(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
2018年12月27日(27.12.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/235325 A1

(51) 国際特許分類:
H01M 10/48 (2006.01)
G01R 31/36 (2006.01)
H01M 10/44 (2006.01)
H01M 10/613 (2014.01)
H01M 10/625 (2014.01)
H01M 10/633 (2014.01)
H01M 10/637 (2014.01)
H01M 10/6551 (2014.01)
H01M 10/6563 (2014.01)
H02J 7/00 (2006.01)
H02J 7/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/003184

(22) 国際出願日： 2018年1月31日(31.01.2018)

(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 2017-121379 2017年6月21日(21.06.2017) 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: マテ ファニー (**MATTHEY Fanny**); 〒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). 中尾 亮平 (**NAKAO Ryohhei**); 〒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). 坂部 啓 (**SAKABE Kei**); 〒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). 大

(54) **Title:** BATTERY MANAGEMENT DEVICE, BATTERY MANAGEMENT METHOD, AND POWER STORAGE SYSTEM

(54) 発明の名称： 電池管理装置、電池管理方法、電力貯蔵システム

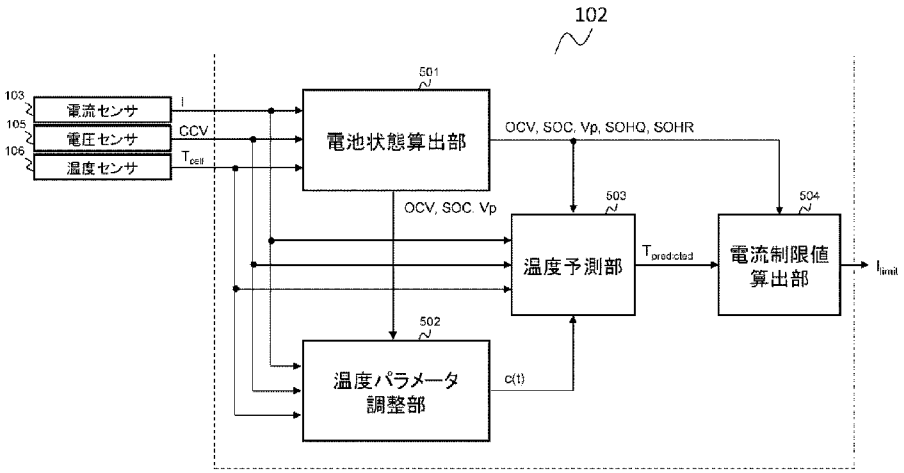


図2

103 Current sensor
105 Voltage sensor
106 Temperature sensor
501 Battery state calculation unit
502 Temperature parameter adjustment unit
503 Temperature prediction unit
504 Current limit value calculation unit

(57) **Abstract:** The present invention appropriately performs battery charging and discharging control without measuring cooling water temperature and environment temperature. A battery management device 102 manages a battery that can be charged and discharged, and is provided with a temperature parameter adjustment unit 502 for adjusting a temperature parameter used in estimating battery temperature. The temperature parameter adjustment unit 502 adjusts the temperature parameter when the battery temperature rises. The battery management device 102 is also provided with: a temperature

WO 2018/235325 A1

［続葉有］

川 圭一朗(**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). 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).

(74) 代理人: 戸田 裕二(**TODA Yuji**); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目６番１号 株式会社日立製作所内 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, 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, 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:

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

prediction unit 503 for predicting a future battery temperature on the basis of the temperature parameter adjusted by the temperature parameter adjustment unit 502; and a current limit value calculation unit 504 for calculating the allowable values of battery charging and discharging currents on the basis of the future battery temperature predicted by the temperature prediction unit 503.

(57) 要約：冷却水温度や環境温度を測定することなく、電池の充放電制御を適切に行う。 電池管理装置１０２は、充放電可能な電池を管理する装置であって、電池の温度推定に用いられる温度パラメータの調整を行う温度パラメータ調整部５０２を備える。温度パラメータ調整部５０２は、電池の温度が上昇しているときに温度パラメータの調整を行う。また、電池管理装置１０２は、温度パラメータ調整部５０２による調整後の温度パラメータに基づいて将来の電池温度を予測する温度予測部５０３と、温度予測部５０３により予測された将来の電池温度に基づいて電池の充放電電流の許容値を算出する電流制限値算出部５０４とをさらに備える。

明　細　書

発明の名称 ： 電池管理装置、電池管理方法、電力貯蔵システム

技術分野

[0001] 本発明は、電池管理装置、電池管理方法および電力貯蔵システムに関する。

背景技術

[0002] 近年、地球温暖化問題の観点から、太陽光や風力などの再生可能エネルギーを利用して発電を行い、電力貯蔵システム（Battery Energy Storage System：ＢＥＳＳ）を用いて出力の安定化を図った発送電システムの利用が拡大している。また、自動車等の移動交通システムにおいても、排ガス規制の観点から、こうした電力貯蔵システムが広く用いられている。

[0003] 従来の一般的な電力貯蔵システムは、複数の電池セルを組み合わせた電池と、電池を冷却して温度調節を行う冷却システムと、電池の充放電制御を行ってシステムを安全な状態に維持する電池管理装置とを備えて構成される。こうした従来の電力貯蔵システムでは、冷却システムを用いて、電池温度が予め設定された最大温度以下となるように電池を強制的に冷却している。

[0004] 一方、電力貯蔵システムの用途によっては、大きさや重さの低減が重要な場合がある。そのため、冷却システムを設けない自然冷却方式の電池を用いた電力貯蔵システムも利用されている。こうした自然冷却方式の電力貯蔵システムでは、運用状況や周囲環境によっては、電池温度が許容値を超えてしまう場合がある。その場合、電池温度が許容値未満となるまでは充放電を停止しなければならず、その間は電力貯蔵システムが非稼働状態となる。すなわち、自然冷却方式の電力貯蔵システムでは、冷却システムを備えた強制冷却方式の電力貯蔵システムと比べて、運用条件を低く設定しなれればならない。したがって、自然冷却方式の電力貯蔵システムを運用する際には、電池の周囲環境を考慮して、電池温度を許容値以内に制限しつつ、非稼働状態の期間を最小化する運用条件を設定する必要がある。

[0005] 電池の周囲環境を考慮した充電制御に関して、特許文献１に記載の技術が知られている。特許文献１には、冷却水温度センサにより検出された冷却水温度と、電池温度センサにより検出された電池温度と、環境温度センサにより検出された環境温度とに基づいて、水冷構造の組電池の充電を制御する充電制御装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：欧州特許出願公開第１０５２７５７号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献１の充電制御装置では、冷却水温度や環境温度を測定しなければ、電池の充放電制御を適切に行うことができない。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明による電池管理装置は、充放電可能な電池を管理する装置であって、前記電池の温度推定に用いられる温度パラメータの調整を行う温度パラメータ調整部を備え、前記温度パラメータ調整部は、前記電池の温度が上昇しているときに前記温度パラメータの調整を行う。

本発明による電池管理方法は、充放電可能な電池を管理するための方法であって、コンピュータにより、前記電池の温度が上昇しているときに、前記電池の温度推定に用いられる温度パラメータの調整を行う。

本発明による電力貯蔵システムは、電池管理装置と、充放電可能な電池と、前記温度パラメータ調整部による調整後の前記温度パラメータに基づいて決定された前記電池の充放電電流の許容値に従って、前記電池の充放電を行う充放電装置と、を備える。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、冷却水温度や環境温度を測定することなく、電池の充放電制御を適切に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の一実施形態に係る電力貯蔵システムの概略構成図である。

[図2]許容電流算出処理に関する電池管理装置の機能ブロックを示す図である。

[図3]電池状態算出部の機能ブロックを示す図である。

[図4]電池モデルにおける電池セルの等価回路の例を示す図である。

[図5]温度パラメータ調整部の機能ブロックを示す図である。

[図6]本発明の一実施形態による温度パラメータ調整の適用条件について説明するための組電池の温度変化例を示す図である。

[図7]変形例１による温度パラメータ調整の適用について説明するための組電池の温度変化例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下では、本発明の実施形態について説明する。

[0012] 図１は、本発明の一実施形態に係る電力貯蔵システムの概略構成図である。図１に示す電力貯蔵システム（ＢＥＳＳ）１は、組電池１０１、電池管理装置１０２、電流センサ１０３、セルコントローラ１０４、電圧センサ１０５、温度センサ１０６、およびリレー１０７を備える。電力貯蔵システム１は、インバータ２を介して、交流モータ等の負荷３に接続されている。電力貯蔵システム１およびインバータ２は、不図示の通信回線を介して上位コントローラ４に接続されている。

[0013] 組電池１０１は、充放電可能な複数の電池セルを直並列に接続して構成されている。負荷３を力行運転する際には、組電池１０１から放電された直流電力がインバータ２により交流電力に変換され、負荷３に供給される。また、負荷３を回生運転する際には、負荷３から出力された交流電力がインバータ２により直流電力に変換され、組電池１０１に充電される。こうしたインバータ２の動作により、組電池１０１の充放電が行われる。インバータ２の動作は、上位コントローラ４により制御される。

[0014] 電流センサ１０３は、組電池１０１に流れる電流を検出し、その検出結果

を電池管理装置１０２に出力する。セルコントローラ１０４は、組電池１０１の各電池セルの電圧を検出し、その検出結果を電池管理装置１０２に出力する。電圧センサ１０５は、組電池１０１の電圧（総電圧）を検出し、その検出結果を電池管理装置１０２に出力する。温度センサ１０６は、組電池１０１の温度を検出し、その検出結果を電池管理装置１０２に出力する。リレー１０７は、上位コントローラ４の制御に応じて、電力貯蔵システム１とインバータ２の間の接続状態を切り替える。

[0015] 電池管理装置１０２は、電流センサ１０３、セルコントローラ１０４、電圧センサ１０５および温度センサ１０６の各検出結果に基づき、組電池１０１の充放電制御を行う。電池管理装置１０２が行う組電池１０１の充放電制御には、例えば、組電池１０１の充放電電流の許容値（上限値）を定める許容電流算出処理、各電池セルの充電状態を調整するバランシング制御などが含まれる。電池管理装置１０２は、上位コントローラ４との間で、組電池１０１の充放電制御に必要な情報通信を行う。

[0016] 電力貯蔵システム１は、冷却ファンや水冷ヒートシンク等の冷却装置を持たない自然冷却方式のシステムである。組電池１０１の充放電中には、各電池セルにおける電気化学反応や相転移、ジュール発熱、周囲環境等によって組電池１０１の温度が変化する。このときの温度変化量は、充放電電流に大きく依存する。そのため、電力貯蔵システム１では、電池管理装置１０２の許容電流算出処理により充放電電流の許容値を定め、この許容値に従って充放電電流を制限する。これにより、充放電中の急激な温度上昇を抑制し、組電池１０１の温度を所定の範囲内に維持することができる。

[0017] 図２は、許容電流算出処理に関する電池管理装置１０２の機能ブロックを示す図である。電池管理装置１０２は、電池状態算出部５０１、温度パラメータ調整部５０２、温度予測部５０３および電流制限値算出部５０４の各機能ブロックを有する。これらの機能ブロックは、たとえば所定のプログラムをコンピュータで実行することにより実現される。

[0018] 電池状態算出部５０１は、電流センサ１０３、電圧センサ１０５および温

度センサ１０６から、組電池１０１が充放電中のときに検出された電流I、閉回路電圧CCVおよび電池温度T_{cell}をそれぞれ取得する。そして、これらの情報に基づき、組電池１０１の現在の状態を表す開回路電圧OCV、充電状態SOC、分極電圧Vp、充電容量減少量SOHQおよび内部抵抗増加量SOHQの各状態値を算出する。なお、電池状態算出部５０１によるこれらの状態値の算出方法の詳細については、後で図３を参照して説明する。

[0019] 温度パラメータ調整部５０２は、電流センサ１０３、電圧センサ１０５および温度センサ１０６から、組電池１０１が充放電中のときに検出された電流I、閉回路電圧CCVおよび電池温度T_{cell}をそれぞれ取得する。また、電池状態算出部５０１で算出された組電池１０１の状態値のうち、開回路電圧OCV、充電状態SOC、および分極電圧Vpを取得する。そして、これらの情報に基づき、組電池１０１の温度推定に用いられる温度パラメータの調整を行い、調整後の温度パラメータを出力する。

[0020] 本実施形態では、温度パラメータ調整部５０２が調整する温度パラメータの例として、組電池１０１の熱容量cを調整する場合を説明する。以下では、温度パラメータ調整部５０２により調整された現在時刻tにおける熱容量cの値をc(t)と表す。なお、温度パラメータ調整部５０２による熱容量c(t)の算出方法の詳細については、後で図５を参照して説明する。

[0021] 温度予測部５０３は、電流センサ１０３、電圧センサ１０５および温度センサ１０６から、組電池１０１が充放電中のときに検出された電流I、閉回路電圧CCVおよび電池温度T_{cell}をそれぞれ取得する。また、電池状態算出部５０１で算出された組電池１０１の各状
態値を取得する。さらに、温度パラメータ調整部５０２で算出された熱容量c(t)を取得する。そして、これらの情報に基づいて将来の組電池１０１の温度を予測し、その予測結果を表す温度予測値$T_{predicted}$を算出する。

[0022] 温度予測部５０３には、例えば、組電池１０１の充放電シナリオとして、組電池１０１における将来の充放電状況、たとえば電流値、電流波形、通電時間などを組み合わせたものが、複数組記憶されている。また、充放電シナ

リオごとに、熱容量c(t)の値に応じた温度予測モデルが予め設定されている。温度予測部５０３は、電流センサ１０３、電圧センサ１０５および温度センサ１０６からそれぞれ取得した電流I、閉回路電圧CCVおよび電池温度T_{cell}と、電池状態算出部５０１で算出された組電池１０１の各状態値とに基づき、予め設定された複数の充放電シナリオの中でいずれかを選択する。そして、選択した充放電シナリオと、温度パラメータ調整部５０２から取得した熱容量c(t)とに基づき、温度予測値$T_{predicted}$を算出する。このとき、複数の充放電シナリオを選択することで、充放電シナリオごとに異なる複数の温度予測値$T_{predicted}$を算出してもよい。なお、熱容量c(t)の値から組電池１０１の状態に応じた適切な温度予測値$T_{predicted}$を算出できれば、温度予測部５０３における温度予測値$T_{predicted}$の算出方法は上記のものに限定されない。

[0023] 電流制限値算出部５０４は、電池状態算出部５０１で算出された組電池１０１の各状態値を取得する。また、温度予測部５０３で算出された温度予測値$T_{predicted}$を取得する。

そして、これらの情報に基づき、組電池１０１の充放電電流の許容値（上限値）を表す電流制限値I_{limit}を算出する。電流制限値算出部５０４により算出された電流制限値I_{limit}は、電池管理装置１０２から上位コントローラ４に送信され、インバータ２の制御等に利用される。これにより、組電池１０１の温度が上限値T_{limit}を超えないように、電力貯蔵システム１において組電池１０１の充放電制御が行われる。このときインバータ２は、電流制限値I_{limit}に従って組電池１０１の充放電を行う。

[0024] 図３は、電池状態算出部５０１の機能ブロックを示す図である。電池状態算出部５０１は、電池モデル部６０１および劣化状態検出部６０２を備える。

[0025] 電池モデル部６０１は、組電池１０１をモデル化した電池モデルを記憶しており、この電池モデルを用いて、開回路電圧OCV、充電状態SOCおよび分極電圧Vpを求める。電池モデル部６０１における電池モデルは、例えば、実際の組電池１０１における電池セルの直列接続数および並列接続数や、各電池

セルの等価回路に応じて設定されている。電池モデル部６０１は、電流センサ１０３、電圧センサ１０５および温度センサ１０６からそれぞれ取得した電流I、閉回路電圧CCVおよび電池温度T_{cell}をこの電池モデルに対して適用することで、組電池１０１の状態に応じた開回路電圧OCV、充電状態SOCおよび分極電圧Vpを求めることができる。

[0026] 図４は、電池モデル部６０１に設定される電池モデルにおける電池セルの等価回路の例を示す図である。図４に示す電池セルの等価回路は、電圧値Vocを有する開放電圧源６０３と、抵抗値Rを有する内部抵抗６０４と、容量値Cpを有する分極容量６０５と抵抗値Rpを有する分極抵抗６０６の並列回路である分極モデルとが、互いに直列接続されて構成されている。この等価回路において、開放電圧源６０３の両端電圧、すなわち電圧値Vocは開回路電圧OCVに相当し、分極容量６０５と分極抵抗６０６の並列回路の両端電圧は分極電圧Vpに相当する。また、この等価回路に電流Iが流れたときの内部抵抗６０４の印加電圧I×Rおよび分極電圧Vpを開回路電圧OCVに加えた値は、閉回路電圧CCVに相当する。さらに、図４の等価回路における各回路定数の値は、電池温度T_{cell}に応じて定まる。したがって、電池モデル部６０１では、これらの関係に基づき、電流I、閉回路電圧CCVおよび電池温度T_{cell}から、組電池１０１全体での開回路電圧OCVおよび分極電圧Vpを求め、さらに開回路電圧OCVの算出結果から充電状態SOCを求めることができる。

[0027] 図３の説明に戻ると、劣化状態検出部６０２は、組電池１０１の劣化状態を検出し、その劣化状態に応じた充電容量減少量SOHQおよび内部抵抗増加量SOHQを求める。組電池１０１の各電池セルは、充放電を繰り返すことで劣化が進行し、その劣化状態に応じて充電容量の減少および内部抵抗の増加が生じる。劣化状態検出部６０２は、例えば、組電池１０１の電流、電圧および温度と劣化状態との関係を表す情報を予め記憶しており、この情報を用いることで、電流センサ１０３、電圧センサ１０５および温度センサ１０６からそれぞれ取得した電流I、閉回路電圧CCVおよび電池温度T_{cell}に基づいて、組電池１０１の劣化状態を検出する。そして、予め記憶された劣化状態と充電容量

減少量SOHQおよび内部抵抗増加量SOHQとの関係に基づき、組電池１０１の劣化状態の検出結果に対応する充電容量減少量SOHQおよび内部抵抗増加量SOHQを求めることができる。

[0028] 図５は、温度パラメータ調整部５０２の機能ブロックを示す図である。温度パラメータ調整部５０２は、ＤＣＲマップ６０７、熱エネルギー算出部６０８、判定部６０９、上昇温度算出部６１０、および温度パラメータ算出部６１１を備える。

[0029] ＤＣＲマップ６０７は、温度センサ１０６から取得した電池温度T_{cell}と、電池状態算出部５０１で算出された充電状態SOCとに基づいて、組電池１０１の内部抵抗値Rを求める。ＤＣＲマップ６０７は、例えば、組電池１０１の温度と充電状態を検索キーとして内部抵抗値Rが設定された二次元ルックアップテーブルであり、入力された電池温度T_{cell}および充電状態SOCの値から、内部抵抗値Rを求めることができる。

[0030] 熱エネルギー算出部６０８は、電流センサ１０３および温度センサ１０６から、組電池１０１の電流Iおよび電池温度T_{cell}を取得する。また、電池状態算出部５０１から、開回路電圧OCVおよび分極電圧Vpを取得する。さらに、ＤＣＲマップ６０７から、組電池１０１の内部抵抗値Rを取得する。取得したこれらの値に基づいて、熱エネルギー算出部６０８は、組電池１０１が現在時刻tまでに発生した熱エネルギーE(t)を算出する。

[0031] ここで、熱エネルギー算出部６０８による熱エネルギーE(t)の算出方法の詳細について説明する。一般に、組電池１０１における温度変化と、発熱量および周囲への放熱量との関係は、前述の熱容量cおよび電池温度T_{cell}を用いて、以下の式（１）のような熱エネルギー平衡式で表される。式（１）において、Pは組電池１０１の発熱量、hは組電池１０１の熱伝達係数、Aは組電池１０１の表面積、$T_{ambient}$は周囲環境温度をそれぞれ表している。

[0032] [数1]

$$c\frac{dT_{cell}}{dt} = P - hA\left(T_{cell} - T_{ambient}\right) \qquad \cdots(1)$$

[0033] ここで、上記式（１）の発熱量Pは一般に、組電池１０１の内部抵抗値R、電流I、分極電圧Vp、電池温度T_{cell}および開回路電圧OCVの関数として、以下の式（２）のように表すことができる。ただし、発熱量Pの算出式は式（２）に限定されない。

[0034] [数2]

$$P = f(R, I, V_p, T_{cell}, OCV) \quad \cdots(2)$$

[0035] また、上記式（１）により、組電池１０１から周囲への放熱量は、電池温度T_{cell}と周囲環境温度$T_{ambient}$の差分に比例することが分かる。

[0036] 本実施形態の電力貯蔵システム１は、周囲環境温度$T_{ambient}$を検出するセンサを備えていないため、式（１）を適用することができない。そこで、熱エネルギー算出部６０８は、上記式（２）で算出される発熱量Pを初期時刻$t_{initial}$から現在時刻tまで積算することにより、発熱量Pの積算値として熱エネルギーE(t)を算出する。

[0037] 判定部６０９は、温度センサ１０６から取得した電池温度T_{cell}に基づいて、現在時刻tにおける組電池１０１の温度変化に対する判定値D(t)を出力する。判定部６０９は、例えば、現在時刻tにおける電池温度T_{cell}の変化が所定の判定基準値を満たす場合は、D(t)＝１を出力し、満たさない場合はD(t)＝０を出力する。なお、判定部６０９における判定基準値は複数存在してもよい。その場合、複数の判定基準値のうち少なくとも一つを満たした場合にD(t)＝１を出力してもよいし、全ての判定基準値を満たした場合にD(t)＝１を出力してもよい。

[0038] 上昇温度算出部６１０は、温度センサ１０６から取得した電池温度T_{cell}に基づいて、現在時刻tにおける電池温度T_{cell}の値$T_{cell}(t)$と、初期時刻$t_{initial}$における電池温度T_{cell}の値$T_{cell}(t_{initial})$との差分を算出する。そして、その算出結果を現在時刻tにおける組電池１０１の上昇温度ΔT(t)として出力する。

[0039] 温度パラメータ算出部６１１は、熱エネルギー算出部６０８で算出された熱エネルギーE(t)と、判定部６０９で求められた判定値D(t)と、上昇温度算出部６１０で算出された上昇温度ΔT(t)とを取得する。そして、取得したこ

れらの値に基づいて、現在時刻tにおける組電池１０１の熱容量c(t)を算出する。

[0040] 例えば、温度パラメータ算出部６１１では、初期時刻$t_{initial}$において、組電池１０１の熱容量の初期値$c_{initial}$を設定する。この熱容量の初期値$c_{initial}$を出発点として、下記の式（３）または式（４）により、現在時刻tにおける組電池１０１の熱容量c(t)を算出する。なお、熱容量の初期値$c_{initial}$は、予め設定された値でもよいし、熱容量c(t)の履歴を平均化した値としてもよい。

[0041] D(t)＝０の場合は、以下の式（３）により、現在時刻tにおける組電池１０１の熱容量c（t)を算出する。すなわち、前回の算出結果と同じ値を、現在時刻tにおける熱容量c(t)として算出する。

$$c(t)=c(t-1) \quad \cdots (3)$$

[0042] 一方、D(t)＝１の場合は、以下の式（４）により、現在時刻tにおける組電池１０１の熱容量c(t)を算出する。

$$c(t)=E(t)/\Delta T(t) \quad \cdots (4)$$

[0043] なお、式（３）、（４）で表される熱容量c(t)は、前述の式（１）における熱容量cに対応しており、その単位はジュール／℃（Ｊ・℃$^{-1}$）である。

[0044] 温度パラメータ調整部５０２では、以上説明したような方法により、過去の組電池１０１の充放電電流および温度の変化を考慮して、組電池１０１の温度パラメータの一つである熱容量c(t)を算出する。そのため、組電池１０１から周囲への放熱に関する情報についても、ある程度は考慮に入れることができる。

[0045] 次に、図６のグラフに示す組電池１０１の温度変化例を参照して、本実施形態による温度パラメータ調整の適用条件について説明する。図６において、曲線６１２は、時刻t0から時刻t1の間に温度が急激に上昇し、時刻t1以降ではゆっくりと上昇する組電池１０１の温度変化例を示している。一方、破線で示した曲線６１３は、時刻t0から時刻t1の間に温度が急激に上昇し、時刻t1以降では低下する組電池１０１の温度変化例を示している。

[0046] ここで、判定部６０９の判定において用いられる前述の判定基準値を$Slope_m$

$_{in}$と表すと、温度センサ１０６から取得した電池温度T_{cell}の変化速度dT_{cell}/dtが以下の式（５）の条件を満たすときに、組電池１０１の温度パラメータである熱容量c(t)の調整が有効となる。なお、式（５）において、$Slope_{min}$は正の一定値である。

[0047] [数3]

$$\frac{dT_{cell}}{dt} \geq Slope_{\min} \qquad \cdots(5)$$

[0048] 上記式（５）の条件により、図６において曲線６１２、６１３にそれぞれ示した場合では、例えば時刻t0から時刻t1の期間に熱容量c(t)の調整が有効となり、時刻t1以降の期間に熱容量c(t)の調整が無効となる。すなわち、時刻t0から時刻t1の期間では、曲線６１２、６１３いずれの場合でも組電池１０１の温度上昇速度が判定基準値$Slope_{min}$よりも高いため、電池温度T_{cell}の変化速度dT_{cell}/dtが式（５）の条件を満たしてD(t)＝１となる。

その結果、前述の式（４）に従って熱容量c(t)の調整が行われる。一方、時刻t1以降の期間では、曲線６１２の場合は組電池１０１の温度上昇速度が判定基準値$Slope_{min}$よりも低く、また曲線６１３の場合は組電池１０１の温度が低下しているため、いずれの場合も電池温度T_{cell}の変化速度dT_{cell}/dtが式（５）の条件を満たさずにD(t)＝０となる。その結果、熱容量c(t)の調整が行われない。

[0049] 温度パラメータ調整部５０２では、以上説明したようにして、組電池１０１の温度が上昇しているときに、その温度上昇に応じて、組電池１０１の温度推定に用いられる温度パラメータの調整を行うことができる。

[0050] 温度予測部５０３では、温度パラメータ調整部５０２で算出された現在時刻tにおける組電池１０１の熱容量c(t)に基づいて、現在時刻tより先の時刻t＋Δtにおける温度予測値$T_{predicted}$（t＋Δt）を、例えば以下の式（６）に従って算出する。式（６）において、T_{model}は、c(t)および$I_{virtual}$を引数に含む関数である。なお、$I_{virtual}$は、温度予測部５０３で選択した充放電シナリオにおける時刻t＋Δtでの仮想電流値を表している。また、式（６）では、関数T_{model}に

おける熱容量c(t)と仮想電流値$I_{virtual}$以外の引数を省略しているが、これら以外にも任意の引数を用いることが可能である。

[0051] [数4]

$$T_{predicted}(t+\Delta t)=T_{model}(c(t),I_{virtual},\ldots) \quad \cdots(6)$$

[0052] 以上説明した本発明の一実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

[0053] （１）電池管理装置１０２は、充放電可能な組電池１０１を管理する装置であって、組電池１０１の温度推定に用いられる温度パラメータの調整を行う温度パラメータ調整部５０２を備える。温度パラメータ調整部５０２は、組電池１０１の温度が上昇しているときに温度パラメータの調整を行う。このようにしたので、冷却水温度や環境温度を測定することなく、組電池１０１の充放電制御を適切に行うことができる。

[0054] （２）温度パラメータ調整部５０２が調整を行う温度パラメータは、組電池１０１の熱容量c(t)を含む。このようにしたので、組電池１０１の温度推定に必要な温度パラメータの調整を行うことができる。

[0055] （３）温度パラメータ調整部５０２は、組電池１０１の温度変化が所定の判定基準値、例えば式（５）の条件を満たす場合、式（２）で表される組電池１０１の発熱量Pの積算値に基づいて温度パラメータの調整を行う。具体的には、発熱量Pの積算値に基づいて熱エネルギーE(t)を算出し、この熱エネルギーE(t)を用いた式（４）により、現在時刻tにおける熱容量c(t)を算出する。一方、組電池１０１の温度変化が判定基準値を満たさない場合、式（３）により前回の算出結果と同じ値を現在時刻tにおける熱容量c(t)として算出することで、温度パラメータの調整を行わない。このようにして、温度パラメータ調整部５０２による温度パラメータの調整が必要ない場合はこれを行わないこととしたので、電池管理装置１０２における処理負荷の軽減を図ることができる。

[0056] （４）電池管理装置１０２は、組電池１０１の電流I、閉回路電圧CCVおよび電池温度T_{cell}を取得して、組電池１０１の状態を表す状態値、すなわち開回路電圧OCV、充電状態SOC、分極電圧Vp、充電容量減少量SOHQおよび内部抵抗増

加量SOHQを算出する電池状態算出部５０１をさらに備える。温度パラメータ調整部５０２は、組電池１０１の電流Iおよび電池温度T_{cell}の少なくとも一方と、電池状態算出部５０１により算出された状態値とに基づいて、例えば式（２）により、組電池１０１の発熱量Pを算出する。このようにしたので、組電池１０１の状態に応じた発熱量Pを算出することができる。

[0057] （５）電池管理装置１０２は、温度パラメータ調整部５０２による調整後の温度パラメータに基づいて将来の組電池１０１の温度を予測する温度予測部５０３をさらに備える。このようにしたので、冷却水温度や環境温度を測定することなく、組電池１０１の将来の温度を予測することが可能である。

[0058] （６）温度予測部５０３は、組電池１０１の将来の充放電状況をそれぞれ表す複数の充放電シナリオを予め記憶しており、これら複数の充放電シナリオのうちいずれかを用いて将来の組電池１０１の温度を予測する。このようにしたので、組電池１０１の将来の温度を容易にかつ正確に予測することができる。

[0059] （７）電池管理装置１０２は、温度予測部５０３により予測された将来の組電池１０１の温度を表す温度予測値$T_{predicted}$に基づいて組電池１０１の充放電電流の許容値を表す電流制限値I_{limit}を算出する電流制限値算出部５０４をさらに備える。このようにしたので、冷却水温度や環境温度を測定することなく、組電池１０１の温度が上限値T_{limit}を超えないように、組電池１０１の充放電制御を行うことができる。

[0060] なお、以上説明した本発明の一実施形態は、次のように変形してもよい。

[0061] （変形例１）

上記実施形態では、自然冷却方式の電力貯蔵システムにおける適用例を説明したが、冷却ファンや水冷ヒートシンク等の冷却装置を用いて組電池１０１を冷却する強制冷却方式の電力貯蔵システムにおいても、本発明を同様に適用可能である。

[0062] 図７のグラフに示す組電池１０１の温度変化例を参照して、本変形例による温度パラメータ調整の適用について説明する。図７において、破線で示し

た曲線６１４は、冷却装置による強制冷却を続けた場合の組電池１０１の温度変化例を示している。一方、曲線６１５は、時刻$t_{COOLING\ OFF}$以降では冷却装置による強制冷却を停止した場合の組電池１０１の温度変化例を示している。

[0063] 曲線６１５において、時刻$t_{COOLING\ OFF}$以降では強制冷却が停止されているため、電池温度T_{cell}が上昇している。しかし、強制冷却方式の電力貯蔵システムでは、通常はこのような場合の温度予測モデルが設定されておらず、適切な温度予測値$T_{predicted}$を算出することができない。本変形例によれば、こうした場合にも、温度パラメータの調整を行うことで適切な温度予測値$T_{predicted}$を求め、組電池１０１の充放電制御を行うことができる。

[0064] （変形例２）

上記実施形態では、温度パラメータ調整部５０２において、組電池１０１の温度パラメータのうち、式（１）における熱容量cを調整する例を説明したが、他の温度パラメータ、例えば式（１）における熱伝達係数hを調整してもよい。また、複数の温度パラメータを調整してもよい。すなわち、温度パラメータ調整部５０２が調整を行う温度パラメータは、組電池１０１の熱容量cおよび熱伝達係数hのいずれか少なくとも一つを含むことができる。

[0065] （変形例３）

上記実施形態では、判定部６０９において、現在時刻tにおける組電池１０１の温度変化と所定の判定基準値とを比較することで、温度パラメータの調整を行うか否かを定める判定値D(t)を決定する例を説明したが、他の判定基準値を用いてもよい。例えば、組電池１０１の劣化状態に対する判定基準値を定めておき、電池状態算出部５０１により算出された充電容量減少量SOHQや内部抵抗増加量SOHQをこの判定基準値と比較することで、判定値D(t)を決定してもよい。さらに、例えば組電池１０１の温度変化に対する判定基準値と劣化状態に対する判定基準値など、複数種類の判定基準値を用いてもよい。

[0066] 以上説明した実施形態や各種の変化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ない。本発明は上述

した実施形態や変形例に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

符号の説明

[0067] １　電力貯蔵システム（ＢＥＳＳ）

２　インバータ

３　負荷

４　上位コントローラ

１０１　組電池

１０２　電池管理装置

１０３　電流センサ

１０４　セルコントローラ

１０５　電圧センサ

１０６　温度センサ

１０７　リレー

５０１　電池状態算出部

５０２　温度パラメータ調整部

５０３　温度予測部

５０４　電流制限値算出部

６０１　電池モデル部

６０２　劣化状態検出部

６０３　開放電圧源

６０４　内部抵抗

６０５　分極容量

６０６　分極抵抗

６０７　ＤＣＲマップ

６０８　熱エネルギー算出部

６０９　判定部

６１０　上昇温度算出部

６１１　温度パラメータ算出部

請求の範囲

[請求項1] 充放電可能な電池を管理する装置であって、

前記電池の温度推定に用いられる温度パラメータの調整を行う温度パラメータ調整部を備え、

前記温度パラメータ調整部は、前記電池の温度が上昇しているときに前記温度パラメータの調整を行う電池管理装置。

[請求項2] 請求項１に記載の電池管理装置において、

前記温度パラメータは、前記電池の熱容量および前記電池の熱伝達係数のいずれか少なくとも一つを含む電池管理装置。

[請求項3] 請求項１または請求項２に記載の電池管理装置において、

前記温度パラメータ調整部は、前記電池の温度変化が所定の判定基準値を満たす場合、前記電池の発熱量の積算値に基づいて前記温度パラメータの調整を行い、前記判定基準値を満たさない場合、前記温度パラメータの調整を行わない電池管理装置。

[請求項4] 請求項３に記載の電池管理装置において、

前記電池の電流、電圧および温度を取得して、前記電池の状態を表す状態値を算出する電池状態算出部をさらに備え、

前記温度パラメータ調整部は、前記電池の電流および温度の少なくとも一方と、前記電池状態算出部により算出された前記状態値とに基づいて、前記電池の発熱量を算出する電池管理装置。

[請求項5] 請求項１から請求項４までのいずれか一項に記載の電池管理装置において、

前記温度パラメータ調整部による調整後の前記温度パラメータに基づいて将来の前記電池の温度を予測する温度予測部をさらに備える電池管理装置。

[請求項6] 請求項５に記載の電池管理装置において、

前記温度予測部は、前記電池の将来の充放電状況をそれぞれ表す複数の充放電シナリオを予め記憶しており、前記複数の充放電シナリオ

のうちいずれかを用いて将来の前記電池の温度を予測する電池管理装置。

[請求項7] 請求項５または請求項６に記載の電池管理装置において、

前記温度予測部により予測された将来の前記電池の温度に基づいて前記電池の充放電電流の許容値を算出する電流制限値算出部をさらに備える電池管理装置。

[請求項8] 充放電可能な電池を管理するための方法であって、

コンピュータにより、前記電池の温度が上昇しているときに、前記電池の温度推定に用いられる温度パラメータの調整を行う電池管理方法。

[請求項9] 請求項１から請求項７までのいずれか一項に記載の電池管理装置と、

充放電可能な電池と、

前記温度パラメータ調整部による調整後の前記温度パラメータに基づいて決定された前記電池の充放電電流の許容値に従って、前記電池の充放電を行う充放電装置と、を備える電力貯蔵システム。

[図1]

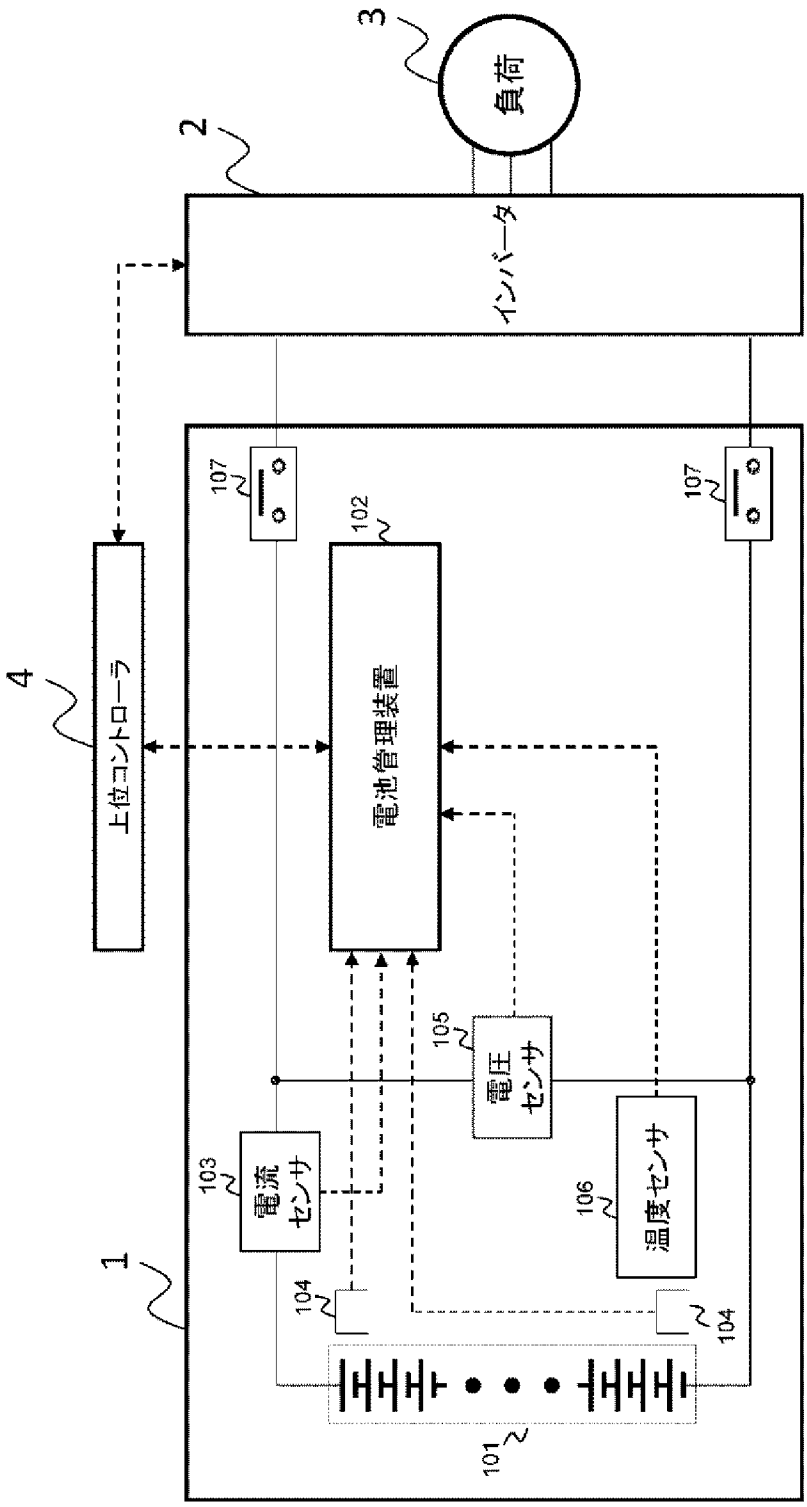

3
負荷
2
インバータ
107
107
102
4
上位コントローラ
電池管理装置
105
電圧センサ
103
電流センサ
106
温度センサ
1
104
104
101

図1

[図2]

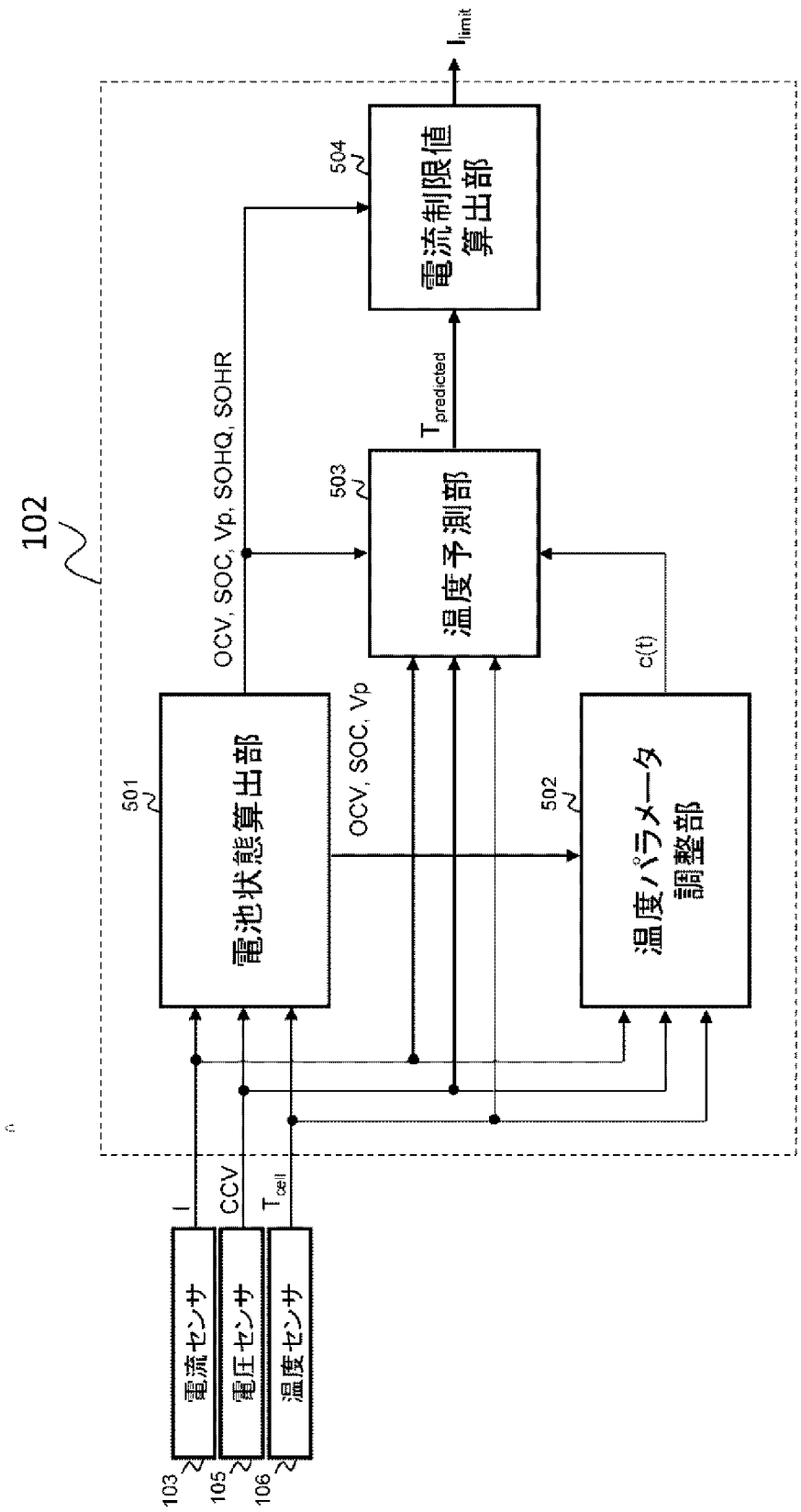

102
電流センサ
電圧センサ
温度センサ
103
105
106
I
CCV
T_{cell}
電池状態算出部
501
温度パラメータ
調整部
502
温度予測部
503
電流制限値
算出部
504
OCV, SOC, Vp
OCV, SOC, Vp, SOHQ, SOHR
$T_{predicted}$
c(t)
I_{limit}

図2

[図3]

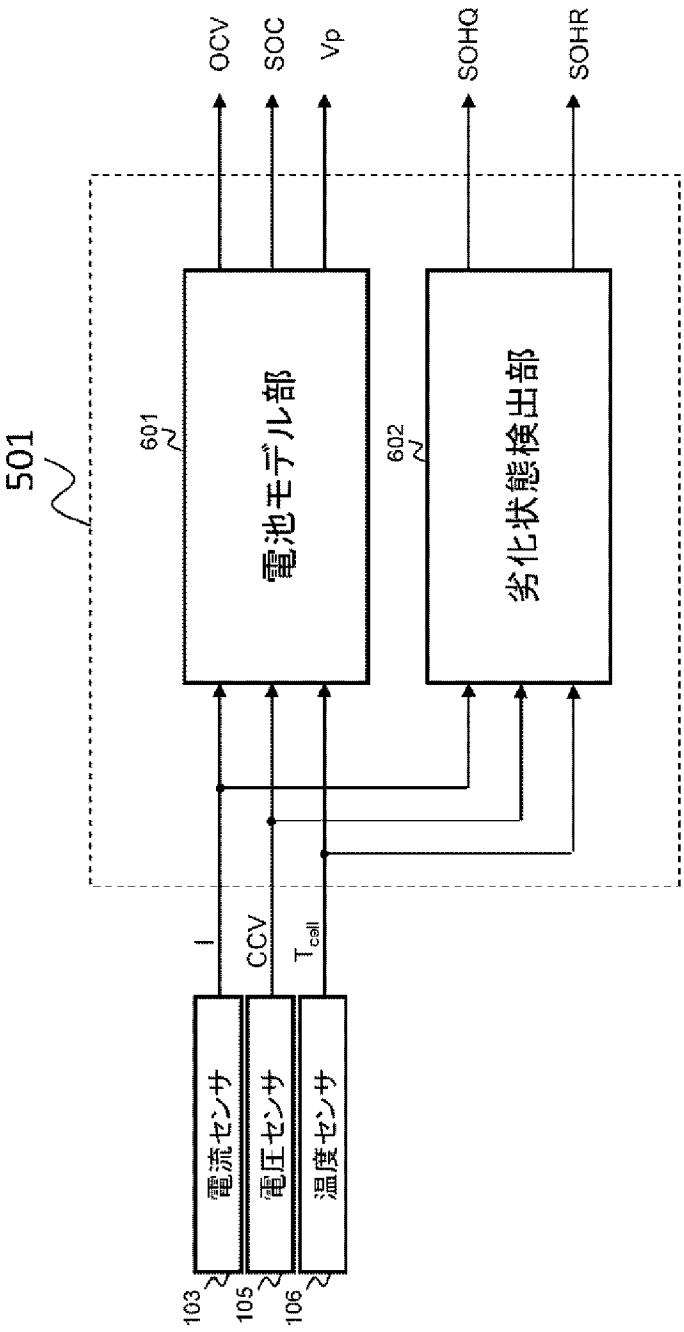

501
601
電池モデル部
602
劣化状態検出部
OCV
SOC
Vp
SOHQ
SOHR
I
CCV
T_{cell}
電流センサ
電圧センサ
温度センサ
103
105
106

図3

[図4]

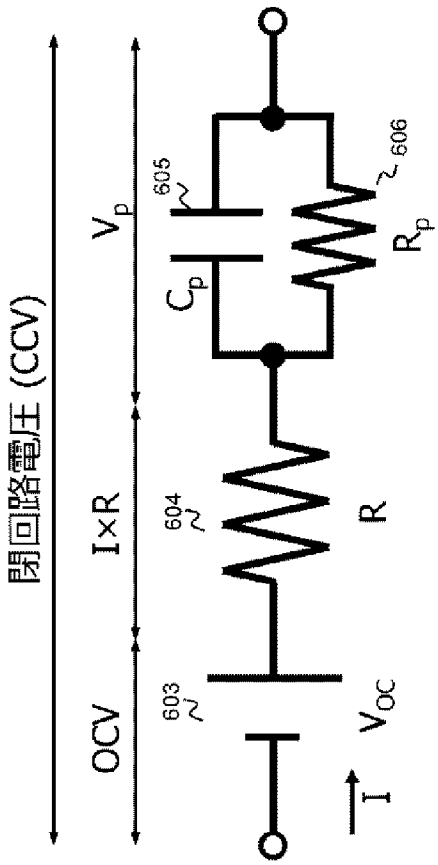


図4

[図5]

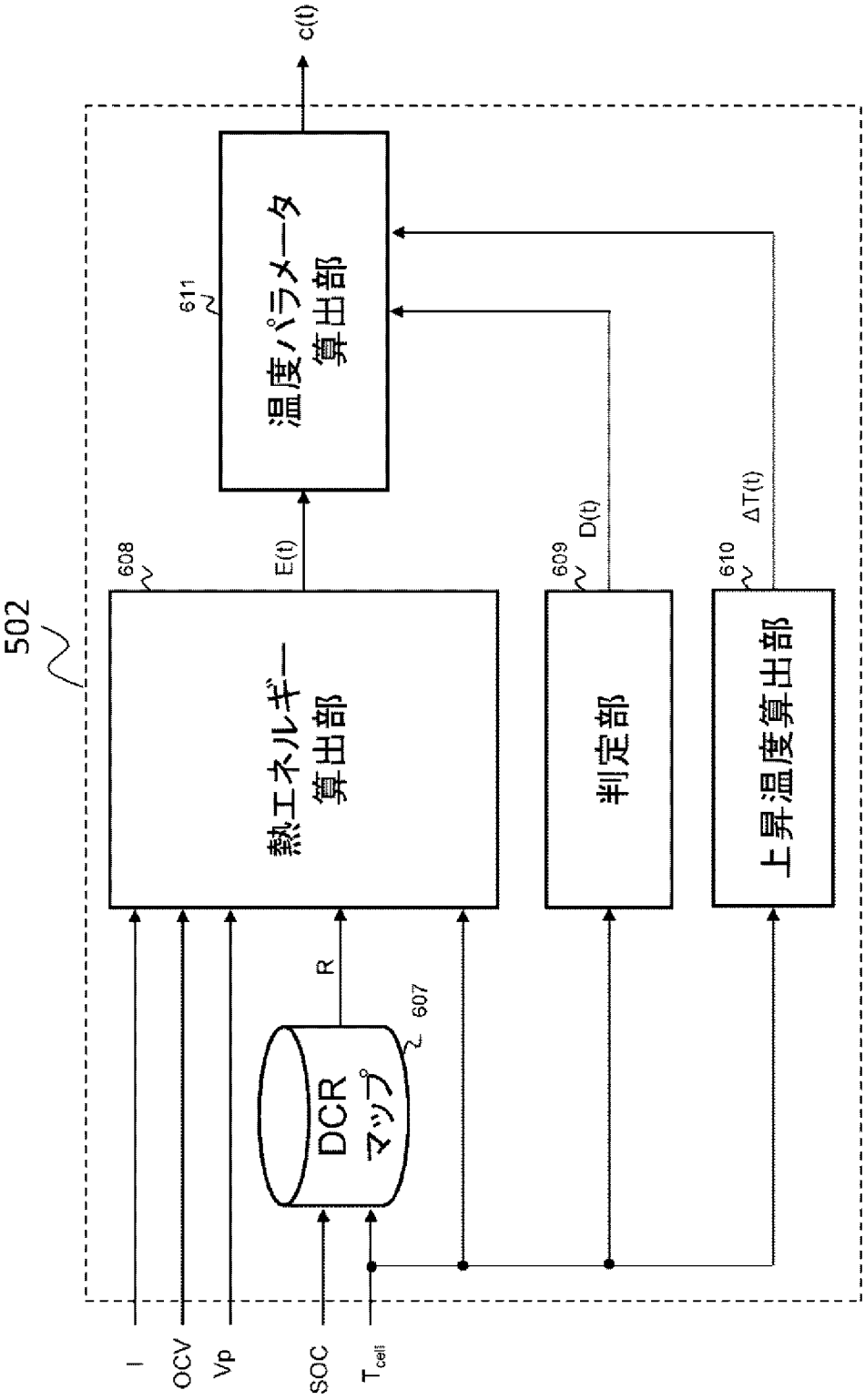

502
608
熱エネルギー
算出部
E(t)
611
温度パラメータ
算出部
c(t)
609
判定部
D(t)
610
上昇温度算出部
ΔT(t)
DCR
マップ
607
R
I
OCV
Vp
SOC
T_{cell}

図5

[図6]

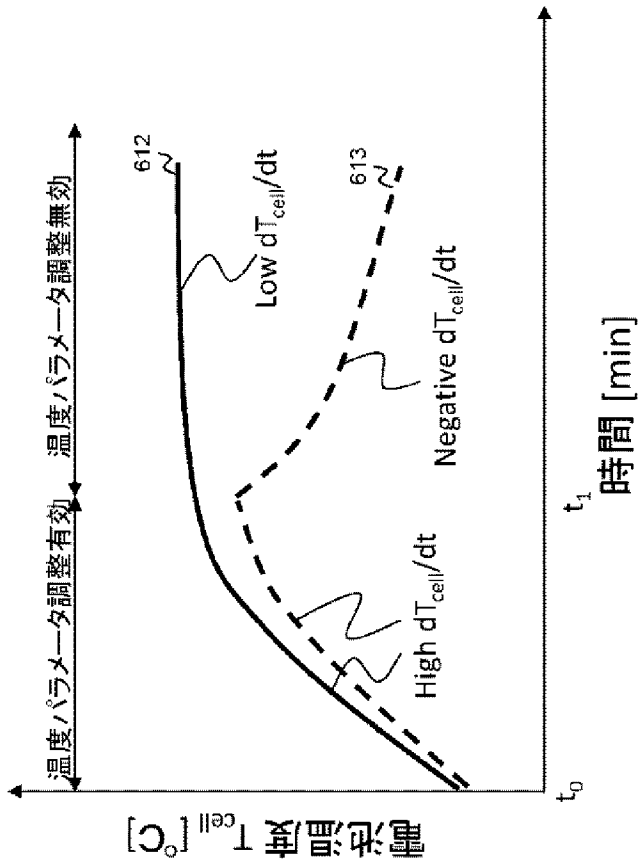

電池温度 T_{cell} [°C]
温度パラメータ調整有効
温度パラメータ調整無効
612
Low dT_{cell}/dt
613
Negative dT_{cell}/dt
High dT_{cell}/dt
t_0
t_1
時間 [min]

図6

[図7]

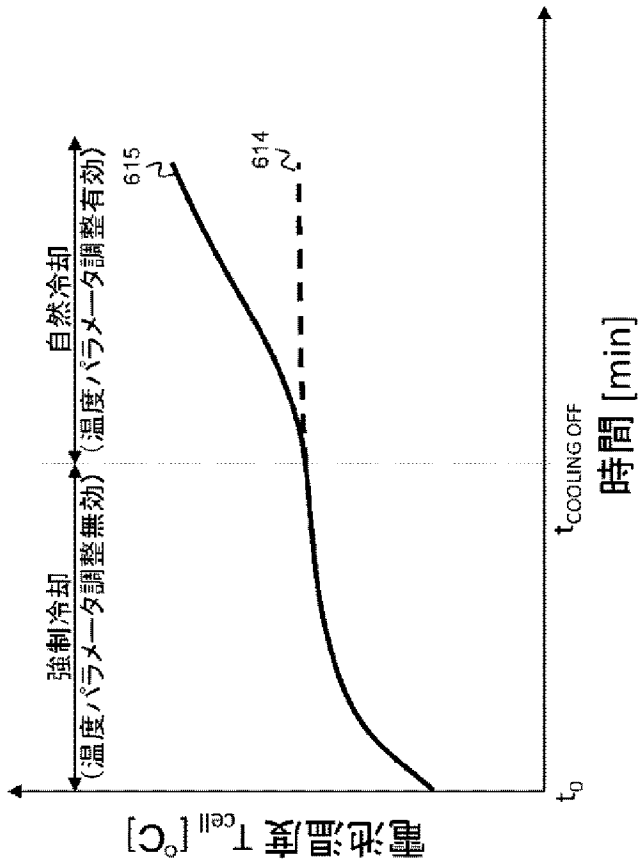

電池温度 T_{cell} [°C]
強制冷却
(温度パラメータ調整無効)
自然冷却
(温度パラメータ調整有効)
615
614
t_0
$t_{COOLING\ OFF}$
時間 [min]

図7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/003184

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H01M10/48(2006.01)i, G01R31/36(2006.01)i, H01M10/44(2006.01)i, H01M10/613(2014.01)i, H01M10/625(2014.01)i, H01M10/633(2014.01)i, H01M10/637(2014.01)i, H01M10/6551(2014.01)i, H01M10/6563(2014.01)i, H02J7/00(2006.01)i, H02J7/04(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. H01M10/48, G01R31/36, H01M10/44, H01M10/613, H01M10/625, H01M10/633, H01M10/637, H01M10/6551, H01M10/6563, H02J7/00, H02J7/04

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 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2006-101674 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 13 April 2006, paragraphs [0039], [0042], [0043], [0050], [0051], [0053], [0055], [0062], [0069], fig. 2, 3 & JP 2008-271781 A	1-2, 8-9 3-5, 7
Y	JP 2017-073845 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 13 April 2017, paragraph [0017] (Family: none)	3-5, 7

☒ 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
05.04.2018	17.04.2018
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 REPORT

International application No.
PCT/JP2018/003184

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-081958 A (HITACHI VEHICLE ENERGY LTD.) 16 April 2009, paragraph [0029] (Family: none)	5, 7
Y	JP 2006-304572 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 02 November 2006, paragraphs [0023]-[0026], [0029], [0034], fig. 1 (Family: none)	1, 5-9
Y	JP 2015-133290 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 23 July 2015, paragraph [0020] (Family: none)	1, 5-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／００３１８４

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, G01R31/36(2006.01)i, H01M10/44(2006.01)i, H01M10/613(2014.01)i, H01M10/625(2014.01)i, H01M10/633(2014.01)i, H01M10/637(2014.01)i, H01M10/6551(2014.01)i, H01M10/6563(2014.01)i, H02J7/00(2006.01)i, H02J7/04(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.　H01M10/48, G01R31/36, H01M10/44, H01M10/613, H01M10/625, H01M10/633, H01M10/637, H01M10/6551, H01M10/6563, H02J7/00, H02J7/04

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	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８年

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

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 2006-101674 A (トヨタ自動車株式会社) 2006.04.13, 段落[0039] , [0042]-[0043], [0050]-[0051], [0053], [0055], [0062], [0069], 図 2-3 & JP 2008-271781 A	1-2, 8-9 3-5, 7
Y	JP 2017-073845 A (トヨタ自動車株式会社) 2017.04.13, 段落[0017] (ファミリーなし)	3-5, 7

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

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０５．０４．２０１８	１７．０４．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｔ　１２１０
高野　誠治
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
Y	JP 2009-081958 A（日立ビークルエナジー株式会社） 2009.04.16，段落[0029]（ファミリーなし）	5，7
Y	JP 2006-304572 A（松下電工株式会社） 2006.11.02，段落 [0023]-[0026]，[0029]，[0034]，図１（ファミリーなし）	1，5-9
Y	JP 2015-133290 A（三菱重工業株式会社） 2015.07.23，段落[0020] （ファミリーなし）	1，5-9