

(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1月30日(30.01.2020)

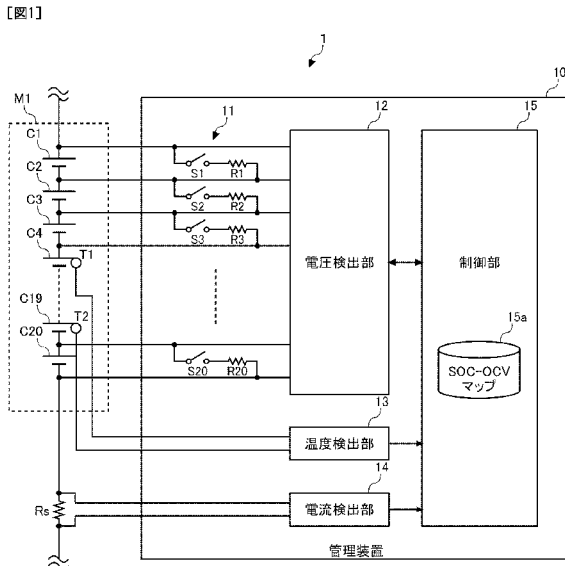


(10) 国際公開番号
WO 2020/021889 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 10/48 (2006.01) H01M 10/44 (2006.01)
B60L 58/22 (2019.01) H02J 7/00 (2006.01)
G01R 31/36 (2019.01) H02J 7/02 (2016.01)
G01R 31/396 (2019.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/023182
- (22) 国際出願日: 2019年6月12日(12.06.2019)
- (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 2018-139367 2018年7月25日(25.07.2018) JP
- (71) 出願人: パナソニックIPマネジメント株式会社(PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 板倉 佑輔(ITAKURA Yusuke). 楊 長輝(YANG Changhui). 西川 慎哉(NISHIKAWA Shinya). 渡邊 透(WATANABE Tohru).
- (74) 代理人: 鎌田 健司, 外(KAMATA Kenji et al.); 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 パナソニックIPマネジメント株式会社内 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, 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,

(54) Title: MANAGEMENT DEVICE AND POWER SUPPLY SYSTEM

(54) 発明の名称: 管理装置、及び電源システム



10 Management device
 12 Voltage detection unit
 13 Temperature detection unit
 14 Current detection unit
 15 Control unit
 15a SOC-OCV map

(57) **Abstract:** According to the present invention, a control unit executes equalization processing and cell abnormality determination processing. The equalization processing equalizes the capacities of a plurality of cells. The cell abnormality determination processing: calculates, for the voltages detected for the plurality of cells, the voltage difference at each of a first time and a second time between the voltage detected for a detection target cell and a representative voltage that is based on the voltage detected for at least one comparison target cell; and, when the difference between the two voltage differences is at or above a threshold value, determines the detection target cell to be abnormal. When executing the cell abnormality determination processing during the equalization processing, the control unit applies compensation values to the voltages detected for equalization processing target cells and then calculates the voltage difference for the second time. The compensation values correspond to the voltage changes caused by the energy transferred between the equalization processing target cells between the first time and the second time as a result of the equalization processing.

WO 2020/021889 A1

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))

(57) 要約 : 制御部は、複数のセル間の容量を均等化する均等化処理、及び複数のセルの検出電圧の内、比較対象とする少なくとも1つのセルの検出電圧にもとづく代表電圧と、検出対象とする1つのセルの検出電圧との電圧差を第1時刻と第2時刻にそれぞれ算出し、2つの電圧差の差分が閾値以上のとき、検出対象のセルを異常と判定するセル異常判定処理を実行する。制御部は、均等化処理中にセル異常判定処理を実行する場合、均等化処理の対象セルの検出電圧に、第1時刻から第2時刻の間の均等化処理による前記対象セルのエネルギー移動に基づく電圧変化分に対応する補償値を付与した後、第2時刻の電圧差を算出する。

明 細 書

発明の名称：管理装置、及び電源システム

技術分野

[0001] 本発明は、蓄電モジュールに含まれる複数のセルを管理するための管理装置、及び電源システムに関する。

背景技術

[0002] 近年、リチウムイオン電池やニッケル水素電池等の二次電池が様々な用途で使用されている。例えば、EV(Electric Vehicle)、HEV(Hybrid Electric Vehicle)、PHV(Plug-in Hybrid Vehicle)の走行用モータに電力を供給することを目的とする車載(電動自転車を含む)用途、ピークシフト、バックアップを目的とした蓄電用途、システムの周波数安定化を目的としたFR(Frequency Regulation)用途等に使用されている。

[0003] 一般的に、リチウムイオン電池では電力効率の維持および安全性担保の観点から、直列接続された複数のセル間において容量を均等化する均等化処理が実行される。均等化処理の方式としてはパッシブ方式が主流である。パッシブ方式は、直列接続された複数のセルにそれぞれ放電抵抗を接続し、最も電圧が低いセルの電圧に、他のセルの電圧を合わせようとして他のセルを放電する。

[0004] ところで、リチウムイオン電池等の二次電池では、セパレータのずれによる正極と負極の接触、電池内への異物混入による導回路の発生等に起因して、電池内において微小短絡が発生することがある。微小短絡は過熱の原因となり、微小短絡の状態から、異物の向きの変化等により、完全短絡の状態に移行する場合もある。

[0005] 微小短絡の検出方法として、組電池内の全セルの平均電圧と各セルの電圧との電圧差が継続的に拡大しているときに、対象のセルを異常と判定する手法がある。しかしながら、均等化処理中はセルの放電により、上記電圧差の拡大が妨げられる。均等化処理中の放電電流の大きさによっては、微小短絡

による上記電圧差の拡大が全て打ち消されてしまい、微小短絡を検出できなくなる場合もある。

[0006] 均等化処理によるエネルギー移動によるセル電圧の降下と、微小短絡によるセル電圧の降下を区別するのは困難であり、均等化処理中は微小短絡の検出処理を停止させるのが一般的であった。

[0007] これに対して、セルの異常を検出する検出装置の休止期間の前後で、容量調整（均等化）時間の変化量が、微小短絡を示す閾値より大きい場合に、微小短絡が発生していると判定する手法が提案されている。即ち、検出装置が休止している期間は、充放電電流を積算することができず、休止期間中に生じたセルの異常を検出することができないため、休止前後の容量調整時間の変化量が閾値を超えるか否かにより異常を判定するものである（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2013-117410号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、均等化処理による容量調整時間を利用するため、異常判定を実施するタイミングが均等化処理後に限定され、異常判定のタイミングが遅れる。従って、セルの異常発生から異常の検出までに時間を要する。また、休止期間中の微小短絡を検出するために専用の演算処理を必要とし、非休止期間の判定と異なるプロセスで異常を判定する。パラメータ数や演算量が多くなり、複雑化する。

[0010] 本発明はこうした状況に鑑みなされたものであり、その目的は、均等化処理中か否かに関わらず、セルの異常を共通の判定基準で高精度に判定することができる技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 上記課題を解決するために、本発明のある態様の特徴とする管理装置は、直列接続された複数のセルのそれぞれの電圧を検出する電圧検出部と、（１）前記複数のセルの検出電圧をもとに、前記複数のセル間の容量を均等化する均等化処理、及び（２）前記複数のセルの検出電圧の内、比較対象とする少なくとも１つのセルの検出電圧にもとづく代表電圧と、検出対象とする１つのセルの検出電圧との電圧差を第１時刻と第２時刻にそれぞれ算出し、２つの電圧差の差分が閾値以上のとき、前記検出対象のセルを異常と判定するセル異常判定処理を実行する制御部と、を備える。前記制御部は、前記均等化処理中に前記セル異常判定処理を実行する場合、前記均等化処理の対象セルの検出電圧に、前記第１時刻から前記第２時刻の間の前記均等化処理による前記対象セルのエネルギー移動に基づく電圧変化分に対応する補償値を付与した後、前記第２時刻の前記電圧差を算出する。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、均等化処理中か否かに関わらず、セルの異常を共通の判定基準で高精度に判定することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施の形態に係る電源システムを説明するための図である。

[図2]図2（a）－（b）は、正常セルと、微小短絡セルを比較した図である。

[図3]本発明の実施の形態に係る管理装置による、微小短絡の検出方法の第１の参考例を示すフローチャートである。

[図4]本発明の実施の形態に係る管理装置による、微小短絡の検出方法の第２の参考例を示すフローチャートである。

[図5]図5（a）、（b）は、均等化処理と微小短絡の検出処理が競合する場合の第１例を示す図である。

[図6]図6（a）、（b）は、均等化処理と微小短絡の検出処理が競合する場合の第２例を示す図である。

[図7]図5（b）を詳細に示した図である。

[図8]図6 (b) を詳細に示した図である。

[図9]SOC-OCV曲線、第1セルの検出電圧 V_3 、及び移動エネルギー量 Q_t から、補償値 $V\Delta t$ を求める処理を説明するための図である。

[図10]本発明の実施の形態に係る管理装置による、微小短絡の検出方法の第1の実施例を示すフローチャートである。

[図11]本発明の実施の形態に係る管理装置による、微小短絡の検出方法の第2の実施例を示すフローチャートである。

[図12]SOH=80%のSOC-OCV曲線と、SOH=100%のSOC-OCV曲線の一例を示す図である。

[図13]図12の一次直線の位置を変えた図である。

[図14]本発明の実施の形態に係る管理装置による、微小短絡の検出方法の第3の実施例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0014] 図1は、本発明の実施の形態に係る電源システム1を説明するための図である。電源システム1は、例えば、車両の駆動用電池として車両に搭載されて使用される。電源システム1は、蓄電モジュールM1及び管理装置10を備える。蓄電モジュールM1は、直列接続された複数のセルC1-C20を含む。図1では、20個のセルC1-C20が直列接続されて1つの蓄電モジュールを形成している例を描いている。セルには、リチウムイオン電池セル、ニッケル水素電池セル、鉛電池セル、電気二重層キャパシタセル、リチウムイオンキャパシタセル等を用いることができる。以下、本明細書ではリチウムイオン電池セル（公称電圧：3.6-3.7V）を使用する例を想定する。

[0015] 管理装置10は、放電部11、電圧検出部12、温度検出部13、電流検出部14及び制御部15を備える。放電部11は、複数の放電スイッチS1-S20、及び複数の放電抵抗R1-R20を含む。各セルC1-C20に対して並列にそれぞれ放電回路が接続される。具体的には、第1セルC1の両端に第1放電スイッチS1と第1放電抵抗R1が直列接続され、第2セル

C 2 の両端に第 2 放電スイッチ S 2 と第 2 放電抵抗 R 2 が直列接続され、第 3 セル C 3 の両端に第 3 放電スイッチ S 3 と第 3 放電抵抗 R 3 が直列接続され、・・・、第 19 セル C 19 の両端に第 19 放電スイッチ（不図示）と第 19 放電抵抗（不図示）が直列接続され、及び第 20 セル C 20 の両端に第 20 放電スイッチ S 20 と第 20 放電抵抗 R 20 が接続される。

[0016] 電圧検出部 12 は、直列接続された複数のセル C 1 - C 20 の各ノードと複数の電圧線で接続され、隣接する 2 本の電圧線間の電圧をそれぞれ検出することにより、各セル C 1 - C 20 の電圧を検出する。電圧検出部 12 は、検出した各セル C 1 - C 20 の電圧を制御部 15 に送信する。

[0017] 電圧検出部 12 は制御部 15 に対して高圧であるため、電圧検出部 12 と制御部 15 間は絶縁された状態で、通信線で接続される。電圧検出部 12 は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) または汎用のアナログフロントエンド IC で構成することができる。電圧検出部 12 はマルチプレクサ及び A/D 変換器を含む。マルチプレクサは、隣接する 2 本の電圧線間の電圧を上から順番に A/D 変換器に出力する。A/D 変換器は、マルチプレクサから入力されるアナログ電圧をデジタル値に変換する。

[0018] 温度検出部 13 は分圧抵抗および A/D 変換器を含む。A/D 変換器は、複数の温度センサ T 1、T 2（例えば、サーミスタ）と複数の分圧抵抗によりそれぞれ分圧された複数のアナログ電圧を順次、デジタル値に変換して制御部 15 に出力する。制御部 15 は当該デジタル値をもとに複数のセル C 1 - C 20 の温度を推定する。例えば制御部 15 は、各セル C 1 - C 20 の温度を、各セル C 1 - C 20 に最も隣接する温度センサで検出された値をもとに推定する。

[0019] 電流検出部 14 は差動アンプ及び A/D 変換器を含む。差動アンプはシャント抵抗 R s の両端電圧を増幅して A/D 変換器に出力する。A/D 変換器は、差動アンプから入力される電圧をデジタル値に変換して制御部 15 に出力する。制御部 15 は当該デジタル値をもとに複数のセル C 1 - C 20 に流れる電流を推定する。なおシャント抵抗 R s の代わりにホール素子を用いて

もよい。

- [0020] なお制御部15内にA/D変換器が搭載されており、制御部15にアナログ入力ポートが設置されている場合、温度検出部13及び電流検出部14はアナログ電圧を制御部15に出力し、制御部15内のA/D変換器でデジタル値に変換してもよい。
- [0021] 制御部15は、電圧検出部12、温度検出部13及び電流検出部14により検出された複数のセルC1-C20の電圧、温度、及び電流をもとに複数のセルC1-C20の状態を管理する。
- [0022] 制御部15はマイクロコンピュータ及び不揮発メモリ（例えば、EEPROM、フラッシュメモリ）により構成することができる。不揮発メモリ内に、SOC-OCV (Open Circuit Voltage) マップ15aが保持される。SOC-OCVマップ15aには、複数のセルC1-C20のSOC-OCV曲線の特性データが記述されている。
- [0023] 制御部15は、複数のセルC1-C20の電圧、電流、及び温度をもとに、複数のセルC1-C20のSOC及びSOHを推定する。SOCは例えば、OCV法または電流積算法により推定できる。OCV法は、検出されたセルのOCVと、不揮発メモリ内に保持されるSOC-OCV曲線の特性データをもとにSOCを推定する方法である。電流積算法は、検出されたセルの充放電開始時のOCVと、検出された電流の積算値をもとにSOCを推定する方法である。
- [0024] SOHは、初期の満充電容量に対する現在の満充電容量の比率で規定され、数値が低いほど（0%に近いほど）劣化が進行していることを示す。二次電池の劣化は、保存劣化とサイクル劣化の和で近似できる。
- [0025] 保存劣化は、充放電中であるか否かに関わらず、二次電池の各時点における温度、各時点におけるSOCに応じて経時的に進行する劣化である。各時点におけるSOCが高いほど（100%に近いほど）、又は各時点における温度が高いほど、保存劣化速度が増加する。
- [0026] サイクル劣化は、充放電の回数が増えるにつれ進行する劣化である。サイ

クル劣化は、使用SOC範囲、温度、電流レートに依存する。使用SOC範囲が広いほど、温度が高いほど、又は電流レートが高いほど、サイクル劣化速度が増加する。このように二次電池の劣化は使用環境に大きく依存し、使用期間が長くなるにつれ、複数のセルC1-C20の容量のばらつきが大きくなっていく。

[0027] 制御部15は、電圧検出部12から受信した複数のセルC1-C20の電圧をもとに、複数のセルC1-C20間の均等化処理を実行する。一般的なパッシブセルバランス方式では、複数のセルC1-C20の内、最も容量が少ないセルの容量（以下、目標値という）まで、他のセルを放電する。なお目標値は、実容量、SOC、OCVのいずれで規定されてもよい。OCVで規定される場合、最もOCVが低いセルのOCVが目標値となる。なお目標値は放電可能量または充電可能量で規定されてもよい。

[0028] 制御部15は、複数のセルC1-C20の内、最も容量が少ないセルの検出値を目標値とし、当該目標値と他の複数のセルの検出値との差分をそれぞれ算出する。制御部15は、算出したそれぞれの差分をもとに当該他の複数のセルの放電量をそれぞれ算出する。制御部15は、算出したそれぞれの放電量をもとに当該他の複数のセルの放電時間をそれぞれ算出する。制御部15は、複数のセルC1-C20の放電時間を含む均等化処理の制御信号を生成し、電圧検出部12に送信する。電圧検出部12内のスイッチ制御回路（不図示）は、制御部15から受信した制御信号をもとに、複数の放電スイッチS1-S20をそれぞれ指定された時間、オン状態に制御する。

[0029] 複数のセルC1-C20のいずれかに微小短絡が発生することがある。微小短絡は過熱などの不安全事故の原因となるため、不安全事故に至る前に検出することが必要である。

[0030] 図2(a)-(b)は、正常セルと、微小短絡セルを比較した図である。図2(a)に示すように正常セルCnは、起電力E1と内部抵抗Riにより端子電圧が決まる。一方、図2(b)に示すように微小短絡セルCnは、内部に微小短絡経路Psが形成され、微小短絡経路Psにも電流が流れる。従

って微小短絡セル C_n では、内部抵抗 R_i による自己放電に加えて、微小短絡経路 P_s による放電が発生する。よって微小短絡セル C_n の電圧降下は、正常セル C_n の電圧降下より大きくなる。

[0031] 図3は、本発明の実施の形態に係る管理装置10による、微小短絡の検出方法の第1の参考例を示すフローチャートである。電圧検出部12は、直列接続された n 個のセルの電圧を検出して制御部15に送信する(S10)。所定の判定周期(例えば、10分間)が経過すると(S11のY)、制御部15は、 n 個のセルの検出電圧の内、最大電圧と最小電圧を除いた($n-2$)個のセルの平均電圧を算出する(S12)。制御部15は、算出した平均電圧と、検出対象の1つのセル(以下、対象セルという)の検出電圧との電圧差を算出する(S13)。

[0032] 制御部15は、今回算出した現在の電圧差と、 Δt 時間(例えば、1時間)前に算出した電圧差との差分電圧 ΔV を算出する(S14)。制御部15は、算出した差分電圧 ΔV と判定閾値を比較する(S15)。判定閾値は、想定する微小短絡経路 P_s の抵抗値と、 Δt 時間をもとに決定される。例えば、微小短絡経路 P_s の抵抗値を 100Ω と想定し、 Δt 時間を1時間に設定した場合、微小短絡が発生しているリチウムイオン電池セルでは1時間に 4 mV 程度の電圧降下が発生することになる。この場合、上記判定閾値は 4 mV に設定される。

[0033] 算出した差分電圧 ΔV が判定閾値以上の場合(S15のY)、制御部15は、対象セルに微小短絡が発生していると判定する(S16)。算出した差分電圧 ΔV が判定閾値未満の場合(S15のN)、制御部15は、対象セルに微小短絡が発生していないと判定する。以上の処理が、蓄電モジュールM1に含まれる全てのセルを対象に、電源システム1の稼働中(S17のN)、繰り返し実行される。

[0034] 図4は、本発明の実施の形態に係る管理装置10による、微小短絡の検出方法の第2の参考例を示すフローチャートである。ステップS15までの処理は、図3に示した第1の参考例と同じであるため説明を省略する。ステッ

プS 1 5で算出した差分電圧 ΔV が判定閾値以上の場合（S 1 5のY）、制御部1 5は、変数aをインクリメントする（S 1 5 1）。なお変数aの初期値は0である。制御部1 5は、変数aの値をもとに、過去x（例えば、4 0）回の比較判定において、差分電圧 ΔV が判定閾値以上となった回数Nを特定する（S 1 5 2）。

[0035] 回数Nが設定値（例えば、3 0）以上の場合（S 1 5 3のY）、制御部1 5は、対象セルに微小短絡が発生していると判定する（S 1 6）。回数Nが設定値未満の場合（S 1 5 3のN）、制御部1 5は、対象セルに微小短絡が発生していないと判定する。上記xの値と上記設定値の値を調整することにより、微小短絡の検出にかかる時間と判定精度のバランスを調整することができる。両者の関係はトレードオフ関係にあり、上記xの値を大きくするほど、検出にかかる時間が長くなるが、判定精度は向上する。なお図3に示した第1例は、検出にかかる時間が最も短い例となる。

[0036] 以上の処理が、蓄電モジュールM 1に含まれる全てのセルを対象に、電源システム1の稼働中（S 1 7のN）、繰り返し実行される。なお図3、図4に示した処理において、対象セルも平均電圧を算出する基礎データに含めてもよい。またn個のセルの検出電圧から、最大電圧と最小電圧をそれぞれ1つずつ除いたが、除く数は2つずつでもよいし、0でもよい。即ち、n個のセルの検出電圧からそのまま平均電圧を算出してもよい。また複数の検出電圧の平均値を算出する代わりに、複数の検出電圧の中央値を算出してもよい。

[0037] 以上に説明した微小短絡の検出方法は、均等化処理中は、均等化放電による電圧降下と、微小短絡による電圧降下との区別が難しいという課題がある。これに対して、均等化処理中でも、微小短絡を高精度に検出できる手法を以下に説明する。

[0038] 図5（a）、（b）は、均等化処理と微小短絡の検出処理が競合する場合の第1例を示す図である。図5（a）、（b）では説明を単純化するため、正常な第1セルと、微小短絡が発生している第2セルの2つのセルが直列接

続されている蓄電モジュールを想定している。なお、正常な第1セルは、上記平均電圧の算出の基礎となる複数のセルを統合したセルと考えてもよい。

[0039] 図5(a)は比較例に係る第1セルと第2セルの電圧推移と、第1セルと第2セルの電圧差の推移を示している。第1セルは正常なセルであり、第2セルは微小短絡が発生しているセルである。第1セルの方が第2セルより電圧が高い状態である。第2セルは微小短絡が発生しているため時間経過とともに電圧が低下していく。正常な第1セルは均等化処理の期間のみ電圧が低下し、通常の期間は電圧が変化しない。第2セルの電圧低下により、第1セルと第2セルの電圧差は拡大していくが、第1セルの均等化処理中は電圧差が縮小する。この均等化処理中の電圧差の縮小は、電圧差に所定の傾きが発生しているか否かにもとづき微小短絡の有無を検出する処理に対する阻害要因となる。

[0040] なお、微小短絡が発生しているセルは通常、直列接続されている他のセルより電圧が低下しており、本実施の形態に示すパッシブ方式の均等化処理の場合、基本的に均等化放電の対象にならない。均等化放電の対象になる場合でも、他のセルより放電時間が短くなる。

[0041] 図5(b)は実施例に係る第1セルと第2セルの電圧推移と、第1セルと第2セルの電圧差の推移を示している。正常な第1セルの均等化処理による放電時間は既知であり、均等化処理による第1セルからの移動エネルギー量は算出可能である。制御部15は、均等化処理による移動エネルギー量に対応する電圧補償値を第1セルの検出電圧に加算することにより、均等化処理によるセル電圧の変化(低下)の影響をキャンセルする。これにより、均等化処理中でも、微小短絡の有無を高精度に判定することができる。

[0042] 図6(a)、(b)は、均等化処理と微小短絡の検出処理が競合する場合の第2例を示す図である。図6(a)は比較例に係る第1セルと第2セルの電圧推移と、第1セルと第2セルの電圧差の推移を示している。第1セルも第2セルも正常なセルであり、第1セルの方が第2セルより電圧が高い状態である。第1セルが判定対象のセルである。均等化処理が開始されると、電

圧の高い第1セルが均等化放電され、第1セルの電圧が低下していく。均等化放電の対象になっていない第2セルの電圧は変化しない。均等化処理中は、第1セルと第2セルとの電圧差に所定の傾きが発生し、第1セルに微小短絡が発生していない場合でも、微小短絡が発生していると誤検出されるリスクがある。

[0043] 図6(b)は実施例に係る第1セルと第2セルの電圧推移と、第1セルと第2セルの電圧差の推移を示している。正常な第1セルの均等化処理による放電時間は既知であり、均等化処理により第1セルから放出される移動エネルギー量は算出可能である。制御部15は、均等化処理による移動エネルギー量に対応する補償値を第1セルの検出電圧に付与(加算)することにより、均等化処理による電圧変化(電圧低下)の影響をキャンセルする。これにより、均等化処理中でも、微小短絡の有無を高精度に判定することができる。

[0044] 図5(a)、(b)に示した第1例は、発生している微小短絡を検出できない検出漏れ(フォールスネガティブ)の例であり、図6(a)、(b)に示した第2例は、正常なセルを、微小短絡が発生しているセルと判定する誤検出(フォールスポジティブ)の例である。以下、図5(b)及び図6(b)に示した補正方法を詳細に説明する。

[0045] 図7は、図5(b)を詳細に示した図である。図8は、図6(b)を詳細に示した図である。前提として、第1セルと並列に接続された放電抵抗の値を R と表記する。第1時刻 t_1 における、正常な第1セルの検出電圧を V_1 、微小短絡が発生している第2セルの検出電圧を V_2 、第1セルから放電抵抗に流れる均等化電流を $I_1 (= V_1 / R)$ と表記する。また第1時刻 t_1 から Δt 時間経過した第2時刻 t_2 における、正常な第1セルの検出電圧を V_3 、微小短絡が発生している第2セルの検出電圧を V_4 、第1セルから放電抵抗に流れる均等化電流を $I_3 (= V_3 / R)$ と表記する。なお、 $V_1 - V_4$ は検出値であり、 R は既知の回路定数であり、 Δt は既知の判定周期である。

[0046] 第1時刻 t_1 の第1セルと第2セルの相対電圧差 V_{t_1} は下記式 (1) で表される。第2時刻 t_2 の第1セルと第2セルの相対電圧差 V_{t_2} は下記式 (2) で表される。

$$V_{t_1} = (V_1 - V_2) \quad \dots \text{式 (1)}$$

$$V_{t_2} = ((V_3 + V_{\Delta t}) - V_4) \quad \dots \text{式 (2)}$$

[0047] 補償値 $V_{\Delta t}$ は、SOC-OCV曲線、第2時刻 t_2 の第1セルの検出電圧 V_3 、及び均等化処理による移動エネルギー量 Q_t をもとに推定することができる。均等化処理による移動エネルギー量 Q_t は、下記式 (3) により求めることができる。

$$Q_t = ((I_1 + I_3) / 2) \times \Delta t = ((V_1 + V_3) / R) / 2) \times \Delta t \quad \dots \text{式 (3)}$$

[0048] 図9は、SOC-OCV曲線、第1セルの検出電圧 V_3 、及び移動エネルギー量 Q_t から、補償値 $V_{\Delta t}$ を求める処理を説明するための図である。制御部15は、第1セルの検出電圧 V_3 に対応するSOCに、均等化処理による移動エネルギー量 Q_t を付与（加算）することにより、均等化処理前の第1セルのSOCを推定する。制御部15は、当該SOCに対応する第1セルの電圧を特定し、特定した電圧と、第1セルの検出電圧 V_3 との差分を補償値 $V_{\Delta t}$ として算出する。

[0049] 制御部15は下記式 (4) に示すように、 Δt 時間経過前後の相対電圧差の差分電圧 ΔV と、判定閾値 E を比較することにより微小短絡の有無を判定する。

$$\Delta V = V_{t_2} - V_{t_1} = ((V_3 + V_{\Delta t}) - V_4) - (V_1 - V_2) \geq E \quad \dots \text{式 (4)}$$

[0050] 図7に示す例では、 Δt 時間経過前後の相対電圧差の差分電圧 ΔV が、判定閾値 E を超えており、第2セルに微小短絡が発生していると判定される。なお、補償値 $V_{\Delta t}$ が加算されない場合の相対電圧差 V の推移は点線のようになる。その場合、差分電圧 ΔV は判定閾値 E を超えず、第2セルに微小短絡が発生していないと判定される。即ち、検出漏れが発生する。

- [0051] 図8に示す例では、 Δt 時間経過前後の相対電圧差の差分電圧 ΔV が、判定閾値 E を超えず、第1セルに微小短絡が発生していないと判定される。図8に示す例では差分電圧 ΔV は、略0になる。なお、補償値 $V_{\Delta t}$ が加算されない場合の相対電圧差 V の推移は点線のようになる。その場合、差分電圧 ΔV が判定閾値 E を超えてしまい、第1セルに微小短絡が発生していると判定される。即ち、誤検出が発生する。
- [0052] 図10は、本発明の実施の形態に係る管理装置10による、微小短絡の検出方法の第1の実施例を示すフローチャートである。電圧検出部12は、直列接続された n 個のセルの電圧を検出して制御部15に送信する(S10)。所定の判定周期(例えば、10分間)が経過すると(S11のY)、制御部15は、直列接続された n 個のセルを含む蓄電モジュールM1が均等化処理中であるか否か判定する(S111)。
- [0053] 均等化処理中である場合(S111のY)、制御部15は、 Δt 時間(例えば、1時間)における均等化放電セルの電圧低下量を推定する(S112)。制御部15は、推定した電圧低下量を補償値 $V_{\Delta t}$ として、当該均等化放電セルの検出電圧に加算する(S113)。ステップS111において、均等化処理中でない場合(S111のN)、ステップS112及びステップS113の処理はスキップされる。
- [0054] 制御部15は、 n 個のセルの検出電圧の内、最大電圧と最小電圧を除いた($n-2$)個のセルの平均電圧を算出する(S12)。制御部15は、算出した平均電圧と、対象セルの検出電圧との電圧差を算出する(S13)。
- [0055] 制御部15は、今回算出した現在の電圧差と、 Δt 時間前に算出した電圧差との差分電圧 ΔV を算出する(S14)。制御部15は、算出した差分電圧 ΔV と判定閾値を比較する(S15)。算出した差分電圧 ΔV が判定閾値以上の場合(S15のY)、制御部15は、対象セルに微小短絡が発生していると判定する(S16)。算出した差分電圧 ΔV が判定閾値未満の場合(S15のN)、制御部15は、対象セルに微小短絡が発生していないと判定する。以上の処理が、蓄電モジュールM1に含まれる全てのセルを対象に、

電源システム1の稼働中(S17のN)、繰り返し実行される。

[0056] 制御部15は、今回算出した現在の電圧差と、 Δt 時間(例えば、1時間)前に算出した電圧差との差分電圧 ΔV を算出する(S14)。制御部15は、算出した差分電圧 ΔV と判定閾値を比較する(S15)。判定閾値は、一次関数の傾きの値に応じた値に設定される。一次関数の傾きが急に設定されている場合、差分電圧 ΔV の値が大きく算出されるため、判定閾値も大きく設定する必要がある。

[0057] 算出した差分電圧 ΔV が判定閾値以上の場合(S15のY)、制御部15は、対象セルに微小短絡が発生していると判定する(S16)。算出した差分電圧 ΔV が判定閾値未満の場合(S15のN)、制御部15は、対象セルに微小短絡が発生していないと判定する。以上の処理が、蓄電モジュールM1に含まれる全てのセルを対象に、電源システム1の稼働中(S17のN)、繰り返し実行される。

[0058] 図11は、本発明の実施の形態に係る管理装置10による、微小短絡の検出方法の第2の実施例を示すフローチャートである。ステップS15までの処理は、図10に示した第1の実施例と同じであるため説明を省略する。ステップS15で算出した差分電圧 ΔV が判定閾値以上の場合(S15のY)、制御部15は、変数aをインクリメントする(S151)。なお変数aの初期値は0である。制御部15は、変数aの値をもとに、過去x(例えば、40)回の比較判定において、差分電圧 ΔV が判定閾値以上となった回数Nを特定する(S152)。

[0059] 回数Nが設定値(例えば、30)以上の場合(S153のY)、制御部15は、対象セルに微小短絡が発生していると判定する(S16)。回数Nが設定値未満の場合(S153のN)、制御部15は、対象セルに微小短絡が発生していないと判定する。以上の処理が、蓄電モジュールM1に含まれる全てのセルを対象に、電源システム1の稼働中(S17のN)、繰り返し実行される。

[0060] 以上に説明した微小短絡の検出方法は、複数のセルC1-C20のSOC

及びSOHが揃っていれば、微小短絡を高精度に検出することができる。しかしながら、複数のセルC1-C20のSOC又はSOHがばらついた状態では、平均電圧と対象セルとの間の電圧差の変動が均一に検出できず、微小短絡の検出精度が低下する。そこで、電圧差の変動を均一に評価するために規定した一次直線に、セルの検出電圧を、SOC及びSOHに応じて写像することにより、電圧差を均一に評価する手法を以下に説明する。

[0061] 図12は、SOH=80%のSOC-OCV曲線と、SOH=100%のSOC-OCV曲線の一例を示す図である。図12の横軸は初期容量基準のSOCであり、縦軸はOCVである。初期容量基準のSOCは、現在SOC/初期FCC (Full Charge Capacity)で規定される。即ち、初期容量基準のSOCは、現在SOCを初期の満充電容量で正規化したSOCである。

[0062] SOC-OCVマップ15aには、蓄電モジュールM1に使用されるセルの、SOH1%刻み、SOH5%刻み、又はSOH10%刻みの複数のSOC-OCV曲線が予め登録されていてもよい。またSOC-OCVマップ15aに、SOH=100%のSOC-OCV曲線のみが登録されている場合、制御部15は各セルのSOHをもとに、SOH=100%のSOC-OCV曲線を補正して、各セルの近似的なSOC-OCV曲線を導出する。具体的には、SOH=100%のSOC-OCV曲線を、セルのSOHに応じてX軸方向に縮小することにより、各セルのSOHに応じたSOC-OCV曲線の近似曲線を導出することができる。

[0063] 図12に示すように、SOH=80%で初期容量基準のSOCが0.1の第1セルと、SOH=100%で初期容量基準のSOCが0.2の第2セルがあるとする。このとき第1セルのOCVは3.39Vであり、第2セルのOCVは3.46Vである。直列接続された第1セルと第2セルに、初期容量基準のSOC=0.5相当の充電が実施されると、第1セルの初期容量基準のSOCは0.6に、第2セルの初期容量基準のSOCが0.7に増加する。このとき第1セルのOCVは3.93Vに、第2セルのOCVは3.89Vに上昇する。

- [0064] 充電前は、第2セルのOCVのほうが第1セルのOCVより高かったが、充電後は、第1セルのOCVのほうが第2セルのOCVより高くなっている。即ち、両者の電圧差の符号が逆転している。これは、第1セルと第2セルとのSOH差に起因している。そこで、SOH差を正規化する。
- [0065] 初期容量基準のSOCを入力変数、OCVを出力変数、傾きを正とする一次関数（一次直線）を導入する。図12に示す例では、SOH=100%のSOC-OCV曲線の初期容量基準のSOCが0.5の地点を通る接線を、一次直線として導入している。
- [0066] 制御部15は、各セルのSOHに応じたSOC-OCV曲線を参照して、各セルの検出電圧に対応する初期容量基準のSOCを推定する。なおセルの電圧検出時に、蓄電モジュールM1が充放電中の場合は、検出電圧がOCVではなく、CCV (Closed Circuit Voltage) になる。簡易的な方法として、CCVをノイズ除去フィルタに通して、ノイズ除去後のCCVをOCVとして取り扱う方法がある。より厳密な方法として、CCVを、電流と内部抵抗をもとに補正してOCVを推定する方法がある。その際、内部抵抗を、温度、SOC及びSOHに応じて補正することにより、より精度を向上させることができる。
- [0067] 制御部15は、各セルの検出電圧に対応する初期容量基準のSOCを、上記一次関数に適用して代替OCVを導出する。制御部15は、代替OCVをもとに、正規化後の電圧差を算出する。図12では、SOH=80%のSOC-OCV曲線における初期容量基準のSOCが0.6のときのOCVを下方向に移動させて、一次直線における初期容量基準のSOCが0.6のときのOCVに変換している。また、SOH=100%のSOC-OCV曲線における初期容量基準のSOCが0.7のときのOCVを下方向に移動させて、一次直線における初期容量基準のSOCが0.7のときのOCVに変換している。そして、一次直線上に変換した2つのOCVの電圧差を、正規化後の電圧差として算出している。
- [0068] 図12に示す例では、充電前の正規化後電圧差と、充電後の正規化後電圧

差に差異がないと評価できるため、微小短絡が発生していないと判定される。一方、SOHの正規化をしない場合、充電前の電圧差と充電後の電圧差に差異が生じているため、微小短絡が発生していないにも関わらず、微小短絡が発生していると誤判定されてしまうことになる。

[0069] 放電前の電圧差と放電後の電圧差を比較する場合も同様である。このように、充放電前の電圧差と、充放電後の電圧差を直線上に写像することにより、第1セルと第2セルとの間のSOHの差異によるSOC-OCV曲線の差異を吸収することができる。即ち、直列接続された複数のセルに対する充放電による複数のセルのSOCの変化を、複数のセル間のSOCの比率を維持したリニアな変化に置き換えることができる。微小短絡が発生していなければ、複数のセルの電圧差は、直線上のどの区間をとっても一定になる。

[0070] 図13は、図12の一次直線の位置を変えた図である。一次直線は、電圧検出部12の最低検出単位より大きな値の傾きを持つものであれば、どの位置に導入されてもよい。なお、電圧検出部12の最低検出単位より傾きが小さい場合は、複数のセル間の電圧差の変化を高精度に検出することができなくなる。

[0071] 図14は、本発明の実施の形態に係る管理装置10による、微小短絡の検出方法の第3の実施例を示すフローチャートである。電圧検出部12は、直列接続されたn個のセルの電圧を検出して制御部15に送信する(S10)。所定の判定周期(例えば、10分間)が経過すると(S11のY)、制御部15は、直列接続されたn個のセルを含む蓄電モジュールM1が均等化処理中であるか否か判定する(S111)。

[0072] 均等化処理中である場合(S111のY)、制御部15は、 Δt 時間(例えば、1時間)における均等化放電セルの電圧低下量を推定する(S112)。制御部15は、推定した電圧低下量を補償値 $V_{\Delta t}$ として、当該均等化放電セルの検出電圧に加算する(S113)。ステップS111において、均等化処理中でない場合(S111のN)、ステップS112及びステップS113の処理はスキップされる。

- [0073] 制御部15は、各セルのSOHに応じたSOC-OCV曲線を参照して、各セルの初期容量基準のSOCを推定する(S114)。制御部15は、各セルの初期容量基準のSOCをもとに、一次関数に各セルの検出電圧を写像する(S115)。制御部15は、n個の写像された検出電圧の内、最大電圧と最小電圧を除いた(n-2)個のセルの平均電圧を算出する(S12a)。制御部15は、算出した平均電圧と、対象セルの写像された電圧との電圧差を算出する(S13a)。
- [0074] 制御部15は、今回算出した現在の電圧差と、 Δt 時間前に算出した電圧差との差分電圧 ΔV を算出する(S14)。制御部15は、算出した差分電圧 ΔV と判定閾値を比較する(S15)。判定閾値は、一次関数の傾きの値に応じた値に設定される。一次関数の傾きが急に設定されている場合、差分電圧 ΔV の値が大きく算出されるため、判定閾値も大きく設定する必要がある。
- [0075] 算出した差分電圧 ΔV が判定閾値以上の場合(S15のY)、制御部15は、対象セルに微小短絡が発生していると判定する(S16)。算出した差分電圧 ΔV が判定閾値未満の場合(S15のN)、制御部15は、対象セルに微小短絡が発生していないと判定する。以上の処理が、蓄電モジュールM1に含まれる全てのセルを対象に、電源システム1の稼働中(S17のN)、繰り返し実行される。
- [0076] 本発明の実施の形態に係る管理装置10による、微小短絡の検出方法の第4の実施例は、図14のフローチャートのステップS15とステップS16の間に、図4又は図11に示したステップS151、S152、S153の処理が追加されたものとなる。
- [0077] 以上説明したように本実施の形態では、複数のセル間の電圧差の傾き(単位時間あたりの電圧差の拡大量)をもとに微小短絡の有無を判定する。その際、セルの均等化放電の時間をもとに、均等化放電した容量を算出し、当該容量をもとに均等化放電セルの検出電圧を補正する。これにより、均等化処理の有無に関係なく、微小短絡の検出処理を常時、実施することができる。

微小短絡の有無を判定できるタイミングを選ばず、いつでも判定することができる。従って、均等化処理との競合による、微小短絡の検出処理の中断により、微小短絡の発生から検出までの時間が長くなることを防止できる。即ち、微小短絡の検出遅れによる不安全事象の発生を抑制することができる。また、微小短絡の有無を判定するプロセスを、均等化処理中であるか否かにより変更する必要がなく、判定プロセスを単純化することができる。

[0078] また、各セルの検出電圧を直線上の値に変換することにより、SOC又はSOHの状態に関わらずに、共通の指標で微小短絡の有無を評価することができる。より具体的には、初期容量基準のSOCを横軸として単調増加する一次直線を導入し、セルの検出電圧を、SOC及びSOHに応じて当該一次直線上の値に変換して、複数のセル間の電圧差を算出する。このように正規化された電圧差は、微小短絡が発生していない場合、変化しない。微小短絡が発生した場合、正規化された電圧差は、SOC又はSOHによらずに一律に拡大する。

[0079] また、SOC又はSOHに応じて判定閾値を変更することがなく、一律に微小短絡の有無を判定することができる。

[0080] このように、判定閾値や判定条件を変更せずに、セルのSOC、SOH及び検出電圧の限られた情報から、検出電圧を、一律に微小短絡の有無を判定できる値に変換する。これにより、判定条件を細分化することなく、長期運用のどのフェーズでも、均一に精度よく微小短絡の有無を判定することができる。

[0081] 以上、本発明を実施の形態をもとに説明した。実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組み合わせにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

[0082] 上記図12、図13では、傾きが正の一次関数を用いる例を示したが、傾きが負の一次関数を用いてもよい。その場合、差分電圧と判定閾値との大小関係を逆にして判定すればよい。

[0083] 上述の実施の形態ではパッシブ方式の均等化処理に適用する例を説明したが、アクティブ方式の均等化処理にも本発明を適用することができる。アクティブ方式の均等化処理は容量の大きいセルから容量の小さいセルにエネルギー移動を行って複数のセル間の容量を揃える方式である。アクティブ方式の均等化処理回路は、例えば蓄電可能な受動素子であるコンデンサ、インダクタあるいはトランスと、前記受動素子と直列接続された複数のセルの中から選択的に所定のセルとを接続するマルチプレクサとを含んで構成される。

[0084] アクティブ方式の均等化処理の場合、エネルギーの移動元となる放電側セルの検出電圧に、移動されるエネルギー量に対応する電圧補償値を減算により付与し、エネルギーの移動先となる充電側セルの検出電圧に、移動されるエネルギー量に対応する電圧補償値を加算により付与して均等化処理によるセル電圧の変化の影響をキャンセルする。これにより、均等化処理中でも、微小短絡の有無を高精度に判定することができる。

[0085] 上述の実施の形態では車載用途の電源システム1に本発明を適用する例を説明したが、定置型蓄電用途の電源システムにも本発明を適用することができる。またノート型PCやスマートフォンなどの電子機器用途の電源システムにも本発明を適用することができる。

[0086] なお、実施の形態は、以下の項目によって特定されてもよい。

[項目1]

直列接続された複数のセル(C1-C20)のそれぞれの電圧を検出する電圧検出部(12)と、

(1) 前記複数のセル(C1-C20)の検出電圧をもとに、前記複数のセル(C1-C20)間の容量を均等化する均等化処理、及び(2) 前記複数のセル(C1-C20)の検出電圧の内、比較対象とする少なくとも1つのセルの検出電圧にもとづく代表電圧と、検出対象とする1つのセルの検出電圧との電圧差を第1時刻と第2時刻にそれぞれ算出し、2つの電圧差の差分が閾値以上のとき、前記検出対象のセルを異常と判定するセル異常判定処理を実行する制御部(15)と、を備え、

前記制御部（１５）は、前記均等化処理中に前記セル異常判定処理を実行する場合、前記均等化処理の対象セルの検出電圧に、前記第１時刻から前記第２時刻の間の前記均等化処理による前記対象セルのエネルギー移動に基づく電圧変化分に対応する補償値を付与した後、前記第２時刻の前記電圧差を算出することを特徴とする管理装置（１０）。

これによれば、均等化処理中か否かに関わらず、セル（ C_n ）の異常を共通の判定基準で高精度に判定することができる。

[0087] [項目２]

前記複数のセル（ $C_1 - C_{20}$ ）のそれぞれに並列に接続される複数の放電回路（ $R_1 - R_{20}$ 、 $S_1 - S_{20}$ ）を備え、

前記制御部（１５）は、前記複数の放電回路（ $R_1 - R_{20}$ 、 $S_1 - S_{20}$ ）を制御して前記均等化処理を実行し、前記均等化処理の対象セルの検出電圧を前記複数の放電回路（ $R_1 - R_{20}$ 、 $S_1 - S_{20}$ ）のうち前記対象セルに対応する放電回路により消費されるエネルギー量に基づいて前記対象セルの検出電圧の電圧変化分に対応する補償値を算出することを特徴とする請求項１に記載の管理装置（１０）。

これによれば、パッシブ方式の均等化処理による電圧変化分に対応する補償値を容易に推定することができる。

[0088] [項目３]

前記制御部（１５）は、前記補償値を、前記第１時刻の前記セル（ C_n ）の電圧、前記セル（ C_n ）と並列接続された放電回路（ R_n 、 S_n ）の回路定数、放電時間、及び前記セル（ C_n ）のSOC(State of Charge)－OCV(Open Circuit Voltage)曲線をもとに推定することを特徴とする項目１に記載の管理装置（１０）。

これによれば、均等化処理による電圧変化分に対応する補償値を高精度に推定することができる。

[0089] [項目４]

前記制御部（１５）は、前記複数のセル（ $C_1 - C_{20}$ ）の検出電圧の内

、最大電圧と最小電圧を除き、残りの複数のセルの検出電圧を平均化して、前記代表電圧を算出することを特徴とする項目 1 または 2 に記載の管理装置 (10)。

これによれば、高品位な比較対象の電圧を生成することができる。

[0090] [項目 5]

前記制御部 (15) は、前記 2 つの電圧差の差分を所定時間を経過する度に算出し、算出した電圧差の差分と前記閾値とをそれぞれ比較し、過去 \times (\times は 2 以上の整数) 回の比較において、 N (N は 2 以上の整数) 回以上、前記差分が前記閾値以上のとき、前記検出対象のセルを異常と判定することを特徴とする項目 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の管理装置 (10)。

これによれば、微小短絡の検出にかかる時間と判定精度のバランスを好適に調整することができる。

[0091] [項目 6]

直列接続された複数のセル (C1-C20) と、

前記直列接続された複数のセル (C1-C20) を管理する項目 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の管理装置 (10) と、

を備えることを特徴とする電源システム (1)。

これによれば、均等化処理中か否かに関わらず、セル (Cn) の異常を共通の判定基準で高精度に判定することができる電源システム (1) を構築することができる。

符号の説明

[0092] 1 電源システム、 M1 蓄電モジュール、 C1-C20 セル、
Rs ショント抵抗、 E1 起電力、 Ri 内部抵抗、 R1-R20
放電抵抗、 S1-S20 放電スイッチ、 Ps 微小短絡経路、 1
0 管理装置、 11 放電部、 12 電圧検出部、 13 温度検出部
、 14 電流検出部、 15 制御部、 15a SOC-OCVマップ
。

請求の範囲

[請求項1] 直列接続された複数のセルのそれぞれの電圧を検出する電圧検出部と、

(1) 前記複数のセルの検出電圧をもとに、前記複数のセル間の容量を均等化する均等化処理、及び(2) 前記複数のセルの検出電圧の内、比較対象とする少なくとも1つのセルの検出電圧にもとづく代表電圧と、検出対象とする1つのセルの検出電圧との電圧差を第1時刻と第2時刻にそれぞれ算出し、2つの電圧差の差分が閾値以上のとき、前記検出対象のセルを異常と判定するセル異常判定処理を実行する制御部と、を備え、

前記制御部は、前記均等化処理中に前記セル異常判定処理を実行する場合、前記均等化処理の対象セルの検出電圧に、前記第1時刻から前記第2時刻の間の前記均等化処理による前記対象セルのエネルギー移動に基づく電圧変化分に対応する補償値を付与した後、前記第2時刻の前記電圧差を算出することを特徴とする管理装置。

[請求項2] 前記複数のセルのそれぞれに並列に接続される複数の放電回路を備え、

前記制御部は、前記複数の放電回路を制御して前記均等化処理を実行し、前記均等化処理の対象セルの検出電圧を前記複数の放電回路のうち前記対象セルに対応する放電回路により消費されるエネルギー量に基づいて前記対象セルの検出電圧の電圧変化分に対応する補償値を算出することを特徴とする請求項1に記載の管理装置。

[請求項3] 前記制御部は、前記補償値を、前記第1時刻の前記セルの電圧、前記セルと並列接続された放電回路の回路定数、放電時間、及び前記セルのSOC(State Of Charge)－OCV (Open Circuit Voltage) 曲線をもとに推定することを特徴とする請求項1または2に記載の管理装置。

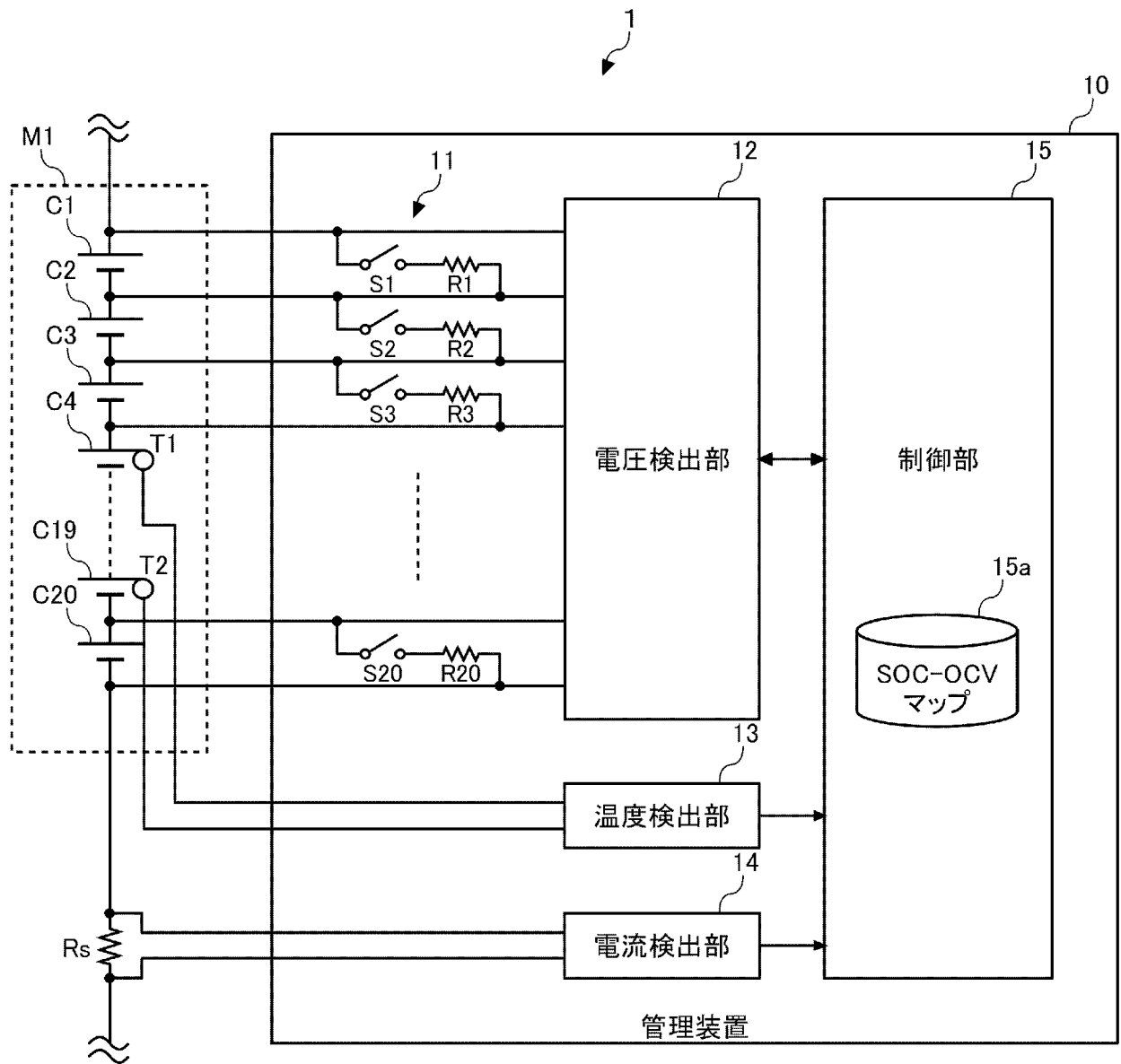
[請求項4] 前記制御部は、前記複数のセルの検出電圧の内、最大電圧と最小電

圧を除き、残りの複数のセルの検出電圧を平均化して、前記代表電圧を算出することを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の管理装置。

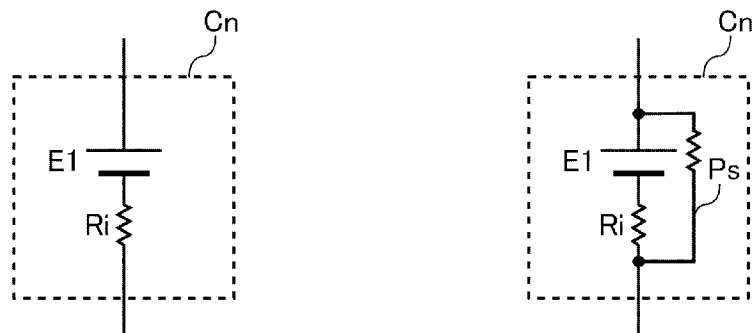
[請求項5] 前記制御部は、前記2つの電圧差の差分を所定時間を経過する度に算出し、算出した電圧差の差分と前記閾値とをそれぞれ比較し、過去 \times (\times は2以上の整数)回の比較において、 N (N は2以上の整数)回以上、前記差分が前記閾値以上のとき、前記検出対象のセルを異常と判定することを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の管理装置。

[請求項6] 直列接続された複数のセルと、
前記直列接続された複数のセルを管理する請求項1から5のいずれか1項に記載の管理装置と、
を備えることを特徴とする電源システム。

[図1]



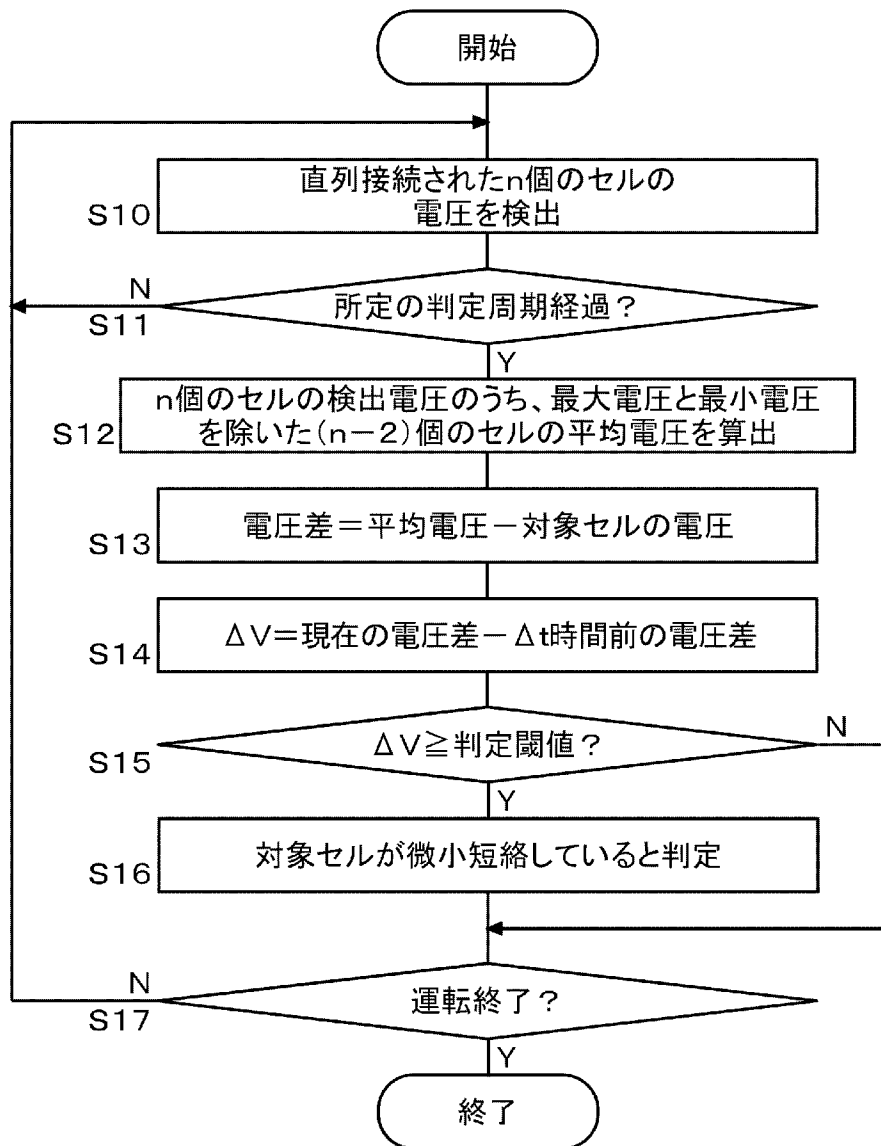
[図2]



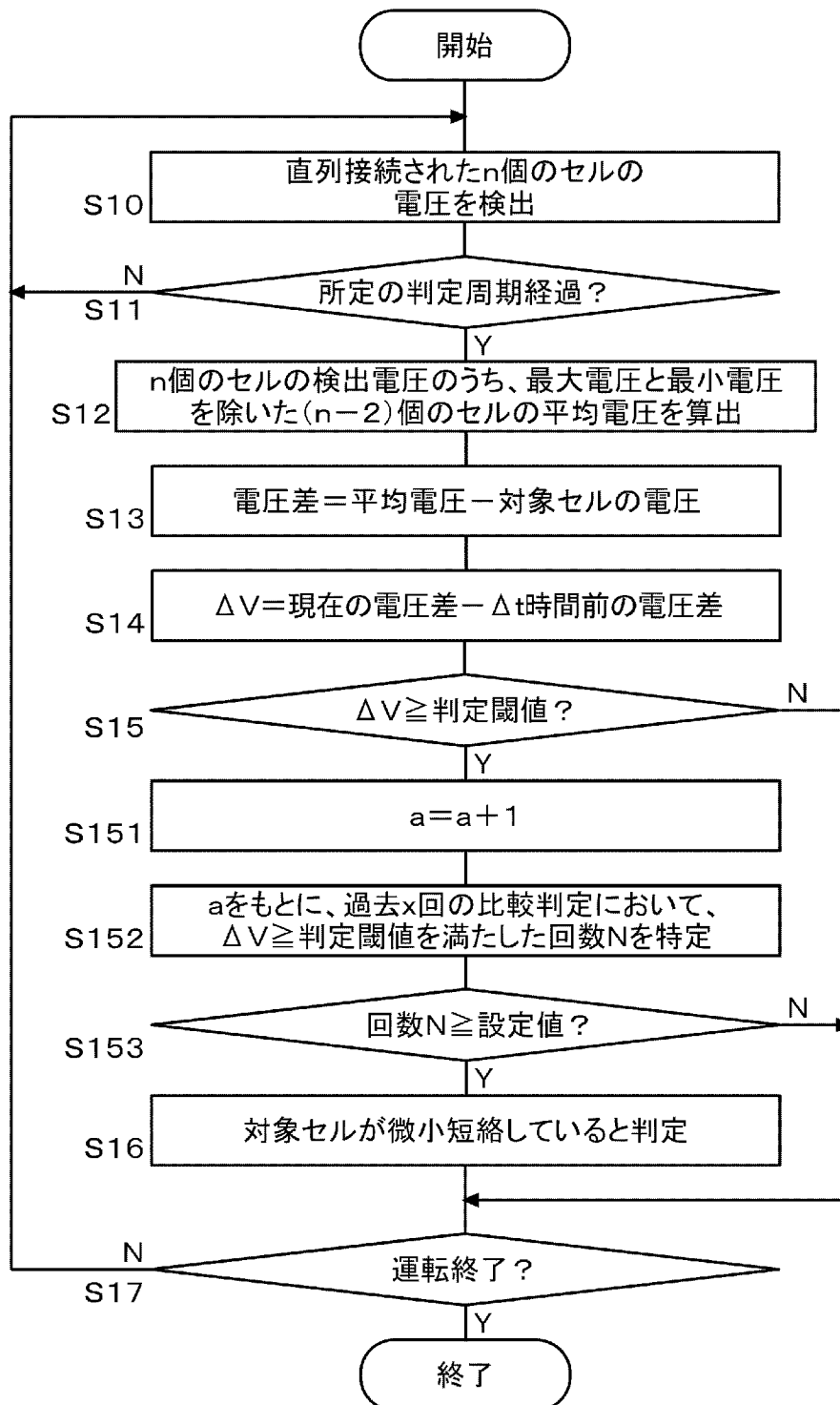
(a) 正常セル

(b) 微短セル

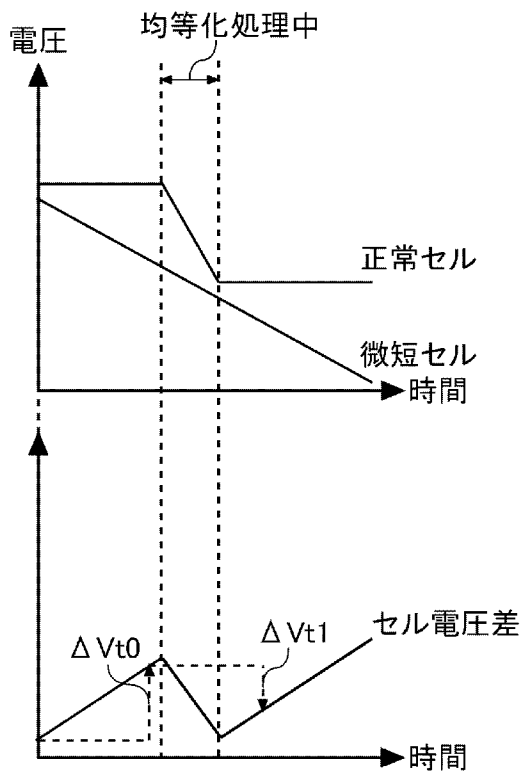
[図3]



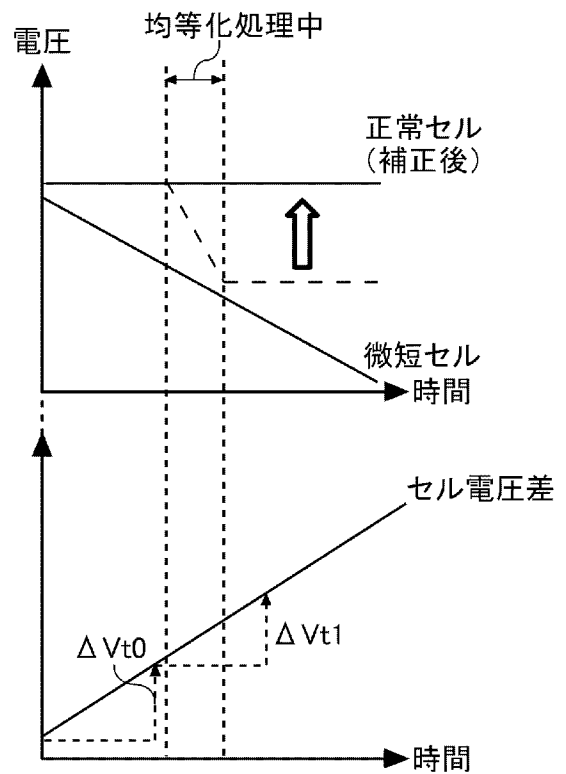
[図4]



[図5]

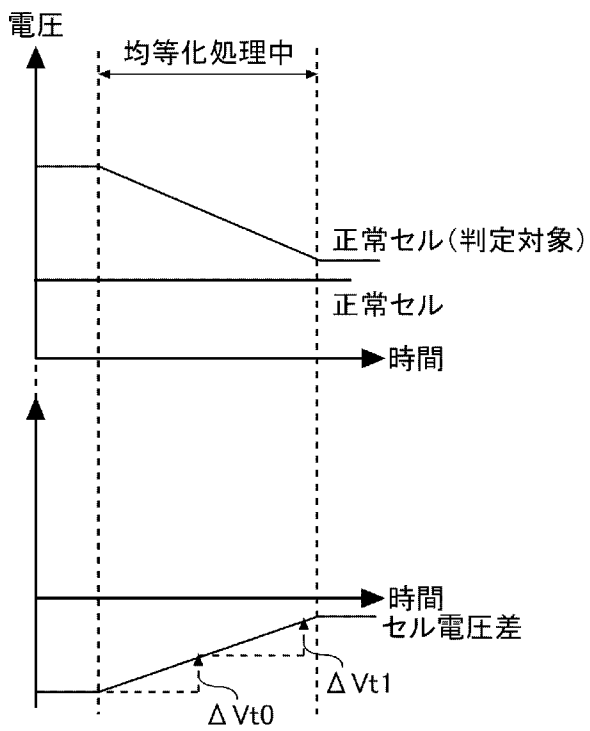


(a)

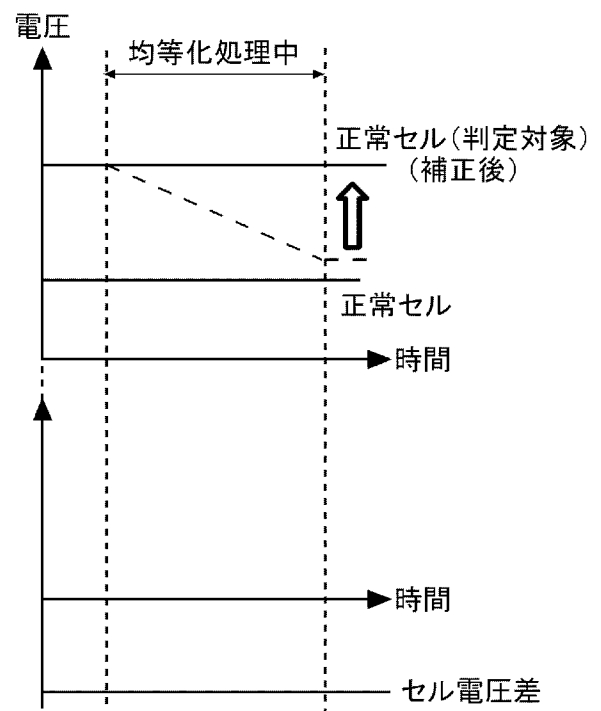


(b)

[図6]

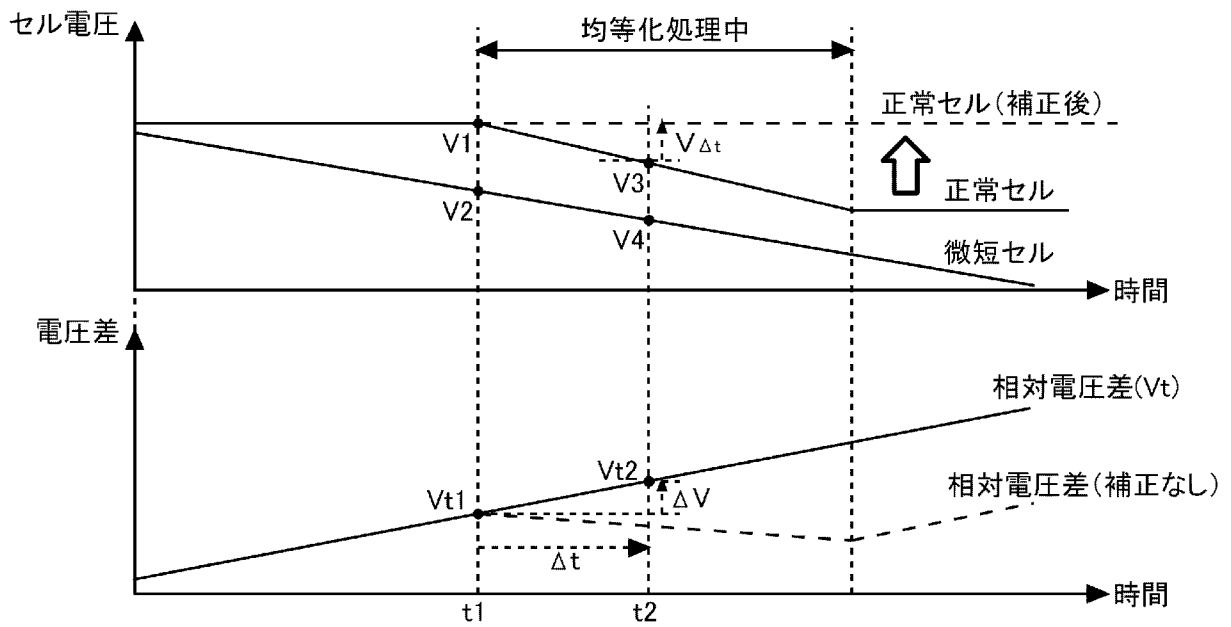


(a)

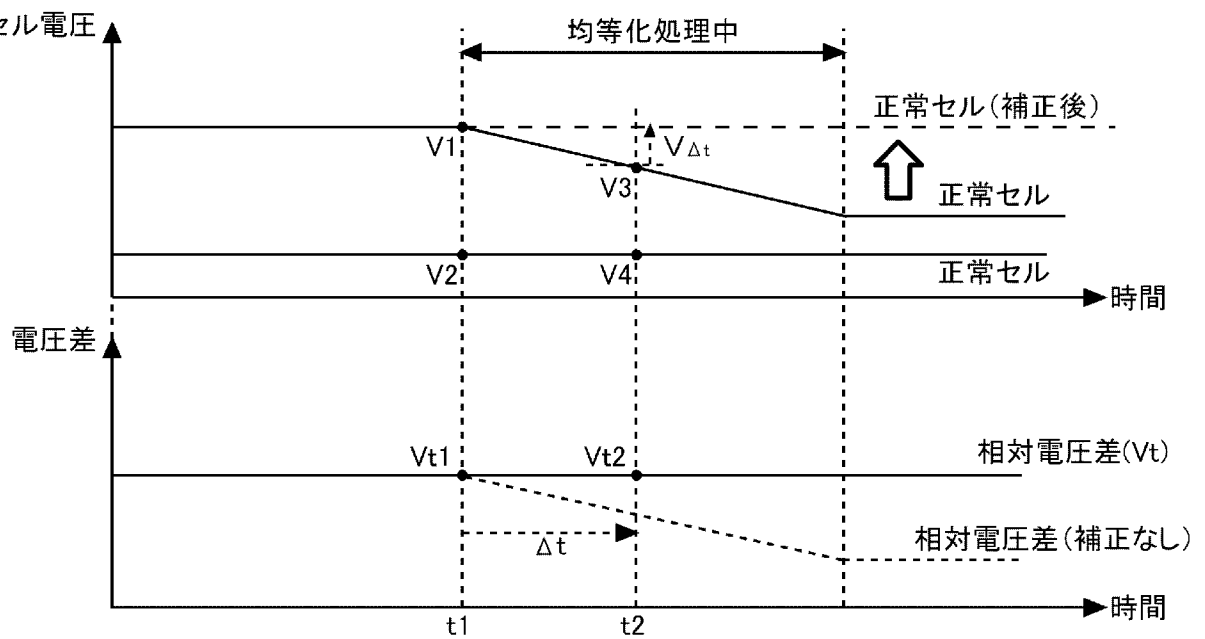


(b)

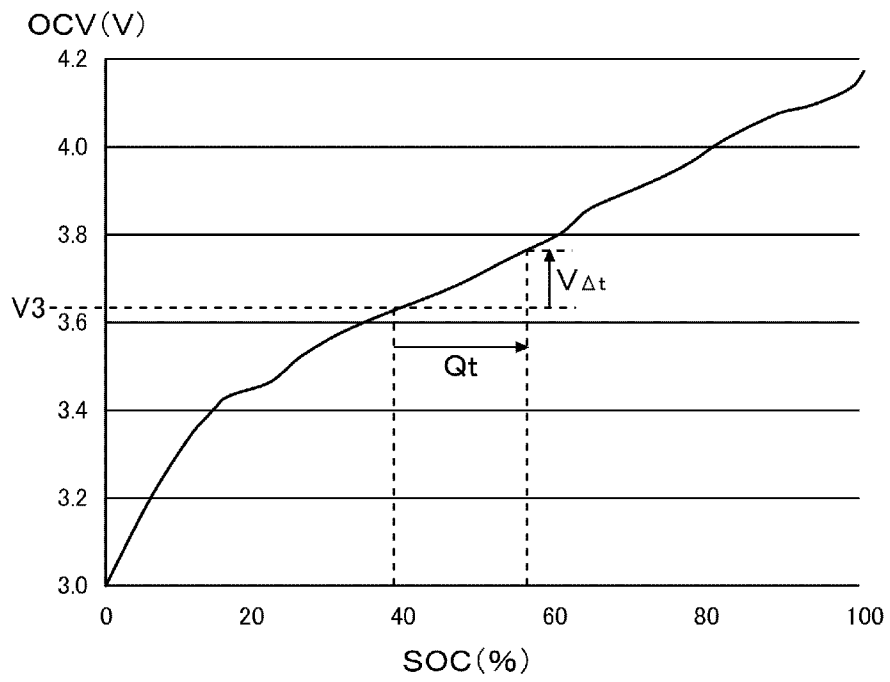
[図7]



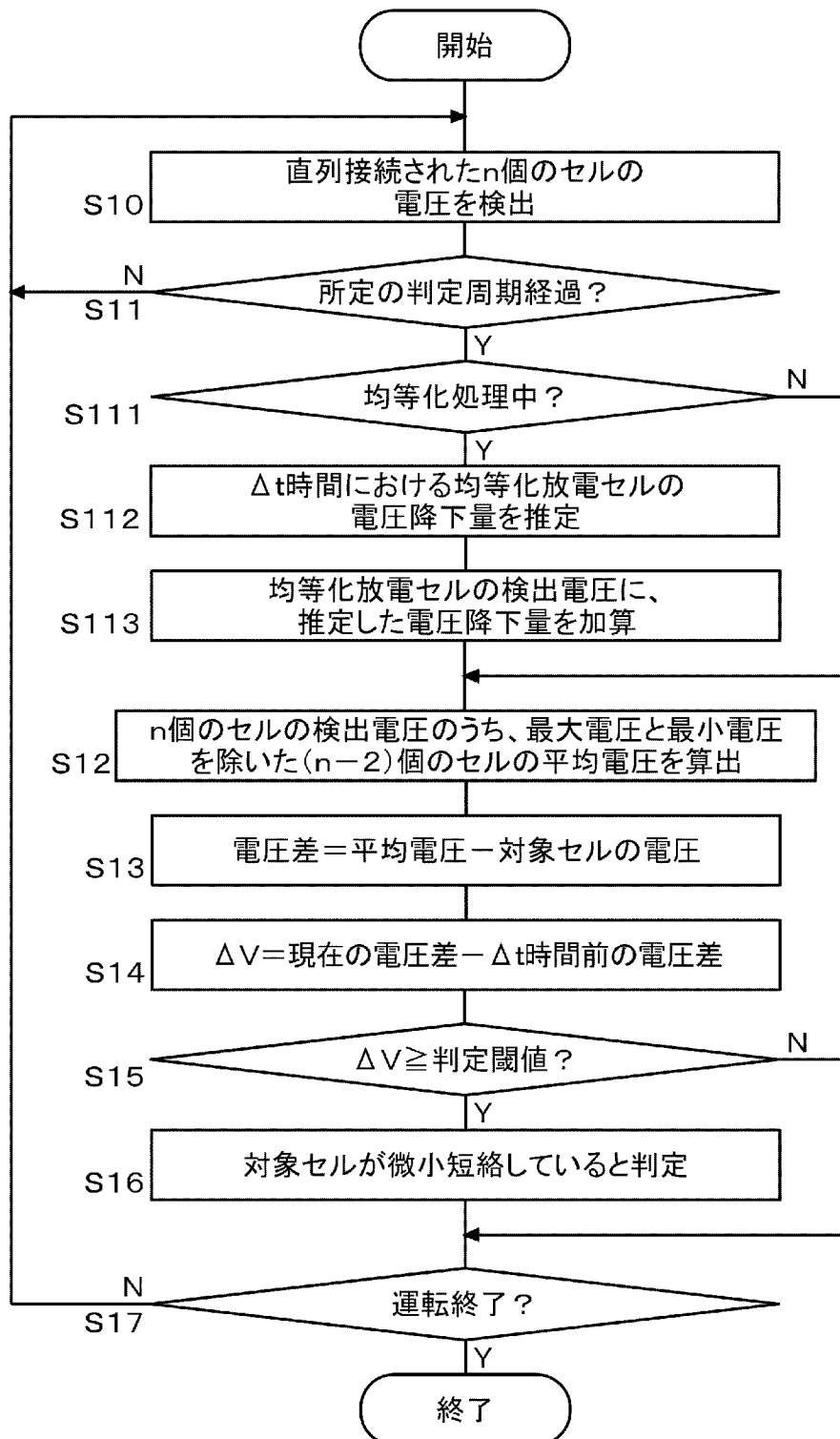
[図8]



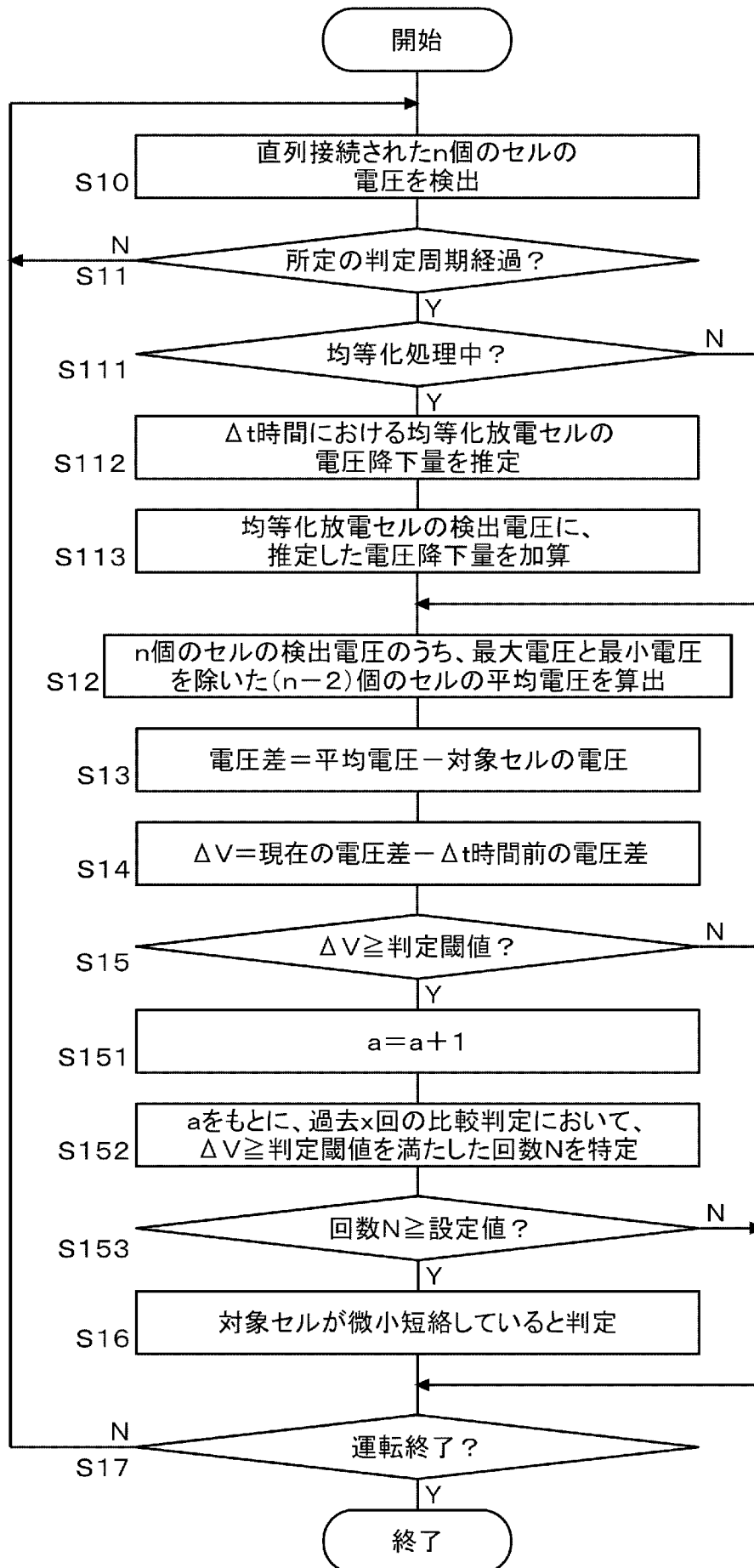
[図9]



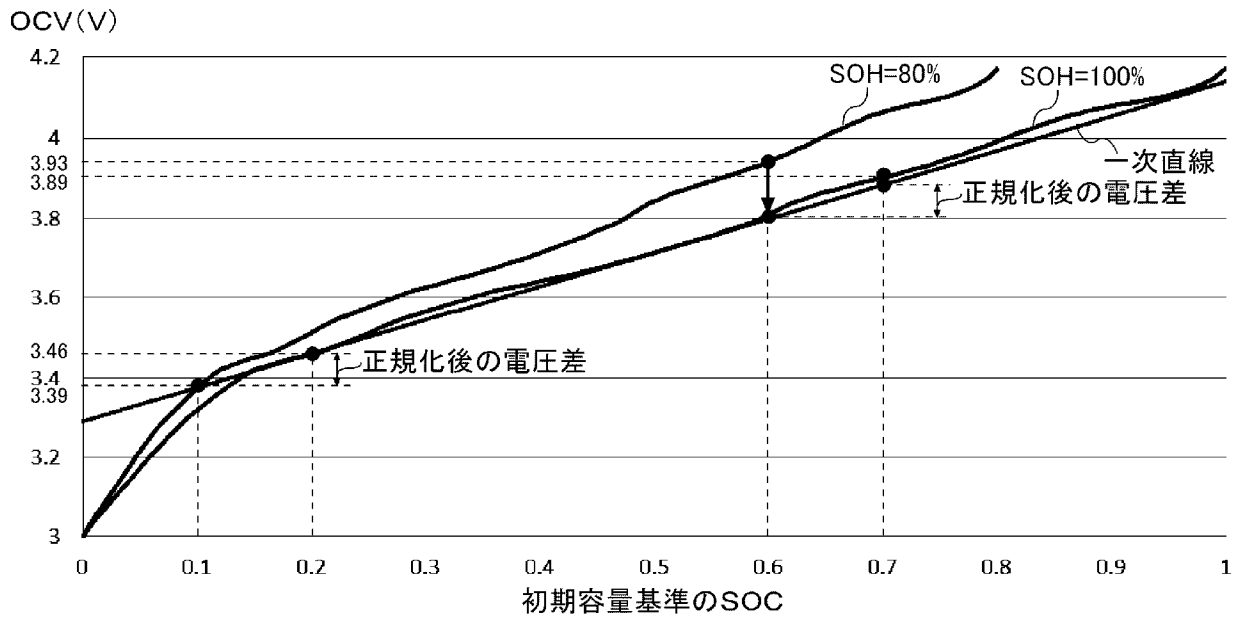
[図10]



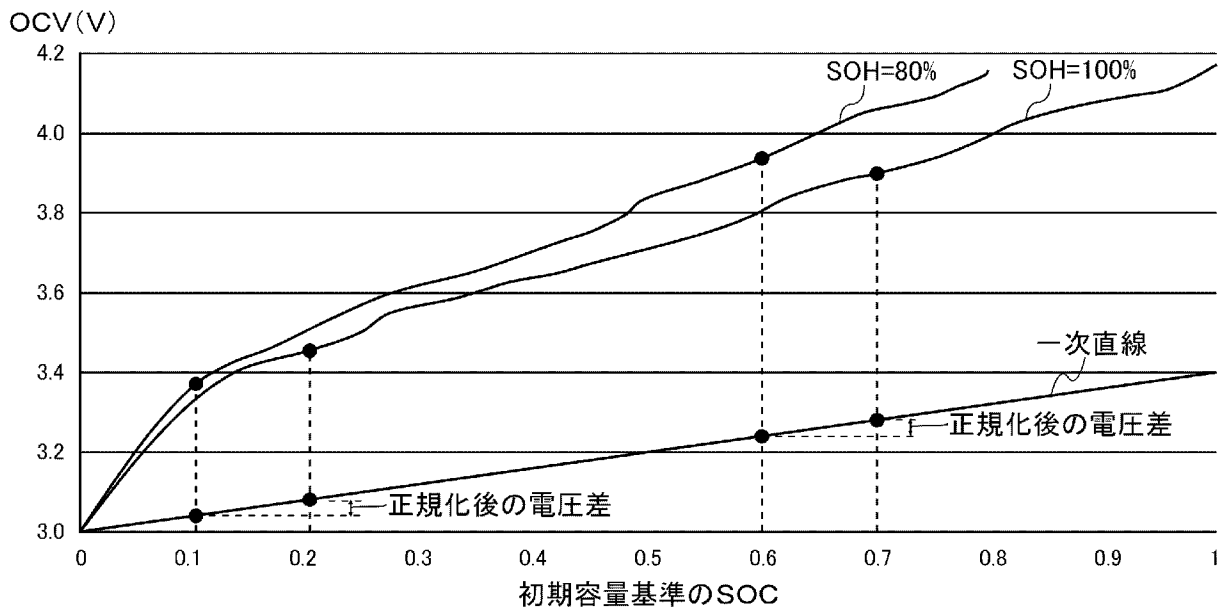
[図11]



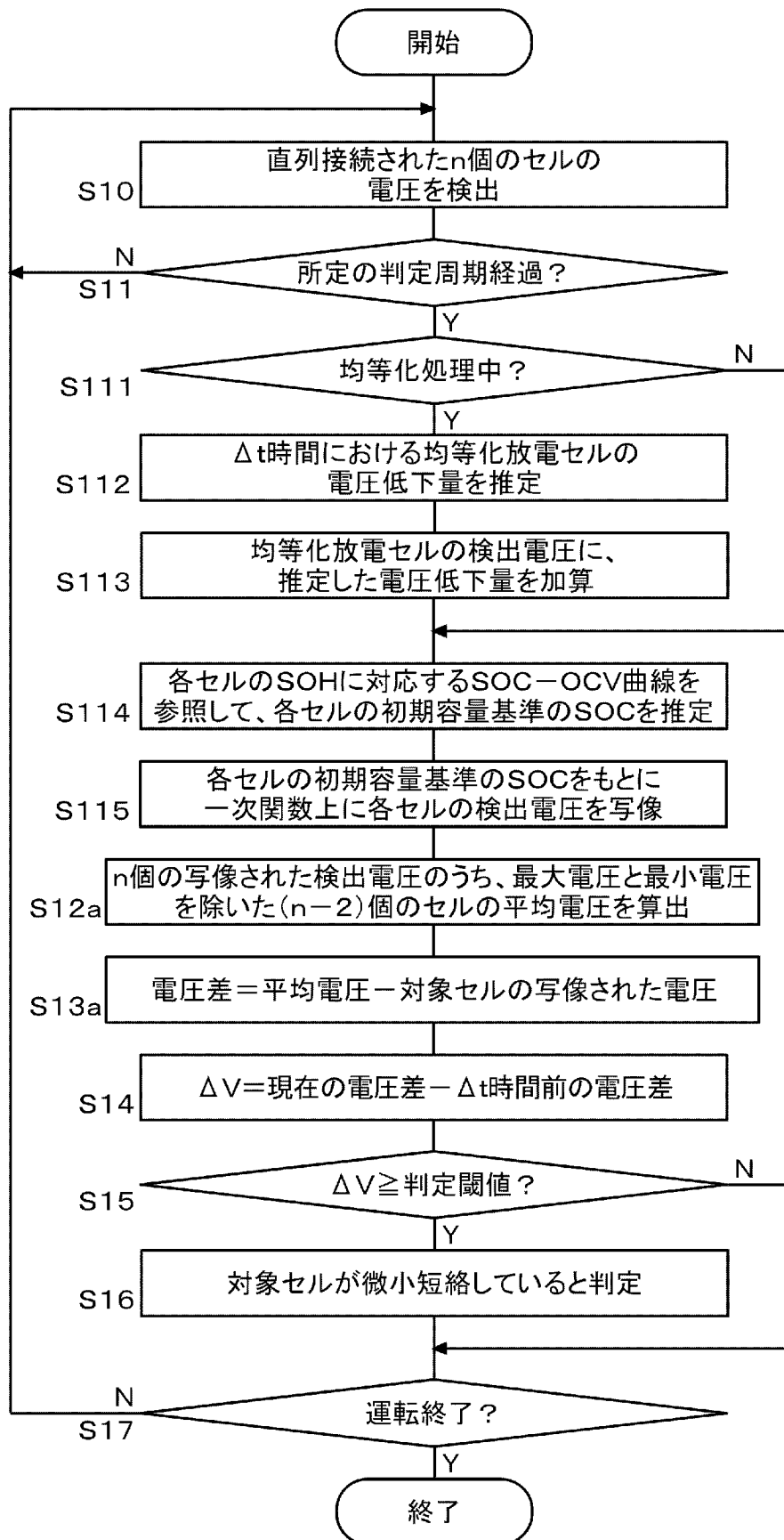
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/023182

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01M10/48 (2006.01) i, B60L58/22 (2019.01) i, G01R31/36 (2019.01) i, G01R31/396 (2019.01) i, H01M10/44 (2006.01) i, H02J7/00 (2006.01) i, H02J7/02 (2016.01) 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. H01M10/48, B60L58/22, G01R31/36, G01R31/396, H01M10/44, H02J7/00, H02J7/02

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 2008-118777 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 22 May 2008, paragraphs [0032]-[0105], fig. 1-8 & US 2010/0066379 A1, paragraphs [0033]-[0128], fig. 1-8 & EP 2083494 A1 & CN 101536285 A	1-6
A	WO 2018/043222 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 08 March 2018, paragraphs [0012]-[0039], fig. 1-4 & CN 109661588 A	1-6
A	JP 2013-117410 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 13 June 2013, paragraphs [0010]-[0078], fig. 1-7 & CN 103138017 A	1-6

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
19.07.2019

Date of mailing of the international search report
30.07.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP2019/023182

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2018/051885 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 22 March 2018, paragraphs [0012]-[0048], fig. 1-5 & CN 109642930 A	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01M10/48(2006.01)i, B60L58/22(2019.01)i, G01R31/36(2019.01)i, G01R31/396(2019.01)i, H01M10/44(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i, H02J7/02(2016.01)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. H01M10/48, B60L58/22, G01R31/36, G01R31/396, H01M10/44, H02J7/00, H02J7/02

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 2008-118777 A (松下電器産業株式会社) 2008.05.22, 段落[0032]-[0105], 図1-8 & US 2010/0066379 A1, 段落[0033]-[0128], 図1-8 & EP 2083494 A1 & CN 101536285 A	1-6
A	WO 2018/043222 A1 (パナソニックIPマネジメント株式会社) 2018.03.08, 段落[0012]-[0039], 図1-4 & CN 109661588 A	1-6

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	の日の後に公表された文献
「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 19.07.2019	国際調査報告の発送日 30.07.2019
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) 大濱 伸也 電話番号 03-3581-1101 内線 3568

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 2013-117410 A (日産自動車株式会社) 2013.06.13, 段落[0010]-[0078], 図 1-7 & CN 103138017 A	1-6
A	WO 2018/051885 A1 (パナソニック I P マネジメント株式会社) 2018.03.22, 段落[0012]-[0048], 図 1-5 & CN 109642930 A	1-6