、積算充電量 $Q 2$ における抵抗値 $R 2$ と、電流 $I 2$ と、電流分配率 $\alpha 2$ とを乗じた値を加えることにより、電池セルE 2の、積算充電量 $Q 2$ における電圧値 $V y$ を算出する(式(3 0))。データ処理部1 2 0は、例えば、電池セルE 3の、積算充電量 $Q 3$ におけるOCV値 $V 3$ に対して、電池セルE 3の、積算充電量 $Q 3$ における抵抗値 $R 3$ と、電流 $I 3$ と、電流分配率 $\alpha 3$ とを乗じた値を加えることにより、電池セルE 3の、積算充電量 $Q 3$ における電圧値 $V z$ を算出する(式(3 4))。データ処理部1 2 0は、例えば、電池セルE 1の電圧値 $V x$ 、電池セルE 2の電圧値 $V y$ および電池セルE 3の電圧値 $V z$ の平均値($(V x + V y + V z) / 3$)

を、電池モジュールM全体の電圧 V_a として推定する（式（35））。

$$V_z = V_3 + R_3 \times I \times \alpha_3 \cdots (34)$$

$$V_a = (V_x + V_y + V_z) / 3 \cdots (35)$$

[0107] データ処理部120は、電池モジュールMの充電が完了したか否かを判定する（ステップS211）。データ処理部120は、電池モジュールM全体の電圧値 V_a が所定の閾値以上となっている場合には（ステップS211；Y）、電池モジュールMの充電が完了したと判断し、終了する。データ処理部120は、電池モジュールM全体の電圧値 V_a が所定の閾値未満となっている場合には（ステップS211；N）、電池モジュールMの充電が完了していないと判断し、ステップS208に戻る。

[0108] 本変形例では、3つの電池セルE1、E2、E3を並列接続した電池モジュール（3並列モジュール）に含まれる3つの電池セルE1、E2、E3の充電電流値 I_1 、 I_2 、 I_3 が算出される。これにより、計算結果と実測結果とを良く一致させることができる。なお、本変形例に記載の方法をn個の電池セルE1、E2、…、Enに応用することにより、n個の電池セルE1、E2、…、Enについて計算結果と実測結果とを良く一致させることができる。

[0109] <7. 第2の実施形態>

本技術の第2の実施形態に係る充電電流値推定システムについて説明する。図20は、本技術の第2の実施形態に係る充電電流値推定システムの機能ブロックの一例を表したものである。充電電流値推定システムは、例えば、図20に示したように、電源装置500を備える。電源装置500は、電池セルE1または電池セルE2を充放電する装置であり、外部の装置と通信する機能を有しないスタンドアロン型の装置である。

[0110] 電源装置500は、例えば、図20に示したように、充放電回路310、 I V測定回路320、データ処理部120、記憶部150および表示部140を備える。電源装置500（充放電回路310）には、電池セルE1または電池セルE2が接続される。

- [0111] 記憶部150は、例えば、フラッシュメモリなどの不揮発性メモリで構成される。記憶部150には、1V測定回路320で取得した測定値D1、D2、D3、D4や、データ処理部120で生成された各種データが記憶される。
- [0112] 本実施の形態では、電源装置500において、データ処理部120が、充放電回路310および1V測定回路320とともに設けられる。これにより、電源装置500を用意するだけで、各電池セルE1、E2の充電電流値を算出することができる。
- [0113] なお、本実施の形態において、データ処理部120は、上記第1の実施の変形例に記載の方法により、3つの電池セルE1、E2、E3を並列接続した電池モジュール（3並列モジュール）に含まれる3つの電池セルE1、E2、E3の充電電流値を算出するようになっていてもよい。また、本実施の形態において、データ処理部120は、上記第1の実施の変形例に記載の方法を応用することにより、n個の電池セルE1、E2、…、Enを並列接続した電池モジュール（n並列モジュール）に含まれるn個の電池セルE1、E2、…、Enの充電電流値を算出するようになっていてもよい。
- [0114] なお、本技術は、以下のような構成を取ることもできる。

<1>

n個（ただしnは2以上の自然数）の二次電池セルを互いに並列接続したときの各前記二次電池セルの充電電流値を推定することの可能な充電電流値推定システムであって、

各前記二次電池セルの積算充電量に対する開回路電圧データと、各前記二次電池セルの積算充電量に対するセル抵抗データとを記憶するメモリと、

前記メモリから取得した前記開回路電圧データおよび前記セル抵抗データに基づいて各前記二次電池セルの充電電流値を算出することの可能な処理回路と

を備え、

前記処理回路は、

前記開回路電圧データから各前記二次電池セルの初期充電量に対する開回路電圧値を導出するとともに、前記セル抵抗データから各前記二次電池セルの初期充電量に対する抵抗値を導出することと、

前記開回路電圧値および前記抵抗値に基づいて、各前記二次電池セルの充電量が前記初期充電量であるときの各前記二次電池セルの充電電流値を算出することと

を実行することが可能となっている

充電電流値推定システム。

< 2 >

前記メモリは、各前記二次電池セルの積算充電量に対するキャパシタンスデータを更に記憶し、

前記処理回路は、

各前記二次電池セルの前記初期充電量における充電電流値に基づいて、 Δt の時間が経過した後の各前記二次電池セルの充電量である Δt 経過後充電量を導出することと、

前記開回路電圧データから各前記二次電池セルの前記 Δt 経過後充電量に対する開回路電圧値を導出し、前記セル抵抗データから各前記二次電池セルの前記 Δt 経過後充電量に対する抵抗値を導出し、さらに、前記キャパシタンスデータから各前記二次電池セルの前記 Δt 経過後充電量に対するキャパシタンス値を導出することと、

前記初期充電量および前記 Δt 経過後充電量における前記開回路電圧値、前記抵抗値および前記キャパシタンス値に基づいて、各前記二次電池セルの充電量が前記 Δt 経過後充電量であるときの各前記二次電池セルの充電電流値を算出することと

を実行することが可能となっている

< 1 >に記載の充電電流値推定システム。

< 3 >

前記処理回路は、前記 Δt の時間が経過するたびに、各前記二次電池セル

の、前記 Δt 経過後充電量、前記開回路電圧値、前記抵抗値、前記キャパシタンス値および前記充電電流値を算出することが可能となっている

<2>に記載の充電電流値推定システム。

<4>

各前記二次電池セルを並列接続せずに個々の前記二次電池セルに対して電流電圧を印加することの可能な電源回路と、

前記電源回路を制御することにより、個々の前記二次電池セルの開回路電圧および定電流時電圧を計測する計測回路と

を更に備え、

前記処理回路は、前記計測回路での計測結果に基づいて、前記開回路電圧データ、前記セル抵抗データおよび前記キャパシタンスデータを生成し、前記メモリに格納することを実行することが可能となっている

<2>または<3>に記載の充電電流値推定システム。

<5>

前記処理回路は、各前記二次電池セルを、直列接続された容量および内部抵抗を含む等価回路とみなすことにより得られる、各前記二次電池セルの充電電流値の算出式と、前記初期充電量および前記 Δt 経過後充電量における前記開回路電圧値、前記抵抗値および前記キャパシタンス値とに基づいて、各前記二次電池セルの充電量が前記 Δt 経過後充電量であるときの各前記二次電池セルの充電電流値を算出することを実行することが可能となっている

<2>ないし<4>のいずれか一項に記載の充電電流値推定システム。

<6>

n 個（ただし n は2以上の自然数）の二次電池セルを互いに並列接続したときの各前記二次電池セルの充電電流値を推定することの可能な充電電流値推定方法であって、

各前記二次電池セルの積算充電量に対する開回路電圧データと、各前記二次電池セルの積算充電量に対するセル抵抗データとを取得することと、

取得した前記開回路電圧データから各前記二次電池セルの初期充電量に対

する開回路電圧値を導出するとともに、取得した前記セル抵抗データから各前記二次電池セルの初期充電量に対する抵抗値を導出することと、

前記開回路電圧値および前記抵抗値に基づいて、各前記二次電池セルの充電量が前記初期充電量であるときの各前記二次電池セルの充電電流値を算出することと

を含む

充電電流値推定方法。

< 7 >

各前記二次電池セルの積算充電量に対するキャパシタンスデータを取得することと、

各前記二次電池セルの前記初期充電量における充電電流値に基づいて、 Δt の時間が経過した後の各前記二次電池セルの充電量である Δt 経過後充電量を導出することと、

前記開回路電圧データから各前記二次電池セルの前記 Δt 経過後充電量に対する開回路電圧値を導出し、前記セル抵抗データから各前記二次電池セルの前記 Δt 経過後充電量に対する抵抗値を導出し、さらに、前記キャパシタンスデータから各前記二次電池セルの前記 Δt 経過後充電量に対するキャパシタンス値を導出することと、

前記初期充電量および前記 Δt 経過後充電量における前記開回路電圧値、前記抵抗値および前記キャパシタンス値に基づいて、各前記二次電池セルの充電量が前記 Δt 経過後充電量であるときの各前記二次電池セルの充電電流値を算出することと

を更に含む

< 6 >に記載の充電電流値推定方法。

< 8 >

前記 Δt の時間が経過するたびに、各前記二次電池セルの、前記 Δt 経過後充電量、前記開回路電圧値、前記抵抗値、前記キャパシタンス値および前記充電電流値を算出することを更に含む

< 7 >に記載の充電電流値推定方法。

< 9 >

各前記二次電池セルを並列接続せずに個々の前記二次電池セルに対して電流電圧を印加することにより、個々の前記二次電池セルの開回路電圧および定電流時電圧を計測することと、

計測結果に基づいて、前記開回路電圧データ、前記セル抵抗データおよび前記キャパシタンスデータを生成することと

を更に含む

< 7 >または< 8 >に記載の充電電流値推定方法。

< 10 >

各前記二次電池セルを、各前記二次電池セルを、直列接続された容量および内部抵抗を含む等価回路とみなすことにより得られる、各前記二次電池セルの充電電流値の算出式と、前記初期充電量および前記 Δt 経過後充電量における前記開回路電圧値、前記抵抗値および前記キャパシタンス値とに基づいて、各前記二次電池セルの充電量が前記 Δt 経過後充電量であるときの各前記二次電池セルの充電電流値を算出することを更に含む

< 7 >ないし< 9 >のいずれか一項に記載の充電電流値推定方法。

請求の範囲

[請求項1] n 個（ただし n は 2 以上の自然数）の二次電池セルを互いに並列接続したときの各前記二次電池セルの充電電流値を推定することの可能な充電電流値推定システムであって、

 各前記二次電池セルの積算充電量に対する開回路電圧データと、各前記二次電池セルの積算充電量に対するセル抵抗データとを記憶するメモリと、

 前記メモリから取得した前記開回路電圧データおよび前記セル抵抗データに基づいて各前記二次電池セルの充電電流値を算出することの可能な処理回路と

 を備え、

 前記処理回路は、

 前記開回路電圧データから各前記二次電池セルの初期充電量に対する開回路電圧値を導出するとともに、前記セル抵抗データから各前記二次電池セルの初期充電量に対する抵抗値を導出することと、

 前記開回路電圧値および前記抵抗値に基づいて、各前記二次電池セルの充電量が前記初期充電量であるときの各前記二次電池セルの充電電流値を算出することと

 を実行することが可能となっている

 充電電流値推定システム。

[請求項2] 前記メモリは、各前記二次電池セルの積算充電量に対するキャパシタンスデータを更に記憶し、

 前記処理回路は、

 各前記二次電池セルの前記初期充電量における充電電流値に基づいて、 Δt の時間が経過した後の各前記二次電池セルの充電量である Δt 経過後充電量を導出することと、

 前記開回路電圧データから各前記二次電池セルの前記 Δt 経過後充電量に対する開回路電圧値を導出し、前記セル抵抗データから各前記

二次電池セルの前記 Δt 経過後充電量に対する抵抗値を導出し、さらに、前記キャパシタンスデータから各前記二次電池セルの前記 Δt 経過後充電量に対するキャパシタンス値を導出することと、

前記初期充電量および前記 Δt 経過後充電量における前記開回路電圧値、前記抵抗値および前記キャパシタンス値に基づいて、各前記二次電池セルの充電量が前記 Δt 経過後充電量であるときの各前記二次電池セルの充電電流値を算出することと

を実行することが可能となっている

請求項1に記載の充電電流値推定システム。

[請求項3] 前記処理回路は、前記 Δt の時間が経過するたびに、各前記二次電池セルの、前記 Δt 経過後充電量、前記開回路電圧値、前記抵抗値、前記キャパシタンス値および前記充電電流値を算出することが可能となっている

請求項2に記載の充電電流値推定システム。

[請求項4] 各前記二次電池セルを並列接続せずに個々の前記二次電池セルに対して電流電圧を印加することの可能な電源回路と、

前記電源回路を制御することにより、個々の前記二次電池セルの開回路電圧および定電流時電圧を計測する計測回路と

を更に備え、

前記処理回路は、前記計測回路での計測結果に基づいて、前記開回路電圧データ、前記セル抵抗データおよび前記キャパシタンスデータを生成し、前記メモリに格納することを実行することが可能となっている

請求項2または請求項3に記載の充電電流値推定システム。

[請求項5] 前記処理回路は、各前記二次電池セルを、直列接続された容量および内部抵抗を含む等価回路とみなすことにより得られる、各前記二次電池セルの充電電流値の算出式と、前記初期充電量および前記 Δt 経過後充電量における前記開回路電圧値、前記抵抗値および前記キャパ

シタンス値とに基づいて、各前記二次電池セルの充電量が前記 Δt 経過後充電量であるときの各前記二次電池セルの充電電流値を算出することを実行することが可能となっている

請求項2ないし請求項4のいずれか一項に記載の充電電流値推定システム。

[請求項6] n 個（ただし n は2以上の自然数）の二次電池セルを互いに並列接続したときの各前記二次電池セルの充電電流値を推定することの可能な充電電流値推定方法であって、

各前記二次電池セルの積算充電量に対する開回路電圧データと、各前記二次電池セルの積算充電量に対するセル抵抗データとを取得することと、

取得した前記開回路電圧データから各前記二次電池セルの初期充電量に対する開回路電圧値を導出するとともに、取得した前記セル抵抗データから各前記二次電池セルの初期充電量に対する抵抗値を導出することと、

前記開回路電圧値および前記抵抗値に基づいて、各前記二次電池セルの充電量が前記初期充電量であるときの各前記二次電池セルの充電電流値を算出することと

を含む

充電電流値推定方法。

[請求項7] 各前記二次電池セルの積算充電量に対するキャパシタンスデータを取得することと、

各前記二次電池セルの前記初期充電量における充電電流値に基づいて、 Δt の時間が経過した後の各前記二次電池セルの充電量である Δt 経過後充電量を導出することと、

前記開回路電圧データから各前記二次電池セルの前記 Δt 経過後充電量に対する開回路電圧値を導出し、前記セル抵抗データから各前記二次電池セルの前記 Δt 経過後充電量に対する抵抗値を導出し、さら

に、前記キャパシタンスデータから各前記二次電池セルの前記 Δt 経過後充電量に対するキャパシタンス値を導出することと、

前記初期充電量および前記 Δt 経過後充電量における前記開回路電圧値、前記抵抗値および前記キャパシタンス値に基づいて、各前記二次電池セルの充電量が前記 Δt 経過後充電量であるときの各前記二次電池セルの充電電流値を算出することと

を更に含む

請求項6に記載の充電電流値推定方法。

[請求項8] 前記 Δt の時間が経過するたびに、各前記二次電池セルの、前記 Δt 経過後充電量、前記開回路電圧値、前記抵抗値、前記キャパシタンス値および前記充電電流値を算出することを更に含む

請求項7に記載の充電電流値推定方法。

[請求項9] 各前記二次電池セルを並列接続せずに個々の前記二次電池セルに対して電流電圧を印加することにより、個々の前記二次電池セルの開回路電圧および定電流時電圧を計測することと、

計測結果に基づいて、前記開回路電圧データ、前記セル抵抗データおよび前記キャパシタンスデータを生成することと

を更に含む

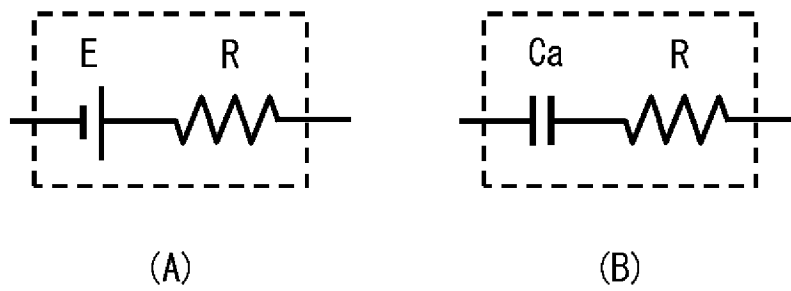
請求項7または請求項8に記載の充電電流値推定方法。

[請求項10] 各前記二次電池セルを、各前記二次電池セルを、直列接続された容量および内部抵抗を含む等価回路とみなすことにより得られる、各前記二次電池セルの充電電流値の算出式と、前記初期充電量および前記 Δt 経過後充電量における前記開回路電圧値、前記抵抗値および前記キャパシタンス値とに基づいて、各前記二次電池セルの充電量が前記 Δt 経過後充電量であるときの各前記二次電池セルの充電電流値を算出することを更に含む

請求項7ないし請求項9のいずれか一項に記載の充電電流値推定方法。

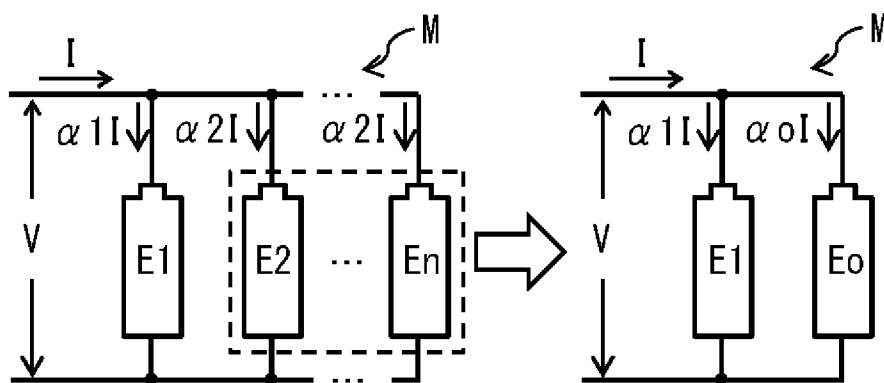
[図1]

図1



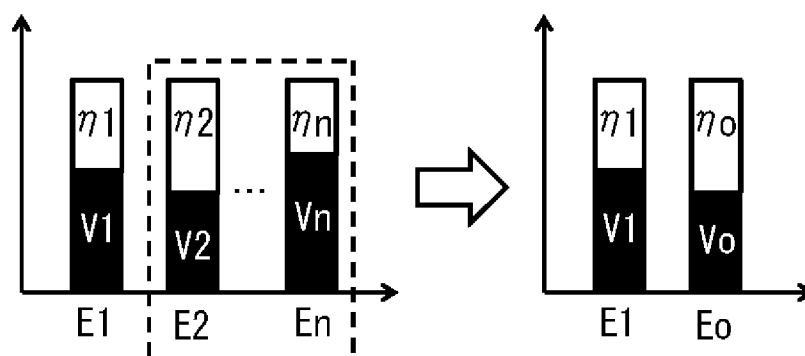
[図2]

図2



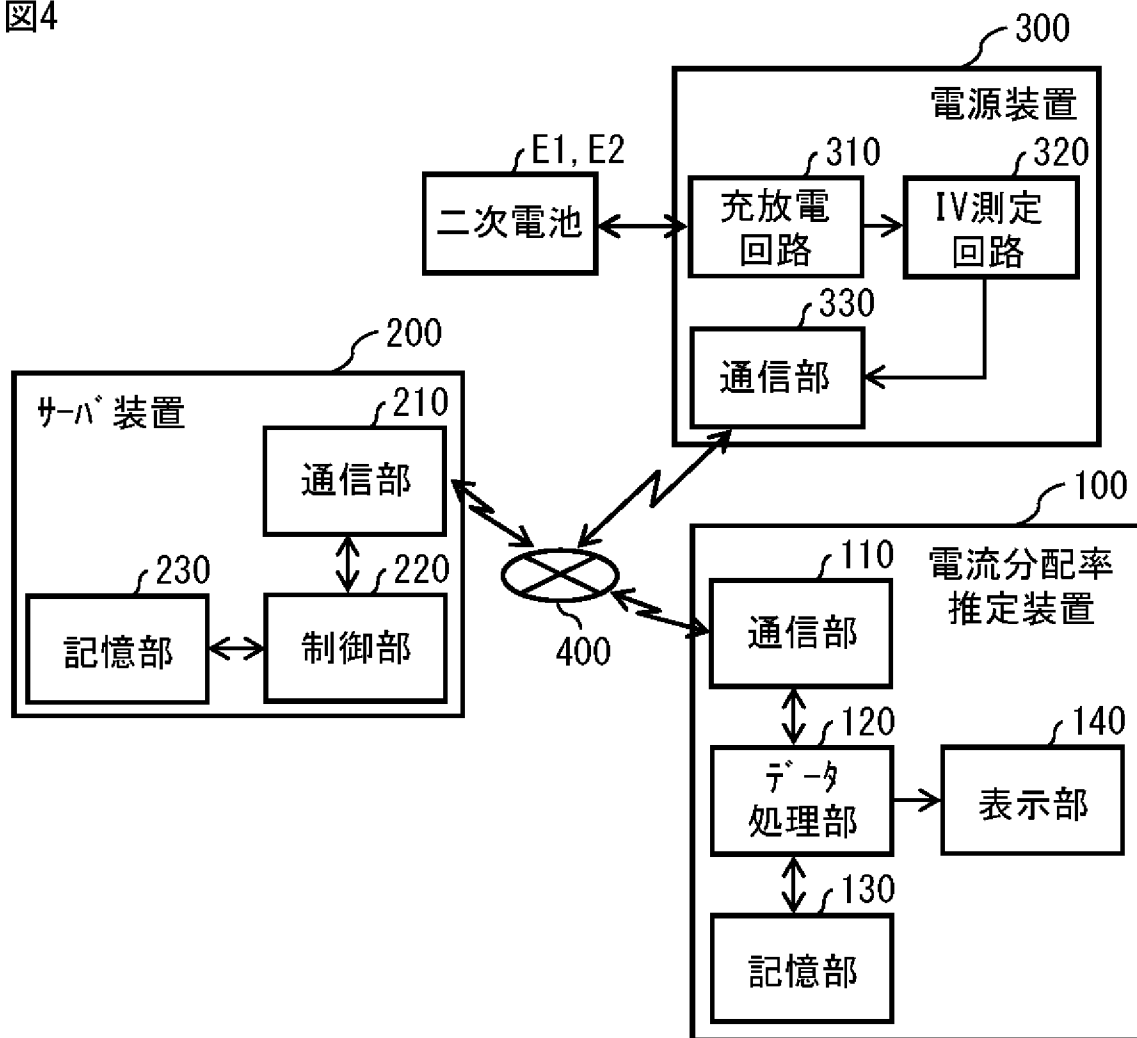
[図3]

図3



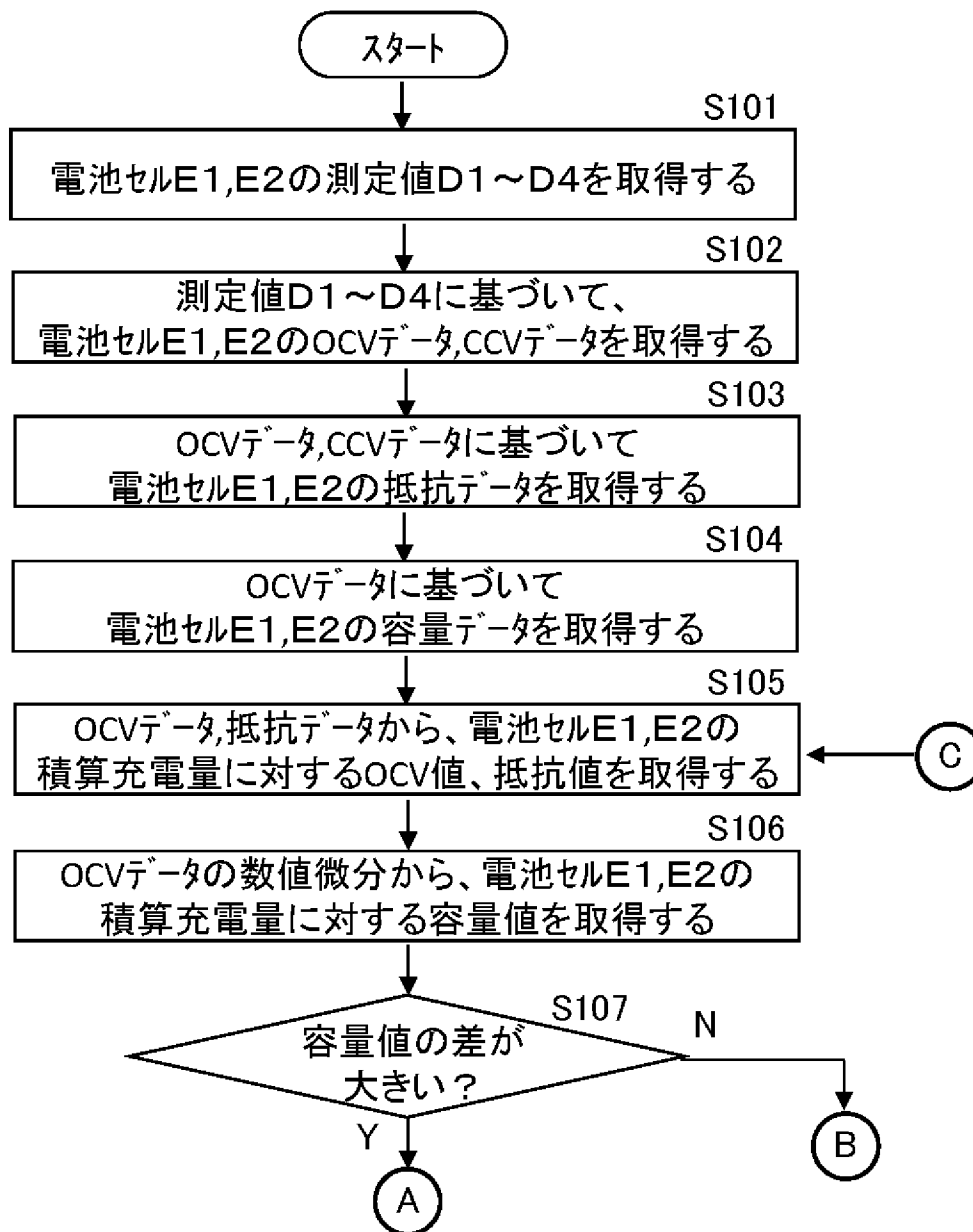
[図4]

図4



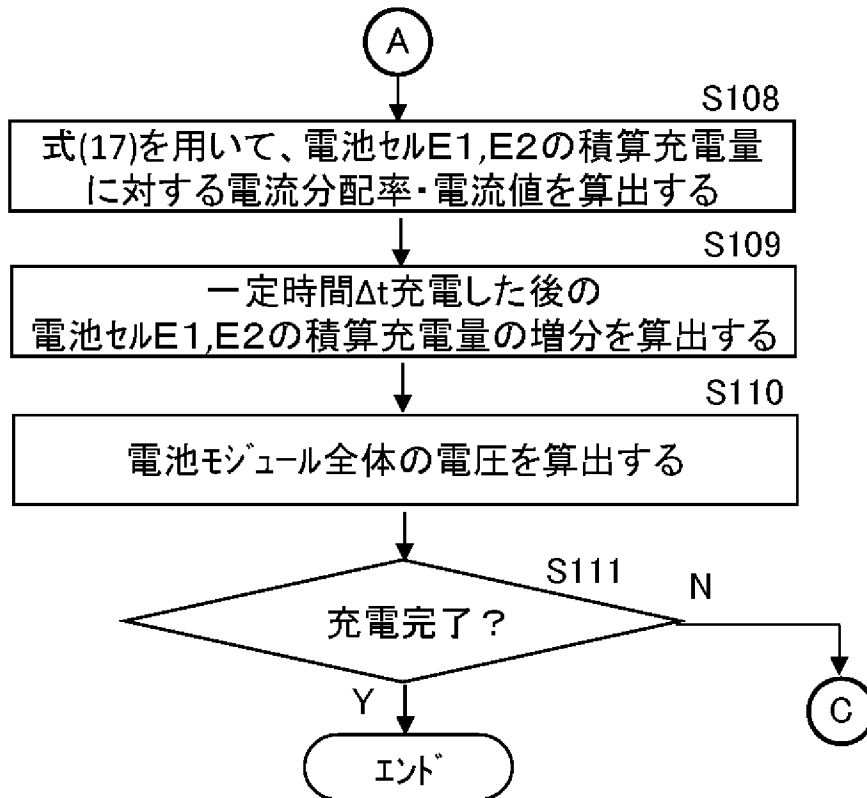
[図5]

図5



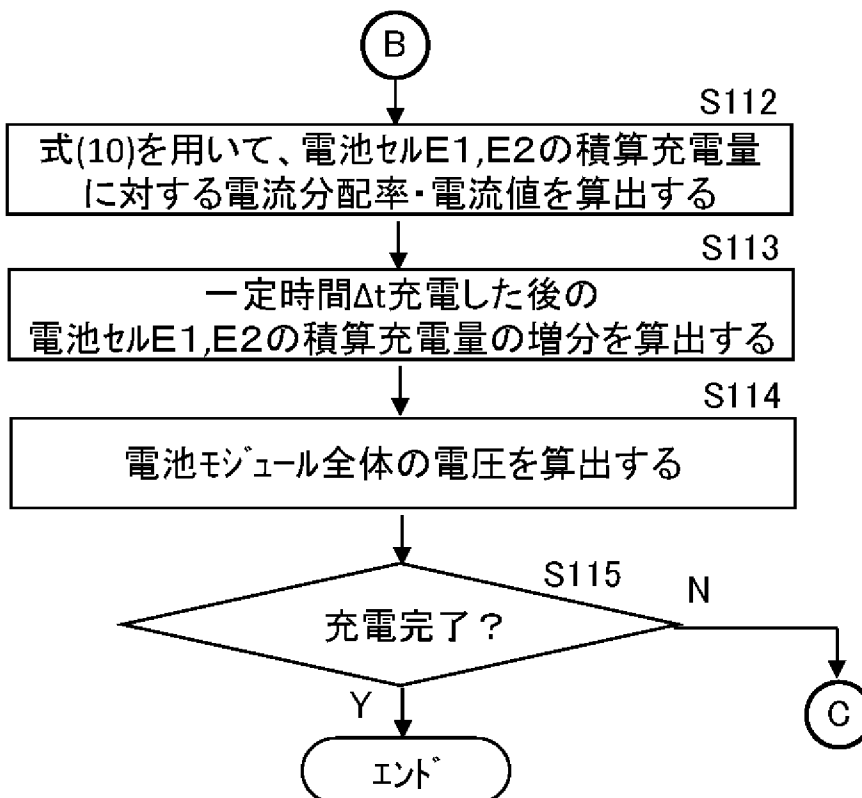
[図6]

図6



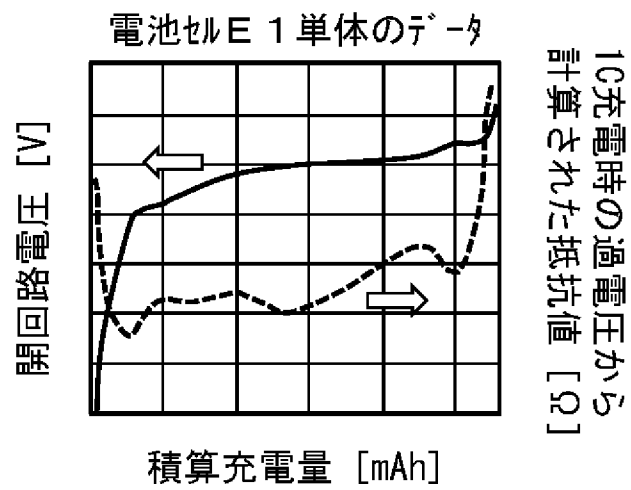
[図7]

図7



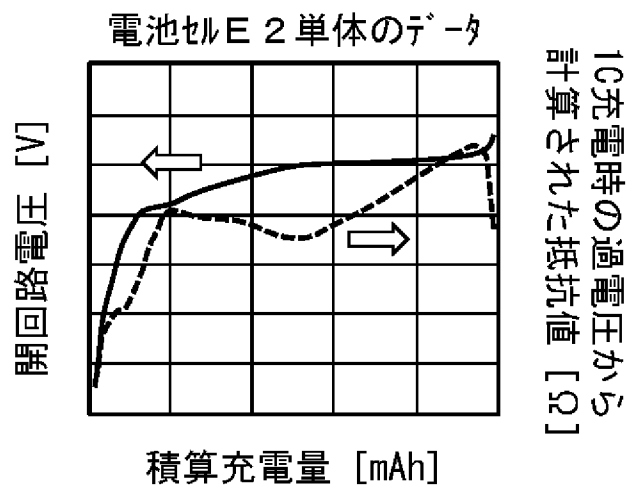
[図8]

図8



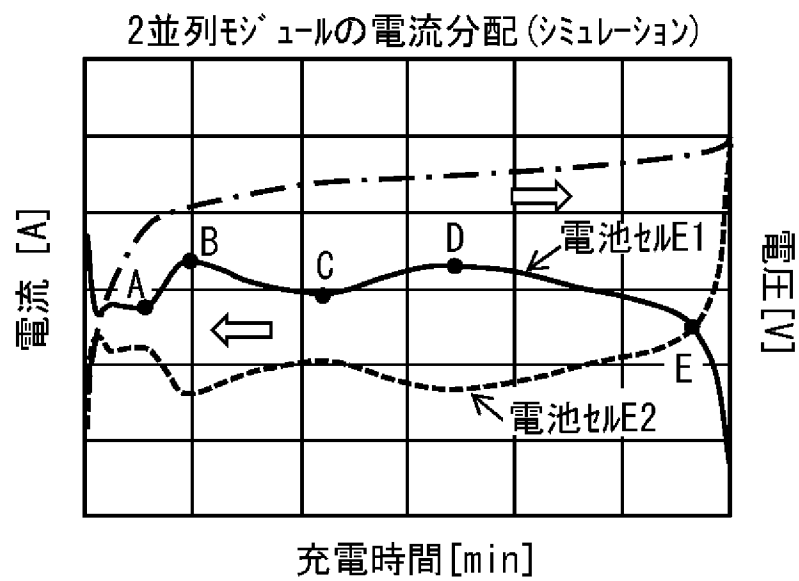
[図9]

図9



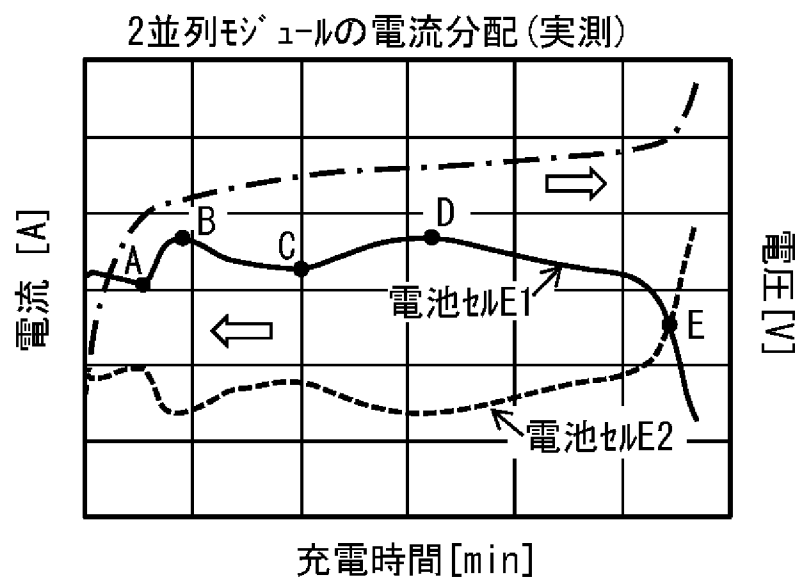
[図10]

図10



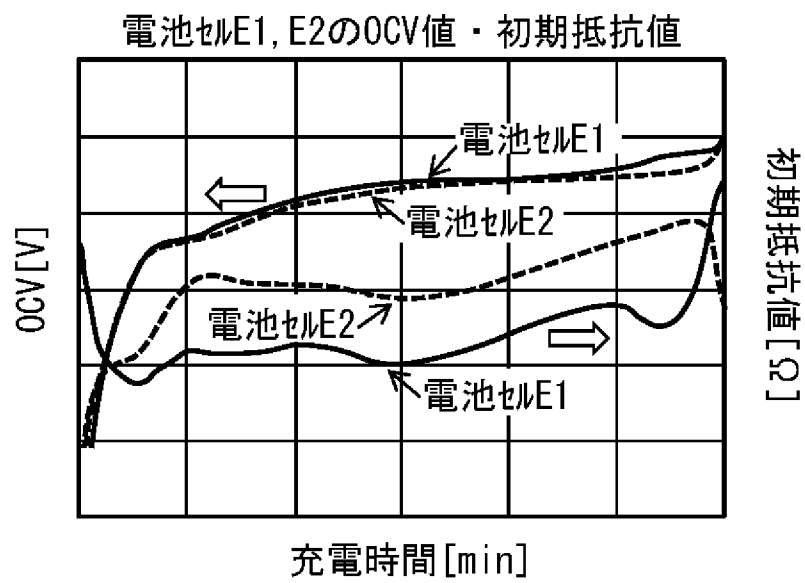
[図11]

図11



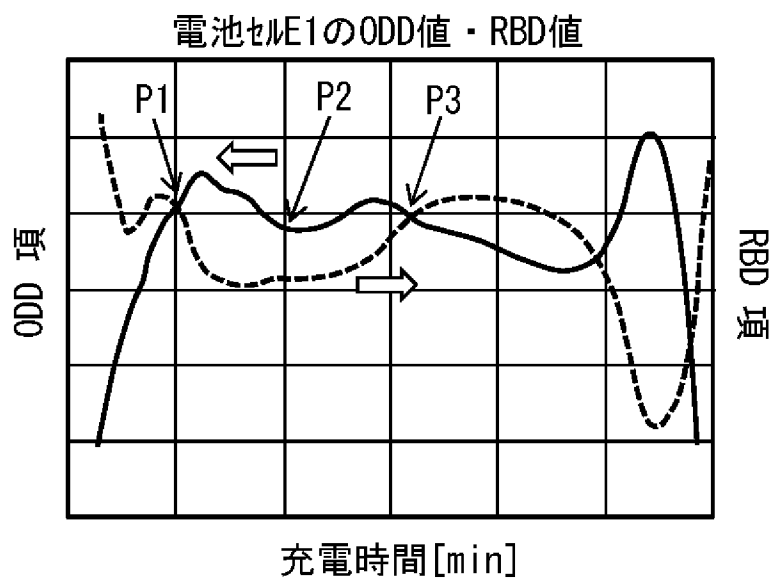
[図12]

図12



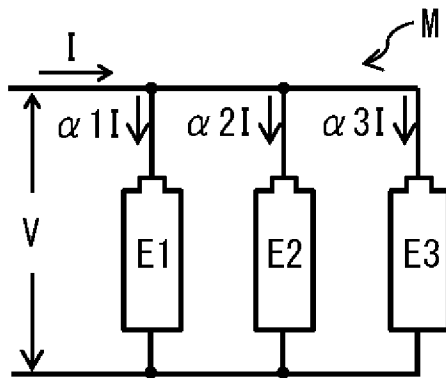
[図13]

図13



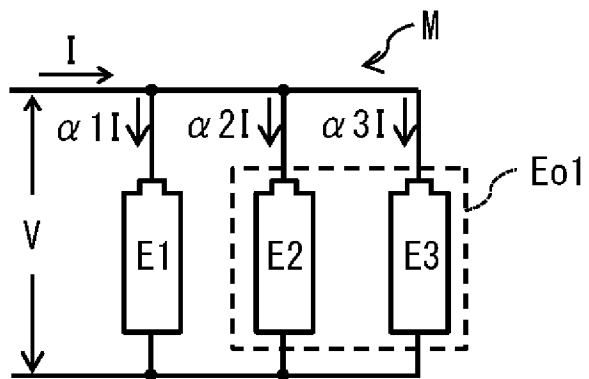
[図14]

図14



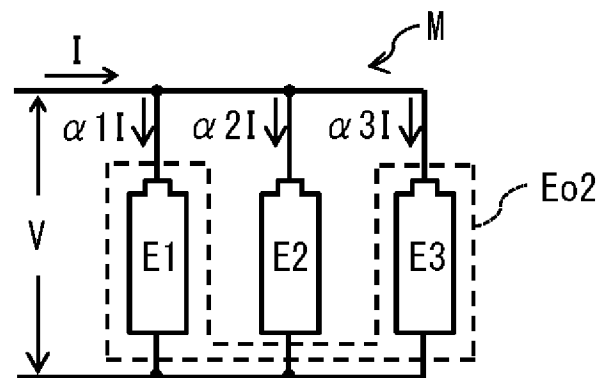
[図15]

図15



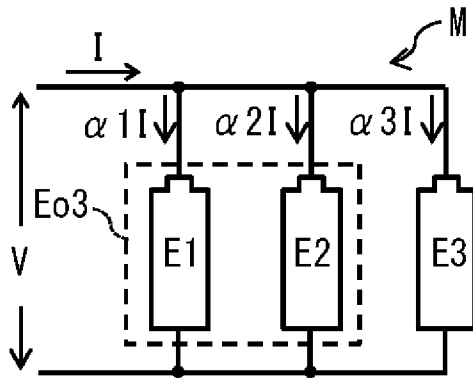
[図16]

図16



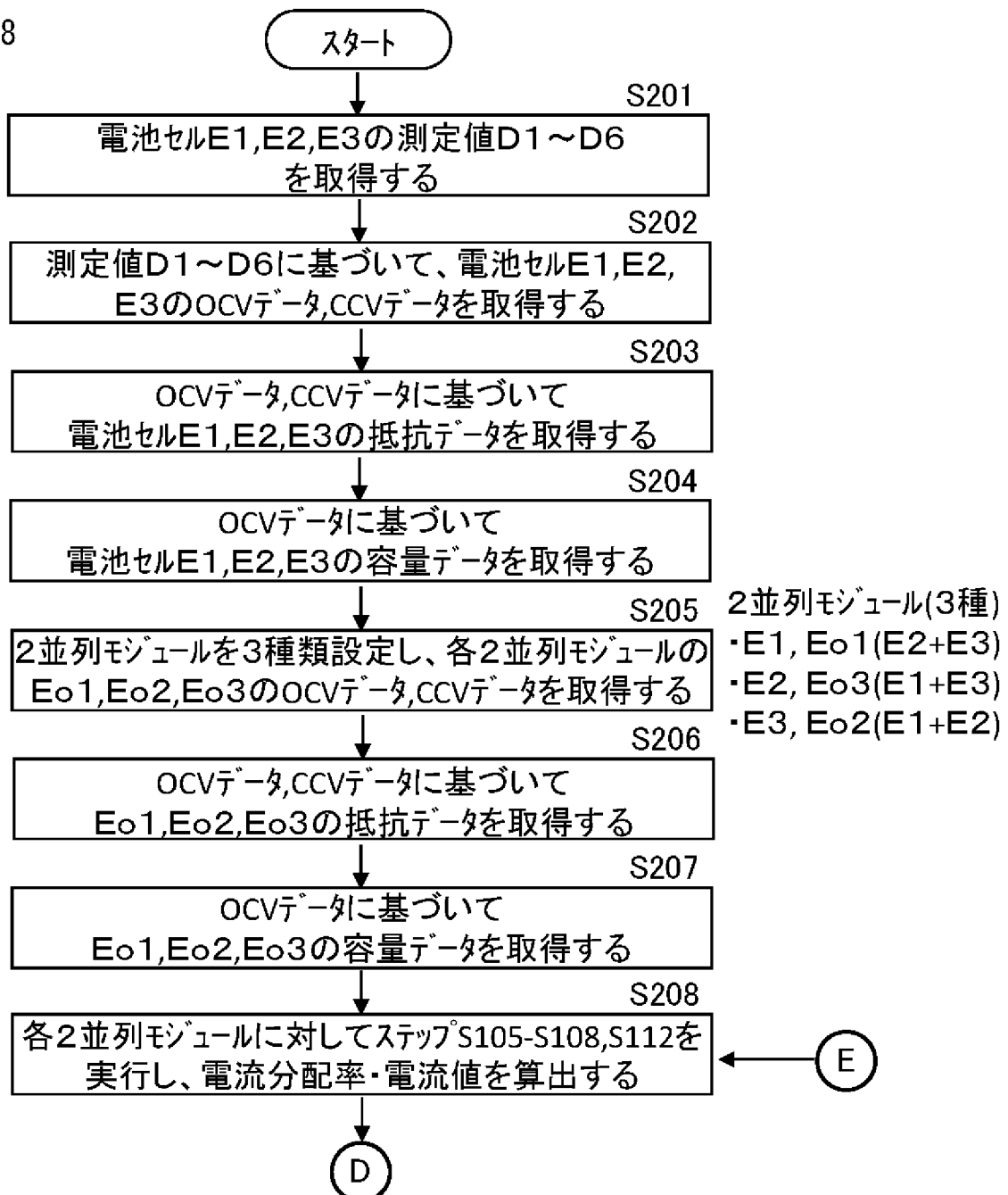
[図17]

図17



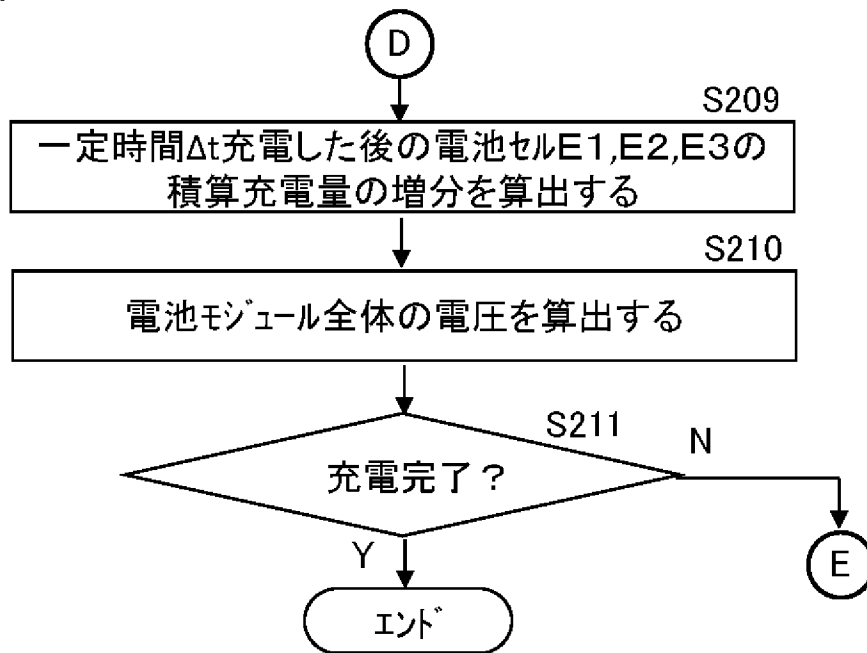
[図18]

図18



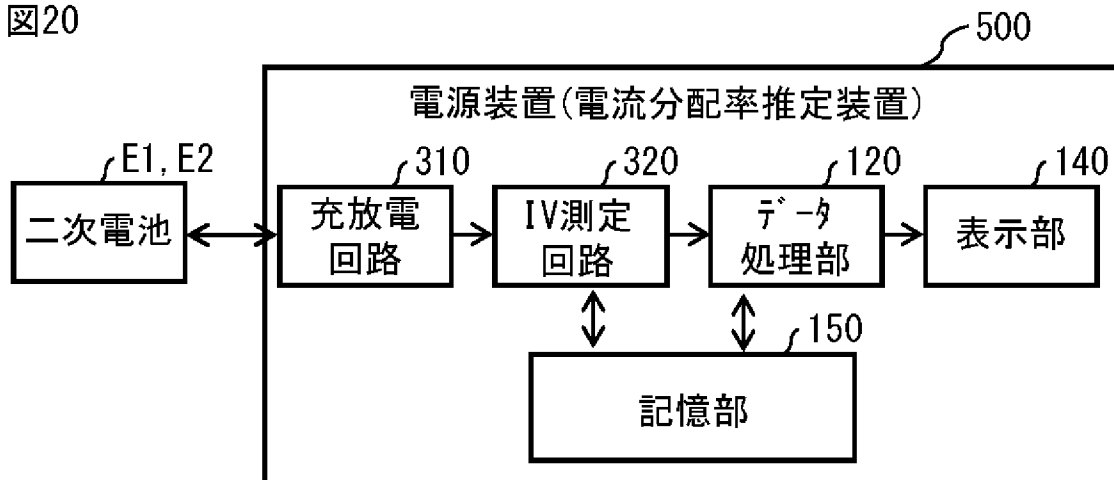
[図19]

図19



[図20]

図20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/034035

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 31/396(2019.01)i; **G01R 31/367**(2019.01)i; **G01R 31/3828**(2019.01)i; **G01R 31/385**(2019.01)i; **H01M 10/48**(2006.01)i
FI: G01R31/396; G01R31/3828; G01R31/385; G01R31/367; H01M10/48 P

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)

G01R31/36-31/396; H01M10/42-10/48; H02J7/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
A	小野寺幹太; 志村重輔; 渡辺日香里; 四反田功; 板垣昌幸, “3H21 劣化度の異なるリチウムイオン電池を並列接続させたモジュールにおける電流分配の観察と数値シミュレーション”, 電気化学会第90回大会, 電気化学会 [online], 29 March 2023, [retrieved on 08 November 2024], Internet: <URL: https://abstracts.electrochem.jp/meeting/2023s.pdf > (ONODERA, Kanta; SHIMURA, Jusuke; WATANABE, Hikari; SHITANDA, Isao; ITAGAKI, Masayuki, “Observation and Simulation of Current Distribution in Lithium-Ion Battery Module of Parallely Connected Cells with Different Degree of Degradation”, The 90th ECSJ Annual Meeting, ECSJ) entire text	1-10



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
“D” document cited by the applicant in the international application
“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

11 November 2024

Date of mailing of the international search report

26 November 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/034035

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	志村重輔; 植森美紅; 渡辺日香里; 四反田功; 板垣昌幸; 林沙織, “1G19 並列に接続された複数の電池の間に流れる電流の観察”, 2022年電気化学秋季大会, 電気化学会 [online], 08 September 2022, [retrieved on 08 November 2024], Internet: <URL: https://abstracts.electrochem.jp/meeting/2022f.pdf > (SHIMURA, Jusuke; UEMORI, Miku; WATANABE, Hikari; SHITANDA, Isao; ITAGAKI, Masayuki; HAYASHI, Saori, “Observing How the Charging Current is Distributed to Each Cell Connected in Parallel”, 2022 ECSJ Fall Meeting, ECSJ) entire text	1-10
A	JP 2020-114055 A (DENSO CORPORATION) 27 July 2020 (2020-07-27) entire text	1-10
A	JP 2016-63717 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 25 April 2016 (2016-04-25) entire text	1-10
A	虎井総一朗; 数見昌弘, “電池状態推定技術と蓄電池システムの効率運用ソリューション”, 横河技報, 26 July 2017, vol. 60, no. 1, pp. 25-30 (TORAI, Soichiro; KAZUMI, Masahiro, “Technology for Estimating the Battery State and a Solution for the Efficient Operation of Battery Energy Storage Systems”, Yokogawa Technical Report) particularly, p. 25, right column, lines 5-7, p. 26, left column, line 25 to right column, line 2	1-10
A	JP 2018-160960 A (KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI) 11 October 2018 (2018-10-11) entire text	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/034035

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2020-114055	A	27 July 2020	(Family: none)	
JP	2016-63717	A	25 April 2016	(Family: none)	
JP	2018-160960	A	11 October 2018	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G01R 31/396(2019.01)i; G01R 31/367(2019.01)i; G01R 31/3828(2019.01)i; G01R 31/385(2019.01)i;
H01M 10/48(2006.01)i
FI: G01R31/396; G01R31/3828; G01R31/385; G01R31/367; H01M10/48 P

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（IPC））
G01R31/36-31/396; H01M10/42-10/48; H02J7/00

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

1971-2024年

日本国実用新案登録公報

1996-2024年

日本国登録実用新案公報

1994-2024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
A	小野寺幹太；志村重輔；渡辺日香里；四反田功；板垣昌幸，“3H21 劣化度の異なるリチウムイオン電池を並列接続させたモジュールにおける電流分配の観察と数値シミュレーション”，電気化学会第90回大会，電気化学会 [オンライン]，2023.03.29，[検索日 2024.11.08]，インターネット：<URL: https://abstracts.electrochem.jp/meeting/2023s.pdf > (ONODERA, Kanta; SHIMURA, Jusuke; WATANABE, Hikari; SHITANDA, Isao; ITAGAKI, Masayuki, “Observation and Simulation of Current Distribution in Lithium-Ion Battery Module of Parallely Connected Cells with Different Degree of Degradation”) 全文	1-10

☒ 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

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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抵触するものではなく、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

11. 11. 2024

国際調査報告の発送日

26. 11. 2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

小川 浩史 2S 9114

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

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
A	志村重輔；植森美紅；渡辺日香里；四反田功；板垣昌幸；林沙織，“1G19 並列に接続された複数の電池の間に流れる電流の観察”，2022年電気化学秋季大会，電気化学会 [オンライン]，2022.09.08，[検索日 2024.11.08]，インターネット：<URL：https://abstracts.electrochem.jp/meeting/2022f.pdf> (SHIMURA, Jusuke; UEMORI, Miku; WATANABE, Hikari; SHITANDA, Isao; ITAGAKI, Masayuki; HAYASHI, Saori, “Observing How the Charging Current is Distributed to Each Cell Connected in Parallel”) 全文	1-10
A	JP 2020-114055 A (株式会社デンソー) 27.07.2020 (2020 - 07 - 27) 全文	1-10
A	JP 2016-63717 A (住友電気工業株式会社) 25.04.2016 (2016 - 04 - 25) 全文	1-10
A	虎井総一郎；数見昌弘，“電池状態推定技術と蓄電池システムの効率運用ソリューション”，横河技報，2017.07.26, Vol. 60, No.1, pp. 25-30 (TORAI, Soichiro; KAZUMI, Masahiro, “Technology for Estimating the Battery State and a Solution for the Efficient Operation of Battery Energy Storage Systems”, Yokogawa Technical Report) 特に，第25頁右欄第5行～第7行，第26頁左欄第25行～右欄第2行	1-10
A	JP 2018-160960 A (株式会社豊田自動織機) 11.10.2018 (2018 - 10 - 11) 全文	1-10

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/034035

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2020-114055	A	27.07.2020	(ファミリーなし)	
JP	2016-63717	A	25.04.2016	(ファミリーなし)	
JP	2018-160960	A	11.10.2018	(ファミリーなし)	