(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
2022年5月27日(27.05.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/107536 A1

(51) 国際特許分類:
H01M 10/42 (2006.01)　*G01R 31/3842* (2019.01)
H01M 10/48 (2006.01)　*G01R 31/387* (2019.01)
H02J 7/00 (2006.01)　*G01R 31/389* (2019.01)
G01R 31/367 (2019.01)　*G01R 31/392* (2019.01)
G01R 31/3828 (2019.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2021/038750

(22) 国際出願日：　2021年10月20日(20.10.2021)

(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 2020-193213　2020年11月20日(20.11.2020) JP

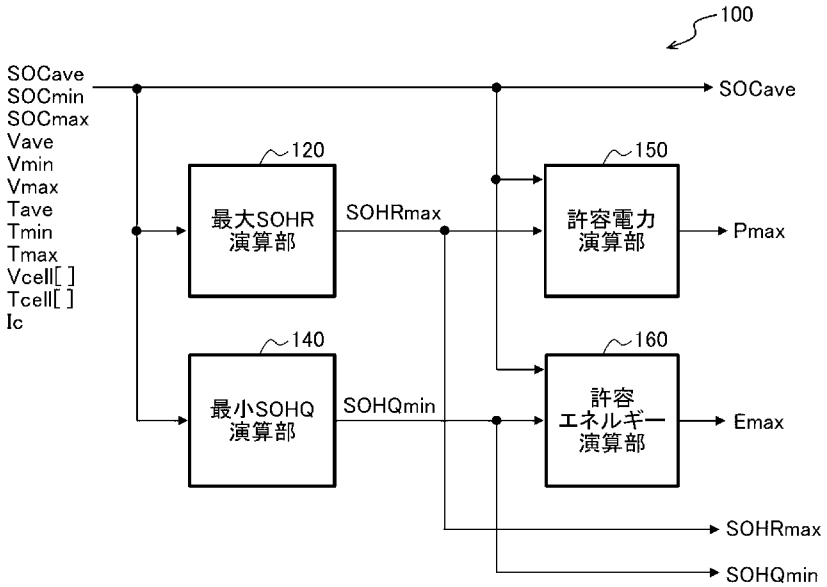
(71) 出願人: 株式会社日立製作所(**HITACHI, LTD.**) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 小松　大輝 (**KOMATSU Daiki**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 中尾亮平(**NAKAO Ryohhei**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 山内晋(**YAMAUCHI Shin**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人磯野国際特許商標事務所(**ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.**); 〒1050001 東京都港区虎ノ

(54) **Title:** BATTERY CONTROL DEVICE AND PROGRAM

(54) 発明の名称： 電池制御装置およびプログラム



120　Maximum SOHR computation unit
140　Minimum SOHQ computation unit
150　Allowable power computation unit
160　Allowable energy computation unit

(57) **Abstract:** This battery control device appropriately manages a storage battery. In order to acheive the foregoing, a battery control device (100) is provided with: representative degradation rate calculation units (116, 118) that calculate, on the basis of the terminal voltage (Vcell[ ]) of each of a plurality of battery cells connected in series, representative degradation rates (SOHRave, SOHQave), which are overall degradation rates for a plurality of battery cells; and degradation rate of interest extraction units (120, 140) that acquire, on the basis of the representative degradation rates (SOHRave,

WO 2022/107536 A1

［続葉有］

門一丁目１番１８号 ヒューリック虎ノ門ビル Tokyo (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, IT, JO, 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, 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, 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：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

SOHQave) and each terminal voltage (Vcell[ ]), degradation rates of interest (SOHRmax, SOHQmin), which are degradation rates for an arbitrary battery cell among the plurality of battery cells.

(57) 要約：電池制御装置において、蓄電池を適切に管理する。そのため、直列接続された複数の電池セルの各々の端子電圧（Ｖcell［］）に基づいて、複数の電池セルの全体の劣化率である代表劣化率（ＳＯＨＲave，ＳＯＨＱave）を算出する代表劣化率算出部（１１６，１１８）と、代表劣化率（ＳＯＨＲave，ＳＯＨＱave）と、各々の（端子電圧Ｖcell［］）と、に基づいて、複数の電池セルのうち任意のものの劣化率である注目劣化率（ＳＯＨＲmax，ＳＯＨＱmin）を取得する注目劣化率抽出部（１２０，１４０）と、を電池制御装置（１００）に設けた。

明　細　書

発明の名称 ： 電池制御装置およびプログラム

技術分野

[0001]　本発明は、電池制御装置およびプログラムに関する。

背景技術

[0002]　下記特許文献１～３には、蓄電池の制御に関する技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１２－０８３１２３号公報

特許文献2：特開２００６－２４２８８０号公報

特許文献3：特開２０１８－１６９２８４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　ところで、上述した技術において、一層適切に蓄電池を管理したいという要望がある。

この発明は上述した事情に鑑みてなされたものであり、蓄電池を適切に管理できる電池制御装置およびプログラム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

[0005]　上記課題を解決するため本発明の電池制御装置は、直列接続された複数の電池セルの各々の端子電圧に基づいて、複数の前記電池セルの全体の劣化率である代表劣化率を算出する代表劣化率算出部と、前記代表劣化率と、各々の前記端子電圧と、に基づいて、複数の前記電池セルのうち任意のものの劣化率である注目劣化率を取得する注目劣化率抽出部と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0006]　本発明によれば、蓄電池を適切に管理できる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]好適な第１実施形態による電池パックのブロック図である。

[図2]電池制御装置の要部のブロック図（１／２）である。

[図3]電池制御装置の要部のブロック図（２／２）である。

[図4]電池セルの等価回路モデルの回路図である。

[図5]最大ＳＯＨＲ演算部の詳細を示すブロック図である。

[図6]電池制御装置における各部の波形図の一例である。

[図7]好適な第２実施形態における最小ＳＯＨＱ演算部のブロック図である。

[図8]第２実施形態における各部の波形図の一例である。

[図9]第３実施形態における電池制御装置の要部のブロック図である。

発明を実施するための形態

[0008] ［実施形態の前提］

近年、蓄電池システムの多直列、多並列化の大規模化が進むことで、電池コントローラが管理しなければならない電池セルの個数が増加している。このため、電池セルの大規模化に伴い電池システム内の劣化度もばらつきは大きくなり、最も劣化している電池を特定する技術が望まれている。また、車両等の移動体では、電池コントローラに使用するマイコンも大規模な演算処理が困難であるため、低演算負荷にて劣化ばらつきを特定することが望まれている。

[0009] 上述した特許文献１の内容を適用した技術によれば、個別のセンサ情報から劣化率（ＳＯＨ）を演算した後に最も劣化が進行している電池を判別できると考えられる。しかし、ＳＯＨ演算自体のロジックの負荷が重かった場合、小規模なマイクロコンピュータに適用することが困難である。一方、ＳＯＨ演算自体に負荷が軽いロジックを適用した場合には、小規模なマイクロコンピュータに適用できるが、精度を確保できない。そこで、後述する好適な実施形態では、劣化ばらつきを特定する上で低演算負荷と高精度を両立しようとするものである。

[0010] ［第１実施形態］

〈電池パック１０の構成〉

図１は、好適な第１実施形態による電池パック１０のブロック図である。

図１において、電池パック１０は、直列接続された複数の（Ｍ×Ｎ個の）電池セル１１と、複数の（Ｍ個の）セル制御部１２と、各電池セル１１の両端に接続された複数の電圧検出線１３と、複数の（Ｍ個の）熱電対１４と、通信線１６，１８と、電流センサ１７と、電池制御装置１００（コンピュータ）と、を備えている。

[0011] 電池セル１１は、例えばリチウムイオン二次電池であり、Ｎ個毎に（Ｎは例えば１２）グループを形成しており、電池パック１０には、Ｍ個のグループが設けられている。熱電対１４は各グループに１個の電池セル１１に装着され、当該電池セル１１の温度を測定する。すなわち、当該熱電対１４による測定結果は、同一のグループに属するＮ個の電池セル１１の温度であるとみなされる。但し、各グループに属するＮ個の電池セル１１の全てに熱電対１４を装着してもよい。

[0012] 各々のセル制御部１２には、複数の（例えばＮ＋１本の）電圧検出線１３と、熱電対１４とが接続されている。これにより、セル制御部１２は、それぞれ、直列接続されたＮ個の電池セル１１の電圧検出を行う。電流センサ１７の検出結果をセル電流Ｉcと呼ぶ。また、セル制御部１２は、電池制御装置１００からの指令に基づいて、Ｎ個の電池セル１１のバランシング制御等を実行する。また、Ｍ個のセル制御部１２は、リングバス１５および通信線１６を介して電池制御装置１００に接続されている。そして、電池制御装置１００は、通信線１８を介して上位装置３０に接続されている。

[0013] 電池パック１０が車両等の移動体に搭載される場合には、通信線１８には、例えばＣＡＮ（Controller Area Network）を適用することができる。電池制御装置１００は、各セル制御部１２から供給された各電池セル１１の電圧情報や温度情報、電流センサ１７の電流情報等に基づき、ＳＯＣ（充電率）の推定や劣化率推定制御（ＳＯＨ）や許容電力演算を行う。そして、これらの演算結果を通信線１８を介して上位装置３０に伝達し、電池パック１０の

入出力等を制御する。なお、図１に示した例では、全ての電池セル１１が直列接続されているが、複数の電池セル１１の直列回路をさらに並列接続して電池パック１０を構成してもよい。

[0014] 〈電池制御装置１００の要部の構成〉

図２および図３は、電池制御装置１００の要部のブロック図である。

電池制御装置１００は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＤＳＰ（Digital Signal Processor）、ＲＡＭ（Random Access Memory）、ＲＯＭ（Read Only Memory）等、一般的なコンピュータとしてのハードウエアを備えており、ＲＯＭには、ＣＰＵによって実行される制御プログラム、ＤＳＰによって実行されるマイクロプログラムおよび各種データ等が格納されている。図２および図３において、電池制御装置１００の内部は、制御プログラムおよびマイクロプログラム等によって実現される機能を、ブロックとして示している。

[0015] すなわち、図２において、電池制御装置１００は、代表値抽出部１１０，１１２と、ＳＯＣ演算部１１４と、代表ＳＯＨＲ演算部１１６（代表劣化率算出部、代表劣化率算出手段）と、代表ＳＯＨＱ演算部１１８（代表劣化率算出部、代表劣化率算出手段）と、を備えている。さらに、図３において、電池制御装置１００は、最大ＳＯＨＲ演算部１２０（注目劣化率抽出部、注目劣化率抽出手段）と、最小ＳＯＨＱ演算部１４０（注目劣化率抽出部、注目劣化率抽出手段）と、許容電力演算部１５０と、許容エネルギー演算部１６０と、を備えている。

[0016] ところで、以下の説明において、行列は、角括弧を用いて表現する。例えば、Ｍ×Ｎ個の電池セル１１の端子電圧であるセル電圧の行列は“Ｖcell［］”と表記する。また、例えばＭ個の熱電対１４による温度検出値の行列は“Ｔcell［］”と表記する。

[0017] （代表値抽出部１１０，１１２）

図２において、代表値抽出部１１０は、セル電圧Ｖcell［］の中の最高値である最高電圧Ｖmaxと、最低値である最低電圧Ｖminと、セル電圧Ｖcell［

］の平均値である平均電圧Ｖaveと、を出力する。また、代表値抽出部１１２は、温度検出値Ｔcell［ ］の中の最高値である最高温度Ｔmaxと、最低値である最低温度Ｔminと、温度検出値Ｔcell［ ］の平均値である平均温度Ｔaveと、を出力する。

[0018]（ＳＯＣ演算部１１４）

ＳＯＣ演算部１１４は、代表値抽出部１１０，１１２の出力信号と、セル電流Ｉcとに基づいて、Ｍ×Ｎ個の電池セル１１のＳＯＣ（state of charge；充電率）のうち最大値であるＳＯＣmaxと、最小値であるＳＯＣminと、Ｍ×Ｎ個の電池セル１１のＳＯＣの平均値であるＳＯＣaveと、を出力する。

[0019]（代表ＳＯＨＲ演算部１１６）

Ｍ×Ｎ個の電池セル１１（図１参照）における内部抵抗の劣化度合いを示す指標を抵抗劣化率ＳＯＨＲと呼ぶ。代表ＳＯＨＲ演算部１１６は、代表値抽出部１１０，１１２およびＳＯＣ演算部１１４の出力信号と、セル電流Ｉcと、に基づいて、抵抗劣化率ＳＯＨＲの代表値である平均抵抗劣化率ＳＯＨＲave（代表劣化率、代表抵抗劣化率）を演算する。演算される平均抵抗劣化率ＳＯＨＲaveは、電池パック１０を一つの電池セルとみなして演算した値であるため、個々の電池セル１１の抵抗劣化率ＳＯＨＲの平均値になる。平均抵抗劣化率ＳＯＨＲaveの算出方法としては、例えば上述した特許文献２（特開２００６－２４２８８０号公報）に記載されているものを適用することができる。

[0020]（代表ＳＯＨＱ演算部１１８）

各電池セル１１の容量の劣化率を示す指標をＳＯＨＱと呼ぶ。代表ＳＯＨＱ演算部１１８は、代表値抽出部１１０，１１２およびＳＯＣ演算部１１４の出力信号と、セル電流Ｉcと、に基づいて、ＳＯＨＱの代表値である平均容量劣化率ＳＯＨＱave（代表劣化率、代表容量劣化率）を演算する。演算されるＳＯＨＱaveは、電池パック１０を一つの電池セルとみなして演算した値であるため、個々の電池セル１１のＳＯＨＱの平均値になる。平均容量劣化率ＳＯＨＱaveの算出方法としては、例えば上述した特許文献３（特開２０１８

－１６９２８４号公報）に記載されているものを適用することができる。

[0021]（最大ＳＯＨＲ演算部１２０）

次に、図３において、最大ＳＯＨＲ演算部１２０は、図２に示した代表値抽出部１１２およびＳＯＣ演算部１１４の出力信号と、セル電圧Ｖcell［ ］と、セル電流Ｉcと、平均抵抗劣化率ＳＯＨＲaveと、に基づいて、最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmax（注目劣化率、注目抵抗劣化率）を演算する。ここで、最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmaxとは、最も抵抗劣化が進行した電池セル１１の抵抗劣化率ＳＯＨＲの推定値である。なお、最大ＳＯＨＲ演算部１２０における演算の詳細例については後述する。

[0022]（最小ＳＯＨＱ演算部１４０）

次に、最小ＳＯＨＱ演算部１４０は、代表値抽出部１１２およびＳＯＣ演算部１１４の出力信号と、セル電圧Ｖcell［ ］と、平均容量劣化率ＳＯＨＱaveと、に基づいて、ＳＯＨＱmin（注目劣化率、注目容量劣化率）を演算する。ここで、ＳＯＨＱminとは、最も容量劣化が進行した電池セル１１のＳＯＨＱの推定値である。なお、最大ＳＯＨＲ演算部１２０における演算の詳細例については、後述する第２実施形態において説明する。

[0023]（許容電力演算部１５０）

許容電力演算部１５０は、図２に示した代表値抽出部１１０，１１２およびＳＯＣ演算部１１４の出力信号と、最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmaxと、に基づいて、電池パック１０が現時点で出力可能な最大電力の推定値である許容電力Ｐmaxを出力する。

[0024]（許容エネルギー演算部１６０）

許容エネルギー演算部１６０は、図２に示した代表値抽出部１１０，１１２およびＳＯＣ演算部１１４の出力信号と、ＳＯＨＱminと、に基づいて、電池パック１０が現時点で出力可能な最大エネルギーの推定値である許容エネルギーＥmaxを出力する。

以上のように、電池制御装置１００において計算されたＳＯＣaveと、最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmaxと、ＳＯＨＱminと、許容電力Ｐmaxと、許容エネルギ

ーＥmaxとは、上位装置３０（図１参照）に供給される。

[0025] このように、代表ＳＯＨＲ演算部１１６および代表ＳＯＨＱ演算部１１８に入力される各種パラメータ（Ｖmax，Ｖmin，Ｖave，Ｔmax，Ｔmin，Ｔave等）に基づいて最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmaxおよび最小容量劣化率ＳＯＨＱminを求めることにより、高精度かつ低演算負荷でＳＯＨＲmax、ＳＯＨＱmin等を演算することができる。

[0026] ところで、高精度な最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmax、最小容量劣化率ＳＯＨＱminを得るために、代表値抽出部１１０，１１２（図２参照）を介さず、各電池セル１１のＳＯＣ、ＳＯＨＲ、ＳＯＨＱを演算し、その演算結果に基づいてＳＯＨＲmax、ＳＯＨＱmin等を特定することも考えられる。しかし、このような方法では、全ての電池セル１１のＳＯＣ、ＳＯＨＲ、ＳＯＨＱを演算する必要が生じるため、演算負荷が多大になる。これに対して、本実施形態によれば、少数の代表値（Ｖmax，Ｖmin，Ｖave，Ｔmax，Ｔmin，Ｔave等）に基づいて、ＳＯＨＲmax、ＳＯＨＱmin等を算出できるため、ＳＯＨＲmax、ＳＯＨＱmin等を高精度かつ低演算負荷で求めることができる。

[0027] 〈電池セル１１の等価回路モデル〉

最大ＳＯＨＲ演算部１２０の詳細を説明する前提として、電池セル１１の等価回路モデルについて説明する。

図４は、電池セル１１の等価回路モデル２００の回路図である。

図４において、等価回路モデル２００は、直流電源２１０と、抵抗器２２０と、並列回路２３０，２４０と、を直列に接続した回路である。並列回路２３０は抵抗器２３２とコンデンサ２３４との並列回路であり、並列回路２４０は抵抗器２４２とコンデンサ２４４との並列回路である。

[0028] 直流電源２１０のセル電圧を開回路電圧ＯＣＶと呼ぶ。抵抗器２２０は、セル電流Ｉcが瞬時に流れた再の電池セル１１の内部抵抗と考えることができ、電池セル１１の未使用時における抵抗器２２０の抵抗値をＲ0とする。但し、電池セル１１の使用時間に応じて、抵抗値Ｒ0に抵抗劣化率ＳＯＨＲを乗算した結果が抵抗器２２０の抵抗値になる。すなわち、抵抗器２２０における

電圧降下は、Ｉｃ・Ｒ0・ＳＯＨＲになる。

[0029] 抵抗器２３２の抵抗値をＲp1とし、並列回路２３０の時定数をτ1とし、抵抗器２３２に流れる電流をＩp1とする。また、抵抗器２４２の抵抗値をＲp2とし、並列回路２４０の時定数をτ2とし、抵抗器２４２に流れる電流をＩp2とする。並列回路２３０，２４０の各々における電圧降下を部分分極電圧Ｖp1，Ｖp2と呼び、双方を合わせた電圧降下が分極電圧Ｖpになる。電池セル１１の閉回路電圧ＣＣＶは、開回路電圧ＯＣＶと、Ｉｃ・Ｒ0・ＳＯＨＲと、分極電圧Ｖpとの合計に等しくなる。

[0030] 〈最大ＳＯＨＲ演算部１２０の詳細〉

図５は、上述した最大ＳＯＨＲ演算部１２０の詳細を示すブロック図である。

図５において、最大ＳＯＨＲ演算部１２０は、分極電圧演算部１２１と、条件判定部１２２と、ΔＶ演算部１２４と、演算部１２６と、演算結果確認部１２８と、を備えている。

[0031] （分極電圧演算部１２１）

分極電圧演算部１２１は、全ての電池セル１１の分極電圧Ｖpの平均値である平均分極電圧Ｖpaveを算出する。図４に示したように、１個の電池セル１１において、「Ｖp＝ＣＣＶ－Ｉｃ・Ｒ0・ＳＯＨＲ－ＯＣＶ」が成立する。従って、分極電圧Ｖpの平均値である平均分極電圧Ｖpaveは、「Ｖpave＝Ｖave－Ｉｃ・Ｒ0・ＳＯＨＲave－ＯＣＶ」によって求めることができる。ここで、抵抗値Ｒ0は、ＳＯＣや温度に応じて変化するため、ＳＯＣaveと平均温度Ｔaveとに基づいて抵抗値Ｒ0を求めるテーブルを準備しておき、そのテーブルから抵抗値Ｒ0を読み出すとよい。

[0032] そして、分極電圧演算部１２１は、条件判定部１２２に平均分極電圧Ｖpaveを供給する。また、条件判定部１２２には、ＳＯＣ演算部１１４（図２参照）からＳＯＣmin、ＳＯＣaveおよびＳＯＣmaxが供給され、代表値抽出部１１２から最低温度Ｔminおよび最高温度Ｔmaxが供給され、セル制御部１２（図１参照）からセル電圧Ｖcell［ ］およびセル電流Ｉcが供給される。

[0033] （条件判定部１２２）

条件判定部１２２は、現在のタイミングが最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmax等を演算するタイミングとして適切か否かを以下に列挙する条件ＣＤＡ～ＣＤＧに基づいて判定する。すなわち、下記条件ＣＤＡ～ＣＤＧが全て「真」である場合に、条件判定部１２２は、ΔＶ演算部１２４に対して、演算が実行可能であることを通知する。

[0034] ・条件ＣＤＡ：Ｉcmin≦｜Ｉc｜≦Ｉcmax、かつ、Ｉc_z≦Ｉcmax_z

ここで、Ｉcminは演算を実行可能とする電流下限閾値であり、Ｉcmaxは演算を実行可能とする電流上限閾値である。ところで、電池制御装置１００は、例えば１０ミリ秒～１秒の制御周期を単位として動作している。Ｉc_zは、前回の制御周期におけるセル電流Ｉcであり、これを「前回セル電流」と呼ぶ。また、Ｉcmax_zは、前回の制御周期に適用された電流上限閾値Ｉcmaxであり、これを「前回電流上限閾値」と呼ぶ。なお、以下説明する各種信号名においても、末尾に「_z」を付した信号名は、前回の制御周期における信号であることを示す。この条件ＣＤＡは、セル電流Ｉcが小さい値から大きく立上ったタイミングを検知することで、ΔＶ演算部１２４の演算誤差を小さくする狙いがある。

[0035] ・条件ＣＤＢ：ＳＯＣminth≦ＳＯＣmin

ここで、ＳＯＣminthは、演算を実行可能とするＳＯＣminの最小値を定める閾値である。条件ＣＤＢは、ＳＯＣが低い領域では、抵抗値Ｒ0はＳＯＣが低くなるほど増加する傾向を有することに鑑み、ＳＯＣminが閾値ＳＯＣminth未満であるＳＯＣ領域を回避する狙いがある。

・条件ＣＤＣ：ＳＯＣmax≦ＳＯＣmaxth

ここで、ＳＯＣmaxthは、演算を実行可能とするＳＯＣmaxの最大値を定める閾値である。条件ＣＤＣは、ＳＯＣが高い領域では、抵抗値Ｒ0はＳＯＣが高くなるほど増加する傾向を有することに鑑み、ＳＯＣmaxが閾値ＳＯＣmaxthを超えるＳＯＣ領域を回避する狙いがある。

[0036] ・条件ＣＤＤ：Ｔminth≦Ｔmin

ここで、Ｔminthは、演算を実行可能とする最低温度Ｔminの最低値を定める閾値である。抵抗値Ｒ0は温度が低くなるほど高くなる傾向があるため、条件ＣＤＤは最低温度Ｔminが閾値Ｔminth未満である温度領域を回避する狙いがある。

・条件ＣＤＥ：Ｔmax≦Ｔmaxth

ここで、Ｔmaxthは、演算を実行可能とする最高温度Ｔmaxの最高値を定める閾値である。上述したように、分極電圧演算部１２１は、ＳＯＣaveと平均温度Ｔaveとに基づいて抵抗値Ｒ0を求めるテーブルから抵抗値Ｒ0を読み出している。しかし、平均温度Ｔaveがそのテーブルに記録されている最高温度を超えると、抵抗値Ｒ0を導出できなくなるため、最高温度Ｔmaxに基づいて演算を制限している。

[0037] ・条件ＣＤＦ：Ｔgap≦Ｔgapth

ここで、Ｔgapは、「Ｔmax－Ｔmin」に等しい値であり、以下「温度ギャップ」と呼ぶ。Ｔgapthは、演算を実行可能とする温度ギャップＴgapの最高値を定める閾値である。電池パック１０における各電池セル１１の温度のばらつきが大きくなると、抵抗値Ｒ0のばらつきも大きくなる。すると、ΔＶ演算部１２４にて最大電圧差ΔＶmax、最小電圧差ΔＶmin等（詳細は後述する）を演算する際、温度差による抵抗値Ｒ0のばらつきによって、「抵抗値Ｒ0の劣化度合いのばらつきが大きい」かのような演算結果が生じる場合がある。そこで、温度ギャップＴgapに基づいて演算を制限している。

[0038] ・条件ＣＤＧ：Ｖpave_z≦Ｖpth

ここで、Ｖpave_zは、前回の制御周期における平均分極電圧Ｖpave（平均値）であり、これを「前回平均分極電圧」と呼ぶ。また、閾値Ｖpth（分極電圧閾値）は、演算を実行可能とする前回平均分極電圧Ｖpave_zの最高値を定める閾値である。最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmax等は、分極電圧Ｖpが低い時に演算することが好ましい。そこで、平均分極電圧Ｖpaveに基づいて演算を制限している。

[0039] （ΔＶ演算部１２４）

ΔＶ演算部１２４は、下記式（１）～（４）によって、最大電圧差ΔＶmax、最小電圧差ΔＶminおよび平均電圧差ΔＶaveを算出する。

$$\Delta V[\,] = Vcell[\,] - Vcell_start[\,] \quad \cdots (1)$$

$$\Delta Vmax = Max(\Delta V[\,]) \quad \cdots (2)$$

$$\Delta Vmin = Min(\Delta V[\,]) \quad \cdots (3)$$

$$\Delta Vave = Average(\Delta V[\,]) \quad \cdots (4)$$

[0040] 式（１）において、Ｖcell［］は、現在の制御周期におけるセル電圧の行列である。また、Ｖcell_start［］とは、上述の条件ＣＤＡ～ＣＤＧのうち何れかが「偽」である状態から全て「真」である状態に変化した最新の制御周期におけるセル電圧の行列である。式（２）は、行列ΔＶ［］の要素のうち最大値を最大電圧差ΔＶmaxとすることを示しており、式（３）は、行列ΔＶ［］の要素のうち最小値を最小電圧差ΔＶminとすることを示している。式（４）は、行列ΔＶ［］の全要素の平均値を平均電圧差ΔＶaveとすることを示している。

[0041]（演算部１２６）

演算部１２６は、下記式（５）～（８）に基づいて、ＳＯＨＲの暫定的な最大値および最小値であるＳＯＨＲmax*およびＳＯＨＲmin*を計算する。下式（５）～（８）において、ＳＯＨＲmax_z*およびＳＯＨＲmin_z*は、前回の制御周期におけるＳＯＨＲmax*およびＳＯＨＲmin*である。また、$W_{SOHRmax}$および$W_{SOHRmin}$は、重み付け平均用の重みである。

[0042] $$SOHRmax_New = SOHRave \times \Delta Vmax / \Delta Vave \quad \cdots (5)$$

$$SOHRmin_New = SOHRave \times \Delta Vmin / \Delta Vave \quad \cdots (6)$$

$$SOHRmax^* = (1 - W_{SOHRmax}) \times SOHRmax_z^* + W_{SOHRmax} \times SOHRmax_New \quad \cdots (7)$$

$$SOHRmin^* = (1 - W_{SOHRmin}) \times SOHRmin_z^* + W_{SOHRmin} \times SOHRmin_New \quad \cdots (8)$$

[0043] （演算結果確認部１２８）

演算結果確認部１２８は、ＳＯＨＲmin*およびＳＯＨＲmax*の妥当性を確認し、その結果に基づいて最小抵抗劣化率ＳＯＨＲminおよび最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmaxを出力する。すなわち、演算結果確認部１２８は、ＳＯＨＲmin*＞ＳＯＨＲaveである場合は、ＳＯＨＲmin*の演算結果が不適切であると判定し、平均抵抗劣化率ＳＯＨＲaveを最小抵抗劣化率ＳＯＨＲminとして出力する。また、それ以外の場合、演算結果確認部１２８はＳＯＨＲmin*を最小抵抗劣化率ＳＯＨＲminとして出力する。同様に、演算結果確認部１２８は、ＳＯＨＲmax*＜ＳＯＨＲaveである場合は、ＳＯＨＲmax*の演算結果が不適切であると判定し、平均抵抗劣化率ＳＯＨＲaveを最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmaxとして出力する。また、それ以外の場合、演算結果確認部１２８はＳＯＨＲmax*を最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmaxとして出力する。

[0044] 〈演算結果の具体例〉

図６は、電池制御装置１００における各部の波形図の一例である。

図６のグラフ３００～３０２の横軸は時刻ｔであり、グラフ３００～３０２の縦軸は、それぞれ電圧、電流およびＳＯＨＲである。グラフ３０１の時刻ｔ2以前において、セル電流Ｉcは電流下限閾値Ｉcmin未満であったが、時刻ｔ2において「Ｉcmin≦Ｉc≦Ｉcmax」の値に立ち上り、時刻ｔ4において再び電流下限閾値Ｉcmin未満の値に立ち下がっている。

[0045] ところで、図示の全期間において、電流下限閾値Ｉcminおよび電流上限閾値Ｉcmaxは一定である。従って、上述した条件ＣＤＡにおいて述べた「前回電流上限閾値Ｉcmax_z」は電流上限閾値Ｉcmaxに等しい。すると、図示の例において、時刻ｔ2～ｔ4の期間に条件ＣＤＡが満たされる。なお、上述した他の条件ＣＤＢ～ＣＤＧも同期間に充足されていたとする。すると、同期間において、最大ＳＯＨＲ演算部１２０（図５参照）は、最小抵抗劣化率ＳＯＨＲmin、最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmax等の推定を行うことになる。

[0046] ここで、Ｍ×Ｎ個の電池セル１１（図１参照）のうち、抵抗値Ｒ0（図４参照）が最も高いものをセル１（図示せず）と呼び、そのセル電圧をＶＣ１と

呼ぶ。また、抵抗値Ｒ0が最も低いものをセル２（図示せず）と呼び、そのセル電圧をＶＣ２と呼ぶ。図６のグラフ３００は、平均電圧Ｖave、セル電圧ＶＣ１，ＶＣ２の推移を示す。時刻ｔ2以前にはセル電流Ｉcが極めて小さいため、平均電圧Ｖave、セル電圧ＶＣ１，ＶＣ２は同一の電圧レベルＶ１になっている。但し、この例は説明を容易にするための例であり、時刻ｔ2において必ずしも平均電圧Ｖave、セル電圧ＶＣ１，ＶＣ２が一致するわけではない。

[0047] しかし、時刻ｔ2以降、セル電流Ｉcが大きくなると、抵抗値Ｒ0（図４参照）等の違いにより、セル電圧ＶＣ１，ＶＣ２および平均電圧Ｖaveは、図示のようにばらつく。時刻ｔ2の時点におけるセル電圧ＶＣ１，ＶＣ２および平均電圧Ｖaveと、それ以降の任意の時刻ｔにおけるセル電圧ＶＣ１，ＶＣ２および平均電圧Ｖaveと、の差は、それぞれ、上述した式（２）～（４）に示した最大電圧差ΔＶmax、最小電圧差ΔＶminおよび平均電圧差ΔＶaveになる。

[0048] 図示のように、時刻ｔ2～ｔ4の期間において、最大電圧差ΔＶmaxは平均電圧差ΔＶaveよりも大きくなり、最小電圧差ΔＶminは平均電圧差ΔＶaveよりも小さくなる。このように、セル電圧ＶＣ１，ＶＣ２および平均電圧Ｖaveがばらつく時刻ｔ2～ｔ4の期間において最大電圧差ΔＶmax、最小電圧差ΔＶminおよび平均電圧差ΔＶaveを計算すると、これらの値によって抵抗劣化率ＳＯＨＲのばらつきを正確に把握することができる。換言すれば、正確な最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmaxおよび最小抵抗劣化率ＳＯＨＲminを求めることができる。

[0049] グラフ３０２は、計算によって得られた平均抵抗劣化率ＳＯＨＲave、最小抵抗劣化率ＳＯＨＲminおよび最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmaxの推移を示す。なお、グラフ３０２において、ＳＯＨＲmax_rは最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmaxの真値であり、ＳＯＨＲmin_rは最小抵抗劣化率ＳＯＨＲminの真値である。

[0050] なお、図示の例ではＳＯＨＲmaxおよびＳＯＨＲminはステップ状に変化しているが、実際には、上述の式（７）および（８）に示したように、計算によるＳＯＨＲmaxおよびＳＯＨＲminは、制御周期の進行とともに、真値ＳＯＨＲmax_r，ＳＯＨＲmin_rに近づいてゆく。このように、時刻ｔ2以降におい

ては、平均抵抗劣化率ＳＯＨＲaveおよびセル電圧Ｖcell［ ］のばらつきに基づいて、正確な最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmaxと、最小抵抗劣化率ＳＯＨＲminとが得られる。

[0051] ［第２実施形態］

次に、好適な第２実施形態について説明する。なお、以下の説明において、上述した第１実施形態の各部に対応する部分には同一の符号を付し、その説明を省略する場合がある。

図７は、第２実施形態における最小ＳＯＨＱ演算部１４０のブロック図である。第２実施形態の電池パックは、第１実施形態のもの（図１～図５）と同様に構成されているが、最小ＳＯＨＱ演算部１４０は、図７に示すように構成されている。

[0052] 図７において、最小ＳＯＨＱ演算部１４０は、ＳＯＣｖ１抽出部１４１と、ＳＯＣｖ２抽出部１４２と、ΔＳＯＣｖ演算部１４４と、演算部１４６と、演算結果確認部１４８と、を備えている。

[0053] ところで、一般的に、充放電中のセル電圧から推定したＯＣＶに基づいて算出したＳＯＣをＳＯＣｖ（充電率）と呼ぶ。そして、セル電圧Ｖcell［ ］に対応するＳＯＣｖの行列をＳＯＣｖ［ ］と呼ぶ。ここで、ＳＯＣｖ［ ］に基づいて全てのセルのＳＯＨＱの行列であるＳＯＨＱ［ ］を求め、ＳＯＨＱ［ ］に基づいて最小容量劣化率ＳＯＨＱminを求めることも考えられる。しかし、全てのセルのＳＯＨＱを算出することには、多大な演算負荷を要する。そこで、本実施形態においては、劣化が激しく容量が小さいと考えられる電池セル１１を判別し、当該電池セル１１の状態に基づいて最小容量劣化率ＳＯＨＱminを算出する。

[0054] （ＳＯＣｖ１抽出部１４１）

ＳＯＣｖ１抽出部１４１には、モデル電圧Ｖmdと、セル電圧Ｖcell［ ］と、セル電流Ｉcと、最低温度Ｔminと、最高温度Ｔmaxと、が供給される。ここで、モデル電圧Ｖmd以外のパラメータの意義は、第１実施形態のものと同様である。そして、モデル電圧Ｖmdとは、等価回路モデル２００（図４参照）

において、抵抗劣化率ＳＯＨＲが平均抵抗劣化率ＳＯＨＲaveであると仮定した場合の閉回路電圧ＣＣＶに等しい。すなわち、モデル電圧Ｖmdは、下式（９）によって求められる値である。

Ｖmd＝ＯＣＶ＋Ｉc・Ｒ0・ＳＯＨＲave－Ｖp　　…（９）

[0055] ＳＯＣｖ１抽出部１４１は、下記の条件ＣＤＨ～ＣＤＫについて真偽を判定する。

・条件ＣＤＨ：｜Ｖmd－Ｖave｜≦Ｖth

ここで、Ｖthは所定の電圧差閾値である。等価回路モデル２００に基づいたモデル電圧Ｖmdと、実際の平均電圧Ｖaveの差が小さいタイミングでは、電流入力による誤差や分極による誤差が小さく、高精度な演算が実行可能であると考えられる。条件ＣＤＨは、このようなタイミングを発見する狙いがある。

[0056] ・条件ＣＤＩ：｜Ｉc｜≦Ｉcth

ここで、Ｉcthは所定の電流閾値である。セル電流Ｉcが小さい場合は、セル電圧Ｖcell［］は開回路電圧ＯＣＶに近づく。そこで、条件ＣＤＩは、このような場合にＳＯＣｖ１を推定しようとするものである。

[0057] ・条件ＣＤＪ：Ｔminth≦Ｔmin

ここで、Ｔminthは、演算を実行可能とする最低温度Ｔminの最低値を定める閾値である。温度検出値Ｔcell［］が低温である場合には、温度が低くなるほど抵抗値Ｒ0が増加する傾向があるため、条件ＣＤＪは演算精度向上のために、この領域を回避する狙いがある。なお、閾値Ｔminthは、上述した条件ＣＤＤにおける閾値Ｔminthと同一の値であってもよく、異なる値であってもよい。

[0058] ・条件ＣＤＫ：Ｔmax≦Ｔmaxth

ここで、Ｔmaxthは、演算を実行可能とする最高温度Ｔmaxの最高値を定める閾値である。条件ＣＤＫは、上述した条件ＣＤＥと同趣旨の条件である。閾値Ｔmaxthは、上述した条件ＣＤＥにおける閾値Ｔmaxthと同一の値であっ

てもよく、異なる値であってもよい。

[0059] さらに、ＳＯＣｖ１抽出部１４１は、上記条件ＣＤＨ～ＣＤＫが全て「真」であるか場合に、下式（１０）に基づいてＳＯＣｖ１[ ]を算出する。

ＳＯＣｖ１[ ]＝ＳＯＣ_ＯＣＶ_ＭＡＰ（Ｖcell［ ］）　…（１０）

[0060] 式（１０）において、ＳＯＣ_ＯＣＶ_ＭＡＰとは、開回路電圧ＯＣＶを入力パラメータとして、対応するＳＯＣを演算するマップを意味する。従って、式（１０）は、セル電圧Ｖcell［ ］が開回路電圧ＯＣＶと等しいと見做して個々の電池セル１１のＳＯＣを算出し、算出したＳＯＣの行列を、ＳＯＣｖ１[ ]として取得することを意味する。このＳＯＣｖ１抽出部１４１で取得されたＳＯＣｖ１[ ]は、一定時間、ＳＯＣｖ１抽出部１４１に設けられたメモリ（図示せず）に保持される。

[0061]（ＳＯＣｖ２抽出部１４２）

上述のＳＯＣｖ１抽出部１４１と同様に、ＳＯＣｖ２抽出部１４２には、モデル電圧Ｖmdと、セル電圧Ｖcell［ ］と、セル電流Ｉcと、最低温度Ｔminと、最高温度Ｔmaxと、が供給される。

そして、ＳＯＣｖ２抽出部１４２は、上述した条件ＣＤＩ～ＣＤＫが全て「真」である場合に、下式（１１）に基づいてＳＯＣｖ２[ ]を算出する。

ＳＯＣｖ２[ ]＝ＳＯＣ_ＯＣＶ_ＭＡＰ（Ｖcell［ ］）　…（１１）

[0062] すなわち、ＳＯＣｖ２[ ]はＳＯＣｖ１[ ]と同様にして算出されるが、ＳＯＣｖ２[ ]を算出する場合は、上述した条件ＣＤＨは満たされている必要はない。上述したＳＯＣｖ１[ ]は一定時間保持されるため精度が要求されるが、ＳＯＣｖ２[ ]は演算が成立する度に更新するため、ＳＯＣｖ１[ ]と同程度の精度は要求されない。従って、演算頻度を向上させるため、ＳＯＣｖ２[ ]の算出にあたって、上述の条件ＣＤＨは適用しないこととしている。

[0063] （ΔＳＯＣｖ演算部１４４）

ΔＳＯＣｖ演算部１４４は、下式（１２）～（１５）に基づいて、ΔＳＯＣｖ[ ]、ΔＳＯＣｖmax（最大値）、ΔＳＯＣｖmin（最小値）およびΔＳＯＣｖave（平均値）を計算する。

$$\Delta SOCv[\,] = |SOCv1[\,] - SOCv2[\,]| \quad \cdots (12)$$

$$\Delta SOCvmax = Max(\Delta SOCv[\,]) \quad \cdots (13)$$

$$\Delta SOCvmin = Min(\Delta SOCv[\,]) \quad \cdots (14)$$

$$\Delta SOCvave = Average(\Delta SOCv[\,]) \quad \cdots (15)$$

[0064] 式（１２）は、ＳＯＣｖ１[ ]の各要素と、対応するＳＯＣｖ２[ ]の要素とを減算し、減算結果の絶対値の配列をΔＳＯＣｖ[ ]とすることを意味する。式（１３）は、ΔＳＯＣｖ[ ]の要素のうち最大値をΔＳＯＣｖmaxとすることを示しており、式（１４）は、ΔＳＯＣｖ[ ]の要素のうち最小値をΔＳＯＣｖminとすることを示している。式（１５）は、ΔＳＯＣｖ[ ]の全要素の平均値をΔＳＯＣｖaveとすることを示している。

[0065] （演算部１４６）

演算部１４６は、下記条件ＣＤＬ，ＣＤＭについて真偽を判定する。ここで、ΔＳＯＣｖgapth（充電率差ギャップ閾値）、ΔＳＯＣｖth（充電率差閾値）は、何れも所定の閾値である。

・条件ＣＤＬ：ΔＳＯＣｖmax－ΔＳＯＣｖmin≧ΔＳＯＣｖgapth

・条件ＣＤＭ：ΔＳＯＣｖave≧ΔＳＯＣｖth

そして、演算部１４６は、条件ＣＤＬ，ＣＤＭのうち少なくとも一方が「真」である場合に、下式（１６）～（１９）に基づいて、ＳＯＨＱの暫定的な最大値および最小値であるＳＯＨＱmax*およびＳＯＨＱmin*を計算する。

[0066] 下式（１６）～（１９）において、ＳＯＨＱmax_z*およびＳＯＨＱmin_z*は、前回の制御周期におけるＳＯＨＱmax*およびＳＯＨＱmin_z*である。また、$W_{SOHQmax}$および$W_{SOHQmin}$は、重み付け平均用の重みである。

ＳＯＨＱmax_New＝ＳＯＨＱave×ΔＳＯＣｖmin／ΔＳＯＣｖave …（１６）

ＳＯＨＱmin_New＝ＳＯＨＱave×ΔＳＯＣｖmax／ΔＳＯＣｖave …（１７）

$$SOHQmax^{*}=(1-W_{SOHQmax})\times SOHQmax_z^{*}+W_{SOHQmax}\times SOHQmax_New \quad \cdots(18)$$

$$SOHQmin^{*}=(1-W_{SOHQmin})\times SOHQmin_z^{*}+W_{SOHQmin}\times SOHQmin_New \quad \cdots(19)$$

[0067] また、上述の条件ＣＤＬ，ＣＤＭの双方が「偽」である場合、ＳＯＣｖ１抽出部１４１はＳＯＣｖ１[ ]を維持し、ＳＯＣｖ２抽出部１４２はＳＯＣｖ２[ ]を再取得する。また、ＳＯＣｖ１抽出部１４１は、条件ＣＤＨ～ＣＤＫが全て「真」であるか場合に、条件ＣＤＬ，ＣＤＭのうち少なくとも一方が「真」になると、ＳＯＣｖ１[ ]を再取得する。さらに、ＳＯＣｖ１抽出部１４１は、ＳＯＣｖ１[ ]を最後に取得した後、上述した一定時間が経過すると、条件ＣＤＨ～ＣＤＫが全て「真」であることを条件としてＳＯＣｖ１[ ]を再取得する。

[0068] （演算結果確認部１４８）

演算結果確認部１４８は、ＳＯＨＱmin*およびＳＯＨＱmax*の妥当性を確認し、その結果に基づいて最小容量劣化率ＳＯＨＱminおよび最大容量劣化率ＳＯＨＱmaxを出力する。すなわち、演算結果確認部１４８は、ＳＯＨＱmin*＞ＳＯＨＱaveである場合は、ＳＯＨＱmin*の演算結果が不適切であると判定し、平均容量劣化率ＳＯＨＱaveを最小容量劣化率ＳＯＨＱminとして出力する。また、それ以外の場合、演算結果確認部１４８はＳＯＨＱmin*を最小容量劣化率ＳＯＨＱminとして出力する。同様に、演算結果確認部１４８は、ＳＯＨＱmax*＜ＳＯＨＱaveである場合は、ＳＯＨＱmax*の演算結果が不適切であると判定し、平均容量劣化率ＳＯＨＱaveを最大容量劣化率ＳＯＨＱmaxとして出力する。また、それ以外の場合、演算結果確認部１４８はＳＯＨＱmax*を最大容量劣化率ＳＯＨＱmaxとして出力する。

[0069] 〈演算結果の具体例〉

図８は、本実施形態の電池制御装置１００における各部の波形図の一例である。

図８のグラフ５００～５０２の横軸は時刻ｔであり、グラフ５００～５０２の縦軸は、それぞれＳＯＣｖ、電流およびＳＯＨＱである。グラフ５０１において、正値は充電電流、負値は放電電流である。の時刻ｔ10以前において、セル電流Ｉcの絶対値|Ｉc|は、Ｉcth未満であったが、時刻ｔ10において絶対値|Ｉc|は電流閾値Ｉcthを超える値に立ち上がっている。その後の時刻ｔ12において、絶対値|Ｉc|は電流閾値Ｉcth以下に立ち下がっている。

[0070] ここで、Ｍ×Ｎ個の電池セル１１（図１参照）のうち、同一の電流量に対してＳＯＣｖの変化が最小になるもの（容量が最大であるセル）のＳＯＣｖをＳＯＣｖminと呼ぶ。また、同一の電流量に対してＳＯＣｖの変化が最大になるもの（容量が最小であるセル）のＳＯＣｖをＳＯＣｖmaxと呼ぶ。また、Ｍ×Ｎ個の電池セル１１のＳＯＣｖの平均値をＳＯＣｖaveと呼ぶ。

[0071] セル電流Ｉcが立ち上がる時刻ｔ10の直前に条件ＣＤＨ～ＣＤＫが全て充足されていたとすると、ＳＯＣｖ１[ ]が算出される。図示のグラフ５００の例では、時刻ｔ10においてＳＯＣｖmax、ＳＯＣｖminおよびＳＯＣｖaveは同一レベルになっており、これらは算出される各々のＳＯＣｖ１[ ]にも略一致している。そこで、このレベルを図中で「ＳＯＣｖ１」と記す。但し、この例は説明を容易にするための例であり、時刻ｔ10において必ずしも各電池セル１１のＳＯＣｖが一致するわけではない。

[0072] 時刻ｔ10～ｔ12において、セル電流Ｉcの絶対値|Ｉc|が大きくなると、その期間にＳＯＣｖmax、ＳＯＣｖminおよびＳＯＣaveは、図示のようにばらつく。ＳＯＣｖ１と、ＳＯＣｖmax、ＳＯＣｖminおよびＳＯＣaveとの差が、式（１３）～（１５）に示したΔＳＯＣｖmax、ΔＳＯＣｖminおよびΔＳＯＣｖaveになる。図示の例においては、最も容量が小さい電池セル１１に対応するＳＯＣｖmaxが、ＳＯＣｖaveから大きく乖離し、ΔＳＯＣｖmaxとΔＳＯＣｖaveとの差が大きくなっている。同様に、最も容量が大きい電池セル１１に

対応するＳＯＣｖminも、ＳＯＣｖaveから乖離し、ΔＳＯＣｖminとΔＳＯＣｖaveとの差も大きくなっている。

[0073] 時刻ｔ10～ｔ12の期間は、上述の条件ＣＤＩ（｜Ｉc｜≦Ｉcth）が満たされないため、ＳＯＣｖ１[ ]、ＳＯＣｖ２[ ]は共に算出されない。そして、時刻ｔ12において、再び条件ＣＤＩが満たされ、他の条件ＣＤＪ，ＣＤＫも充足されたとすると、ＳＯＣｖ２[ ]が再び算出されるようになる。そして、図示の例において、時刻ｔ12以降のＳＯＣｖmax、ＳＯＣｖminおよびＳＯＣaveは、各々について算出されたＳＯＣｖ２と等しくなる。

[0074] このようにＳＯＣｖの変化が最大である電池セル１１に対応するΔＳＯＣｖmaxと、ＳＯＣｖの変化が最小である電池セル１１に対応するΔＳＯＣｖminと、を取得することにより、容量劣化率のばらつきを把握することができる。そして、上述の式（１６）～（１９）に示したように、ΔＳＯＣｖmax、ΔＳＯＣｖminおよびΔＳＯＣｖaveに基づいて、最大容量劣化率ＳＯＨQmaxおよび最小容量劣化率ＳＯＨQminを計算することができる。

[0075] その計算結果の例をグラフ５０２に示す。グラフ５０２において、ＳＯＨQmax_rおよびＳＯＨQmin_rは、それぞれ最大容量劣化率ＳＯＨQmaxおよび最小容量劣化率ＳＯＨQminの真値である。図示のように、本実施形態によれば、ΔＳＯＣｖmax、ΔＳＯＣｖminおよびΔＳＯＣｖaveに基づいて、少ない演算量で、真値に近い最大容量劣化率ＳＯＨQmaxおよび最小容量劣化率ＳＯＨQminを求めることができる。

[0076] ［第３実施形態］

次に、好適な第３実施形態について説明する。なお、以下の説明において、上述した他の実施形態の各部に対応する部分には同一の符号を付し、その説明を省略する場合がある。

第３実施形態においては、第１実施形態の電池制御装置１００（図２、図３）に代えて、図９に示す電池制御装置１７０（コンピュータ）が適用される。なお、図９は電池制御装置１７０の要部のブロック図である。

[0077] 電池制御装置１７０は、第１実施形態における代表ＳＯＨＲ演算部１１６

および代表ＳＯＨＱ演算部１１８に代えて、代表ＳＯＨＲ予測部１７６（代表劣化率算出部、代表劣化率算出手段）および代表ＳＯＨＱ予測部１７８（代表劣化率算出部、代表劣化率算出手段）を備えている。代表ＳＯＨＲ予測部１７６および代表ＳＯＨＱ予測部１７８は、電池パック１０の使用時間ｔｕに基づいて、それぞれ平均抵抗劣化率ＳＯＨＲaveおよび平均容量劣化率ＳＯＨＱaveの予測値を出力する。すなわち、ＳＯＨＲaveおよびＳＯＨＱaveは、使用時間ｔｕに基づいても、ある程度予測することができる。そこで、本実施形態では、使用時間ｔｕに基づいてＳＯＨＲaveおよびＳＯＨＱaveを予測する。

[0078] ＳＯＨＲaveおよびＳＯＨＱaveの予測方法としては、例えばルート則を適用することができる。ルート則とは容量等の劣化率が時間や充放電量の平方根に対して直線関係になることであり、例えば、ＳＯＨＱaveは、下式（２０）のように表現できる。式（２０）は最も簡易的な式であり、ｋは所定の定数である。

$$SOHQave = 1 - k \times \sqrt{(tu)} \quad \cdots (20)$$

劣化予測式を活用し、抵抗劣化率ＳＯＨＲまたは容量劣化率ＳＯＨＱを算出する手法は上述したもの以外に種々の方法が知られているため、これら手法による劣化予測式を適用して抵抗劣化率ＳＯＨＲまたは容量劣化率ＳＯＨＱを算出してもよい。

[0079] 上述した第１実施形態において、代表値抽出部１１０，１１２が平均抵抗劣化率ＳＯＨＲaveおよび平均容量劣化率ＳＯＨＱaveを算出するためには、ある程度の時間、電池セル１１を無通電状態にすることが好ましい。しかし、電池セル１１に対して頻繁に充放電が繰り返されると、平均抵抗劣化率ＳＯＨＲaveおよび平均容量劣化率ＳＯＨＱaveを算出するために、好ましいタイミングが訪れない場合がある。本実施形態によれば、このような場合においても、電池パック１０の使用時間ｔｕに基づいて平均抵抗劣化率ＳＯＨＲaveおよび平均容量劣化率ＳＯＨＱaveを予測できるため、これら予測結果に基づいて最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmaxおよび最小容量劣化率ＳＯＨＱminを算出

することができる。

[0080] ［実施形態の効果］

以上のように好適な実施形態によれば、直列接続された複数の電池セル１１の各々の端子電圧（Ｖcell［ ］）に基づいて、複数の電池セル１１の全体の劣化率である代表劣化率（ＳＯＨＲave，ＳＯＨＱave）を算出する代表劣化率算出部（１１６，１１８，１７６，１７８）と、代表劣化率（ＳＯＨＲave，ＳＯＨＱave）と、各々の端子電圧（Ｖcell［ ］）と、に基づいて、複数の電池セル１１のうち任意のものの劣化率である注目劣化率（ＳＯＨＲmax，ＳＯＨＱmin）を取得する注目劣化率抽出部（１２０，１４０）と、を備える。これにより、少ない演算量で注目劣化率（ＳＯＨＲmax，ＳＯＨＱmin）を取得できるため、電池セル１１を適切に管理できる。

[0081] また、代表劣化率（ＳＯＨＲave，ＳＯＨＱave）は、複数の電池セル１１の全体の内部抵抗の劣化率である代表抵抗劣化率（ＳＯＨＲave）を含むものであり、注目劣化率（ＳＯＨＲmax，ＳＯＨＱmin）は、最も内部抵抗が劣化した電池セル１１の抵抗上昇率である注目抵抗劣化率（ＳＯＨＲmax）を含むことが一層好ましい。これにより、電池セル１１の内部抵抗の劣化状態を一層適切に管理できる。

[0082] また、代表劣化率（ＳＯＨＲave，ＳＯＨＱave）は、複数の電池セル１１の全体の容量の劣化率である代表容量劣化率（ＳＯＨＱave）を含むものであり、注目劣化率（ＳＯＨＲmax，ＳＯＨＱmin）は、最も容量が劣化した電池セル１１の容量劣化率である注目容量劣化率（ＳＯＨＱmin）を含むことが一層好ましい。これにより、電池セル１１の容量の劣化状態を一層適切に管理できる。

[0083] また、注目劣化率抽出部（１２０，１４０）は、複数の電池セル１１の充電率のうち最高充電率（ＳＯＣmax）と最低充電率（ＳＯＣmin）とが共に所定の充電率範囲（ＳＯＣminth～ＳＯＣmaxth）内であることを条件（ＣＤＢ，ＣＤＣ）として注目劣化率（ＳＯＨＲmax，ＳＯＨＱmin）を算出することが一層好ましい。充電率（ＳＯＣ）が高い場合、または低い場合は、充電率

（ＳＯＣ）が両者の中間である場合と比較して電池セル１１の特性が変化することがある。そこで、このような状態を避けて注目劣化率（ＳＯＨＲmax，ＳＯＨＱmin）を演算することにより、電池セル１１の容量の劣化状態を一層適切に管理できる。

[0084] また、注目劣化率抽出部（１２０，１４０）は、複数の電池セル１１の温度のうち最高温度Ｔmaxと最低温度Ｔminとが共に所定の温度範囲（Ｔminth～Ｔmaxth）内であることを条件（ＣＤＪ，ＣＤＫ）として注目劣化率（ＳＯＨＲmax，ＳＯＨＱmin）を算出することが一層好ましい。電池セル１１の温度が高い場合、または低い場合は、温度が両者の中間である場合と比較して電池セル１１の特性が変化することがある。そこで、このような状態を避けて注目劣化率（ＳＯＨＲmax，ＳＯＨＱmin）を演算することにより、電池セル１１の容量の劣化状態を一層適切に管理できる。

[0085] また、注目劣化率抽出部（１２０，１４０）は、複数の電池セル１１に流れるセル電流Ｉcが所定の電流範囲（｜Ｉc｜≦Ｉcth）内であることを条件（ＣＤＩ）として注目劣化率（ＳＯＨＲmax，ＳＯＨＱmin）を算出することが一層好ましい。セル電流Ｉcが小さい場合は、端子電圧（Ｖcell［ ］）は開回路電圧ＯＣＶに近づくため、電池セル１１の容量の劣化状態を一層適切に管理できる。

[0086] また、注目劣化率抽出部（１２０，１４０）は、複数の電池セル１１における分極電圧の平均値（Ｖpave）が所定の分極電圧閾値（Ｖpth）以下であることを条件（ＣＤＧ）として、注目劣化率（ＳＯＨＲmax，ＳＯＨＱmin）を算出することが一層好ましい。これにより、分極電圧が低い時に注目劣化率（ＳＯＨＲmax，ＳＯＨＱmin）を算出でき、電池セル１１の容量の劣化状態を一層適切に管理できる。

[0087] また、注目劣化率抽出部（１２０，１４０）は、複数の電池セル１１の２点のタイミングの充電率（ＳＯＣｖ）の差の平均値（ΔＳＯＣｖave）が所定の充電率差閾値（ΔＳＯＣｖth）以上であることを条件（ＣＤＭ）として、注目容量劣化率（ＳＯＨＱmin）を算出することが一層好ましい。充電率差閾

値（ΔＳＯＣｖth）が大きい状態で注目容量劣化率（ＳＯＨQmin）を算出することにより、誤差の影響を抑制でき、電池セル１１の容量の劣化状態を一層適切に管理できる。

[0088] また、注目劣化率抽出部（１２０，１４０）は、複数の電池セル１１の２点のタイミングの充電率（ＳＯＣｖ）の差のうち、最大値（ΔＳＯＣｖmax）と最小値（ΔＳＯＣｖmin）との差（ΔＳＯＣｖmax－ΔＳＯＣｖmin）が所定の充電率差ギャップ閾値（ΔＳＯＣｖgapth）以上であることを条件（ＣＤＬ）として、注目容量劣化率（ＳＯＨQmin）を算出することが一層好ましい。上述の差（ΔＳＯＣｖmax－ΔＳＯＣｖmin）が大きい状態で注目容量劣化率（ＳＯＨQmin）を算出することにより、誤差の影響を抑制でき、電池セル１１の容量の劣化状態を一層適切に管理できる。

[0089] ［変形例］

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。上述した実施形態は本発明を理解しやすく説明するために例示したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について削除し、もしくは他の構成の追加・置換をすることが可能である。また、図中に示した制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上で必要な全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。上記実施形態に対して可能な変形は、例えば以下のようなものである。

[0090] （１）上記実施形態における電池制御装置１００，１７０のハードウエアは一般的なコンピュータによって実現できるため、上述した各種処理を実行するプログラム等を記憶媒体に格納し、または伝送路を介して頒布してもよい。

[0091] （２）上述した電池制御装置１００，１７０における各処理は、上記実施形

態ではプログラムを用いたソフトウエア的な処理として説明したが、その一部または全部をＡＳＩＣ(Application Specific Integrated Circuit；特定用途向けＩＣ)、あるいはＦＰＧＡ(Field Programmable Gate Array)等を用いたハードウエア的な処理に置き換えてもよい。

[0092] （３）上記各実施形態においては、何れも最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmaxおよび最小容量劣化率ＳＯＨＱminの双方を算出しているが、使用する劣化率が一方である場合には、不要な側は演算しなくてもよい。例えばハイブリッド自動車のように瞬間的な許容電力Ｐmax（図３参照）が重要である用途には最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmaxを求めていれば、最小容量劣化率ＳＯＨＱminは不要である場合も考えられる。また、電気自動車のように走行可能距離に影響する許容エネルギーＥmax（図３参照）が重要である用途には、最小容量劣化率ＳＯＨＱminを求めていれば、最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmaxは不要である場合も考えられる。

[0093] （４）上記各実施形態における最小ＳＯＨＱ演算部１４０は、上述の条件ＣＤＨ～ＣＤＫまたは条件ＣＤＩ～ＣＤＫが「真」であることを条件として、ＳＯＣｖ１[ ]またはＳＯＣｖ２[ ]を算出した。しかし、ＳＯＣｖ１[ ]またはＳＯＣｖ２[ ]を算出する条件として、上述した条件ＣＤＢ，ＣＤＣを追加してもよい。

[0094] （５）上記各実施形態は、最も劣化した電池セル１１の最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmaxまたは最小容量劣化率ＳＯＨＱminを求めるものであったが、「最も劣化した電池セル１１」に限らず、任意の電池セル１１のセル電圧に基づいて、その最大抵抗劣化率ＳＯＨＲmaxまたは最小容量劣化率ＳＯＨＱminを求めてもよい。

符号の説明

[0095] １１　電池セル

１００，１７０　電池制御装置（コンピュータ）

１１６，１７６　代表ＳＯＨＲ演算部（代表劣化率算出部、代表劣化率算出手段）

１１８，１７８　代表ＳＯＨＱ演算部（代表劣化率算出部、代表劣化率算出手段）

１２０　最大ＳＯＨＲ演算部（注目劣化率抽出部、注目劣化率抽出手段）

１４０　最小ＳＯＨＱ演算部（注目劣化率抽出部、注目劣化率抽出手段）

Ｉｃ　セル電流

ｔｕ　使用時間

ＳＯＣｖ　充電率

Ｔmax　最高温度

Ｔmin　最低温度

Ｖpth　閾値（分極電圧閾値）

Ｖpave　平均分極電圧（平均値）

ＳＯＣmax　最高充電率

ＳＯＣmin　最低充電率

ＳＯＨＱave　平均容量劣化率（代表劣化率、代表容量劣化率）

ＳＯＨＱmin　最小容量劣化率（注目劣化率、注目容量劣化率）

ＳＯＨＲave　平均抵抗劣化率（代表劣化率、代表抵抗劣化率）

ＳＯＨＲmax　最大抵抗劣化率（注目劣化率、注目抵抗劣化率）

ΔＳＯＣｖth　充電率差閾値

ΔＳＯＣｖave　平均値

ΔＳＯＣｖmax　最大値

ΔＳＯＣｖmin　最小値

ΔＳＯＣｖgapth　充電率差ギャップ閾値

請求の範囲

[請求項1] 直列接続された複数の電池セルの各々の端子電圧に基づいて、複数の前記電池セルの全体の劣化率である代表劣化率を算出する代表劣化率算出部と、

前記代表劣化率と、各々の前記端子電圧と、に基づいて、複数の前記電池セルのうち任意のものの劣化率である注目劣化率を取得する注目劣化率抽出部と、を備える

ことを特徴とする電池制御装置。

[請求項2] 前記代表劣化率は、複数の前記電池セルの全体の内部抵抗の劣化率である代表抵抗劣化率を含むものであり、

前記注目劣化率は、最も内部抵抗が劣化した前記電池セルの抵抗上昇率である注目抵抗劣化率を含む

ことを特徴とする請求項１に記載の電池制御装置。

[請求項3] 前記代表劣化率は、複数の前記電池セルの全体の容量の劣化率である代表容量劣化率を含むものであり、

前記注目劣化率は、最も容量が劣化した前記電池セルの容量劣化率である注目容量劣化率を含む

ことを特徴とする請求項１に記載の電池制御装置。

[請求項4] 前記注目劣化率抽出部は、

複数の前記電池セルの充電率のうち最高充電率と最低充電率とが共に所定の充電率範囲内であることを条件として前記注目劣化率を算出する

ことを特徴とする請求項１ないし３の何れか１項に記載の電池制御装置。

[請求項5] 前記注目劣化率抽出部は、

複数の前記電池セルの温度のうち最高温度と最低温度とが共に所定の温度範囲内であることを条件として前記注目劣化率を算出する

ことを特徴とする請求項１ないし３の何れか１項に記載の電池制御

装置。

[請求項6] 前記注目劣化率抽出部は、

複数の前記電池セルに流れるセル電流が所定の電流範囲内であることを条件として前記注目劣化率を算出する

ことを特徴とする請求項１ないし３の何れか１項に記載の電池制御装置。

[請求項7] 前記注目劣化率抽出部は、

複数の前記電池セルにおける分極電圧の平均値が所定の分極電圧閾値以下であることを条件として、前記注目劣化率を算出する

ことを特徴とする請求項１ないし３の何れか１項に記載の電池制御装置。

[請求項8] 前記注目劣化率抽出部は、

複数の前記電池セルの２点のタイミングの充電率の差の平均値が所定の充電率差閾値以上であることを条件として、前記注目容量劣化率を算出する

ことを特徴とする請求項３に記載の電池制御装置。

[請求項9] 前記注目劣化率抽出部は、

複数の前記電池セルの２点のタイミングの充電率の差のうち、最大値と最小値との差が所定の充電率差ギャップ閾値以上であることを条件として、前記注目容量劣化率を算出する

ことを特徴とする請求項３に記載の電池制御装置。

[請求項10] 前記代表劣化率算出部は、

複数の前記電池セルの使用時間に基づいて前記代表劣化率を予測する機能を備える

ことを特徴とする請求項１ないし３の何れか１項に記載の電池制御装置。

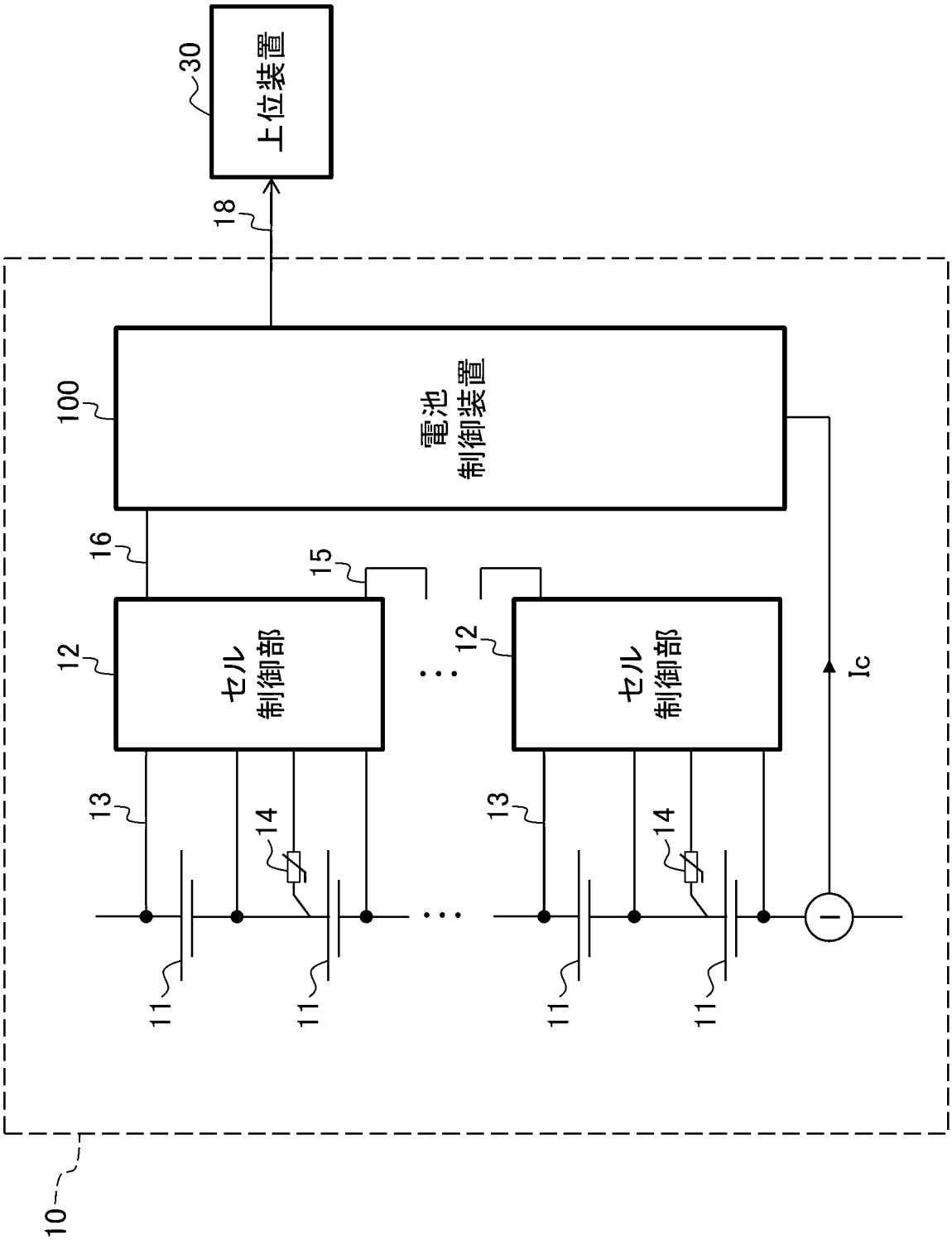
[請求項11] コンピュータを、

直列接続された複数の電池セルの各々の端子電圧に基づいて、複数

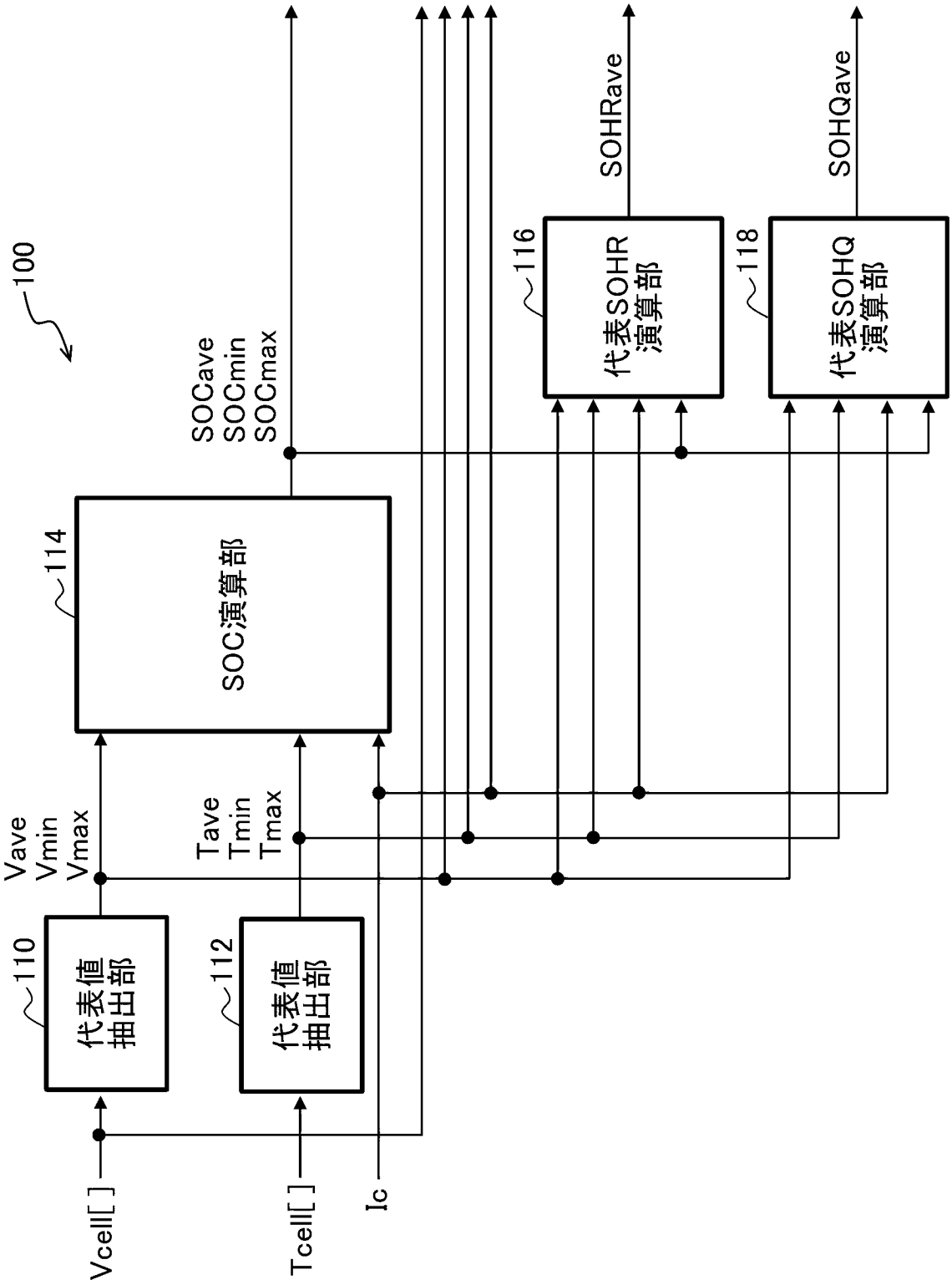
の前記電池セルの全体の劣化率である代表劣化率を算出する代表劣化率算出手段、

前記代表劣化率と、各々の前記端子電圧と、に基づいて、複数の前記電池セルのうち任意のものの劣化率である注目劣化率を取得する注目劣化率抽出手段、として機能させるためのプログラム。

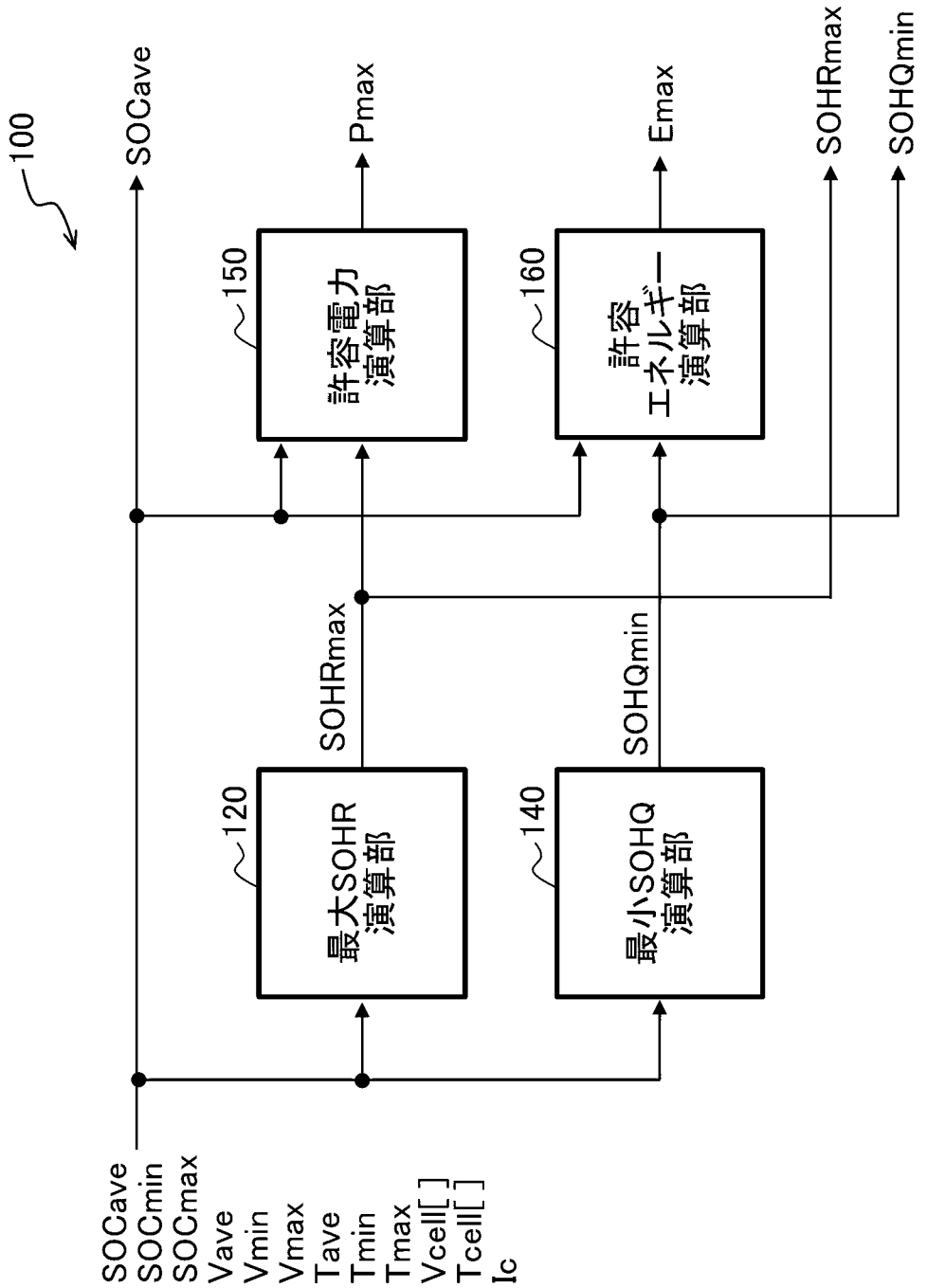
[図1]


30
上位装置
18
100
電池
制御装置
16
15
12
セル
制御部
12
セル
制御部
Ic
13
14
13
14
11
11
11
11
10

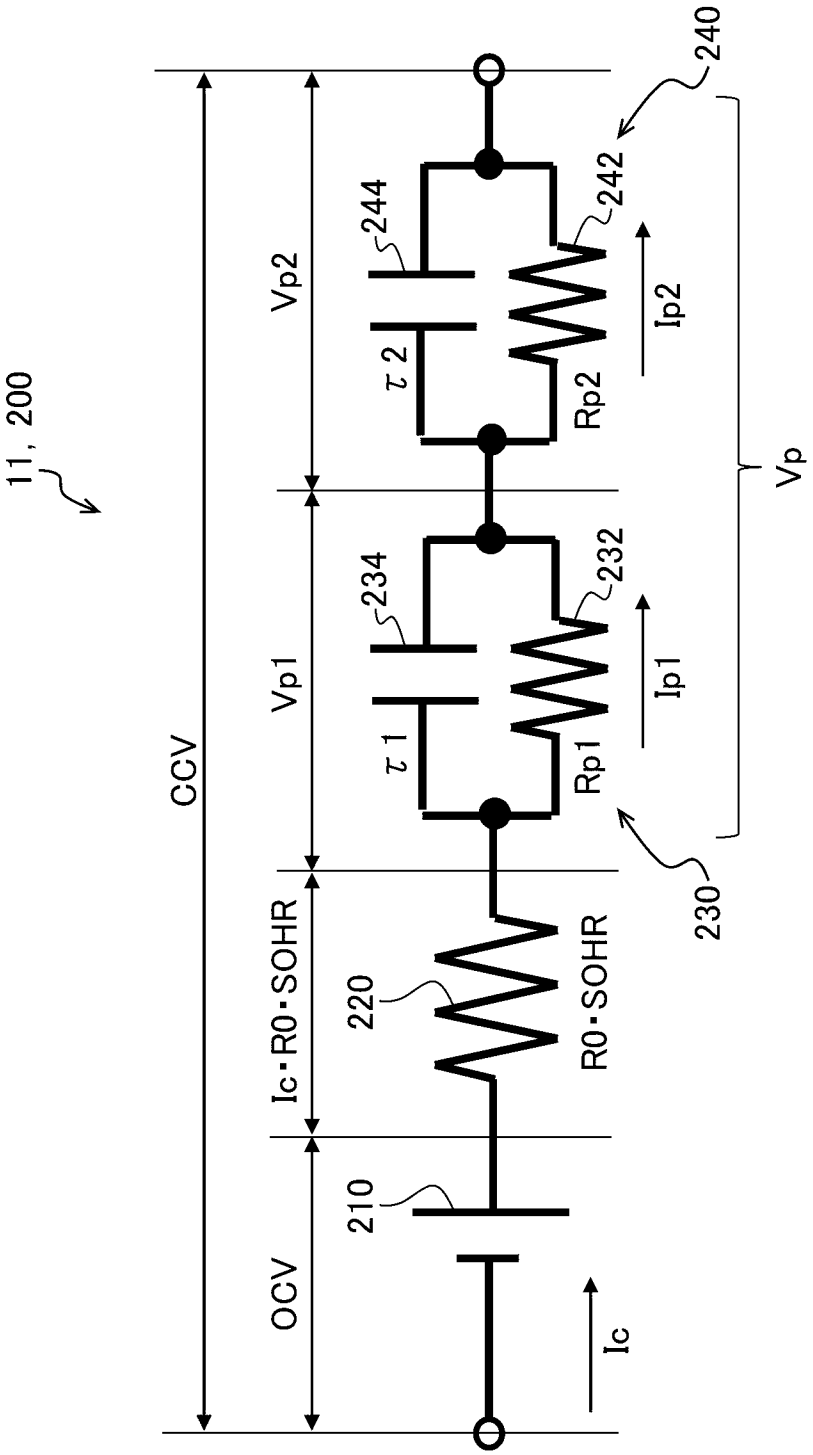
[図2]


100
SOCave
SOCmin
SOCmax
SOHRave
SOHQave
116
代表SOHR
演算部
118
代表SOHQ
演算部
114
SOC演算部
Vave
Vmin
Vmax
Tave
Tmin
Tmax
110
代表値
抽出部
112
代表値
抽出部
Vcell[ ]
Tcell[ ]
Ic

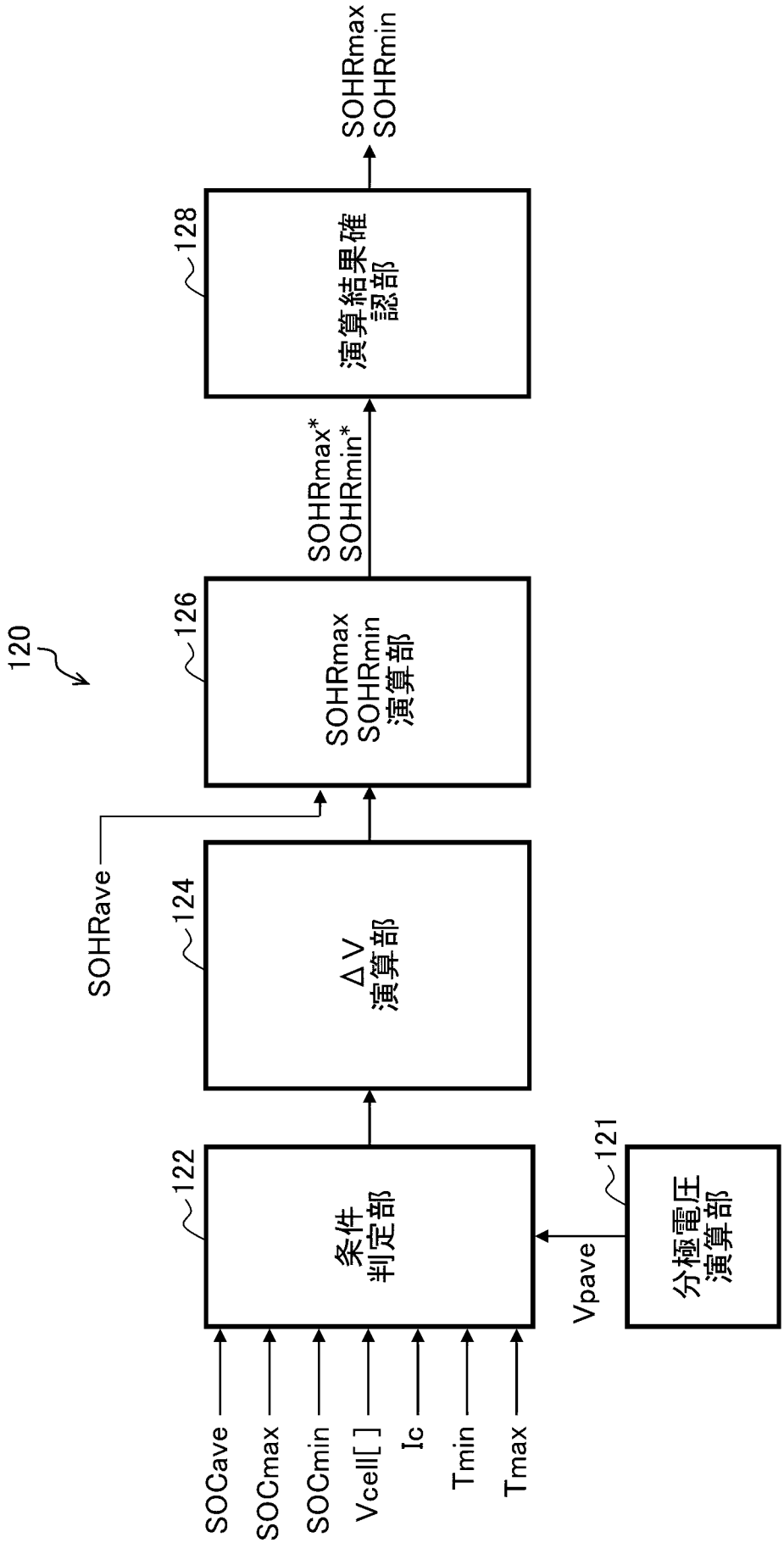
[図3]


100
SOCave
Pmax
Emax
SOHRmax
SOHQmin
150
許容電力
演算部
160
許容
エネルギー
演算部
SOHRmax
SOHQmin
120
最大SOHR
演算部
140
最小SOHQ
演算部
SOCave
SOCmin
SOCmax
Vave
Vmin
Vmax
Tave
Tmin
Tmax
Vcell[ ]
Tcell[ ]
Ic

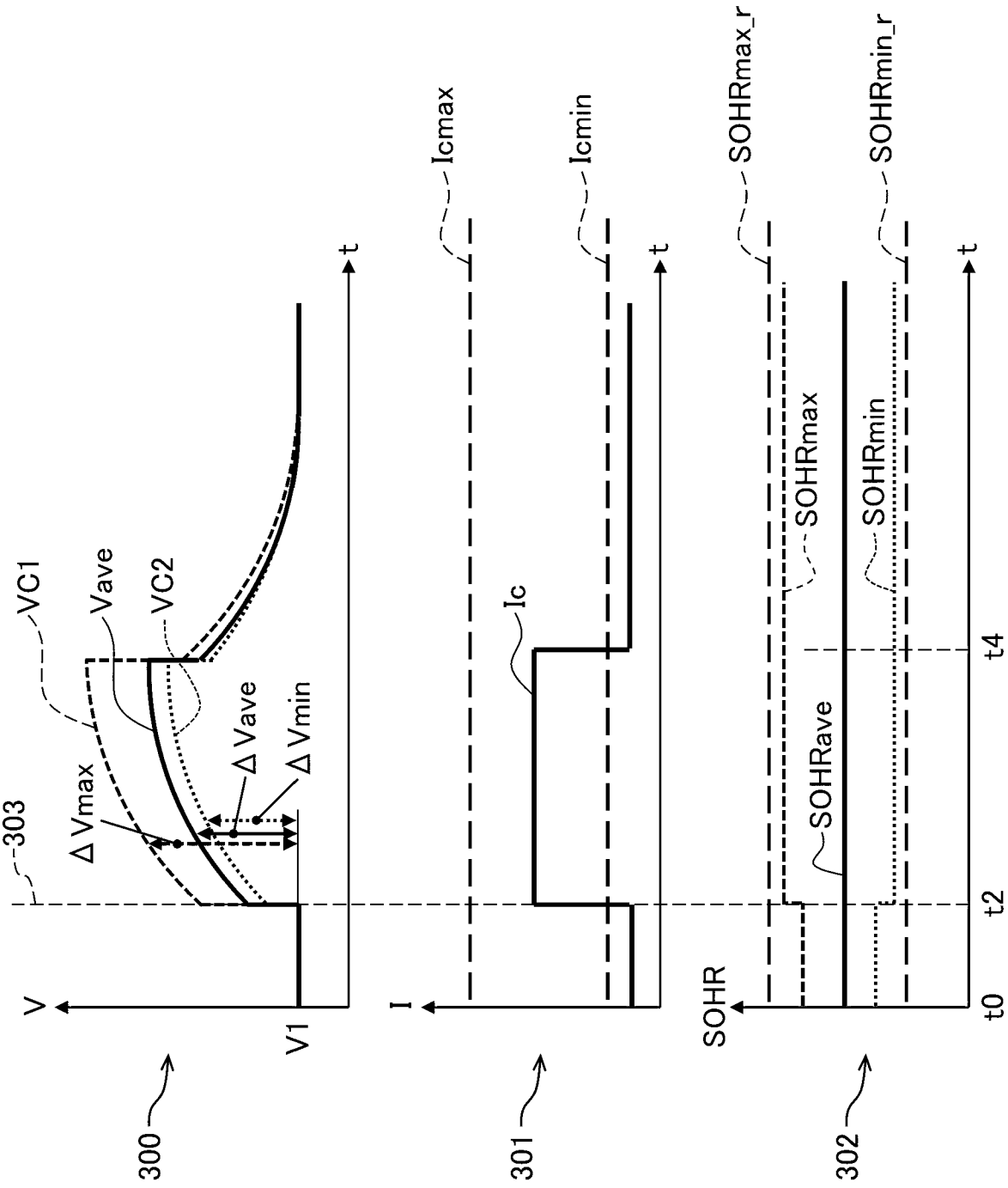
[図4]


11, 200
CCV
OCV
Ic・R0・SOHR
Vp1
Vp2
Vp
210
220
R0・SOHR
230
232
234
Rp1
τ1
Ip1
240
242
244
Rp2
τ2
Ip2
Ic

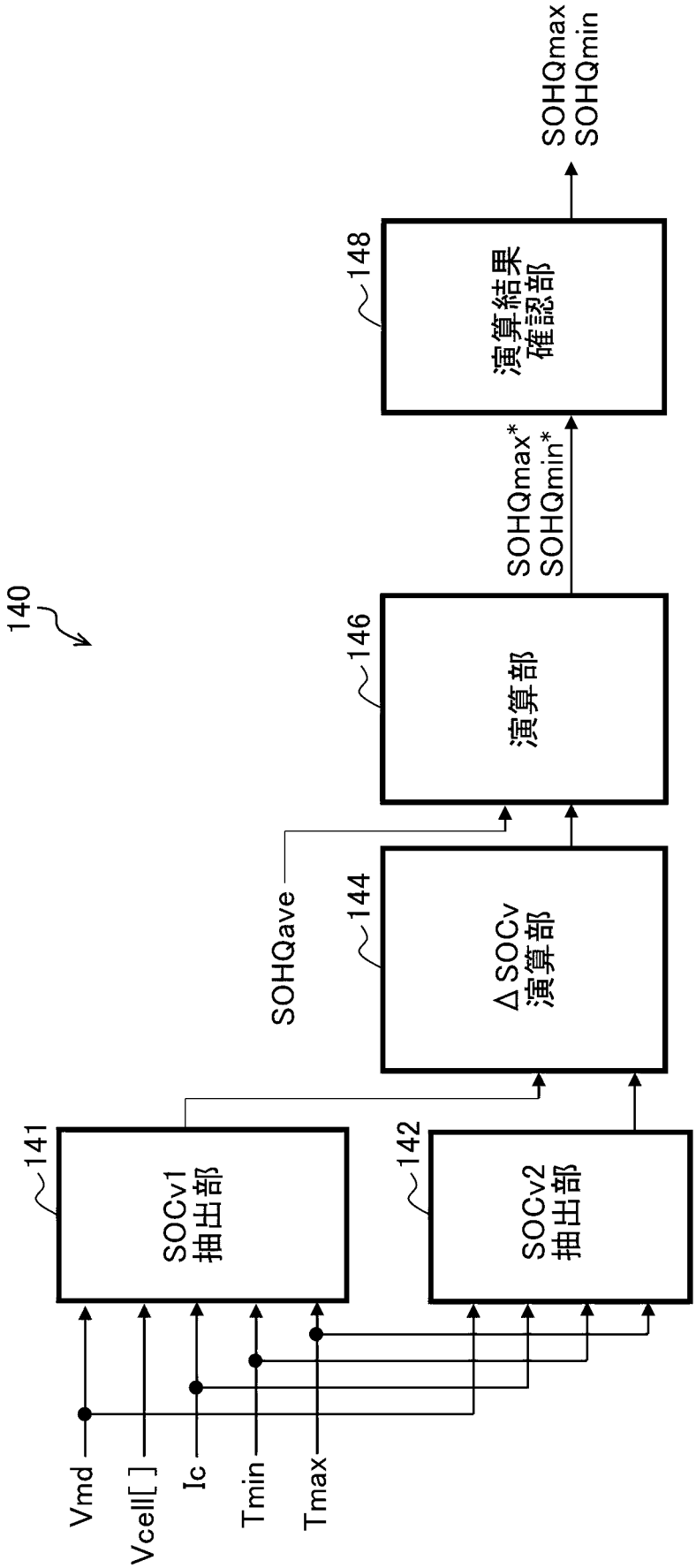
[図5]


120
SOCave
SOCmax
SOCmin
Vcell[ ]
Ic
Tmin
Tmax
122
条件
判定部
121
分極電圧
演算部
Vpave
124
ΔV
演算部
SOHRave
126
SOHRmax
SOHRmin
演算部
SOHRmax*
SOHRmin*
128
演算結果確
認部
SOHRmax
SOHRmin

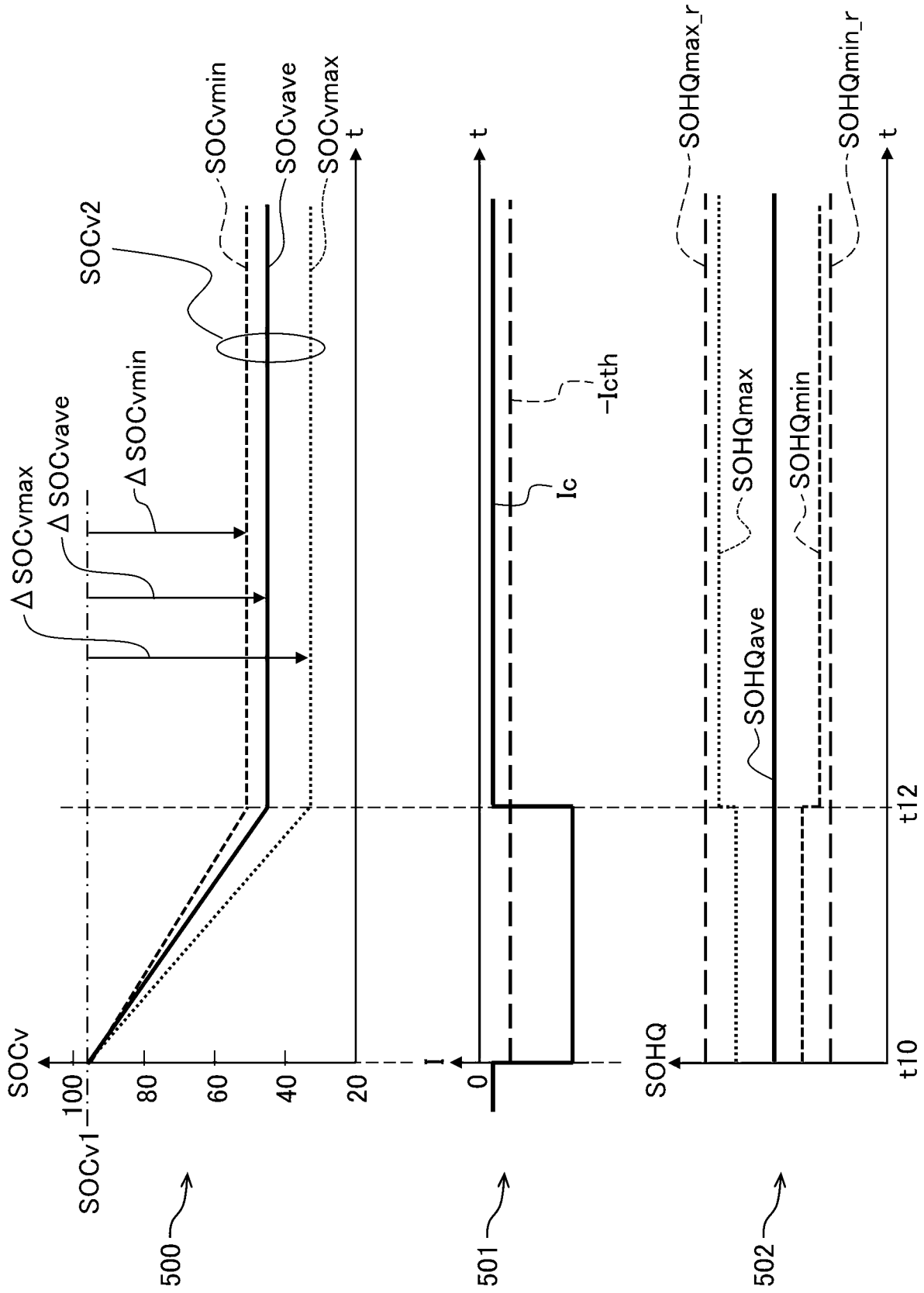
[図6]


300
V
V1
303
VC1
Vave
VC2
ΔVmax
ΔVave
ΔVmin
t
301
I
Ic
Icmax
Icmin
t
302
SOHR
SOHRave
SOHRmax
SOHRmin
SOHRmax_r
SOHRmin_r
t
t0
t2
t4

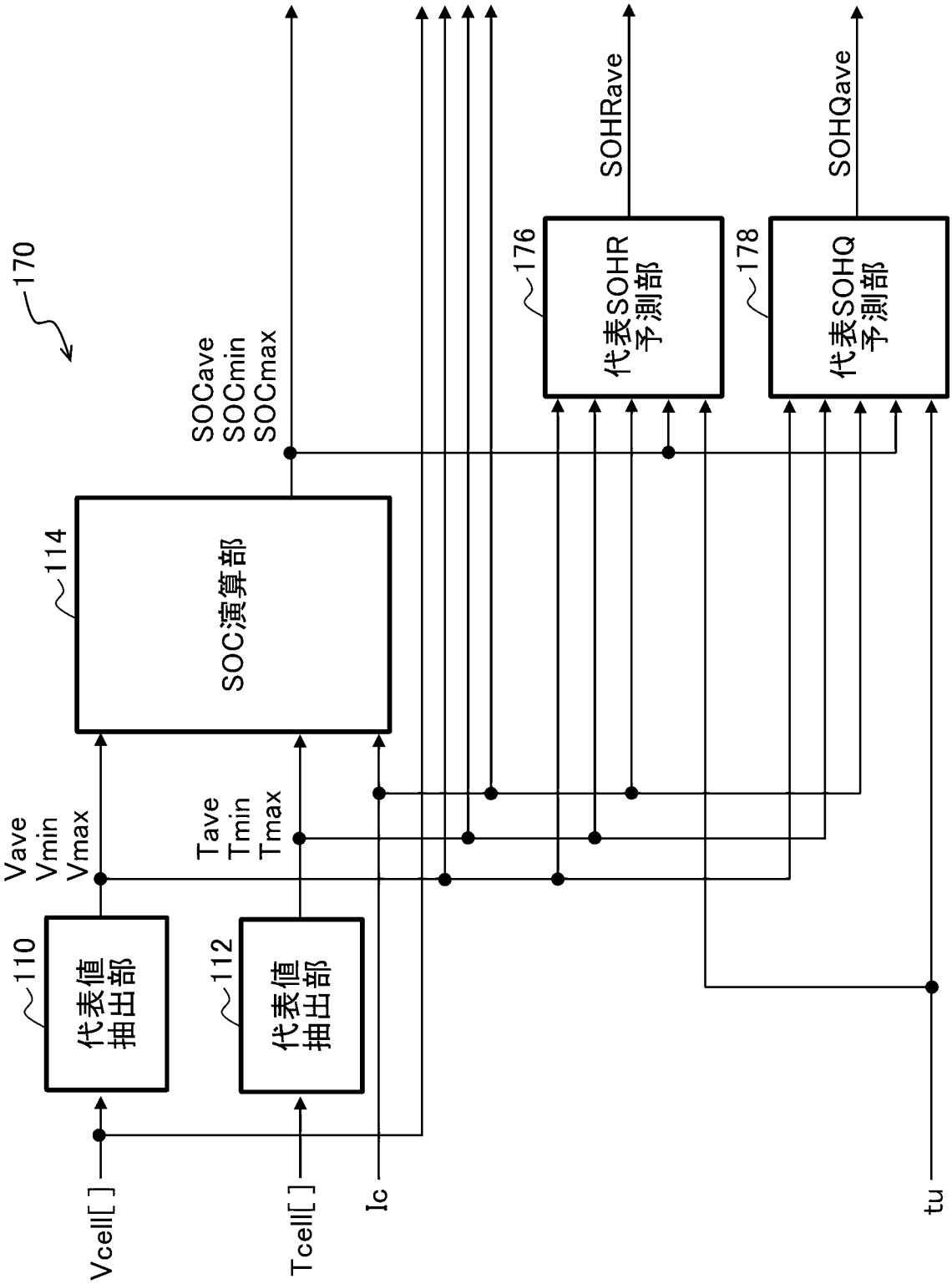
[図7]


140
141
SOCv1
抽出部
142
SOCv2
抽出部
144
ΔSOCv
演算部
SOHQave
146
演算部
SOHQmax*
SOHQmin*
148
演算結果
確認部
SOHQmax
SOHQmin
Vmd
Vcell[ ]
Ic
Tmin
Tmax

[図8]


SOCv
100
80
60
40
20
SOCv1
SOCv2
SOCvmin
SOCvave
SOCvmax
Δ SOCvmax
Δ SOCvave
Δ SOCvmin
t
500
I
0
Ic
-Icth
t
501
SOHQ
SOHQmax_r
SOHQmax
SOHQave
SOHQmin
SOHQmin_r
t10
t12
t
502

[図9]


170
SOCave
SOCmin
SOCmax
SOHRave
SOHQave
176
178
代表SOHR
予測部
代表SOHQ
予測部
114
SOC演算部
Vave
Vmin
Vmax
Tave
Tmin
Tmax
110
112
代表値
抽出部
代表値
抽出部
Vcell[ ]
Tcell[ ]
Ic
tu

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/038750

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M 10/42(2006.01)i; ***H01M 10/48***(2006.01)i; ***H02J 7/00***(2006.01)i; ***G01R 31/367***(2019.01)i; ***G01R 31/3828***(2019.01)i; ***G01R 31/3842***(2019.01)i; ***G01R 31/387***(2019.01)i; ***G01R 31/389***(2019.01)i; ***G01R 31/392***(2019.01)i
FI: G01R31/392; H01M10/48 P; H01M10/42 P; H01M10/48 301; H02J7/00 Y; G01R31/389; G01R31/3842; G01R31/3828; G01R31/387; G01R31/367

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)

H01M10/42; H01M10/48; H02J7/00; G01R31/367; G01R31/3828; G01R31/3842; G01R31/387; G01R31/389; G01R31/392

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 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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.
Y	JP 9-17459 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND. CO., LTD.) 17 January 1997 (1997-01-17) paragraphs [0053]-[0062], fig. 3-5	1-6, 10-11
A		7-9
Y	WO 2013/018888 A1 (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 07 February 2013 (2013-02-07) paragraphs [0027], [0040], fig. 6, 8	1-6, 10-11
Y	JP 2018-19552 A (NEC CORP.) 01 February 2018 (2018-02-01) paragraph [0022]	1-6, 10-11
Y	WO 2012/049852 A1 (TOYOTA JIDOSHA KK) 19 April 2012 (2012-04-19) paragraphs [0054]-[0057]	2
Y	WO 2012/169063 A1 (HITACHI VEHICLE ENERGY, LTD.) 13 December 2012 (2012-12-13) paragraph [0072]	2

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
16 November 2021	**30 November 2021**
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.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2018/066298 A1 (KK TOYOTA JIDOSHOKKI) 12 April 2018 (2018-04-12) paragraph [0046]	2
Y	JP 2016-24170 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 08 February 2016 (2016-02-08) paragraph [0014]	3
Y	JP 2014-240807 A (MITSUBISHI MOTORS CORP.) 25 December 2014 (2014-12-25) paragraph [0021]	4-5
Y	JP 2012-181037 A (MITSUBISHI HEAVY IND., LTD.) 20 September 2012 (2012-09-20) paragraph [0029]	6
Y	JP 2015-118024 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 25 June 2015 (2015-06-25) paragraph [0014]	10
A	JP 2016-109653 A (HITACHI CHEMICAL CO., LTD.) 20 June 2016 (2016-06-20) entire text, all drawings	1-11
A	JP 2003-59469 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 28 February 2003 (2003-02-28) entire text, all drawings	1-11
A	JP 2013-36936 A (TOYOTA JIDOSHA KK) 21 February 2013 (2013-02-21) entire text, all drawings	1-11
A	US 2020/0225288 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 16 July 2020 (2020-07-16) entire text, all drawings	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/038750

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 9-17459 A	17 January 1997	(Family: none)	
WO 2013/018888 A1	07 February 2013	(Family: none)	
JP 2018-19552 A	01 February 2018	(Family: none)	
WO 2012/049852 A1	19 April 2012	US 2013/0200902 A1 paragraphs [0073]-[0076] EP 2629109 A1 CN 103154759 A	
WO 2012/169063 A1	13 December 2012	US 2014/0111164 A1 paragraph [0082]	
WO 2018/066298 A1	12 April 2018	US 2019/0229539 A1 paragraph [0053] CN 109791183 A	
JP 2016-24170 A	08 February 2016	(Family: none)	
JP 2014-240807 A	25 December 2014	(Family: none)	
JP 2012-181037 A	20 September 2012	(Family: none)	
JP 2015-118024 A	25 June 2015	(Family: none)	
JP 2016-109653 A	20 June 2016	(Family: none)	
JP 2003-59469 A	28 February 2003	US 2003/0030442 A1 entire text, all drawings	
JP 2013-36936 A	21 February 2013	(Family: none)	
US 2020/0225288 A1	16 July 2020	KR 10-2020-0087494 A entire text, all drawings	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/038750

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01M 10/42(2006.01)i; H01M 10/48(2006.01)i; H02J 7/00(2006.01)i; G01R 31/367(2019.01)i; G01R 31/3828(2019.01)i; G01R 31/3842(2019.01)i; G01R 31/387(2019.01)i; G01R 31/389(2019.01)i; G01R 31/392(2019.01)i
FI: G01R31/392; H01M10/48 P; H01M10/42 P; H01M10/48 301; H02J7/00 Y; G01R31/389; G01R31/3842; G01R31/3828; G01R31/387; G01R31/367

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））

H01M10/42; H01M10/48; H02J7/00; G01R31/367; G01R31/3828; G01R31/3842; G01R31/387; G01R31/389; G01R31/392

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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
Y	JP 9-17459 A (松下電器産業株式会社) 17.01.1997 (1997-01-17) 段落００５３－００６２，図３－５	1-6,10-11
A		7-9
Y	WO 2013/018888 A1 (三洋電機株式会社) 07.02.2013 (2013-02-07) 段落００２７，００４０，図６，８	1-6,10-11
Y	JP 2018-19552 A (日本電気株式会社) 01.02.2018 (2018-02-01) 段落００２２	1-6,10-11
Y	WO 2012/049852 A1 (トヨタ自動車株式会社) 19.04.2012 (2012-04-19) 段落００５４－００５７	2
Y	WO 2012/169063 A1 (日立ビークルエナジー株式会社) 13.12.2012 (2012-12-13) 段落００７２	2

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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	国際調査報告の発送日
16.11.2021	30.11.2021

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）
島▲崎▼　純一　2S 9107

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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
Y	WO 2018/066298 A1（株式会社豊田自動織機）12.04.2018（2018-04-12） 段落００４６	2
Y	JP 2016-24170 A（日立オートモティブシステムズ株式会社）08.02.2016（2016-02-08） 段落００１４	3
Y	JP 2014-240807 A（三菱自動車工業株式会社）25.12.2014（2014-12-25） 段落００２１	4-5
Y	JP 2012-181037 A（三菱重工業株式会社）20.09.2012（2012-09-20） 段落００２９	6
Y	JP 2015-118024 A（日立オートモティブシステムズ株式会社）25.06.2015（2015-06-25） 段落００１４	10
A	JP 2016-109653 A（日立化成株式会社）20.06.2016（2016-06-20） 全文，全図	1-11
A	JP 2003-59469 A（日産自動車株式会社）28.02.2003（2003-02-28） 全文，全図	1-11
A	JP 2013-36936 A（トヨタ自動車株式会社）21.02.2013（2013-02-21） 全文，全図	1-11
A	US 2020/0225288 A1（SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.）16.07.2020（2020-07-16） 全文，全図	1-11

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/JP2021/038750

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 9-17459 A	17.01.1997	（ファミリーなし）	
WO 2013/018888 A1	07.02.2013	（ファミリーなし）	
JP 2018-19552 A	01.02.2018	（ファミリーなし）	
WO 2012/049852 A1	19.04.2012	US 2013/0200902 A1 段落００７３－００７６ EP 2629109 A1 CN 103154759 A	
WO 2012/169063 A1	13.12.2012	US 2014/0111164 A1 段落００８２	
WO 2018/066298 A1	12.04.2018	US 2019/0229539 A1 段落００５３ CN 109791183 A	
JP 2016-24170 A	08.02.2016	（ファミリーなし）	
JP 2014-240807 A	25.12.2014	（ファミリーなし）	
JP 2012-181037 A	20.09.2012	（ファミリーなし）	
JP 2015-118024 A	25.06.2015	（ファミリーなし）	
JP 2016-109653 A	20.06.2016	（ファミリーなし）	
JP 2003-59469 A	28.02.2003	US 2003/0030442 A1 全文，全図	
JP 2013-36936 A	21.02.2013	（ファミリーなし）	
US 2020/0225288 A1	16.07.2020	KR 10-2020-0087494 A 全文，全図	