

(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
2020年2月6日(06.02.2020)



(10) 国際公開番号

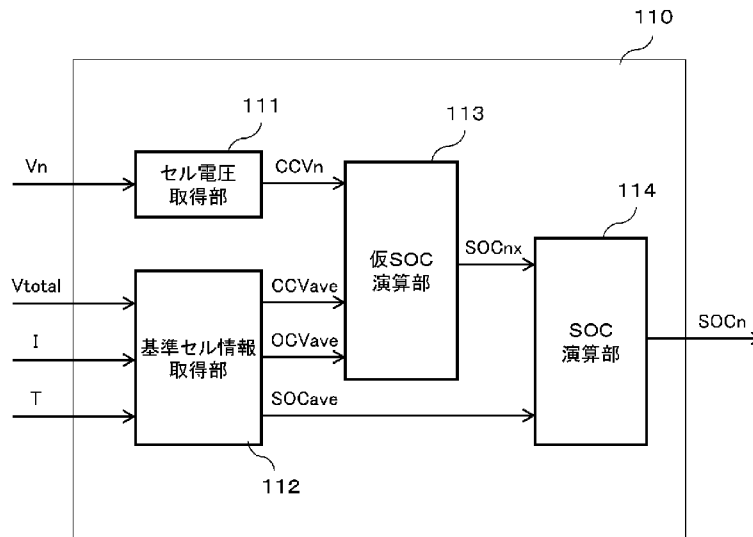
WO 2020/026509 A1

- (51) 国際特許分類:
G01R 31/396 (2019.01) *H01M 10/48* (2006.01)
G01R 31/36 (2019.01) *H02J 7/00* (2006.01)
H01M 10/42 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/011056
- (22) 国際出願日: 2019年3月18日(18.03.2019)
- (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 2018-142471 2018年7月30日(30.07.2018) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 和田 陽介(WADA, Yosuke); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).
大川 圭一郎(OHKAWA, Keiichiro); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人サンネクスト国際特許事務所(SUNNEXT INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1400002 東京都品川区東品川二丁目3番12号 シーフォートスクエア センタービルディング16階 Tokyo (JP).

(54) Title: CELL STATE ESTIMATION DEVICE AND CELL CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 電池状態推定装置、電池制御装置

【図3】



- 111 Cell voltage acquisition unit
- 112 Reference cell information acquisition unit
- 113 Tentative SOC computation unit
- 114 SOC computation unit

(57) Abstract: This cell state estimation device connected to a battery pack in which a plurality of cells are connected in series, the cell state estimation device estimating the charging state of an object cell which is any of the plurality of cells, is provided with: a cell voltage acquisition unit for acquiring the result of measuring the closed-circuit voltage of the object cell; a reference cell information acquisition unit for setting a reference cell for the plurality of cells and acquiring the closed-circuit voltage and open-circuit voltage of the reference cell, and a reference SOC value representing the charging



WO 2020/026509 A1

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, 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, 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))

state of the reference cell; a tentative SOC computation unit for determining a tentative SOC value representing the tentative charging state of the object cell on the basis of the closed-circuit voltage of the object cell, and the closed-circuit voltage and open-circuit voltage of the reference cell; and an SOC computation unit for determining an SOC value representing the charging state of the object cell using the result of smoothing of the difference between the tentative SOC value and the reference SOC value.

(57) 要約 : 複数のセルを直列に接続した組電池と接続され、前記複数のセルのいずれかを対象セルとして前記対象セルの充電状態を推定する電池状態推定装置は、前記対象セルの閉回路電圧の測定結果を取得するセル電圧取得部と、前記複数のセルに対して基準セルを設定し、前記基準セルの閉回路電圧および開回路電圧と、前記基準セルの充電状態を表す基準SOC値とを取得する基準セル情報取得部と、前記対象セルの閉回路電圧と、前記基準セルの閉回路電圧および開回路電圧とに基づいて、前記対象セルの仮の充電状態を表す仮SOC値を求める仮SOC演算部と、前記仮SOC値と前記基準SOC値の差分を平滑化処理した結果を用いて、前記対象セルの充電状態を表すSOC値を求めるSOC演算部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：電池状態推定装置、電池制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、電池状態推定装置および電池制御装置に関する。

背景技術

[0002] リチウム二次電池、ニッケル水素電池、鉛電池、電気二重層キャパシタなどの蓄電手段を用いた装置、例えば電池システム、分散型電力貯蔵装置、電気自動車においては、蓄電手段を安全かつ有効に使用するため、蓄電手段の状態を検知する状態検知装置が用いられている。蓄電手段の状態としては、どの程度まで充電されているか、あるいはどの程度放電可能な電荷量が残っているのかを示す充電状態（SOC：State of Charge）、どの程度まで劣化しているのかを示す健康状態（SOH：State of Health）などがある。

[0003] 携帯機器用や電気自動車等の電池システムにおけるSOCは、満充電からの放電電流を積算し、最大限充電可能な電荷量（全容量）に対し、蓄電手段に残っている電荷量（残存容量）の比を算出することにより検出することができる。その他、電池の両端電圧（開回路電圧）と電池の残存容量の関係をあらかじめデータテーブルなどに定義しておき、これを参照して現在の残存容量を算出することにより、SOCを検出することもできる。さらには、これら手法を組み合わせることでSOCを求めることもできる。

[0004] 下記の特許文献1には、バッテリーパックに含まれた複数のセルをバランスングする装置であって、それぞれのセルの電圧を測定して現在のセル電圧と過去のセル電圧を含む電圧変化挙動によってそれぞれのセルの開放電圧を推定する開放電圧推定手段と、前記開放電圧からそれぞれのセルのSOCを推定するSOC推定手段と、推定されたそれぞれのセルのSOCを比べてバランスングを要するセルを選択し、選択されたセルに対応するバランスング回路を制御してセルのSOCをバランスングするセルバランス手段と、を含むことを特徴とするバッテリーセルの電圧変化挙動を用いたセルバランス装

置が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特表2011-530697号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記特許文献1に記載されている技術では、各セルの開放電圧を推定するために、各セルの温度測定や、セル電圧に対する変化挙動と開放電圧変化量との間の相関関係を定義した数学的モデル、それぞれのセルの温度に対応する補正ファクターなどが必要となる。したがって、これらを実現するためのハードウェア構成が複雑となり、製造コストの増加につながる。

本発明は、従来技術における上記課題を解決するため、低コストで高精度に電池の充電状態を推定可能な電池状態推定装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明による電池状態推定装置は、複数のセルを直列に接続した組電池と接続され、前記複数のセルのいずれかを対象セルとして前記対象セルの充電状態を推定する装置であって、前記対象セルの閉回路電圧の測定結果を取得するセル電圧取得部と、前記複数のセルに対して基準セルを設定し、前記基準セルの閉回路電圧および開回路電圧と、前記基準セルの充電状態を表す基準SOC値とを取得する基準セル情報取得部と、前記対象セルの閉回路電圧と、前記基準セルの閉回路電圧および開回路電圧とに基づいて、前記対象セルの仮の充電状態を表す仮SOC値を求める仮SOC演算部と、前記仮SOC値と前記基準SOC値の差分を平滑化处理した結果を用いて、前記対象セルの充電状態を表すSOC値を求めるSOC演算部と、を備える。

本発明による電池制御装置は、電池状態推定装置と、前記電池状態推定装置が求めた各セルのSOC値に基づいて、前記組電池のバランスを制御

するバランス制御装置と、を備える。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、低コストで高精度に電池の充電状態を推定可能な電池状態推定装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の一実施形態に係る電池システムの構成を示すブロック図である。

[図2]計測部と組電池の詳細を示すブロック図である。

[図3]本発明の第1の実施形態に係る電池状態推定装置の詳細を示す機能ブロック図である。

[図4]本発明の第1の実施形態に係る電池状態推定装置の処理フローを示す図である。

[図5]OCVとSOCとの関係を示す図である。

[図6]本発明の第2の実施形態に係る電池状態推定装置の詳細を示す機能ブロック図である。

[図7]本発明の第2の実施形態に係る電池状態推定装置の処理フローを示す図である。

[図8]本発明の第3の実施形態に係る電池状態推定装置の詳細を示す機能ブロック図である。

[図9]本発明の第3の実施形態に係る電池状態推定装置の処理フローを示す図である。

[図10]本発明の第4の実施形態に係る電池状態推定装置の処理フローを示す図である。

[図11]本発明の第5の実施形態に係る電池状態推定装置の詳細を示す機能ブロック図である。

[図12]本発明の第5の実施形態に係る電池状態推定装置の処理フローを示す図である。

[図13]本発明の第6の実施形態に係る電池システムの構成を示すブロック図

である。

発明を実施するための形態

[0010] (第1の実施形態)

図1は、本発明の一実施の形態に係る電池システム1000の構成を示すブロック図である。電池システム1000は、組電池400が蓄積している電荷を外部装置に電力として供給するシステムであり、電池制御装置100、計測部200、出力部300を備えている。電池システム1000が電力を供給する対象としては、例えば電気自動車やハイブリッド自動車、電車などが考えられる。

[0011] 組電池400は、例えばリチウムイオン二次電池などの充放電可能な電池である。その他、ニッケル水素電池、鉛電池、電気二重層キャパシタなどの電力貯蔵機能を有するデバイスに対しても、本発明を適用することができる。本実施形態では、組電池400は、複数の単電池セル（以下、単に「セル」と称する）を直列に接続して構成されている。

[0012] 計測部200は、組電池400の物理特性、例えば組電池400を構成する各セルの両端電圧であるセル電圧 V_n ($n=1\sim N_{max}$ 、ただし N_{max} は組電池400の全セル数)、組電池400全体の両端電圧である総電圧 V_{total} 、組電池400の各セルに共通して流れる電流である電池電流 I 、組電池400の温度を表す電池温度 T などを計測する機能部であり、各値を計測するセンサ、必要な電気回路などによって構成されている。なお、後述するように電池状態の推定には組電池400の内部抵抗 R も必要であるが、本実施の形態では、電池状態推定装置110において、その他の計測パラメータを用いて算出する。

[0013] 出力部300は、電池制御装置100の出力を外部装置（例えば、電気自動車が備える車両制御装置などの上位装置）に対して出力する機能部である。

[0014] 電池制御装置100は、組電池400の動作を制御する装置であり、電池状態推定装置110と記憶部120とを備える。

- [0015] 電池状態推定装置 110 は、計測部 200 により計測されたセル電圧 V_n 、総電圧 V_{total} 、電池電流 I 、電池温度 T と、記憶部 120 に格納されている組電池 400 の特性情報とに基づいて、組電池 400 の各セルの SOC を算出する。SOC の算出手法の詳細については後述する。
- [0016] 記憶部 120 は、組電池 400 の各セルの内部抵抗 R 、分極電圧 V_p 、充電効率、許容電流、全容量などの、あらかじめ知ることができる特性情報を記憶している。この特性情報は、充電・放電の動作別に値を個別に記憶するようにしてもよいし、充電状態や温度など、各セルの状態毎に値を個別に記憶するようにしてもよいし、各セルのあらゆる状態に共通した 1 つの値を記憶するようにしてもよい。
- [0017] 電池制御装置 100 および電池状態推定装置 110 は、その機能を実現する回路デバイスなどのハードウェアを用いて構成することができる。また、その機能を実装したソフトウェアを、CPU (Central Processing Unit) などの演算装置が実行することによって構成することもできる。後者の場合は、当該ソフトウェアは例えば記憶部 120 に格納される。
- [0018] 記憶部 120 は、フラッシュメモリ、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)、磁気ディスクなどの記憶装置を用いて構成される。記憶部 120 は、電池状態推定装置 110 の外部に設けてもよいし、電池状態推定装置 110 の内部に備えるメモリ装置として実現してもよい。記憶部 120 は、取り外し可能にしてもよい。取り外し可能にした場合、記憶部 120 を取り替えることによって、特性情報とソフトウェアを簡単に変更することができる。また、記憶部 120 を複数有し、特性情報とソフトウェアを取り替え可能な記憶部 120 に分散させて格納することにより、特性情報とソフトウェアを小単位毎に更新することができる。
- [0019] 図 2 は、計測部 200 と組電池 400 の詳細を示すブロック図である。図 2 に示すように、計測部 200 は、セル電圧測定部 210、総電圧測定部 211、電流測定部 212、温度測定部 213 を有する。組電池 400 では、複数のセル 401 が直列に接続されている。

- [0020] セル電圧測定部210は、各セル401の正極および負極に接続されており、各セル401のセル電圧 V_n を測定して電池状態推定装置110へ出力する。なお、セル電圧測定部210は、全てのセル401のセル電圧を測定可能な一つのハードウェアで構成してもよい。あるいは、セル401を所定の個数ごとにグループ分けし、各グループに対応する複数のハードウェアを組み合わせてセル電圧測定部210を構成してもよい。
- [0021] 総電圧測定部211は、組電池400において最上位（最高電位）側に接続されているセル401の正極と、組電池400において最下位（最低電位）側に接続されているセル401の負極との間に接続されており、組電池400の総電圧 V_{total} を測定して電池状態推定装置110へ出力する。
- [0022] 電流測定部212は、組電池400に流れる電流を測定し、電池電流 I として電池状態推定装置110へ出力する。すなわち、組電池400において全てのセル401は直列に接続されているため、電流測定部212は組電池400に流れる電流を測定することで、各セル401に共通で流れる電池電流 I を測定することができる。
- [0023] 温度測定部213は、組電池400に設けられた温度センサを含んで構成されており、電池温度 T を測定して電池状態推定装置110へ出力する。温度測定部213において温度センサは、組電池400を構成する複数のセル401のうち、いずれか任意のセル401に対応する位置に設置されている。例えば、当該セル401に温度センサを直接取り付けてもよいし、当該セル401の近傍に温度センサを設置してもよい。また、温度センサは一つでもよいし、別々のセル401に取り付けられた複数の温度センサを組み合わせて使用してもよい。
- [0024] 図3は、本発明の第1の実施形態に係る電池状態推定装置110の詳細を示す機能ブロック図である。本実施形態の電池状態推定装置110は、セル電圧取得部111、基準セル情報取得部112、仮SOC演算部113、SOC演算部114の各機能ブロックを有しており、組電池400の各セル401に対する充電状態の推定結果を、セル充電状態 SOC_n ($n=1\sim Nm$

a x) として出力する。これらの各機能ブロックは、例えば電池状態推定装置 110 を構成するハードウェアや、CPU が実行するソフトウェアとして実現される。

[0025] セル電圧取得部 111 は、組電池 400 が通電状態であるときに計測部 200 が計測した各セル 401 のセル電圧 V_n を取得することで、各セル 401 の閉回路電圧 (CCV) の測定結果を取得する。そして、取得した各セル 401 の CCV の値を CCV_n ($n=1 \sim N_{max}$) として出力する。

[0026] 基準セル情報取得部 112 は、組電池 400 を構成する複数のセル 401 に対して基準セルを設定し、この基準セルの閉回路電圧 (CCV) および開回路電圧 (OCV) と、基準セルの充電状態を表す基準 SOC 値とを取得する。本実施形態では、基準セル情報取得部 112 は、組電池 400 が通電状態であるときに計測部 200 が計測した総電圧 V_{total} 、電池電流 I および電池温度 T に基づいて、組電池 400 全体での各セル 401 の CCV、OCV および SOC の平均値を、基準セルの CCV、OCV および基準 SOC 値として取得する。そして、取得したこれらの値を、 CCV_{ave} 、 OCV_{ave} 、 SOC_{ave} としてそれぞれ出力する。なお、基準セル情報取得部 112 による CCV_{ave} 、 OCV_{ave} 、 SOC_{ave} の算出方法については後述する。

[0027] 仮 SOC 演算部 113 は、セル電圧取得部 111 から入力される CCV_n と、基準セル情報取得部 112 から入力される CCV_{ave} および OCV_{ave} とに基づいて、各セル 401 の仮の充電状態を表す仮 SOC 値を求める。そして、各セル 401 に対して求めた仮 SOC 値を SOC_{nx} ($n=1 \sim N_{max}$) として出力する。なお、仮 SOC 演算部 113 による SOC_{nx} の算出方法については後述する。

[0028] SOC 演算部 114 は、仮 SOC 演算部 113 から入力される SOC_{nx} と、基準セル情報取得部 112 から入力される SOC_{ave} とに基づいて、各セル 401 の充電状態を表す SOC 値を求める。そして、各セル 401 に対して求めた SOC 値に基づいて、セル充電状態 SOC_n を出力する。なお

、SOC演算部114によるSOC_nの算出方法については後述する。

[0029] 図4は、本発明の第1の実施形態に係る電池状態推定装置110の処理フローを示す図である。本実施形態の電池状態推定装置110は、組電池400が通電状態であるときに、所定の処理周期ごとに図4に示す処理フローを実行することで、各セル401の充電状態を推定する。

[0030] ステップS10では、基準セル情報取得部112により、組電池400の1セル当たりの平均セル電圧CCV_{ave}を算出する。ここでは基準セル情報取得部112は、計測部200から総電圧V_{total}を取得して組電池400のセル数で除算することにより、CCV_{ave}を算出する。そして、算出したCCV_{ave}の値を仮SOC演算部113に出力する。

[0031] ステップS20では、基準セル情報取得部112により、組電池400の平均セル充電状態SOC_{ave}と、組電池400の非通電時の1セル当たりの平均セル電圧OCV_{ave}とを算出する。ここでは基準セル情報取得部112は、例えば、過去のある時点における組電池400全体での既知のSOCの値と、計測部200から取得した電池電流Iの積算結果とに基づき、組電池400全体でのSOCを求め、これをSOC_{ave}とする。そして、記憶部120に記憶されている特性情報に含まれる組電池400全体でのOCVとSOCの関係を用いて、算出したSOC_{ave}に対応する組電池400のOCVの値を求め、そのOCVの値を組電池400のセル数で除算することにより、OCV_{ave}を算出する。そして、算出したOCV_{ave}とSOC_{ave}の値を、仮SOC演算部113とSOC演算部114にそれぞれ出力する。

[0032] あるいは、ステップS20において基準セル情報取得部112は、計測部200から取得した電池温度Tに基づいて組電池400全体での抵抗値を推定し、これとステップS10で求めたCCV_{ave}に基づいてOCV_{ave}を算出してもよい。この場合、記憶部120に記憶されている特性情報に含まれる組電池400全体でのOCVとSOCの関係を用いて、OCV_{ave}の算出結果からSOC_{ave}を算出することができる。これ以外にも、基準

セル情報取得部 112 は任意の方法を用いて、SOC_{ave} および OCV_{ave} を算出することができる。

[0033] 電池状態推定装置 110 は、ステップ S30～S90 の処理を、組電池 400 の各セル 401 を対象として順次実行する。以下では、n 番目のセル 401 (n=1～N_{max}) を対象セルとしてステップ S30～S90 で実行される処理の内容を具体例として説明する。

[0034] ステップ S30 では、セル電圧取得部 111 により、計測部 200 から対象セルのセル電圧 CCV_n を取得する。そして、算出した CCV_n の値を仮 SOC 演算部 113 に出力する。

[0035] ステップ S40 では、仮 SOC 演算部 113 により、対象セルと基準セルとのセル電圧差 ΔV_n を算出する。ここでは仮 SOC 演算部 113 は、ステップ S30 でセル電圧取得部 111 より入力された対象セルのセル電圧 CCV_n から、ステップ S10 で基準セル情報取得部 112 より入力された平均セル電圧 CCV_{ave} を減算することにより、セル電圧差 ΔV_n を算出する。すなわち、ステップ S40 においてセル電圧差 ΔV_n は以下の式 (1) で求められる。

$$\Delta V_n = CCV_n - CCV_{ave} \quad \dots (1)$$

[0036] ステップ S50 では、仮 SOC 演算部 113 により、対象セルの仮の OCV の値である OCV_{nx} を算出する。ここでは仮 SOC 演算部 113 は、ステップ S40 で算出したセル電圧差 ΔV_n にステップ S20 で算出した OCV_{ave} を加算することにより、OCV_{nx} を算出する。すなわち、ステップ S50 において OCV_{nx} は以下の式 (2) で求められる。

$$OCV_{nx} = \Delta V_n + OCV_{ave} \quad \dots (2)$$

[0037] ステップ S60 では、仮 SOC 演算部 113 により、ステップ S50 で算出した OCV_{nx} を SOC の値に変換することで、対象セルの仮の SOC の値である SOC_{nx} を算出する。ここでは仮 SOC 演算部 113 は、記憶部 120 に記憶されている特性情報に含まれる各セルの OCV と SOC の関係を用いて、OCV_{nx} を SOC_{nx} に変換する。そして、算出した SOC_n

xの値をSOC演算部114に出力する。

[0038] 図5は、各セルの開回路電圧OCVとSOCとの関係を示す図である。この対応関係は組電池400における各セル401の特性によって定まるものであり、記憶部120には、その対応関係を定義するデータがSOCテーブルとして予め格納されている。仮SOC演算部113は、ステップS50で算出したOCV_nxをキーにしてSOCテーブルを参照することにより、対象セルの仮のSOCであるSOC_nxを算出することができる。

[0039] なお、ステップS50で算出されるOCV_nxは、通電時における対象セルのセル電圧CCV_nから求められたセル電圧差ΔV_nを用いて算出されたものである。ステップS60で対象セルの仮のSOCとして算出されるSOC_nxは、このOCV_nxから求められたものである。そのため、SOC_nxは、セル電圧測定部210の測定誤差や、対象セルのCCV_nと電池電流Iとの測定タイミングの差、各セルの内部抵抗の差（個体差、温度差、劣化状態の差など）を含んでおり、正確ではない。そこで本実施形態では、以下で説明する演算をSOC演算部114において行うことで、SOC_nxから対象セルの正確なSOCを求めるようにしている。

[0040] ステップS70では、SOC演算部114により、基準セルに対する対象セルのSOCの仮の差分値ΔSOC_nxを算出する。ここではSOC演算部114は、ステップS60で仮SOC演算部113から入力されたSOC_nxの値から、ステップS20で基準セル情報取得部112から入力されたSOC_{ave}の値を減算することにより、ΔSOC_nxを算出する。すなわち、ステップS70においてΔSOC_nxは以下の式(3)で求められる。

$$\Delta SOC_{n}x = SOC_{n}x - SOC_{ave} \quad \dots (3)$$

[0041] ステップS80では、SOC演算部114により、ステップS70で算出した仮の差分値ΔSOC_nxを平滑化処理することで、基準セルに対する対象セルのSOCの実差分値ΔSOC_nを算出する。ステップS80で行われる平滑化処理とは、仮の差分値ΔSOC_nxの処理周期ごとの変動をならして滑らかにすることで、仮の差分値ΔSOC_nxに含まれる誤差やノイズを

低減して実差分値 ΔSOC_n を算出する処理である。具体的には、例えば移動平均処理や、ローパスフィルタ、カルマンフィルタ等の所定のデジタルフィルタを用いたフィルタ処理などにより、ステップS80の平滑化処理が実現される。

[0042] ステップS80で平滑化処理として行われる移動平均処理の一例を以下に説明する。移動平均数を N とし、所定の処理周期ごとに得られた仮の差分値 ΔSOC_{nx} の値を $\Delta SOC_{nx}(i)$ (i は1以上の自然数)とすると、直近の処理で得られた仮の差分値 $\Delta SOC_{nx}(t)$ に対する平滑化処理後の実差分値 ΔSOC_n は、以下の式(4)で求められる。ただし式(4)において、 $t > N$ である。

$$\Delta SOC_n = \{ \Delta SOC_{nx}(t-N) + \Delta SOC_{nx}(t-(N-1)) + \dots + \Delta SOC_{nx}(t-1) + \Delta SOC_{nx}(t) \} / N \quad \cdot \cdot \cdot (4)$$

[0043] なお、上記では $\Delta SOC_{nx}(i)$ の各値に対して重み付けをしない単純移動平均の例を説明したが、新しい値ほど重み付けを大きくする加重移動平均により、平滑化処理を行ってもよい。その場合、線形加重移動平均、指数移動平均、修正移動平均、三角移動平均等の任意の処理手法に従って、各値の重み付けを決定することができる。

[0044] ステップS90では、SOC演算部114により、ステップS80の平滑化処理の結果を用いて、対象セルのSOC値を算出する。ここではSOC演算部114は、ステップS20で基準セル情報取得部112から入力された SOC_{ave} の値に、ステップS80で求められた平滑化処理後の実差分値 ΔSOC_n を加算することで、対象セルのSOC値である SOC_n を算出する。すなわち、ステップS90において SOC_n は以下の式(5)で求められる。

$$SOC_n = SOC_{ave} + \Delta SOC_n \quad \cdot \cdot \cdot (5)$$

[0045] ステップS90で対象セルに対する SOC_n を算出したら、ステップS30に戻り、S30~S90の処理を繰り返す。全てのセル401を対象セル

としてS30～S90の処理を実施できたら、電池状態推定装置110は図4の処理フローを終了する。

[0046] 前述のように、ステップS60の処理で対象セルの正確なSOCの値をSOC_nとして算出するのは、各種の誤差要因から困難である。一方、組電池400が通電状態のときには、各セル401において同一の電流が流れているため、各セル401間のSOC差は安定しているという性質がある。そこで、本実施形態ではこうした性質を利用して、前述の式(3)で求められる仮の差分値ΔSOC_nに対して平滑化処理を実施することで実差分値ΔSOC_nを求め、この実差分値ΔSOC_nを用いて、上記の式(5)により対象セルのSOCの値を算出している。したがって、複雑な演算処理や複雑なハードウェア構成を必要とせず、簡単な処理で正確に対象セルのSOCの値を求めることができる。

[0047] 以上説明した本発明の第1の実施形態によれば、以下(1)～(3)の作用効果を奏する。

[0048] (1) 電池状態推定装置110は、複数のセル401を直列に接続した組電池400と接続され、複数のセル401のいずれかを対象セルとして対象セルの充電状態を推定する装置である。電池状態推定装置110は、セル電圧取得部111と、基準セル情報取得部112と、仮SOC演算部113と、SOC演算部114とを備える。セル電圧取得部111は、対象セルの閉回路電圧CCV_nの測定結果を取得する(ステップS30)。基準セル情報取得部112は、複数のセル401に対して基準セルを設定し、基準セルの閉回路電圧CCV_{ave}および開回路電圧OCV_{ave}と、基準セルの充電状態を表す基準SOC値であるSOC_{ave}とを取得する(ステップS10、S20)。仮SOC演算部113は、対象セルの閉回路電圧CCV_nと、基準セルの閉回路電圧CCV_{ave}および開回路電圧OCV_{ave}とに基づいて、対象セルの仮の充電状態を表す仮SOC値であるSOC_nを求める(ステップS40～S60)。SOC演算部114は、SOC_nとSOC_{ave}の差分ΔSOC_nを平滑化処理した結果を用いて、対象セルの充電状

態を表すSOC値であるSOC_nを求める（ステップS70～S90）。このようにしたので、低コストで高精度に組電池400の各セル401の充電状態を推定可能な電池状態推定装置110を提供することができる。

[0049] (2) ステップS80で実施される平滑化処理は、移動平均処理および所定のデジタルフィルタを用いたフィルタ処理の少なくともいずれかを含むことができる。このようにすれば、SOC_n_xとSOC_{ave}の差分ΔSOC_n_xにおける時間変化量を確実に低減し、SOC_nを求める際に必要な平滑化処理後の実差分値ΔSOC_nを適切かつ容易に算出することが可能となる。

[0050] (3) 基準セル情報取得部112は、ステップS10、S20において、複数のセル401の閉回路電圧および充電状態の平均値であるCCV_{ave}およびSOC_{ave}を、基準セルの閉回路電圧および基準SOC値としてそれぞれ取得するとともに、取得したSOC_{ave}に基づいて、基準セルの開回路電圧としてのOCV_{ave}を求める。このようにしたので、各セル401の個体差や、各セル401においてランダムに生じる測定誤差等を相殺しつつ、基準セルの閉回路電圧、開回路電圧および基準SOC値を容易に取得することができる。

[0051] (第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。本実施形態では、電池状態推定装置110において、第1の実施形態とは異なる方法で平滑化処理を行い、対象セルのSOCを算出する例を説明する。なお、本実施形態に係る電池システム1000の構成や、計測部200および組電池400の構成は、図1、図2でそれぞれ説明したものと同様であるため、以下では説明を省略する。

[0052] 図6は、本発明の第2の実施形態に係る電池状態推定装置110の詳細を示す機能ブロック図である。本実施形態の電池状態推定装置110は、第1の実施形態で説明したセル電圧取得部111、基準セル情報取得部112、仮SOC演算部113、SOC演算部114の各機能ブロックに加えて、さらに重み係数演算部115を有している。

[0053] 重み係数演算部 115 は、組電池 400 が通電状態であるときに計測部 200 が計測した電池電流 I および電池温度 T に基づいて、重み係数 W を算出する。この重み係数 W は、重み係数演算部 115 から SOC 演算部 114 に出力され、SOC 演算部 114 において平滑化処理を行う際に利用される。なお、重み係数演算部 115 による重み係数 W の算出方法については後述する。

[0054] 図 7 は、本発明の第 2 の実施形態に係る電池状態推定装置 110 の処理フローを示す図である。本実施形態の電池状態推定装置 110 は、組電池 400 が通電状態であるときに、所定の処理周期ごとに図 7 に示す処理フローを実行することで、各セル 401 の充電状態を推定する。

[0055] ステップ S10～S60 では、第 1 の実施形態で説明したのと同様の処理をそれぞれ実施する。

[0056] ステップ S61 では、重み係数演算部 115 により、重み係数 W を算出する。重み係数演算部 115 は、対象セルに流れる電流を表す電池電流 I の絶対値と、対象セルの内部抵抗値とに基づいて、例えば以下の式 (6) により重み係数 W を算出する。式 (6) において、 R は対象セルの内部抵抗値を表し、 $G1$ 、 $G2$ は重み係数 W を用いた平滑化処理の挙動を特徴付けるための挙動係数をそれぞれ表す。なお、挙動係数 $G1$ 、 $G2$ と平滑化処理の挙動との関係については後述する。

$$W = 1 / \{ (1 + |I| \times R \times G2) \times G1 \} \quad \dots (6)$$

[0057] 対象セルの内部抵抗 R は、記憶部 120 に予め特性情報として格納されている。内部抵抗 R は、対象セルの充電状態や電池温度 T などに応じて異なるので、これらの組合せ毎に個別の値が記憶部 120 に格納されている。本実施形態では、内部抵抗 R と電池温度 T との対応関係を定義する特性情報が抵抗テーブルとして格納されている。重み係数演算部 115 は、電池温度 T に基づいて、抵抗テーブルから内部抵抗 R を取得し、式 (6) を用いて重み係数 W を算出する。

[0058] ステップ S61 で重み係数演算部 115 により重み係数 W が算出されると

、ステップS70では、SOC演算部114により、第1の実施形態で説明したのと同様に、基準セルに対する対象セルのSOCの仮の差分値 ΔSOC_{nx} を算出する。

[0059] ステップS80では、SOC演算部114により、ステップS70で算出した仮の差分値 ΔSOC_{nx} を平滑化処理することで、基準セルに対する対象セルのSOCの実差分値 ΔSOC_n を算出する。ここで、本実施形態におけるSOC演算部114は、ステップS61で重み係数演算部115により算出された重み係数Wを用いて、今回の処理で得られた平滑化処理前の仮の差分値 ΔSOC_{nx} と、前回の処理で得られて対象セルのSOC値の演算に用いられた平滑化処理後の実差分値 ΔSOC_n とを重み付け加算することで、平滑化処理を行う。具体的には、今回の処理における平滑化処理後の実差分値を $\Delta SOC_n(t)$ 、前回の処理における平滑化処理後の実差分値を $\Delta SOC_n(t-1)$ とそれぞれ表すと、以下の式(7)により $\Delta SOC_n(t)$ を算出する。

$$\Delta SOC_n(t) = W \times \Delta SOC_{nx} + (1 - W) \times \Delta SOC_n(t - 1) \quad \dots (7)$$

[0060] ステップS80で重み係数Wを用いた平滑化処理を行うことにより実差分値 ΔSOC_n を算出したら、ステップS90ではその結果を用いて、前述の式(5)により、対象セルのSOC値である SOC_n を算出する。ステップS90で対象セルに対する SOC_n を算出したら、第1の実施形態と同様にステップS30に戻り、S30～S90の処理を繰り返す。全てのセル401を対象セルとしてS30～S90の処理を実施できたら、電池状態推定装置110は図7の処理フローを終了する。

[0061] ここで、重み係数Wにおける挙動係数G1、G2と平滑化処理の挙動との関係について以下に説明する。挙動係数G1は、前述の式(6)の全体に係る係数であり、平滑化処理の安定性と更新頻度に関係する。具体的には、挙動係数G1の値が小さいと、式(7)で計算される実差分値 $\Delta SOC_n(t)$ の安定性が低下する一方で、更新頻度が向上する。その結果、処理周期ご

とに算出される対象セルのSOC_nの変動幅が大きくなる代わりに、実際のSOCの変化に対する追従性が高くなる。反対に、挙動係数G₁の値が大きいと、式(7)で計算される実差分値ΔSOC_nの安定性が向上する一方で、更新頻度が低下する。その結果、処理周期ごとに算出される対象セルのSOC_nの変動幅が小さくなる代わりに、実際のSOCの変化に対する追従性が低くなる。本実施形態では、例えば1以上の値であり、かつ100などの所定値以下の値が挙動係数G₁として設定される。

[0062] また、挙動係数G₂は、前述の式(6)のうち電池電流Iの絶対値に係る係数であり、平滑化処理に対する電池電流Iの影響度に関係する。具体的には、挙動係数G₂の値が小さいと、式(7)で計算される実差分値ΔSOC_n(t)が電池電流Iから受ける影響度が低くなる。その結果、処理周期ごとに算出される対象セルのSOC_nの挙動は、電池電流Iの影響を受けにくくなる。反対に、挙動係数G₂の値が大きいと、式(7)で計算される実差分値ΔSOC_n(t)が電池電流Iから受ける影響度が高くなる。その結果、処理周期ごとに算出される対象セルのSOC_nは、電池電流Iの絶対値が大きければ安定性が高くなり、電池電流Iの絶対値が小さければ更新頻度が高くなる。ただし、通常であれば電池電流Iの絶対値が大きい期間が長期にわたって連続することはないため、挙動係数G₂の値をある程度大きくしても、対象セルのSOC_nについて適切な更新頻度を確保することができる。本実施形態では、例えば0以上の値が挙動係数G₂として設定される。

[0063] 本実施形態の電池状態推定装置110では、上記の挙動係数G₁、G₂の値として、例えば組電池400の各セル401の特性に応じた値を予め記憶部120に記憶している。なお、電池温度Tや電池電流I、各セル401の劣化度合いなどに応じて変化する挙動係数G₁、G₂の値をマップ情報として記憶部120に記憶しておき、このマップ情報を参照して挙動係数G₁、G₂の値を決定してもよい。

[0064] 以上説明した本発明の第2の実施形態によれば、第1の実施形態で説明した(1)～(3)に加えて、さらに以下(4)の作用効果を奏する。

[0065] (4) 電池状態推定装置110は、対象セルに流れる電池電流 I の絶対値と、対象セルの内部抵抗値 R とに基づいて、重み係数 W を算出する重み係数演算部115を備える。ステップS80で実施される平滑化処理に含まれる移動平均処理は、今回のSOC n_x とSOC ave の仮の差分 $\Delta SOC n_x$ と、対象セルの前回のSOC値の演算に用いた平滑化処理後の実差分 $\Delta SOC n(t-1)$ とを、式(7)により重み係数 W を用いて重み付け加算する処理である。このようにしたので、対象セルのSOC値の演算精度を向上することができる。

[0066] (第3の実施形態)

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。本実施形態では、電池状態推定装置110において、平滑化処理の実施に対する電池電流 I の許容値を設定し、この許容値を超える電流が組電池400に流れている場合は、平滑化処理を実施しないようにする例を説明する。なお、本実施形態に係る電池システム1000の構成や、計測部200および組電池400の構成は、図1、図2でそれぞれ説明したものと同様であるため、以下では説明を省略する。

[0067] 図8は、本発明の第3の実施形態に係る電池状態推定装置110の詳細を示す機能ブロック図である。本実施形態の電池状態推定装置110は、第1の実施形態で説明したセル電圧取得部111、基準セル情報取得部112、仮SOC演算部113、SOC演算部114の各機能ブロックを有しており、電池電流 I がSOC演算部114にも入力される。これ以外の点では、第1の実施形態における図3の機能ブロックと同様である。

[0068] 本実施形態において、SOC演算部114は、電池電流 I に基づいて平滑化処理を実施するか否かを判断する。平滑化処理を実施しないと判断した場合、SOC演算部114は、各セル401に対して前回の処理で求められたSOCの値をそのまま保持し、今回の処理結果として用いる。

[0069] 図9は、本発明の第3の実施形態に係る電池状態推定装置110の処理フローを示す図である。本実施形態の電池状態推定装置110は、組電池40

0が通電状態であるときに、所定の処理周期ごとに図9に示す処理フローを実行することで、各セル401の充電状態を推定する。

[0070] ステップS10～S20では、第1の実施形態で説明したのと同様の処理をそれぞれ実施する。

[0071] ステップS21では、SOC演算部114により、電池電流Iの絶対値が所定の電流閾値I_{th}より大きいかなんかを判定する。電池電流Iの絶対値が電流閾値I_{th}を超えていればステップS22へ進み、そうでなければステップS30に進む。

[0072] ステップS21からステップS30に進んだ場合、ステップS30～S90では、組電池400の各セル401を対象セルとして、第1の実施形態で説明したのと同様の処理をそれぞれ実施する。全てのセル401を対象セルとしてS30～S90の処理を実施できたら、電池状態推定装置110は図9の処理フローを終了する。

[0073] 一方、ステップS21からステップS22に進んだ場合、ステップS22では、SOC演算部114により、前回の処理で求められた各セルのSOCの値を保持する。この場合、SOC演算部114は平滑化処理を行わない。ステップS22の処理を実行したら、電池状態推定装置110は図9の処理フローを終了する。

[0074] 以上説明した本発明の第3の実施形態によれば、第1の実施形態で説明した(1)～(3)に加えて、さらに以下(5)の作用効果を奏する。

[0075] (5) SOC演算部114は、対象セルに流れる電池電流Iの絶対値が所定値を超えるときには、平滑化処理を行わずに前回のSOC値を保持する。このようにしたので、対象セルに大きな電流が流れており、そのため対象セルの内部抵抗の誤差に応じてセル電圧取得部111により取得されるセル電圧CCV_nの誤差が大きくなるときには、平滑化処理を実施しないようにして、対象セルのSOC値の演算精度を向上することができる。

[0076] なお、以上説明した第3の実施形態では、対象セルに流れる電池電流Iの絶対値が所定値を超えるときに、平滑化処理を行わずに前回のSOC値を保

持するようにしたが、これ以外の条件を用いて平滑化処理の有無を判断することも可能である。例えば、対象セルに流れる電池電流 I の時間変化量を測定し、その絶対値が所定値を超えるとときに、平滑化処理を行わずに前回の SOC 値を保持してもよい。このようにしても、上記 (5) と同様の作用効果を奏することができる。さらに別の条件を用いて平滑化処理の有無を判断してもよい。

[0077] (第4の実施形態)

次に、本発明の第4の実施形態について説明する。本実施形態では、電池状態推定装置 110 において、SOC 演算部 114 で求められた平滑化処理後の実差分値 ΔSOC_n が急変したか否かを判断し、急変したと判断した場合にはその変化量を制限する変化量制限処理を実施する例を説明する。なお、本実施形態に係る電池システム 1000 の構成や、計測部 200 および組電池 400 の構成や、電池状態推定装置 110 の機能ブロックは、図 1 ~ 図 3 でそれぞれ説明したものと同様であるため、以下では説明を省略する。

[0078] 図 10 は、本発明の第4の実施形態に係る電池状態推定装置 110 の処理フローを示す図である。本実施形態の電池状態推定装置 110 は、組電池 400 が通電状態であるときに、所定の処理周期ごとに図 10 に示す処理フローを実行することで、各セル 401 の充電状態を推定する。

[0079] ステップ S10 ~ S80 では、第1の実施形態で説明したのと同様の処理をそれぞれ実施する。

[0080] ステップ S81 では、SOC 演算部 114 により、ステップ S80 で算出した平滑化処理後の実差分値 ΔSOC_n が所定の差分閾値 S_{th} より大きい
か否かを判定する。実差分値 ΔSOC_n が差分閾値 S_{th} を超えていればステップ S82 へ進み、そうでなければステップ S90 に進む。

[0081] ステップ S81 からステップ S82 に進んだ場合、ステップ S82 では、ステップ S80 で算出した平滑化処理後の実差分値 ΔSOC_n を差分閾値 S_{th} に置き換える。これにより、平滑化処理後の実差分値 ΔSOC_n が差分閾値 S_{th} 以下となるように制限する。ステップ S82 の処理を実施したら

、SOC演算部114は、差分閾値 S_{th} で置き換えられた制限後の実差分値 ΔSOC_n を用いてステップS90の処理を実行することで、対象セルのSOC値である SOC_n を算出する。

[0082] 全てのセル401を対象セルとしてS30～S90の処理を実施できたら、電池状態推定装置110は図10の処理フローを終了する。

[0083] 以上説明した本発明の第4の実施形態によれば、第1の実施形態で説明した(1)～(3)に加えて、さらに以下(6)の作用効果を奏する。

[0084] (6) SOC演算部114は、平滑化処理後の実差分値 ΔSOC_n を所定値以下に制限する変化量制限処理を行う。このようにしたので、複数のセル401が直列に接続された組電池400において実際には生じることがない ΔSOC_n の急変が測定誤差等により誤って算出されたときには、これを制限して、対象セルのSOC値の演算精度を向上することができる。

[0085] (第5の実施形態)

次に、本発明の第5の実施形態について説明する。前述の第1の実施形態では、電池状態推定装置110において、組電池400全体での各セル401のCCV、OCVおよびSOCの平均値を、基準セルのCCV、OCVおよびSOC値として取得する例を説明した。これに対して、以下に説明する第5の実施形態では、特定のセル401を基準セルとして設定し、その基準セルのCCV、OCVおよびSOC値を取得する例を説明する。なお、本実施形態に係る電池システム1000の構成や、計測部200および組電池400の構成は、図1、図2でそれぞれ説明したものと同様であるため、以下では説明を省略する。

[0086] 図11は、本発明の第5の実施形態に係る電池状態推定装置110の詳細を示す機能ブロック図である。本実施形態の電池状態推定装置110は、第1の実施形態で説明したセル電圧取得部111、基準セル情報取得部112、仮SOC演算部113、SOC演算部114の各機能ブロックを有している。

[0087] 本実施形態において、基準セル情報取得部112は、組電池400に含ま

れる複数のセル401のうち特定のセル401を基準セルに設定し、組電池400が通電状態であるときに計測部200が計測した当該基準セルのセル電圧 V_{ref} と、電池電流 I および電池温度 T とを取得する。そして、取得したセル電圧 V_{ref} を基準セルの閉回路電圧(CCV)を表す基準セル電圧 CCV_{ref} として出力する。さらに、取得したセル電圧 V_{ref} 、電池電流 I および電池温度 T に基づいて、当該セル基準セルの開回路電圧(OCV)とSOC値を算出し、これらの算出結果を、基準セルの開回路電圧 OCV_{ref} および基準セル充電状態 SOC_{ref} としてそれぞれ出力する。

[0088] なお、基準セル情報取得部112では、OCVやSOCの値をなるべく高精度に取得可能なセル401を基準セルとすることが好ましい。例えば、温度測定部213における温度センサの設置位置に対応するセル401を基準セルとすることで、当該セル401の温度を正確に測定できるため、当該セル401のOCVを高精度に算出できる。また、そのOCVからSOCを高精度に算出できる。

[0089] あるいは、セル電圧取得部111によって所定の周期ごとにCCVが順次測定される組電池400の複数のセル401のうち、電池電流 I の測定タイミングに最も近いタイミングでCCVが測定されたセル401を、基準セルとしてもよい。このようにすれば、電池電流 I の測定タイミングと、当該セル401のCCVの測定タイミングとが略同期するため、下記の等価回路式(8)を用いて、当該セル401のCCVからOCVを高精度に算出できる。また、そのOCVからSOCを高精度に算出できる。

$$CCV = OCV \times I \times R \quad \dots (8)$$

[0090] なお、上記で説明した例以外にも、基準セル情報取得部112は任意のセル401を基準セルに設定し、その基準セルに対して CCV_{ref} 、 OCV_{ref} および SOC_{ref} を取得することができる。

[0091] 図12は、本発明の第5の実施形態に係る電池状態推定装置110の処理フローを示す図である。本実施形態の電池状態推定装置110は、組電池400が通電状態であるときに、所定の処理周期ごとに図12に示す処理フロ

一を実行することで、各セル401の充電状態を推定する。

[0092] ステップS10Aでは、基準セル情報取得部112により、基準セル電圧 CCV_{ref} を取得する。ここでは基準セル情報取得部112は、前述のような観点に基づいて組電池400の複数のセル401の中から予め設定された基準セルを選択し、その基準セルのセル電圧の測定結果を計測部200から取得する。そして、取得したセル電圧の値を基準セル電圧 CCV_{ref} として仮SOC演算部113に出力する。

[0093] ステップS20Aでは、基準セル情報取得部112により、基準セル充電状態 SOC_{ref} と、基準セルの非通電時のセル電圧 OCV_{ref} とを算出する。ここでは基準セル情報取得部112は、例えば、計測部200から取得した電池温度 T に基づいて基準セルの抵抗値 R を推定し、前述の等価回路式(8)を用いて、ステップS10Aで取得した CCV_{ref} に対応する OCV_{ref} を求める。そして、記憶部120に記憶されている特性情報に含まれる基準セルの OCV と SOC の関係を用いて、 OCV_{ref} の算出結果から SOC_{ref} を算出することができる。なお、他の方法で SOC_{ref} と OCV_{ref} をそれぞれ算出してもよい。いずれかの方法で SOC_{ref} と OCV_{ref} を算出できたら、基準セル情報取得部112は、算出した OCV_{ref} と SOC_{ref} の値を、仮SOC演算部113とSOC演算部114にそれぞれ出力する。

[0094] ステップS30において第1の実施形態で説明したのと同様の処理を実施した後、ステップS40Aでは、仮SOC演算部113により、対象セルと基準セルとのセル電圧差 ΔV_n を算出する。ここでは仮SOC演算部113は、ステップS30でセル電圧取得部111より入力された対象セルのセル電圧 CCV_n から、ステップS10Aで基準セル情報取得部112より入力された基準セル電圧 CCV_{ref} を減算することにより、セル電圧差 ΔV_n を算出する。すなわち、ステップS40Aにおいてセル電圧差 ΔV_n は以下の式(1A)で求められる。

$$\Delta V_n = CCV_n - CCV_{ref} \quad \dots (1A)$$

[0095] ステップS50Aでは、仮SOC演算部113により、対象セルの仮のOCVの値であるOCV_nxを算出する。ここでは仮SOC演算部113は、ステップS40Aで算出したセル電圧差ΔV_nにステップS20Aで算出したOCV_{ref}を加算することにより、OCV_nxを算出する。すなわち、ステップS50AにおいてOCV_nxは以下の式(2A)で求められる。

$$OCV_{n}x = \Delta V_{n} + OCV_{ref} \quad \dots (2A)$$

[0096] ステップS60において第1の実施形態で説明したのと同様の処理を実施した後、ステップS70Aでは、SOC演算部114により、基準セルに対する対象セルのSOCの仮の差分値ΔSOC_nxを算出する。ここではSOC演算部114は、ステップS60で仮SOC演算部113から入力されたSOC_nxの値から、ステップS20Aで基準セル情報取得部112から入力されたSOC_{ref}の値を減算することにより、ΔSOC_nxを算出する。すなわち、ステップS70AにおいてΔSOC_nxは以下の式(3A)で求められる。

$$\Delta SOC_{n}x = SOC_{n}x - SOC_{ref} \quad \dots (3A)$$

[0097] ステップS80において第1の実施形態で説明したのと同様の処理を実施した後、ステップS90Aでは、SOC演算部114により、ステップS80の平滑化処理の結果を用いて、対象セルのSOC値を算出する。ここではSOC演算部114は、ステップS20Aで基準セル情報取得部112から入力されたSOC_{ref}の値に、ステップS80で求められた平滑化処理後の実差分値ΔSOC_nを加算することで、対象セルのSOC値であるSOC_nを算出する。すなわち、ステップS90AにおいてSOC_nは以下の式(5A)で求められる。

$$SOC_{n} = SOC_{ref} + \Delta SOC_{n} \quad \dots (5A)$$

[0098] ステップS90Aで対象セルに対するSOC_nを算出したら、ステップS30に戻り、S30~S90Aの処理を繰り返す。全てのセル401を対象セルとしてS30~S90Aの処理を実施できたら、電池状態推定装置110は図12の処理フローを終了する。

[0099] 以上説明した本発明の第5の実施形態によれば、第1の実施形態で説明した(1)～(3)に加えて、さらに以下(7)の作用効果を奏する。

[0100] (7)組電池400には、複数のセル401の少なくともいずれか一つに対応する位置に温度センサが設置されている。基準セル情報取得部112は、温度センサの設置位置に対応するセル401を基準セルとする。あるいは、セル電圧取得部111は、所定の周期ごとに順次測定された組電池400の各セル401の閉回路電圧を対象セルの閉回路電圧 CCV_n として取得する。このとき、基準セル情報取得部112は、組電池400の複数のセル401のうち、電池電流 I の測定タイミングに最も近いタイミングで閉回路電圧が測定されたセル401を、基準セルとする。このようにしたので、基準セルの閉回路電圧 CCV_{ref} 、開回路電圧 OCV_{ref} および基準セル充電状態 SOC_{ref} を正確に取得することができる。

[0101] (第6の実施形態)

次に、本発明の第6の実施形態について説明する。本実施形態では、電池状態推定装置110による各セルのSOCの算出結果に基づいて、組電池400の各セルのバランスングを実施する電池システムの例を説明する。

[0102] 図13は、本発明の第6の実施形態に係る電池システム1000Aの構成を示すブロック図である。本実施形態の電池システム1000Aは、電池制御装置100A、計測部200、出力部300、組電池400、バランスング部500を備えている。なお、計測部200、出力部300および組電池400については、第1の実施形態で説明した電池システム1000のものとそれぞれ同じであるため、以下では説明を省略する。

[0103] 電池制御装置100Aは、組電池400の動作を制御する装置であり、電池状態推定装置110、記憶部120およびバランスング制御装置130を備える。電池状態推定装置110は、組電池400の各セルのSOCを算出する装置であり、第1～第5の各実施形態で説明したもののいずれかとしてすることができる。記憶部120は、第1の実施形態で説明したように、組電池400の各セルの内部抵抗 R 、分極電圧 V_p 、充電効率、許容電流、全容量

などの、あらかじめ知ることができる特性情報を記憶している。

[0104] バランシング制御装置130は、電池状態推定装置110が求めた各セルのSOC値に基づいて、各セルの放電時間を制御するための信号をバランシング部500に出力する。バランシング部500は、組電池400の各セルに対応してそれぞれ設けられた複数のバランシングスイッチ（不図示）を有している。各バランシングスイッチの動作は、バランシング制御装置130からの入力信号に応じて制御される。これにより、組電池400のバランシング制御が行われ、各セルのSOCのバラツキが抑制される。

[0105] 以上説明した本発明の第6の実施形態によれば、第1～第5の各実施形態で説明した(1)～(7)に加えて、さらに以下(8)の作用効果を奏する。

[0106] (8) 電池制御装置100Aは、電池状態推定装置110と、電池状態推定装置110が求めた各セルのSOC値に基づいて、組電池400のバランシングを制御するバランシング制御装置130とを備える。このようにしたので、電池状態推定装置110による各セルのSOCの算出結果を利用して、組電池400における各セルのバラツキを確実に低減することができる。

[0107] なお、以上説明した第1～第6の各実施形態は、任意に組み合わせてもよい。

[0108] 以上説明した各実施形態や各種変形例はあくまで一例であり、発明の特徴が損なわれない限り、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。また、上記では種々の実施形態や変形例を説明したが、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。

[0109] 次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国特許出願2018-142471（2018年7月30日出願）

符号の説明

[0110] 100…電池制御装置、
110…電池状態推定装置、

- 1 1 1 …セル電圧取得部、
- 1 1 2 …基準セル情報取得部、
- 1 1 3 …仮SOC演算部、
- 1 1 4 …SOC演算部、
- 1 1 5 …重み係数演算部、
- 1 2 0 …記憶部、
- 1 3 0 …balancing制御装置、
- 2 0 0 …計測部、
- 2 1 0 …セル電圧測定部、
- 2 1 1 …総電圧測定部、
- 2 1 2 …電流測定部、
- 2 1 3 …温度測定部、
- 3 0 0 …出力部、
- 4 0 0 …組電池、
- 4 0 1 …セル、
- 5 0 0 …balancing部、
- 1 0 0 0 …電池システム

請求の範囲

- [請求項1] 複数のセルを直列に接続した組電池と接続され、前記複数のセルのいずれかを対象セルとして前記対象セルの充電状態を推定する装置であって、
- 前記対象セルの閉回路電圧の測定結果を取得するセル電圧取得部と、
- 前記複数のセルに対して基準セルを設定し、前記基準セルの閉回路電圧および開回路電圧と、前記基準セルの充電状態を表す基準SOC値とを取得する基準セル情報取得部と、
- 前記対象セルの閉回路電圧と、前記基準セルの閉回路電圧および開回路電圧とに基づいて、前記対象セルの仮の充電状態を表す仮SOC値を求める仮SOC演算部と、
- 前記仮SOC値と前記基準SOC値の差分を平滑化処理した結果を用いて、前記対象セルの充電状態を表すSOC値を求めるSOC演算部と、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SOC演算部は、前記対象セルに流れる電流の絶対値が所定値を超えるときには、前記平滑化処理を行わずに前回の前記SOC値を保持する電池状態推定装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の電池状態推定装置において、
- 前記SOC演算部は、前記対象セルに流れる電流の時間変化量の絶対値が所定値を超えるときには、前記平滑化処理を行わずに前回の前記SOC値を保持する電池状態推定装置。
- [請求項4] 請求項1から3のいずれか一項に記載の電池状態推定装置において、
- 前記平滑化処理は、移動平均処理および所定のデジタルフィルタを用いたフィルタ処理の少なくともいずれかを含む電池状態推定装置。
- [請求項5] 請求項4に記載の電池状態推定装置において、

前記対象セルに流れる電流の絶対値と、前記対象セルの内部抵抗値とに基づいて、重み係数を算出する重み係数演算部を備え、

前記移動平均処理は、今回の前記差分と、前回の前記SOC値の演算に用いた平滑化処理後の前記差分とを、前記重み係数を用いて重み付け加算する処理である電池状態推定装置。

[請求項6] 請求項1から3のいずれか一項に記載の電池状態推定装置において

、

前記SOC演算部は、平滑化処理後の前記差分を所定値以下に制限する変化量制限処理を行う電池状態推定装置。

[請求項7] 請求項1から3のいずれか一項に記載の電池状態推定装置において

、

前記基準セル情報取得部は、前記複数のセルの閉回路電圧および充電状態の平均値を、前記基準セルの閉回路電圧および前記基準SOC値としてそれぞれ取得するとともに、取得した前記基準SOC値に基づいて前記基準セルの開回路電圧を求める電池状態推定装置。

[請求項8] 請求項1から3のいずれか一項に記載の電池状態推定装置において

、

前記組電池には、前記複数のセルの少なくともいずれか一つに対応する位置に温度センサが設置されており、

前記基準セル情報取得部は、前記温度センサの設置位置に対応するセルを前記基準セルとする電池状態推定装置。

[請求項9] 請求項1から3のいずれか一項に記載の電池状態推定装置において

、

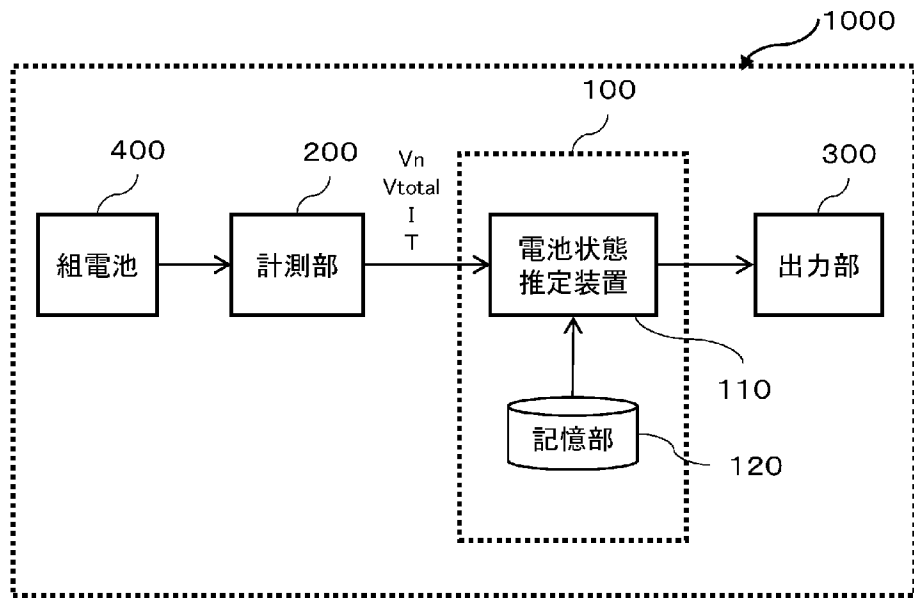
前記セル電圧取得部は、所定の周期ごとに順次測定された前記組電池の各セルの閉回路電圧を前記対象セルの閉回路電圧として取得し、

前記基準セル情報取得部は、前記複数のセルのうち、前記組電池に流れる電流の測定タイミングに最も近いタイミングで閉回路電圧が測定されたセルを、前記基準セルとする電池状態推定装置。

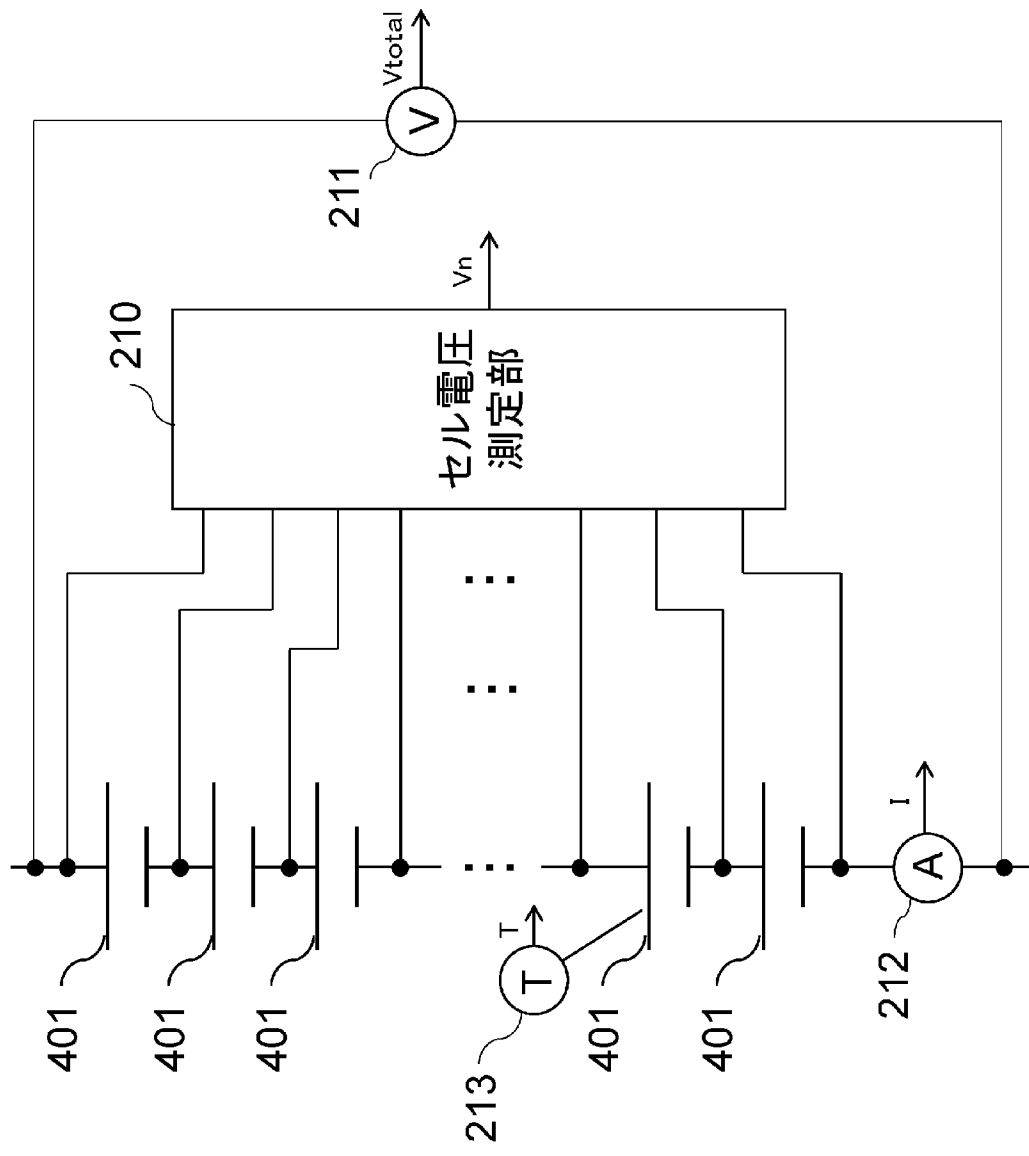
[請求項10] 請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の電池状態推定装置と、
前記電池状態推定装置が求めた各セルのSOC値に基づいて、前記
組電池のバランスを制御するバランス制御装置と、を備える
電池制御装置。

【図1】

【図1】



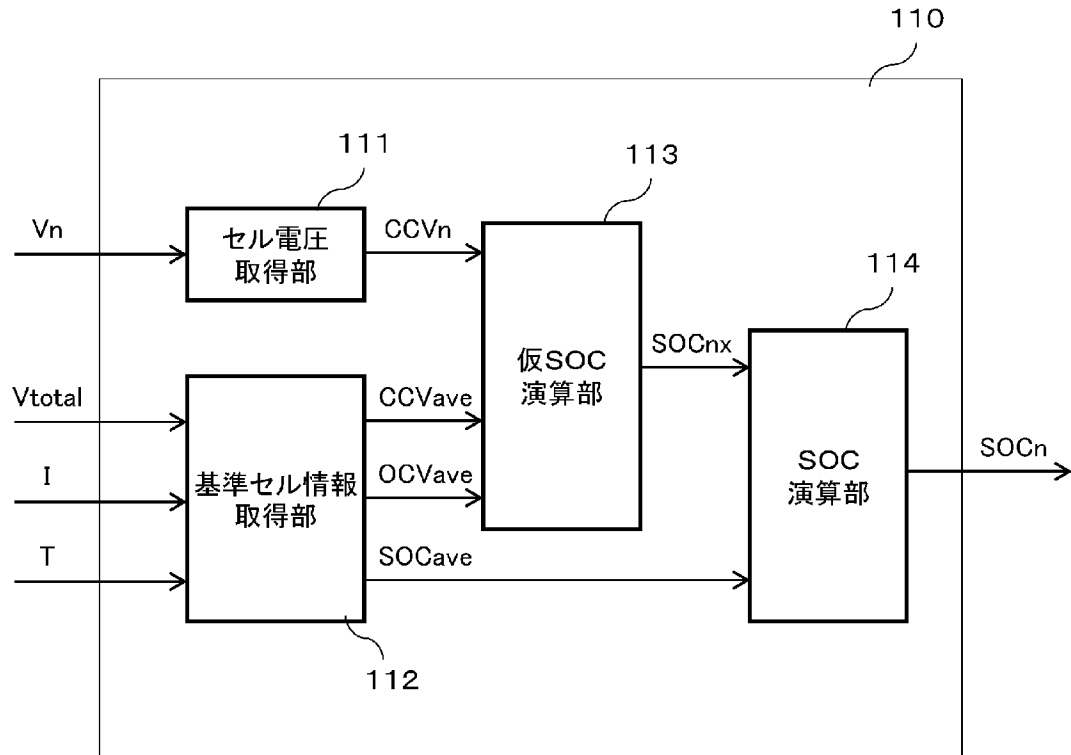
【図2】



【図2】

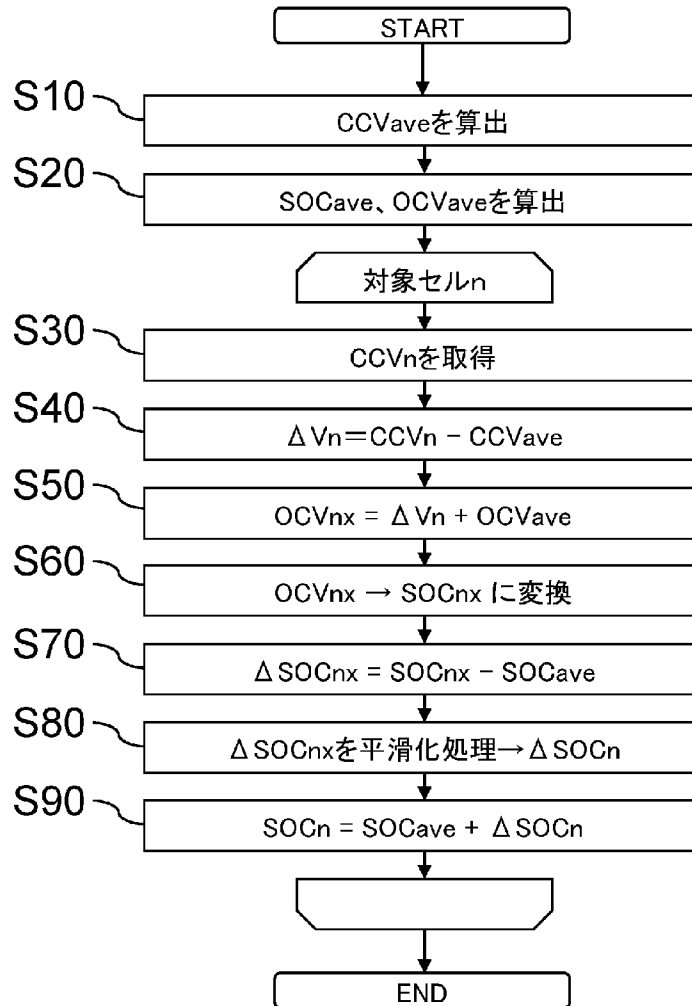
[図3]

【図3】



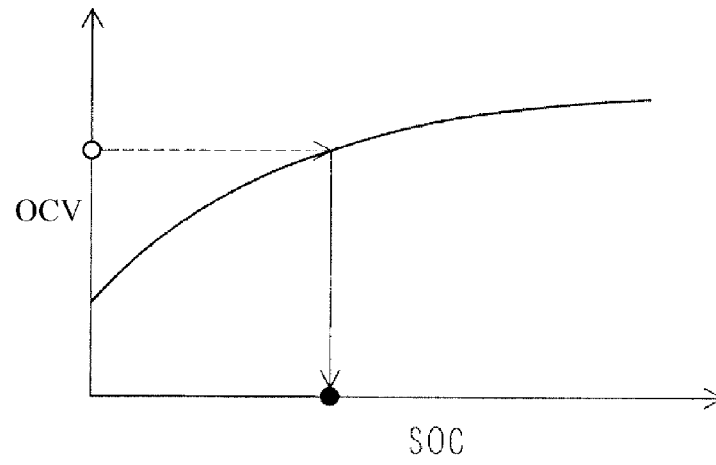
[図4]

【図4】



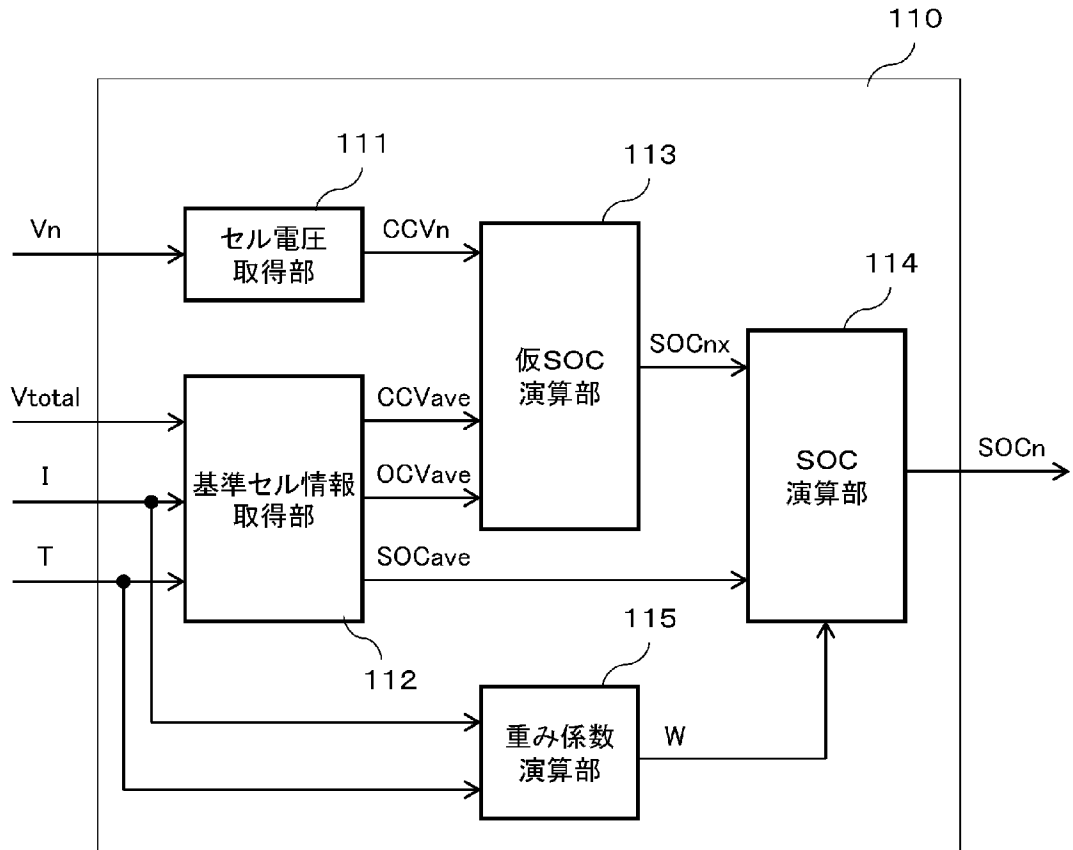
[圖5]

【圖5】



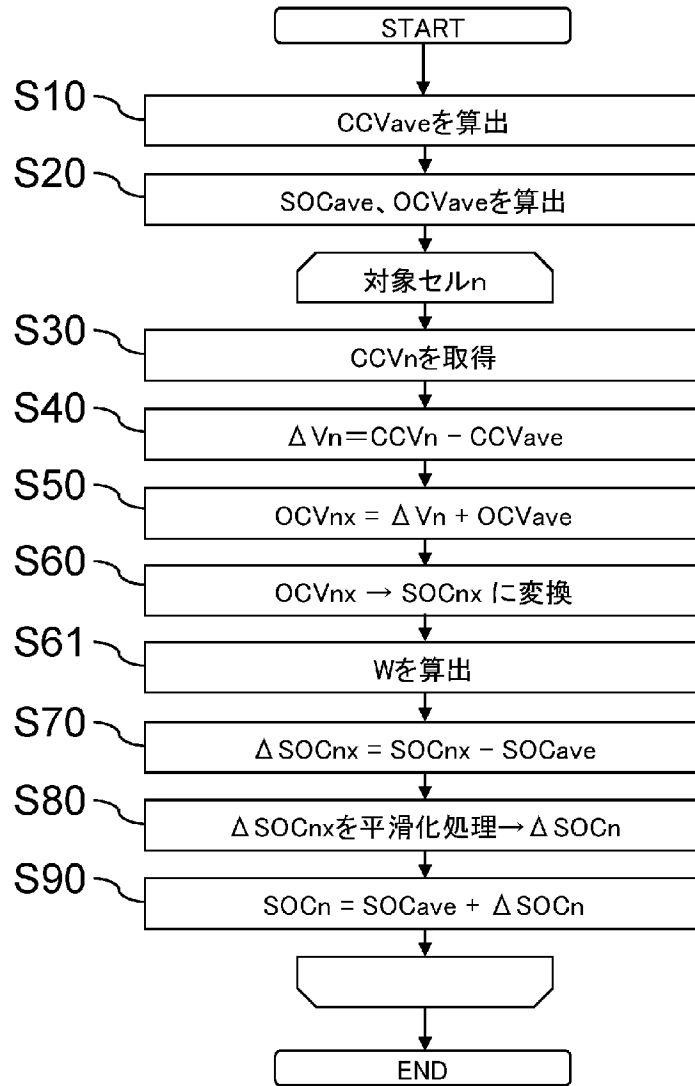
【図6】

【図6】



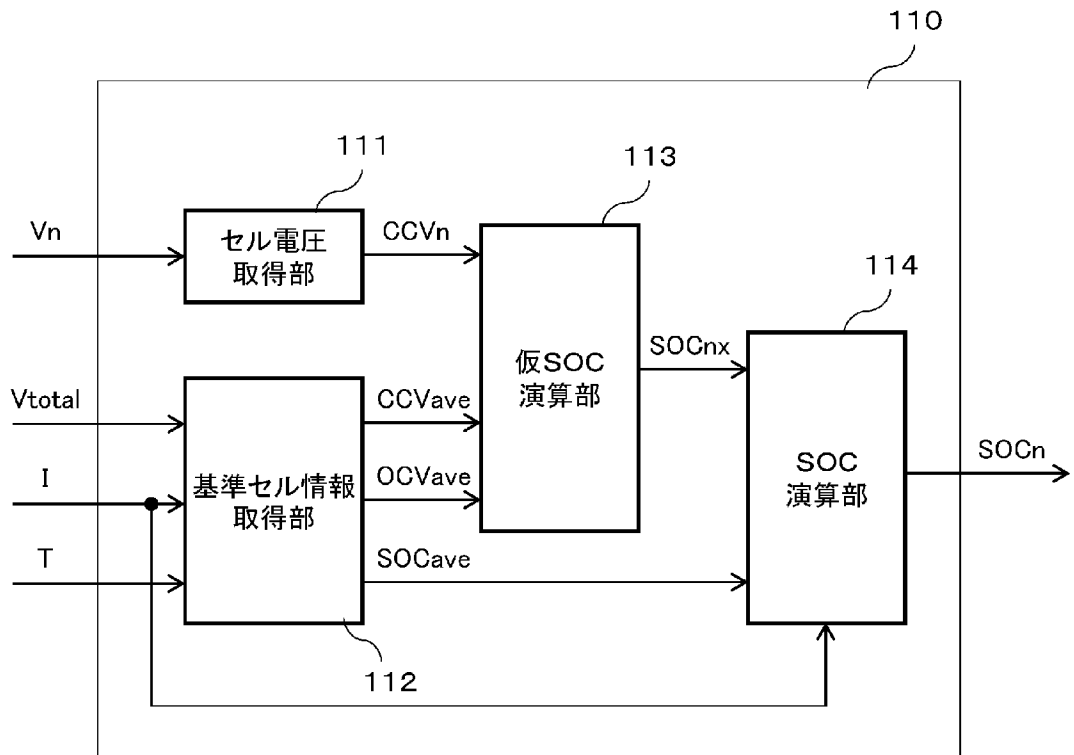
[図7]

【図7】

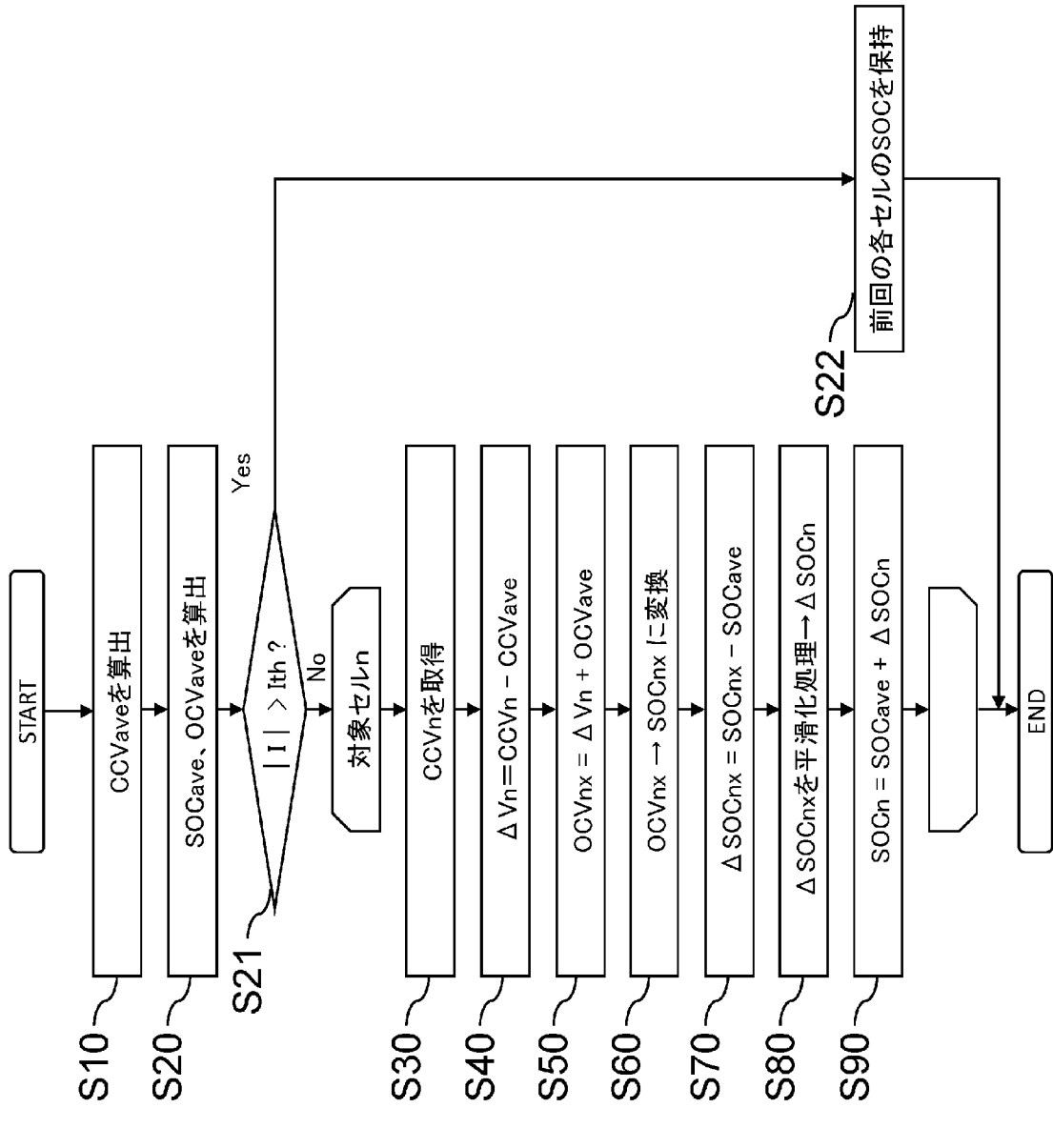


[図8]

【図8】

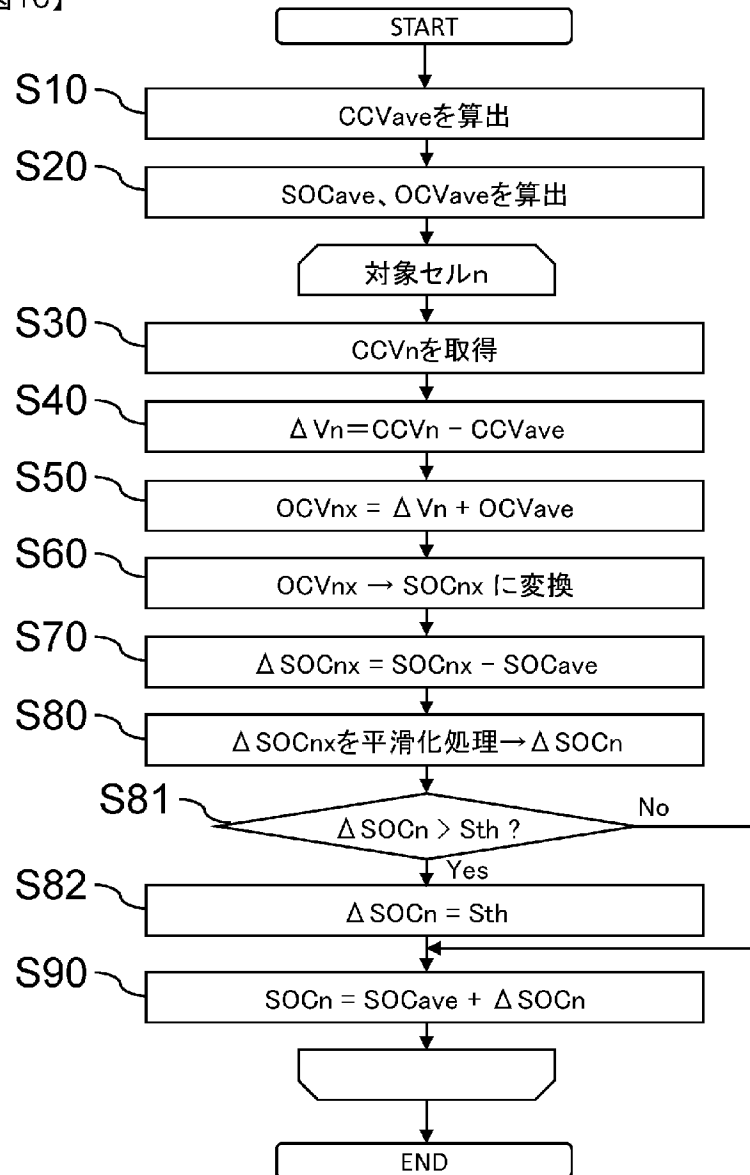


【図9】



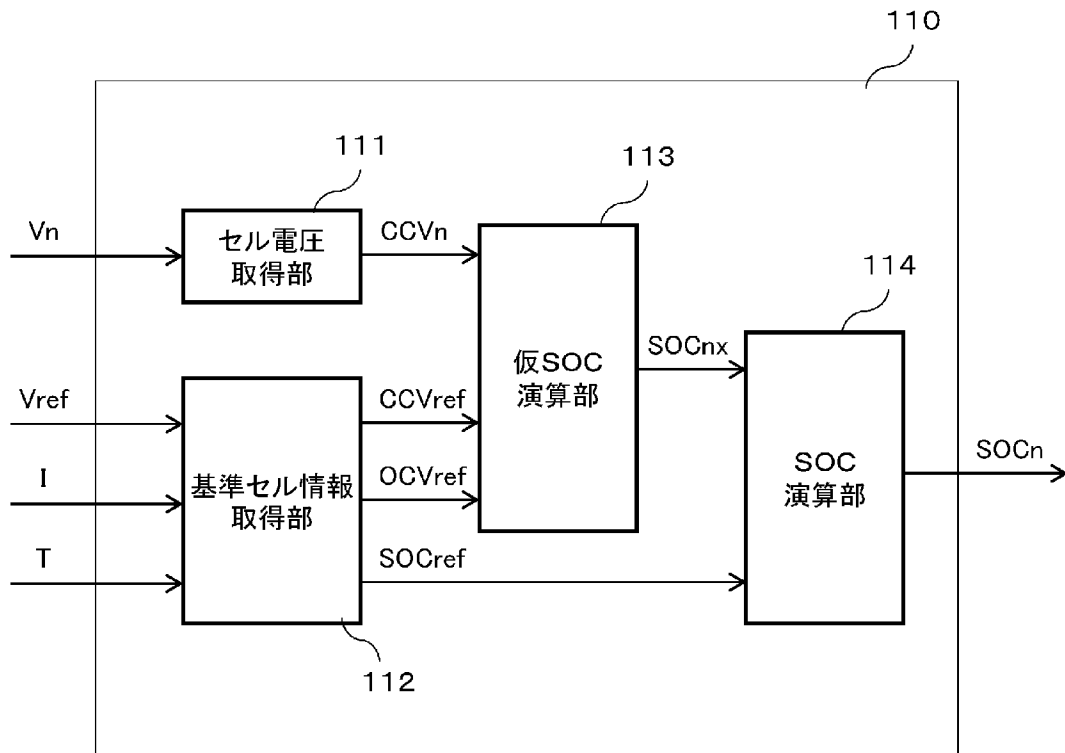
[図10]

【図10】



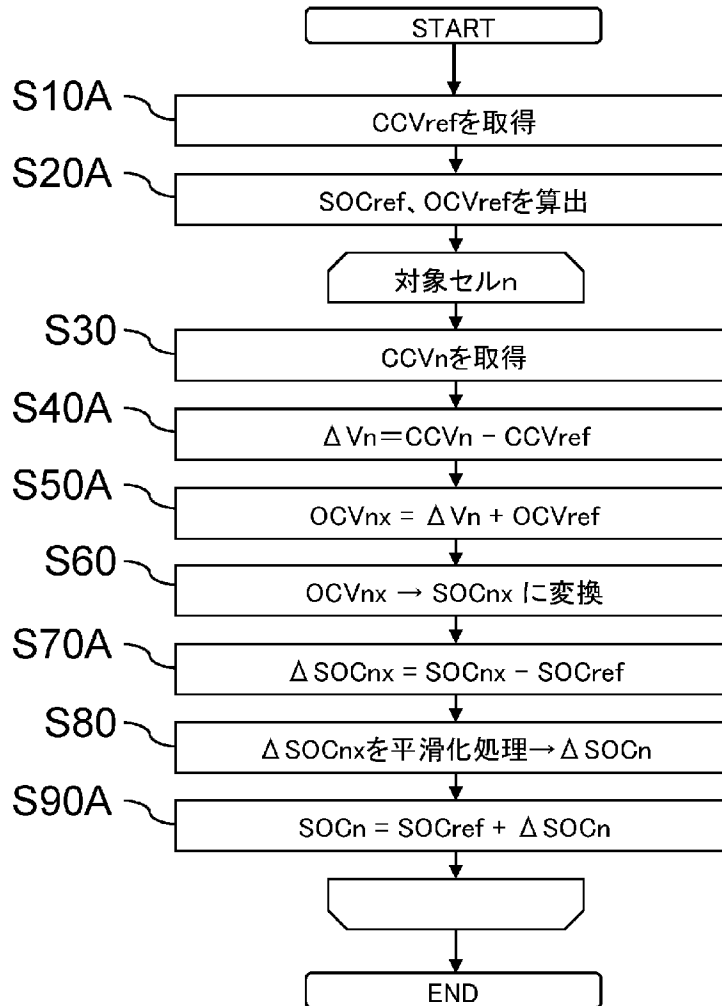
[図11]

【図11】



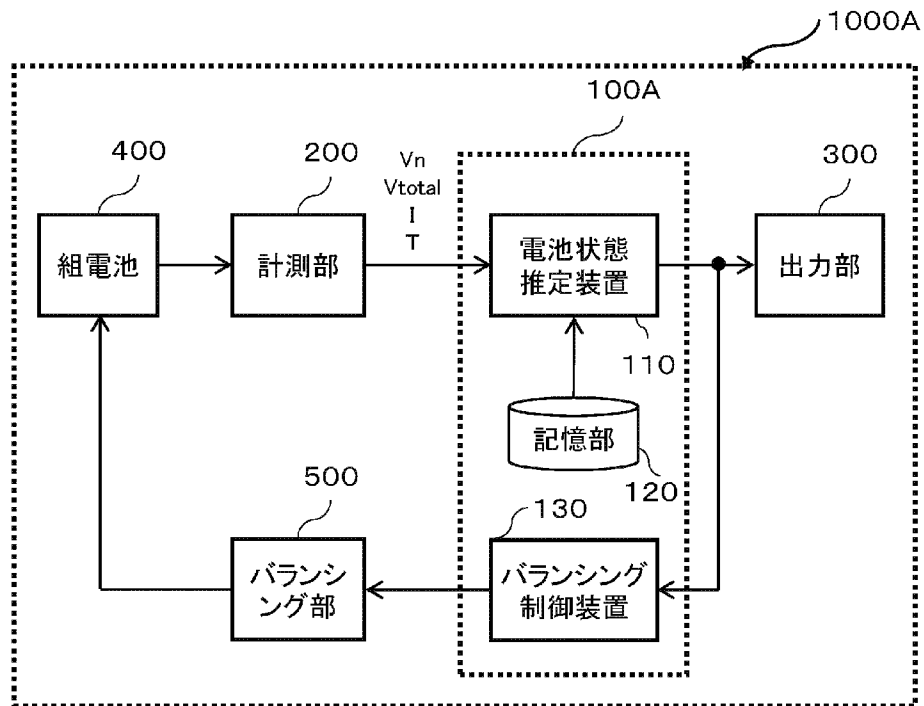
【図12】

【図12】



[図13]

【図13】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/011056

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G01R31/396(2019.01)i, G01R31/36(2019.01)i, H01M10/42(2006.01)i, H01M10/48(2006.01)i, H02J7/00(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)
Int.Cl. G01R31/396, G01R31/36, H01M10/42, H01M10/48, H02J7/00, G01R31/382, G01R31/385

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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	JP 2013-253857 A (CALSONIC KANSEI CORPORATION) 19 December 2013, paragraphs [0001], [0006], [0009], [0014]-[0045], fig. 1-2 (Family: none)	1-10
A	JP 2018-100841 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 28 June 2018, entire text All drawings & US 2018/0172776 A1, whole document & CN 108206311 A	1-10
A	JP 2005-331482 A (FUJI HEAVY INDUSTRIES LTD.) 02 December 2005, entire text all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2011-41452 A (TOSHIBA CORP.) 24 February 2011, entire text all drawings & US 2011/0011653 A1, whole document & EP 2276138 A2 & CN 102195310 A	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 24 May 2019 (24.05.2019)	Date of mailing of the international search report 04 June 2019 (04.06.2019)
---	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01R31/396(2019.01)i, G01R31/36(2019.01)i, H01M10/42(2006.01)i, H01M10/48(2006.01)i, H02J7/00(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（IPC））

Int.Cl. G01R31/396, G01R31/36, H01M10/42, H01M10/48, H02J7/00, G01R31/382, G01R31/385

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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	JP 2013-253857 A（カルソニックカンセイ株式会社） 2013.12.19, 段落 [0001], [0006], [0009], [0014] - [0045], [図1] - [図2] (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2018-100841 A（トヨタ自動車株式会社） 2018.06.28, 全文全図 & US 2018/0172776 A1, Whole document & CN 108206311 A	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 | 「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 |
| 「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 | 「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 |
| 「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） | 「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 |
| 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | 「&」 同一パテントファミリー文献 |
| 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | |

国際調査を完了した日

24.05.2019

国際調査報告の発送日

04.06.2019

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ISA/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）

永井 皓喜

2S

5701

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 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	JP 2005-331482 A (富士重工業株式会社) 2005. 12. 02, 全文全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2011-41452 A (株式会社東芝) 2011. 02. 24, 全文全図 & US 2011/0011653 A1, Whole document & EP 2276138 A2 & CN 102195310 A	1-10