

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2025年1月2日(02.01.2025)



(10) 国際公開番号
WO 2025/005247 A1

(51) 国際特許分類:

G01R 31/367 (2019.01) *G01R 31/389* (2019.01)
G01N 25/18 (2006.01) *G01R 31/392* (2019.01)
G01R 31/382 (2019.01) *H01M 10/48* (2006.01)
G01R 31/385 (2019.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/023511

(22) 国際出願日: 2024年6月28日(28.06.2024)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

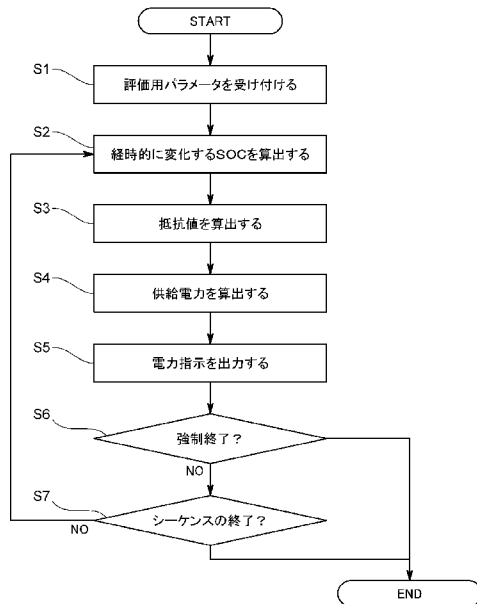
(30) 優先権データ:
特願 2023-107882 2023年6月30日(30.06.2023) JP

(71) 出願人: 株式会社堀場製作所 (**HORIBA, LTD.**)
[JP/JP]; 〒6018510 京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 松長 新八 (**MATSUNAGA, Shimpachi**);
〒6018510 京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地 株式会社堀場製作所内 Kyoto (JP).
畠山 大 (**HATAKEYAMA, Hiroshi**); 〒6018510 京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地 株式会社堀場製作所内 Kyoto (JP).
立川 省吾 (**TATSUKAWA, Shogo**); 〒6018510 京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地 株式会社堀場製作所内 Kyoto (JP).

(54) **Title:** BATTERY CASE EVALUATION SYSTEM, BATTERY CASE EVALUATION PROGRAM, AND BATTERY CASE EVALUATION METHOD

(54) 発明の名称: バッテリーケース評価システム、バッテリーケース評価プログラム、及び、バッテリーケース評価方法



S1 Receive evaluation parameter
S2 Calculate SOC which changes over time
S3 Calculate resistance value
S4 Calculate supplied power
S5 Output power indication
S6 Forced termination?
S7 Sequence finished?

(57) **Abstract:** A battery case evaluation system 100 for evaluating the thermal properties of a battery case BC constituting a battery pack or of a component of said battery case BC, said system being equipped with a simulation battery 10 which is installed in the battery case BC and simulates the thermal behavior of an actual battery which is a component of a battery pack, a power supply device 20 which supplies power to the simulation battery 10, and a control device 30 which

(74) 代理人: 西村 竜平, 外 (NISHIMURA, Ryuhei et al.); 〒6008441 京都府京都市下京区四条町 3 4 7 番地 1 C U B E 西烏丸 9 階 Kyoto (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

controls the power supply device 20, wherein the control device 30 is configured so as to have: a parameter reception unit 31 which receives an input profile expressing the change over time in the current, voltage or power supplied to the actual battery as one evaluation parameter; a resistance value calculation unit 331 which calculates a resistance value of the actual battery which changes over time on the basis of the simulation battery temperature and the input profile; and a supply power control unit 33 which controls the power supply device 20 by using the resistance value calculated by the resistance value calculation unit 331.

(57) 要約: バッテリーパックを構成するバッテリーケース B C 又は当該バッテリーケース B C の構成部品の熱特性を評価するためのバッテリーケース評価システム 1 0 0 であって、前記バッテリーケース B C 内に設置されて、バッテリーパックの構成部品である実バッテリーの熱挙動を模擬するための模擬バッテリー 1 0 と、模擬バッテリー 1 0 に電力を供給する電力供給装置 2 0 と、電力供給装置 2 0 を制御する制御装置 3 0 とを具備し、制御装置 3 0 が、実バッテリーに与える電流、電圧、又は、電力の経時変化を示す入力プロファイルを評価用パラメータの 1 つとして受け付けるパラメータ受付部 3 1 と、模擬バッテリー温度及び入力プロファイルに基づいて、経時的に変化する実バッテリーの抵抗値を算出する抵抗値算出部 3 3 1 と、抵抗値算出部 3 3 1 により算出された抵抗値を用いて電力供給装置 2 0 を制御する供給電力制御部 3 3 とを有するようにした。

明 細 書

発明の名称：

バッテリーケース評価システム、バッテリーケース評価プログラム、及び、バッテリーケース評価方法

技術分野

[0001] 本発明は、バッテリーケース評価システム、バッテリーケース評価プログラム、及び、バッテリーケース評価方法に関するものである。

背景技術

[0002] 例えば、車両等に搭載されるリチウムイオンバッテリーは、動作温度域が狭い範囲に限られているなどの理由から、使用するにあたり動作温度の制御が必要である。

[0003] リチウムイオンバッテリーの動作温度を適切に制御するためには、バッテリーを収容しバッテリーの温度制御等を行うバッテリーケースとバッテリーケースに収容されたバッテリーとの熱のやり取り、及び／又は、バッテリーを収容した状態におけるバッテリーケースの内外との熱のやり取りが重要であるところ、バッテリーケースの開発にはバッテリーの熱挙動を知る必要がある。

[0004] とはいえ、バッテリーケースの開発の例えば初期段階には、バッテリー自体の設計も並行して行われていることがあり、バッテリーの実物を十分な数量入手することができない場合が多かったり、バッテリーケースの設計者が実際のバッテリーの取り扱い方法を熟知していなかったりすることから、実際のバッテリーの熱挙動を模擬する模擬バッテリーが求められる。

[0005] そこで、従来は、バッテリーと内部抵抗が近い金属板やロッドなどの抵抗体を模擬バッテリーとして使用しており、この模擬バッテリーに所定のプロファイルの電流を通電することで、実際のバッテリーの熱挙動を大まかに模擬している。

[0006] しかしながら、実際のバッテリーは、通電中の温度変化に伴って時々刻々と抵抗値が変動するところ、従来はこの抵抗値の変動を一切考慮しておらず、

実際のバッテリーの熱挙動を精度良く模擬することはできておらず、ひいては、バッテリーケース又はその構成部品の熱特性を精度良く評価することができない。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2022-151635号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] そこで、本願発明は、上述した問題を解決するべくなされたものであって、バッテリーケースの評価をより効率的に行うべく、バッテリーの熱挙動を従来よりも精度良く模擬できるようにすることを課題とする。

課題を解決するための手段

[0009] すなわち、本発明に係るバッテリーケース評価システムは、バッテリーパックを構成するバッテリーケース又は当該バッテリーケースの構成部品の熱特性を評価するためのバッテリーケース評価システムであって、前記バッテリーケース内に設置されて、前記バッテリーパックの構成部品である実バッテリーの熱挙動を模擬するための模擬バッテリーと、前記模擬バッテリーの温度である模擬バッテリー温度を検出する温度検出手段と、前記模擬バッテリーに電力を供給する電力供給装置と、前記電力供給装置を制御する制御装置とを具備し、前記制御装置が、前記実バッテリーに与える電流、電圧、又は、電力の経時変化を示す入力プロファイルを評価用パラメータの1つとして受け付けるパラメータ受付部と、前記模擬バッテリー温度及び前記入力プロファイルに基づいて、経時的に変化する前記実バッテリーの抵抗値を算出する抵抗値算出部と、前記抵抗値算出部により算出された抵抗値を用いて前記電力供給装置を制御する供給電力制御部とを有することを特徴とするものである。

[0010] このように構成されたバッテリーケース評価システムによれば、模擬バッテリー温度及び入力プロファイルに基づいて、経時的に変化する実バッテリーの抵

抗値を算出し、その算出された抵抗値を用いて電力供給装置を制御するので、実バッテリーの熱挙動を時々刻々と変動する実バッテリーの抵抗値を考慮しながら精度良く模擬することができ、バッテリーケースを効率良く評価することができる。

さらに、模擬バッテリーを用いることで、実バッテリーを用いた場合に生じる恐れのある発火のリスク（例えば、実バッテリーの取扱時に衝撃が加わったことによる電極部の破損や、誤って過充電した場合に生じ得る発火）を回避することができる。

なお、実バッテリーの熱挙動とは、実バッテリーの発熱挙動、及び／又は実バッテリーの吸熱挙動を含む。

[0011] ところで、実際のバッテリーは、通電中に時々刻々と抵抗値のみならず充電状態（以下、SOCともいう）が変動するところ、従来はこのSOCの変動を一切考慮しておらず、実際のバッテリーの熱挙動を精度良く模擬することはできていない。

そこで、前記制御装置は、前記入力プロファイルに基づいて、経時的に変化する前記実バッテリーのSOCを算出するSOC算出部をさらに有し、前記抵抗値算出部が、前記模擬バッテリー温度及び前記入力プロファイルに加えて、前記SOC算出部により算出されたSOCを用いて前記実バッテリーの抵抗値を算出することが好ましい。

このような構成であれば、実バッテリーの時々刻々と変動するSOCを考慮しながら、実バッテリーの抵抗値を算出するので、実バッテリーの熱挙動をより精度良く模擬することができる。

また、入力プロファイルに基づいてSOCを算出しているので、実バッテリーの充放電を繰り返して様々な条件におけるSOCを作り出すような工程を不要にすることができる。

[0012] 前記パラメータ受付部が、前記実バッテリーのバッテリー容量を受け付けるものであり、前記SOC算出部が、前記入力プロファイル及び前記バッテリー容量を用いて経時的に変化するSOCを算出することが好ましい。

これならば、様々なバッテリー容量の実バッテリーに対して熱挙動を模擬することができる。

[0013] 前記パラメータ受付部が、前記入力プロファイルの他に、前記評価用パラメータとして前記実バッテリーの初期SOC、又は、前記実バッテリーのSOHの少なくとも1つを受け付けるものであることが好ましい。

これならば、実バッテリーの熱挙動を種々の動作条件の元で模擬することができる。

[0014] 実バッテリーの抵抗値を算出するための具体的な実施態様としては、前記抵抗値算出部が、前記パラメータ受付部が受け付けた前記評価用パラメータを抵抗値に変換するための変換テーブル、又は、前記パラメータ受付部が受け付けた前記評価用パラメータを用いて抵抗値を出力するシミュレーションモデルを有している態様を挙げることができる。

[0015] また前記制御装置は、前記実バッテリーの充放電に伴い生じるエントロピー変化を算出するエントロピー変化算出部を更に備え、前記供給電力制御部が、前記抵抗値算出部により算出された抵抗値と、前記エントロピー変化算出部により算出されたエントロピー変化とを用いて前記電力供給装置を制御するのが好ましい。

実際の実バッテリーでは、内部抵抗によるジュール熱に加えて、充放電時の電気化学反応によるエントロピー変化に伴う反応熱が生じている。そのため、このような構成とすれば、ジュール熱に加えて充放電に伴う反応熱を加味することで、バッテリーの熱挙動をより精度よく模擬できる。

[0016] 実バッテリーのエントロピー変化を算出するための具体的な実施態様としては、前記エントロピー変化算出部が、前記SOC算出部により算出されたSOCを前記実バッテリーで生じるエントロピー変化に換算するためのテーブルデータ又は算出式データを用いて、前記エントロピー変化を算出する態様が挙げられる。

[0017] 前記模擬バッテリーが、前記電力供給装置からの電力が供給される発熱体と、前記発熱体を保持するとともに、前記発熱体が発した熱を拡散する熱拡散

体とを有し、前記発熱体又は前記熱拡散体の少なくとも一方が、前記実バッテリーの表面温度分布を再現可能な所定のパターンで形成されていることが好ましい。

なお、ここでいう「表面温度分布を再現可能」とは、表面温度分布の全体を再現できている場合のみならず、表面温度分布の一部を再現できている場合も含む意味で用いている。

これならば、実バッテリーの種々の表面温度分布を再現することが可能となり、周囲部材との間の熱伝導などといった熱挙動の模擬に資するものとなる。

[0018] 前記発熱体又は前記熱拡散体が、所定の粗密パターン又は所定の凹凸パターンで形成されていることが好ましい。

これならば、模擬バッテリーを用いて実バッテリーの熱挙動及び／又は熱拡散挙動を模擬することができる。

[0019] 前記発熱体又は前記熱拡散体のパターンが、前記実バッテリーの表面温度分布に機械学習モデルを適用して得られたものであることが好ましい。

これならば、模擬バッテリーの目標とする表面温度分布を得るためのパターンを、煩雑になりがちな理論的な解析を用いることなく得ることができる。

[0020] さらに前記バッテリーケース評価システムは、前記発熱体又は前記熱拡散体の少なくとも一方が、前記実バッテリーの表面温度の経時変化を再現可能な所定のパターンで形成されているのが好ましい。

このようにすれば、実バッテリーの種々の表面温度の経時変化を再現することが可能となり、周囲部材との間の熱伝導などといった熱挙動の模擬をより精度よく再現できる。

[0021] また、本発明に係るバッテリーケース評価プログラムは、バッテリーパックを構成するバッテリーケース又は当該バッテリーケースの構成部品の熱特性を評価するためのバッテリーケース評価プログラムであって、前記バッテリーケース内に設置されて、前記バッテリーパックの構成部品である実バッテリーの熱挙動を模擬するための模擬バッテリーと、前記模擬バッテリーの温度である模擬バッテ

り温度を検出する温度検出手段と、前記模擬バッテリーに電力を供給する電力供給装置と、前記電力供給装置を制御する制御装置とを具備するバッテリーケース評価システムに用いられるものであり、前記制御装置に、前記実バッテリーに与える電流、電圧、又は、電力の経時変化を示す入力プロファイルを評価用パラメータの1つとして受け付けるパラメータ受付部と、前記模擬バッテリー温度及び前記入力プロファイルに基づいて、経時的に変化する前記実バッテリーの抵抗値を算出する抵抗値算出部と、前記抵抗値算出部により算出された抵抗値を用いて前記電力供給装置を制御する供給電力制御部としての機能を発揮させることを特徴とするものである。

[0022] さらに、本発明に係るバッテリーケース評価方法は、バッテリーパックを構成するバッテリーケース又は当該バッテリーケースの構成部品の熱特性を評価するためのバッテリーケース評価方法であって、前記バッテリーケース内に設置されて、前記バッテリーパックを構成する実バッテリーの熱挙動を模擬するための模擬バッテリーと、前記模擬バッテリーの温度である模擬バッテリー温度を検出する温度検出手段と、前記模擬バッテリーに電力を供給する電力供給装置と、前記電力供給装置を制御する制御装置とを具備するバッテリーケース評価システムとともに用いられる方法であり、前記制御装置に、前記実バッテリーに与える電流、電圧、又は、電力の経時変化を示す入力プロファイルを評価用パラメータの1つとして受け付けさせるステップと、前記制御装置に、前記模擬バッテリー温度及び前記入力プロファイルに基づいて、経時的に変化する前記実バッテリーの抵抗値を算出させるステップと、前記制御装置に、算出された抵抗値を用いて前記電力供給装置を制御させるステップとを備えることを特徴とする方法である。

[0023] このようなバッテリーケース評価プログラム及びバッテリーケース評価方法であれば、上述したバッテリーケース評価システムと同様の作用効果を奏し得る。

発明の効果

[0024] このように構成した本発明によれば、バッテリーの熱挙動を従来よりも精度

良く模擬することができ、バッテリーケースを効率良く評価することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の一実施形態に係るバッテリーケース評価システムの全体構成を示す模式図。

[図2]同実施形態の模擬バッテリーケースの構成を示す模式図。

[図3]同実施形態の制御装置の機能を示す機能ブロック図。

[図4]同実施形態の制御装置の動作を示すフローチャート図。

[図5]同実施形態の制御装置の算出用データを示す模式図。

[図6]その他の実施形態に係る模擬バッテリーの構成を示す模式図。

[図7]その他の実施形態に係る模擬バッテリーの構成を示す模式図。

[図8]その他の実施形態に係るバッテリーケース評価システムの全体構成を示す模式図。

[図9]その他の制御装置の動作を示すフローチャート図。

[図10]その他の実施形態の制御装置の機能を示す機能ブロック図。

発明を実施するための形態

[0026] 以下に本発明に係るバッテリーケース評価システムの一実施形態について図面を参照して説明する。

[0027] 本実施形態のバッテリーケース評価システムは、例えば電気自動車又はハイブリッド車などの車両に搭載されるバッテリーパックを構成するバッテリーケース又は当該バッテリーケースの構成部品の熱特性を評価するためのものである。

なお、評価対象であるバッテリーケース又は当該バッテリーケースの構成部品は、必ずしも車両に搭載されるものに限らず、船舶、列車、航空機などの種々の移動体に搭載されるものであっても構わない。またバッテリーケースは種々の移動体そのものであってもよい。

[0028] バッテリーパックは、例えば実際のバッテリーである実バッテリー（具体的には、例えばリチウムイオンバッテリーなど）と、実バッテリーを収容するバッテリー

ケースとを備える。バッテリーケースは、フレーム等の補強部材、冷却プレート等の冷却部材、外部からの熱を遮断する断熱材、及び／又は、ジャンクションボックス等の電子機器などの構成部品からなるものである。なおバッテリーケースは、バッテリーケース又はバッテリーの温度を調整する冷却ファン等の温調機器と、当該温調機器を制御する制御装置を備えており、バッテリーの温度に応じて制御装置が温調機器を制御する構成となってもよい。なお、実バッテリーは、実際のバッテリーセルである実セル単体であっても良いし、複数の実セルからなる実バッテリーモジュールであっても良い。

[0029] 具体的にバッテリーケース評価システム１００は、図１に示すように、模擬バッテリー１０と、模擬バッテリー１０に電力を供給する電力供給装置２０と、電力供給装置２０を制御する制御装置３０とを備えるものである。

[0030] 模擬バッテリー１０は、上述したバッテリーケースＢＣ内に設置される実バッテリーの発熱を模擬するためのものであり、実セル単体を模擬する模擬セル単体であっても良いし、複数の模擬セルからなり実バッテリーモジュールを模擬する模擬バッテリーモジュールであっても良い。

[0031] ここでの模擬バッテリー１０は、実セル単体を模擬する模擬セル単体であり、図２に示すように、電力供給装置２０に配線を介して接続されるタブ１１と、タブ１１を介して電力供給装置２０から電力が供給される発熱体１２と、発熱体１２が発した熱を拡散する熱拡散体１３とを有するものである。

[0032] タブ１１は、電力供給装置２０に配線を介して接続されるとともに、発熱体１２に例えば溶接等により接続されており、電力が供給されて発熱するものである。このタブ１１は、実バッテリーを構成する電極（負極又は正極）に溶接されるタブ１１そのものを利用しても良いし、そのタブ１１の形状や材質等を模したものであっても良い。

[0033] 発熱体１２は、電力が供給されて発熱するものであり、具体的には線状ヒータ、シート状ヒータ、又は、スポットヒータなどの種々のヒータを用いて構成することができる。

[0034] 熱拡散体１３は、発熱体１２を保持するものであり、例えば実バッテリーを

構成する実セルと同じ又は近い熱伝導率の材質からなるものである。ここでは、一对の熱拡散体 13 が発熱体 12 を挟み込んで保持しているが、発熱体 12 の片側にのみ発熱体 12 が設けられていても良い。

[0035] 上述した構成において、本実施形態のバッテリーケース評価システム 100 は、図 1 に示すように、模擬バッテリー 10 の温度である模擬バッテリー温度を検出する第 1 の温度検出手段 T1 と、発熱体 12 である発熱体温度を検出する第 2 の温度検出手段 T2 とをさらに備えている。なお、第 1 の温度検出手段 T1 は、熱拡散体 13 に設けられており、第 2 の温度検出手段 T2 は、発熱体 12 に設けられている。

[0036] なお、第 1 の温度検出手段 T1 及び第 2 の温度検出手段 T2 はそれぞれ 1 つまたは 2 つ以上用いることができる。

例えば、第 1 の温度検出手段 T1 を 2 つ以上用いる場合は、それら第 1 の温度検出手段 T1 により得られた温度値の平均値を使用してもよい。その利点は、表面温度分布の平均値を得ることで、温度分布の高温側、または低温側の挙動に偏ることなく安定して表面温度分布を再現することができる。

逆に、例えば表面温度分布のうち高温に分布する箇所に着目した評価をする場合は、高温側付近に第 1 の温度検出手段 T1 を 1 つ設置するだけでもよい。

[0037] そして、本実施形態の模擬バッテリー 10 は、発熱体 12 又は熱拡散体 13 の少なくとも一方が、実バッテリーの表面温度分布を再現可能な所定のパターンで形成されており、これにより実バッテリーの熱挙動を再現可能なものであり、ここでは実バッテリーの発熱挙動のみならず吸熱挙動をも再現可能なものである。

なお、ここでいう「表面温度分布を再現可能」とは、表面温度分布の全体を再現できている場合のみならず、表面温度分布の一部を再現できている場合も意味するものとして用いている。

[0038] 本実施形態では、図 2 に示すように、発熱体 12 が所定の粗密パターンで形成されている。

[0039] より具体的に説明すると、ここでの発熱体 1 2 は、例えば一方のタブ 1 1 から他方のタブ 1 1 に亘って、熱拡散体 1 3 上を蛇行するように配置された線状をなすものであり、熱拡散体 1 3 の表面には、互いに隣り合う発熱体 1 2 の間隔が狭い領域と、互いに隣り合う発熱体 1 2 の間隔が広い領域とが設けられている。すなわち、発熱体 1 2 を保持する熱拡散体 1 3 の表面には、発熱体 1 2 が疎らに配置されている領域と、発熱体 1 2 が密に配置されている領域とが設けられている。かかる構成により、発熱体 1 2 が疎らに配置されている領域と密に配置されている領域とでは、密に配列されている領域の方が疎らに配列されている領域よりも表面温度を高くすることができる。

[0040] なお、本実施形態では、熱拡散体 1 3 は所定のパターンで形成されたものではなく、例えば単純な平板状をなすものであるが、発熱体 1 2 に代えて或いは発熱体 1 2 に加えて、熱拡散体 1 3 が所定のパターンで形成されていても良い。

[0041] 電力供給装置 2 0 は、図 1 に示すように、制御装置 3 0 からの電力指示を受け取るとともに、その電力指示に応じた電力を模擬バッテリー 1 0 に供給するものである。

[0042] この電力供給装置 2 0 からの供給電力は、制御装置 3 0 によってフィードバック制御されており、より具体的には、模擬バッテリー 1 0 の表面温度分布又は総発熱量が、実バッテリーの表面温度分布又は総発熱量に近づくようにフィードバック制御される。

[0043] 制御装置 3 0 は、物理的には、CPU、メモリ等を備えたものであり、機能的には、前記メモリに格納されたバッテリーケース評価プログラムに従って、前記CPUやその周辺機器が協働することにより、図 3 に示すように、パラメータ受付部 3 1、SOC 算出部 3 2、抵抗値算出部 3 3、及び、供給電力制御部 3 4 としての機能を発揮するものである。

[0044] 以下では、各部の説明を兼ねて、制御装置 3 0 の動作について図 4 のフローチャートを参照しながら説明する。

[0045] まず、パラメータ受付部 3 1 が、実バッテリーに与える電流、電圧、又は、

電力の経時変化を示す入力プロファイルを評価用パラメータの少なくとも１つとして受け付ける（Ｓ１）。

[0046] ここで、評価用パラメータとは、バッテリーパックを構成するバッテリーケースＢＣ又は当該バッテリーケースＢＣの構成部品の熱特性を評価するためのバッテリーケース評価システムにおいて、バッテリーケースＢＣ内に設置され、バッテリーパックの構成部品である実バッテリーの発熱を模擬するための模擬バッテリーに必要なパラメータと、本バッテリーケース評価システム１００の評価対象であるバッテリーケースＢＣ又は当該バッテリーケースＢＣの構成部品の熱挙動（具体的には発熱挙動）を模擬するためのパラメータである。

[0047] この評価用パラメータは、電力供給装置２０から模擬バッテリー１０に供給する供給電力の算出に必要なパラメータであり、より具体的には、供給電力を算出するうえでの未知数となる実バッテリーの抵抗値を取得するために必要なパラメータである。

[0048] なお、実バッテリーの抵抗値は、上述した入力プロファイルの示す電流等を実バッテリーに与えることで、その通電中の実バッテリーの温度変化に伴って時々刻々と変動することから、この抵抗値を算出することが、模擬バッテリー１０の供給電力を算出するうえで重要となる。何故ならば、模擬バッテリー１０に対する供給電力が、実バッテリーの抵抗値及び模擬バッテリー１０の抵抗値の比率に基づいて算出されるからである。

[0049] 本実施形態のパラメータ受付部３１は、実バッテリー１０に与える電流の経時変化を示す入力プロファイルを少なくとも評価用パラメータの１つとして受け付ける。

[0050] この入力プロファイルは、ユーザが予め作成して制御装置３０に入力したものであり、具体的には一方の軸を時間、他方の軸を電流値に設定したグラフに表される電流波形である。

[0051] 本実施形態のパラメータ受付部３１は、図３に示すように、上述した入力プロファイルの他に、実バッテリーの初期ＳＯＣ、又は、実バッテリーのＳＯＨの少なくとも１つを評価用パラメータとして受け付けるものであり、ここで

は、これらの全てを評価用パラメータとして受け付ける。

[0052] なお、SOCは、実バッテリーの充電状態 (State Of Charge) を示すものであり、初期SOCは、その実バッテリーに電力を供給する前の初期状態におけるSOCであり、SOHは、実バッテリーの容量の低下 (State Of Health) を示すものである。これらの評価用パラメータは、ユーザが予め設定して制御装置30に入力したものである。

[0053] また、パラメータ受付部31は、評価用パラメータとは別に、実バッテリーのバッテリー容量をシステムパラメータとして受け付ける。

[0054] なお、パラメータ受付部31としては、模擬バッテリー10のバッテリー容量とは別に、上述した入力プロファイルに基づいて予め取得したDCR（動的接触抵抗）のプロファイル又は、上述した発熱体12たるヒータの抵抗値をシステムパラメータとして受け付けても良い。

[0055] 上述したパラメータ受付部31が受け付けた評価用パラメータの一部又は全部は、算出用データ格納部35に出力されて格納される。

[0056] 次に、SOC算出部32が、上述した入力プロファイルに基づいて経時的に変化する実バッテリーのSOCを算出する（S2）。なお、このSOCの算出の前には、模擬を開始する時刻である模擬時刻が初期化される。

[0057] ここで、実バッテリーのSOCは、実バッテリーに電流を供給することで時々刻々と変化するところ、その時々々のSOCは、供給電流と時間との積算値を実バッテリーのバッテリー容量で割ることにより算出することができる。

[0058] そこで、SOC算出部32は、パラメータ受付部31が受け付けた入力プロファイル及び実バッテリーのバッテリー容量を用いて経時的に変化するSOCを算出するように構成されている。

[0059] 具体的にSOC算出部32は、入力プロファイルに基づいて実バッテリーへの供給電流と時間との積算値を算出するとともに、その積算値を実バッテリーのバッテリー容量で割ってSOCの時間変化率を算出し、この時間変化率と、パラメータ受付部31が受け付けた初期SOCとを用いてSOCの経時変化を算出する。

- [0060] なお、SOC算出部32は、経時的に変化するSOCの算出に用いる算出式や係数などを算出用データ格納部35から取得する。
- [0061] 次いで、抵抗値算出部33が、入力プロファイルに基づく電流、電圧、又は、電力を実バッテリーに与えた場合に経時的に変化する実バッテリーの抵抗値を算出する(S3)。
- [0062] 抵抗値算出部33は、パラメータ受付部31が受け付けた評価用パラメータを少なくとも用いて抵抗値を算出するものであり、具体的には、実バッテリーに供給する電流のプロファイル、SOC算出部32により算出された経時的に変化するSOC、実バッテリーのSOH、及び、第1の温度検出手段T1により検出された模擬バッテリー温度を用いて抵抗値を算出する。
- [0063] 本実施形態の制御装置30は、図3に示すように、SOC、抵抗値、及び／又は、供給電力を算出するための算出用データを格納している算出用データ格納部35をさらに有している。
- [0064] 具体的にこの算出用データ格納部35には、上述した評価パラメータを抵抗値に換算するための換算テーブルが算出用データとして格納されている。
- [0065] この換算テーブルは、図5に示すように、X軸、Y軸、Z軸を模擬バッテリー温度、実バッテリーの抵抗値、及び、実バッテリーのSOCに設定した3次元マップである。この換算テーブルたる3次元マップは、様々のSOH毎に予め作成されたものである。例えば、最初に実バッテリーを用いて実バッテリー用の3次元マップを作成する。具体的には、複数のSOHに対応した実バッテリーを用意し、実バッテリーの温度を変化させながら、所定条件で放電させたときの実バッテリーの抵抗値及び実バッテリーのSOCを取得することで、複数のSOHに対応した実バッテリー用の3次元マップを予め作成することができる。図5に示す3次元マップは、予め作成した実バッテリー用の3次元マップを用いて、模擬バッテリー用の3次元マップとして作成したものである。そのため、図5に示す3次元マップにおいては、実バッテリーの温度は模擬バッテリーの温度と置き換えられている。
- [0066] そして、抵抗値算出部33は、パラメータ受付部31が受け付けたSOH

に応じた３次元マップを参照しながら、第１の温度検出部Ｔ１により検出された模擬バッテリー温度、ＳＯＣ算出部３２により算出された実バッテリーのその時々ＳＯＣに応じた実バッテリーの抵抗値を算出する。

[0067] このように抵抗値算出部３３により算出された実バッテリーの抵抗値は、供給電力制御部３４に出力される。

[0068] そして、供給電力制御部３４は、抵抗値算出部３３により算出された経時的に変化する実バッテリーの抵抗値を用いて電力供給装置２０を制御する。

[0069] 具体的にこの供給電力制御部３４は、実バッテリーの抵抗値及び模擬バッテリー１０の抵抗値の比率と、実バッテリーに供給する供給電流（すなわち、入力プロファイルが示す供給電流）に基づいて、模擬バッテリー１０に供給する供給電流を算出する。

[0070] なお、模擬バッテリー１０の抵抗値は、電流が供給される発熱体１２の抵抗値であり、精度良く総発熱量又は表面温度分布の模擬を実現しようとする場合、この抵抗値は発熱体１２の温度に依存するところが無視できず、供給電力制御部３４は、第１の温度検出手段Ｔ１により検出される発熱体温度を取得して、この発熱体温度に基づいて模擬バッテリーの抵抗値を逐次算出する。

[0071] そして、供給電力制御部３４は、模擬バッテリー１０への供給電流と、模擬バッテリー１０の抵抗値とを用いて、模擬バッテリー１０への供給電力を算出し、その供給電力の大きさを示す電力指示を電力供給装置２０に出力する（Ｓ５）。なお、供給電力は、供給電流の二乗に抵抗値を掛け合わせて算出することができる。

[0072] 供給電力制御部３４により算出された供給電力は、算出用データ格納部３５に出力されて格納される。

[0073] なお、本実施形態の制御装置３０は、図４に示すように、電力供給装置２０に電力指示を出力した後、強制終了フラグを参照して、システムの動作を中断するか否かを判断し（Ｓ６）、強制終了をしない場合は、次いで、シーケンスの進捗を示すシーケンスステイトメントを参照して、予め設定されたシーケンスが終了したか否かを判断する（Ｓ７）。そして、シーケンスが終了

していれば、システムの動作を終了し、シーケンスが終了していなければ、S 2に戻り、この時点で算出用データ格納部 3 5 に格納されている種々のデータを用いながら、S 2～S 7の動作を繰り返す。

[0074] このように構成されたバッテリーケース評価システム 1 0 0によれば、模擬バッテリー温度及び入力プロファイルに基づいて、経時的に変化する実バッテリーの抵抗値を算出し、その算出された抵抗値を用いて電力供給装置 2 0を制御するので、実バッテリーの熱挙動を時々刻々と変動する実バッテリーの抵抗値を考慮しながら精度良く模擬することができ、バッテリーケース B Cを効率良く評価することができる。

さらに、模擬バッテリー 1 0を用いることで、実バッテリーを用いた場合に生じる恐れのある発火のリスク（例えば、実バッテリーの取扱時に衝撃が加わったことによる電極部の破損や、誤って過充電した場合に生じ得る発火）を回避することができる。

そのうえ、模擬バッテリー 1 0の抵抗を実バッテリーよりも大きくすることで、実バッテリーに大電流を流した場合の熱挙動を、模擬バッテリー 1 0に小電流を流すことで模擬することが可能となり、大きな設備電源を不要にすることができる。

[0075] また、S O C算出部 3 2が、入力プロファイルに基づいて、経時的に変化する実バッテリーのS O Cを算出し、抵抗値算出部が、模擬バッテリー温度及び入力プロファイルに加えて、実バッテリーの時々刻々と変動するS O Cを考慮しながら、実バッテリーの抵抗値を算出するので、実バッテリーの熱挙動をより精度良く模擬することができる。

また、入力プロファイルに基づいてS O Cを算出しているので、実バッテリーの充放電を繰り返して様々な条件におけるS O Cを作り出すような工程を不要にすることができる。

[0076] さらに、パラメータ受付部 3 1が実バッテリーのバッテリー容量を受け付けて、そのバッテリー容量がS O C算出部 3 2によるS O Cの算出に用いられるので、種々のバッテリー容量の実バッテリーに対して熱挙動を模擬することができ

る。

[0077] そのうえ、パラメータ受付部 31 が、評価用パラメータとして実バッテリーの初期 SOC、及び、実バッテリーの SOH を受け付けるので、実バッテリーの熱挙動を種々の動作条件の元で模擬することができる。

[0078] 加えて、模擬バッテリー 10 を構成する発熱体 12 又は熱拡散体 13 の少なくとも一方が、実バッテリーの表面温度分布を再現可能な所定のパターンで形成されているので、実バッテリーの種々の表面温度分布を再現することが可能となり、周囲部材との間の熱伝導などといった熱挙動の模擬に資するものとなる。

[0079] さらに加えて、発熱体 12 が所定の粗密パターンで形成されているので、模擬バッテリー 10 の熱挙動を実バッテリーの熱挙動に近づけることができる。

[0080] なお、本発明は前記実施形態に限られるものではない。

[0081] 例えば、前記実施形態では、抵抗値算出部 33 が換算テーブルを用いて模擬バッテリー 10 の抵抗値を取得していたが、予め作成したシミュレーションモデルを用いて抵抗値を取得しても良い。具体的には、パラメータ受付部 31 が受け付けた評価用パラメータが入力されて、その入力に応じた模擬バッテリー 10 の抵抗値を出力するシミュレーションモデルを作成しておき、そのシミュレーションモデルを算出用データとして算出用データ格納部 35 に格納しておいても良い。

[0082] また、パラメータ受付部 31 が評価用パラメータの 1 つとして受け付ける入力プロファイルが、前記実施形態では、模擬バッテリー 10 に与える電流の経時変化を示すものであったが、模擬バッテリー 10 に与える電圧の経時変化を示すものであっても良いし、模擬バッテリー 10 に与える電力の経時変化を示すものであっても良い。

[0083] さらに、前記実施形態では初期 SOC、及び、SOH の全てを評価用パラメータとして用いていたが、必ずしもこれら全てを用いる必要はなく、評価目的などに鑑みて適宜取捨選択して構わない。

[0084] 加えて、発熱体 12 のパターンは、前記実施形態で述べた蛇行したパター

ンに限らず、図6（a）～（d）に例示するような、矩形状或いは円形状をなす複数の領域、又は、図示していないが、楕円形状、三角形状、或いは、多角形状をなす複数の領域の周囲に発熱体12を設けても良い。具体的にこの発熱体12に囲われた複数の領域は、いずれも同種であっても良いし、異種の形状が混ざっていても良いし、いずれも同じ大きさであっても良いし、異なる大きさが混ざっていても良い。また、発熱体に所定の凹凸パターンが形成されていてもよい。

[0085] そのうえ、前記実施形態では、発熱体12が所定の粗密パターンで形成されていたが、図7に示すように、熱拡散体13が、所定の凹凸パターンで形成されていても良い。より具体的には、熱拡散体13における発熱体12を保持する面、又は、その反対の面の一方又は両方の一部に凹部121を設けることで、所定の凹凸パターンが形成されていても良い。また、熱拡散体13が、所定の粗密パターンで形成されていてもよい。

これならば、凹部121に空間があることによって、発熱体12と熱拡散体13が直接密接している場合と比べ、温度が伝わりにくい状態となり、その結果、実バッテリーの表面温度で局所的に温度が低く現れる部分を模擬バッテリー上でも表現することができ、ひいては、模擬バッテリー10を用いて実バッテリーの熱拡散挙動を精度良く模擬することができる。

[0086] 発熱体12又は熱拡散体13の一方又は両方の所定のパターンは、機械学習により取得されたものであっても良い。より具体的には、実バッテリーの表面温度分を説明変数とし、発熱体12又は熱拡散体13の一方又は両方の形状や粗密などの所定のパターンを目的変数として機械学習させた学習モデルを用いる態様を挙げることができる。この場合、機械学習に用いるトレーニングデータとしては、例えば、実バッテリーの表面温度分布と、発熱体12又は熱拡散体13の一方又は両方の形状及び／又は粗密などの所定のパターンとを紐づけたデータセットが挙げられる。

[0087] そして、予め求めた実バッテリーの表面温度分布データを学習モデルに入力することで、発熱体12又は熱拡散体13の一方又は両方の、形状及び／又

は粗密などの所定のパターンを出力させることができる。これにより、表面温度分布をより正確に模擬できる。

また、トレーニングデータとして用いるデータセットに実バッテリーの表面温度分布の経時変化を加えて機械学習させた学習モデルを用いてもよい。これにより、表面温度分布の経時変化データを入力して、表面温度分布を模擬可能なパターンを求めることもできる。

なお、上記の発熱体 12 又は熱拡散体 13 の一方又は両方の所定のパターンとする場合、本発明のバッテリーケース評価システムは、模擬バッテリー温度及び入力プロファイルに基づいて、経時的に変化する実バッテリーの抵抗値を算出する抵抗値算出部を必ずしも備えなくてもいい。

[0088] さらに、バッテリーケース評価システム 100 としては、図 8 に示すように、模擬バッテリー 10 を収容するとともに、模擬バッテリー 10 の所定温度に温調する恒温槽 40 を備えていても良い。

[0089] また、バッテリーケース評価システム 100 の評価対象、言い換えれば、電力供給装置 20 からの電力の供給先は、模擬バッテリー 10 のみならず、フレーム等の補強部材、冷却プレート、水冷管、或いは、冷却フィン等の冷却部材、又は、ジャンクションボックス等の電子機器などの少なくとも一部を備えるバッテリーケースであっても良い。

[0090] さらに、供給電力制御部 34 は、模擬バッテリー 10 の総発熱量が目標となる総発熱量（具体的には、予め取得した実バッテリーの総発熱量）に近づくように、模擬バッテリー 10 に供給する供給電力をフィードバック制御しても良い。

このような構成であれば、模擬バッテリー 10 を用いて実バッテリーの熱のこもり具合を模擬することができる。

[0091] 本発明に係るバッテリーケース評価システム 100 としては、例えば模擬しようとしている実バッテリーの SOC がとある値（例えば 100%）のときの評価をしたい場合など、SOC の経時変化を必要としない場合にも用いることができ、この場合の制御装置としては、SOC 算出部 32 としての機能を

備えていなくても良い。

[0092] また、前記実施形態では、制御装置の動作として、シーケンス形式のものを取り上げたが、シーケンスを設定することなく、種々の条件をその都度手動で入力する手動操作形式であっても良い。

[0093] この場合の制御装置30は、図9に示すように、電力供給装置20に電力指示を出力した後、リセットフラグを参照して、経過時間をリセットするか否かを参照する(S8)。経過時間をリセットする場合は、模擬時刻を初期化して(S9)からS2に戻り、経過時間をリセットしない場合は、次いで、パラメータ更新フラグを参照して、入力パラメータを変更するか否かを判断する(S10)。

[0094] S10において入力パラメータを変更する場合は、次いで、初期SOC更新フラグを参照して、初期SOCを変更するか否かを判断する(S11)。初期SOCを変更する場合は、S9に進み模擬時刻を初期化してからS2に戻り、初期SOCを変更しない場合は、模擬時刻を初期化することなく、S2に戻る。

[0095] 一方、S10において入力パラメータを変更しない場合は、次いで、終了フラグを参照して、模擬を終了するか否かを判断し(S12)、模擬を終了しない場合は、S2に戻る。

[0096] また前記実施形態のバッテリーケース評価システム100は、経時的に変化する実バッテリーの抵抗値を算出し、当該算出された抵抗値のみを用いて実バッテリーの熱挙動を模擬するように構成されていたがこれに限らない。他の実施形態のバッテリーケース評価システム100は、経時的に変化する実バッテリーの抵抗値に加えて、実バッテリーの充放電に伴い生じるエントロピー変化を算出し、当該算出したエントロピー変化をさらに用いて実バッテリーの熱挙動を模擬するように構成されてよい。

[0097] 具体的に他の実施形態では、図10に示すように、制御装置30はエントロピー変化算出部36としての機能を更に発揮してもよい。このエントロピー変化算出部36は、SOC算出部32により算出された経時的に変化する

SOCを用いてエントロピー変化を算出する。エントロピー変化算出部36が算出する実バッテリーのエントロピー変化は、実バッテリーの充放電時の電気化学反応により生じるものであり、経時的に変化するものである。この実施形態では、算出用データ格納部35には、SOC算出部32により算出されたSOCをエントロピー変化に換算するための換算テーブルデータ及び／又は算出式データが、エントロピー変化算出用データとして格納されている。エントロピー変化算出用データが示す換算テーブルは、例えば、SOC(%)と、対応するSOCにおけるエントロピー変化 ΔS (J/mol·K)との関係を示すものである。

[0098] 実バッテリーにおいては、充電時と放電時とではエントロピー変化に起因する反応熱の挙動が異なっている。すなわち、充電時には吸熱反応が生じ、放電時には発熱反応が生じる。そのため、算出用データ格納部35には、エントロピー変化算出用データとして、充電時における換算用のデータである第1エントロピー変化算出用データと、放電時における換算用のデータである第2エントロピー変化算出用データとが格納されている。

[0099] そしてこの実施形態では、供給電力制御部34は、抵抗値算出部33により算出された抵抗値と、エントロピー変化算出部36により算出されたエントロピー変化とを用いて電力供給装置20を制御する。供給電力制御部34は、例えば下記式(1)及び(2)を用いて、模擬バッテリー10への供給電力 P_e 及び供給電流 I_e を算出し、当該算出した供給電力 P_e 及び供給電流 I_e を出力するように電力供給装置20を制御する。

$$[0100] \quad P_e = I_b^2 \times R_b + (T \cdot \Delta S / F) \times I_b \quad (1)$$

$$I_e = [(R_b / R_n) \times I_b^2 + \{(T \cdot \Delta S) / (F \cdot R_n)\} \times I_b]^{1/2} \quad (2)$$

[0101] ここで、

R_b : 実バッテリーの抵抗値

R_n : 模擬バッテリーの抵抗値

I_b : 実バッテリーへの供給電流

T : 実バッテリーの温度（模擬バッテリーの温度）

ΔS : エントロピー変化

F : ファラデー定数

である。

[0102] また内部抵抗によるジュール発熱と、充放電に伴うエントロピー変化に起因する反応熱（発熱及び吸熱）の両方が生じる実バッテリーでは、充放電の条件によっては、ジュール発熱よりも反応熱による吸熱の方が大きくなり、全体として吸熱挙動を示す場合もある。そこで他の実施形態のバッテリーケース評価システム 100 は、模擬バッテリー 10 を冷却する冷却機構を備えていてもよい。冷却機構としては、例えばペルチェ素子、冷却ファン、及び冷却水循環装置等を用いたものが挙げられるがこれに限らない。このような構成であれば、発熱体 12 と冷却機構とにより、模擬動作中において、バッテリーの発熱挙動のみならず吸熱挙動も模擬できる。

[0103] また他の実施形態のバッテリーケース評価システム 100 は、冷却機構を備えておらず、実バッテリーの吸熱挙動を模擬できない場合には、模擬動作中において、模擬バッテリーの熱挙動が実バッテリーの熱挙動から乖離している旨や、その乖離度等を、例えばディスプレイ等に出力するようにしてもよい。

[0104] あるいは他の実施形態のバッテリーケース評価システム 100 は、冷却機構を備えておらず、実バッテリーの吸熱挙動を模擬できない場合には、模擬動作中における発熱挙動の模擬時に、実バッテリーの吸熱挙動時における吸熱量を加味するようにしてよい。例えば、模擬動作中における発熱挙動の模擬時に模擬バッテリーに供給する熱量を抑えることで、模擬動作の全体における模擬バッテリー 10 の総発熱量が、実バッテリーの発熱挙動と吸熱挙動の両方を加味したものとしてもよい。

[0105] また他の実施形態のバッテリーケース評価システム 100 では、模擬バッテリー 10 は、実バッテリーの表面温度分布に加えて、実バッテリーの表面温度の経時変化を再現可能に構成されてもよい。

[0106] 実バッテリーの表面温度の経時変化を模擬できるように、この実施形態での

模擬バッテリー 10 は、発熱体 12 又は熱拡散体 13 の少なくとも一方が、実バッテリーの表面温度の経時変化を再現可能な所定のパターン（形状及び又は粗密パターン）で形成されている。

[0107] 具体的には、実バッテリーにおける電流値、電圧値又は抵抗値の経時変化を用いて実バッテリーにおける発生熱量の経時変化を算出し、当該算出した実バッテリーにおける発生熱量に基づき、実バッテリーの表面温度の経時変化を算出し、当該算出した実バッテリーの表面温度の経時変化と同等に表面温度が変化するように、熱拡散体 12 又は発熱体 13 は所定の形状又は粗密パターンで形成されている。

[0108] また、バッテリーケース評価システム 100 は、算出した実バッテリーの表面温度の経時変化を、模擬バッテリー 10 における発生熱量の経時変化に換算し、換算した発生熱量の経時変化に基づき模擬バッテリー 10 への電力供給量の時間変化を算出し、当該算出した電力供給量の時間変化に基づいて電力供給装置 20 を制御するようにしてもよい。

[0109] さらに他の実施形態のバッテリーケース評価システム 100 では、実バッテリーの表面温度分布を再現可能な発熱体 12 及び／又は熱拡散体 13 の配置パターンとするように、例えば、実バッテリーを予め様々な条件で駆動してその表面温度分布を求めておき、当該求めた表面温度分布を模擬できるような所定のパターンで発熱体 12 及び／又は熱拡散体 13 を配置するようにしてよい。

[0110] また別の実施形態のバッテリーケース評価システム 100 では、実バッテリーの表面温度が高くなると予測される部分（例えば、タブ 11 との接続部分及び／又はその周辺等）が高温となるよう、その部分のみ発熱体 12 を密に配置する又は熱拡散体 13 を疎となる（若しくは薄くする）ように配置してよい。

[0111] また、別の実施形態のバッテリーケース評価システム 100 では、発熱体 12 が可変抵抗、又は切り替え可能な回路となっている等、抵抗値を任意に変更することで発生熱量を調整できるように構成されてよい。制御装置 30 は、

算出した又は実測して得られた表面温度分布の経時変化に応じて、発熱体の発熱量を調整してもよい。

また他の実施形態のバッテリーケース評価システム 100 では、発熱体 12 又は熱拡散体 13 の位置が変更可能に構成され、制御装置 30 は算出した又は実測して得られた表面温度分布の経時変化に応じて、発熱体 12 又は熱拡散体 13 の位置を調整してもよい。

[0112] また本明細書の開示は以下の態様 A～E のバッテリーケース評価システムを含む。また本明細書の開示は、これらの態様 A～E のバッテリーケース評価システムに対して、前述の実施形態のバッテリーケース評価システム 100 が備える各構成を自由に組み合わせたものを含む。

[0113] (態様 A)

バッテリーパックを構成するバッテリーケース又は当該バッテリーケースの構成部品の熱特性を評価するためのバッテリーケース評価システムであって、

前記バッテリーケース内に設置されて、前記バッテリーパックの構成部品である実バッテリーの発熱を模擬するための模擬バッテリーと、

前記模擬バッテリーに電力を供給する電力供給装置と、

前記模擬バッテリーが、

前記電力供給装置からの電力が供給される発熱体と、

前記発熱体を保持するとともに、前記発熱体が発した熱を拡散する熱拡散体とを有し、

前記発熱体又は前記熱拡散体の少なくとも一方が、前記実バッテリーの表面温度分布を再現可能な所定のパターンで形成されている、バッテリーケース評価システム。

[0114] (態様 B)

前記模擬バッテリーの温度である模擬バッテリー温度を検出する温度検出手段と、

前記電力供給装置を制御する制御装置とをさらに有し、

前記制御装置が、前記温度検出手段が検出した前記模擬バッテリーの温度と

所定の目標温度とに基づいて前記電力供給装置を制御する、態様A記載のバッテリーケース評価システム。

(態様C)

前記発熱体又は前記熱拡散体が、所定の粗密パターン又は所定の凹凸パターンで形成されている、態様A又はB記載のバッテリーケース評価システム。

[0115] この態様Cの場合、例えば、柱状の発熱体が粗密パターンで形成されていてもよく、発熱体に所定の凹凸パターンが形成されていてもよい。また同様に、熱拡散体が粗密パターンで形成されていてもよく、発熱体に所定の凹凸パターンが形成されていてもよい。

[0116] (態様D)

前記発熱体又は前記熱拡散体のパターンが、前記実バッテリーの表面温度分布に機械学習モデルを適用して得られたものである、態様A～Cのうち何れかに記載のバッテリーケース評価システム。

[0117] (態様E)

前記発熱体又は前記熱拡散体の少なくとも一方が、前記実バッテリーの表面温度の経時変化を再現可能な所定のパターンで形成されている、態様A～Dのうち何れかに記載のバッテリーケース評価システム。

[0118] その他、本発明は前記実施形態に限られず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能であることは言うまでもない。

産業上の利用可能性

[0119] 上記した本発明のバッテリーケース評価システムによれば、バッテリーの熱挙動を従来よりも精度よく模擬できる。

符号の説明

[0120] 100・・・バッテリーケース評価システム

10・・・模擬バッテリー

11・・・タブ

12・・・発熱体

13・・・熱拡散体

- 2 0 . . . 電力供給装置
- 3 0 . . . 制御装置
- 3 1 . . . パラメータ受付部
- 3 2 . . . S O C 算出部
- 3 3 . . . 抵抗値算出部
- 3 4 . . . 供給電力制御部
- 3 5 . . . 算出用データ格納部

請求の範囲

- [請求項1] バッテリーパックを構成するバッテリーケース又は当該バッテリーケースの構成部品の熱特性を評価するためのバッテリーケース評価システムであって、
- 前記バッテリーケース内に設置されて、前記バッテリーパックの構成部品である実バッテリーの熱挙動を模擬するための模擬バッテリーと、
- 前記模擬バッテリーの温度である模擬バッテリー温度を検出する温度検出手段と、
- 前記模擬バッテリーに電力を供給する電力供給装置と、
- 前記電力供給装置を制御する制御装置とを具備し、
- 前記制御装置が、
- 前記実バッテリーに与える電流、電圧、又は、電力の経時変化を示す入力プロファイルを評価用パラメータの1つとして受け付けるパラメータ受付部と、
- 前記模擬バッテリー温度及び前記入力プロファイルに基づいて、経時的に変化する前記実バッテリーの抵抗値を算出する抵抗値算出部と、
- 前記抵抗値算出部により算出された抵抗値を用いて前記電力供給装置を制御する供給電力制御部とを有する、バッテリーケース評価システム。
- [請求項2] 前記制御装置は、前記入力プロファイルに基づいて、経時的に変化する前記実バッテリーのSOCを算出するSOC算出部をさらに有し、
- 前記抵抗値算出部が、前記模擬バッテリー温度及び前記入力プロファイルに加えて、前記SOC算出部により算出されたSOCを用いて前記実バッテリーの抵抗値を算出する、請求項1記載のバッテリーケース評価システム。
- [請求項3] 前記パラメータ受付部が、前記実バッテリーのバッテリー容量を受け付けるものであり、
- 前記SOC算出部が、前記入力プロファイル及び前記バッテリー容量

を用いて経時的に変化するSOCを算出する、請求項2記載のバッテリーケース評価システム。

[請求項4] 前記パラメータ受付部が、前記入力プロファイルの他に、前記評価用パラメータとして前記実バッテリーの初期SOC、又は、前記実バッテリーのSOHの少なくとも1つを受け付けるものである、請求項1乃至3のうち何れか一項に記載のバッテリーケース評価システム。

[請求項5] 前記抵抗値算出部が、前記パラメータ受付部が受け付けた前記評価用パラメータを抵抗値に変換するための変換テーブル、又は、前記パラメータ受付部が受け付けた前記評価用パラメータを用いて抵抗値を出力するシミュレーションモデルを有している、請求項1乃至4のうち何れか一項に記載のバッテリーケース評価システム。

[請求項6] 前記制御装置は、前記実バッテリーの充放電に伴い生じるエントロピー変化を算出するエントロピー変化算出部を更に備え、

前記供給電力制御部が、前記抵抗値算出部により算出された抵抗値と、前記エントロピー変化算出部により算出されたエントロピー変化とを用いて前記電力供給装置を制御する請求項1乃至5のうち何れか一項に記載のバッテリーケース評価システム。

[請求項7] 前記エントロピー変化算出部が、前記SOC算出部により算出されたSOCを前記実バッテリーで生じるエントロピー変化に換算するためのテーブルデータ又は算出式データを用いて、前記エントロピー変化を算出する請求項2又は3を引用する請求項6に記載のバッテリーケース評価システム。

[請求項8] 前記模擬バッテリーが、

前記電力供給装置からの電力が供給される発熱体と、

前記発熱体を保持するとともに、前記発熱体が発した熱を拡散する熱拡散体とを有し、

前記発熱体又は前記熱拡散体の少なくとも一方が、前記実バッテリーの表面温度分布を再現可能な所定のパターンで形成されている、請求

項 1 乃至 7 のうち何れか一項に記載のバッテリーケース評価システム。

[請求項9] 前記模擬バッテリーが、自身を冷却する冷却機構を有する請求項 8 に記載のバッテリーケース評価システム。

[請求項10] 前記発熱体又は前記熱拡散体が、所定の粗密パターン又は所定の凹凸パターンで形成されている、請求項 8 又は 9 記載のバッテリーケース評価システム。

[請求項11] 前記発熱体又は前記熱拡散体のパターンが、前記実バッテリーの表面温度分布に機械学習モデルを適用して得られたものである、請求項 8 乃至 10 のうち何れか一項に記載のバッテリーケース評価システム。

[請求項12] 前記発熱体又は前記熱拡散体の少なくとも一方が、前記実バッテリーの表面温度の経時変化を再現可能な所定のパターンで形成されている、請求項 8 乃至 11 のうち何れか一項に記載のバッテリーケース評価システム。

[請求項13] バッテリーパックを構成するバッテリーケース又は当該バッテリーケースの構成部品の熱特性を評価するためのバッテリーケース評価プログラムであって、前記バッテリーケース内に設置されて、前記バッテリーパックの構成部品である実バッテリーの熱挙動を模擬するための模擬バッテリーと、前記模擬バッテリーの温度である模擬バッテリー温度を検出する温度検出手段と、前記模擬バッテリーに電力を供給する電力供給装置と、前記電力供給装置を制御する制御装置とを具備するバッテリーケース評価システムに用いられるものであり、

前記制御装置に、

前記実バッテリーに与える電流、電圧、又は、電力の経時変化を示す入力プロファイルを評価用パラメータの 1 つとして受け付けるパラメータ受付部と、

前記模擬バッテリー温度及び前記入力プロファイルに基づいて、経時的に変化する前記実バッテリーの抵抗値を算出する抵抗値算出部と、

前記抵抗値算出部により算出された抵抗値を用いて前記電力供給装

置を制御する供給電力制御部としての機能を発揮させる、バッテリーケース評価プログラム。

[請求項14]

バッテリーパックを構成するバッテリーケース又は当該バッテリーケースの構成部品の熱特性を評価するためのバッテリーケース評価方法であって、

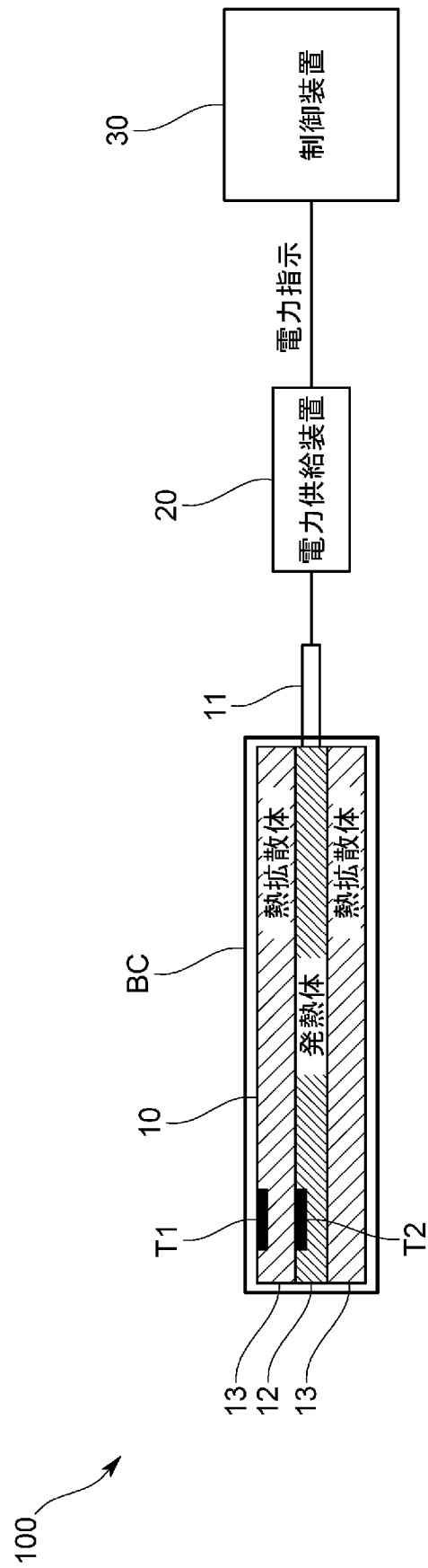
前記バッテリーケース内に設置されて、前記バッテリーパックの構成部品である実バッテリーの熱挙動を模擬するための模擬バッテリーと、前記模擬バッテリーの温度である模擬バッテリー温度を検出する温度検出手段と、前記模擬バッテリーに電力を供給する電力供給装置と、前記電力供給装置を制御する制御装置とを具備するバッテリーケース評価システムとともに用いられる方法であり、

前記制御装置に、前記実バッテリーに与える電流、電圧、又は、電力の経時変化を示す入力プロファイルを評価用パラメータの1つとして受け付けさせるステップと、

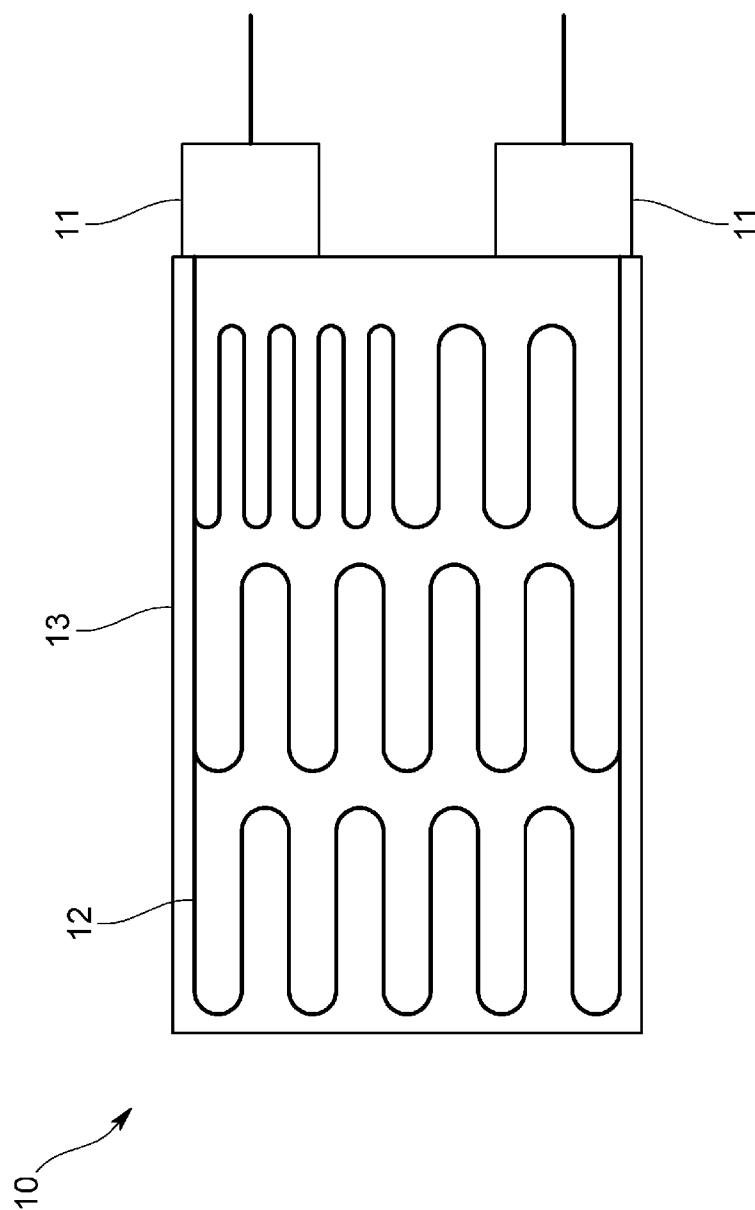
前記制御装置に、前記模擬バッテリー温度及び前記入力プロファイルに基づいて、経時的に変化する前記実バッテリーの抵抗値を算出させるステップと、

前記制御装置に、算出された抵抗値を用いて前記電力供給装置を制御させるステップとを備える、バッテリーケース評価方法。

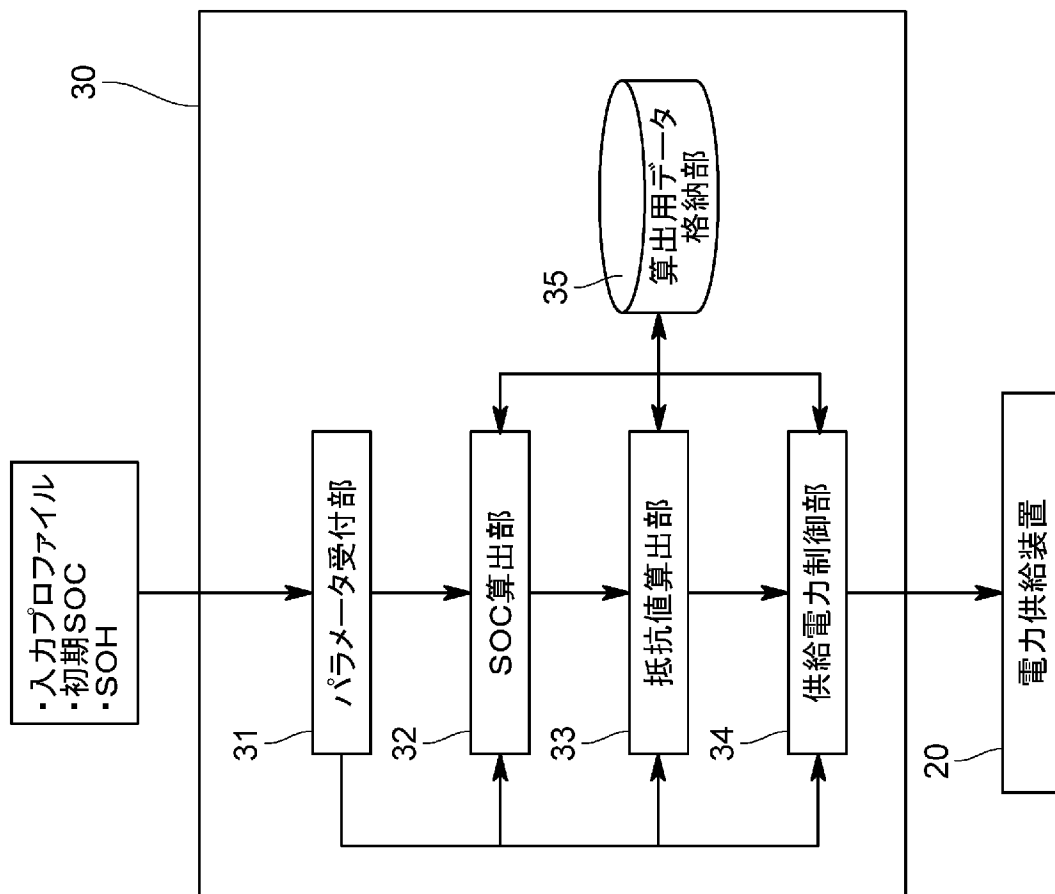
[図1]



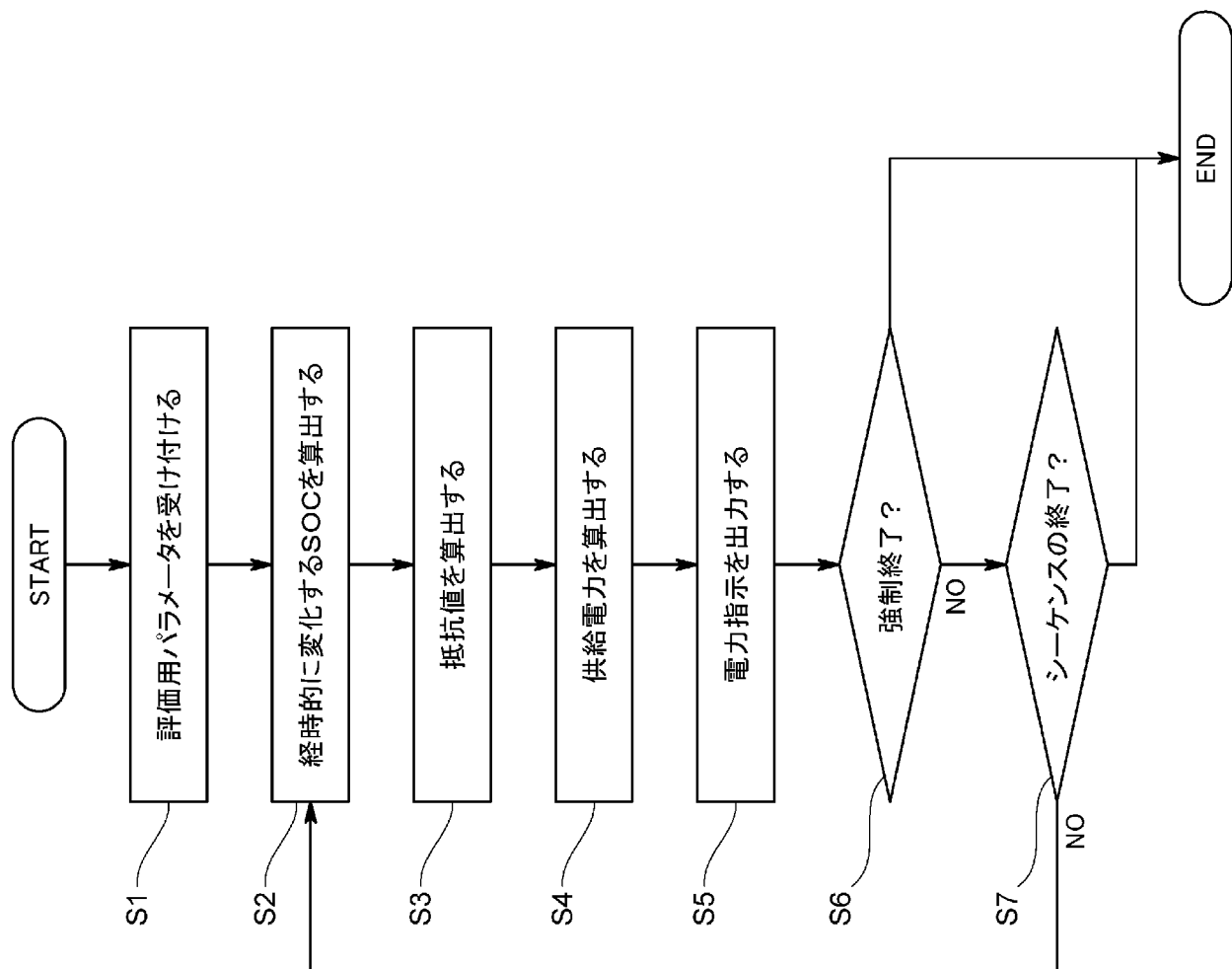
[図2]



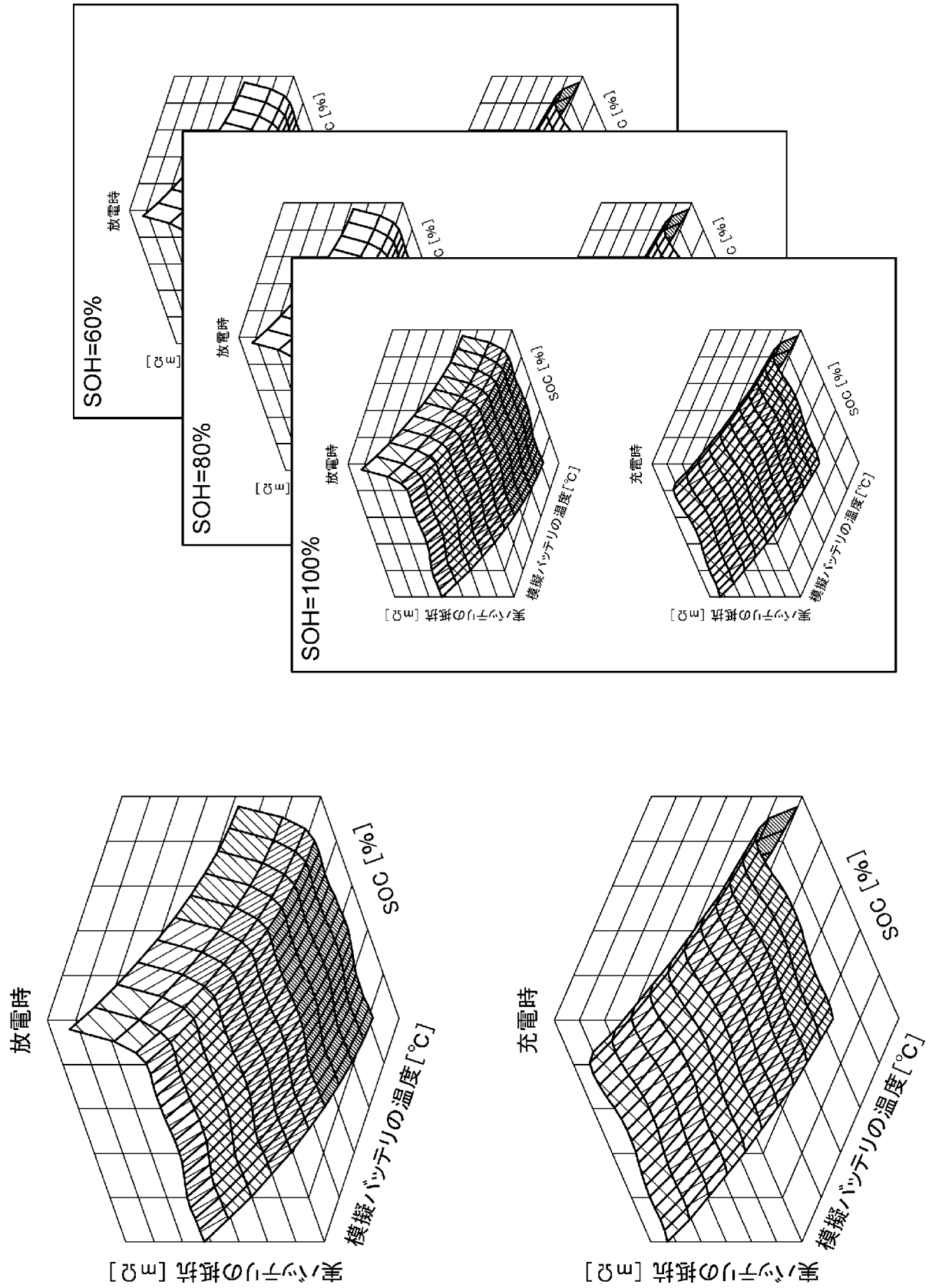
[図3]



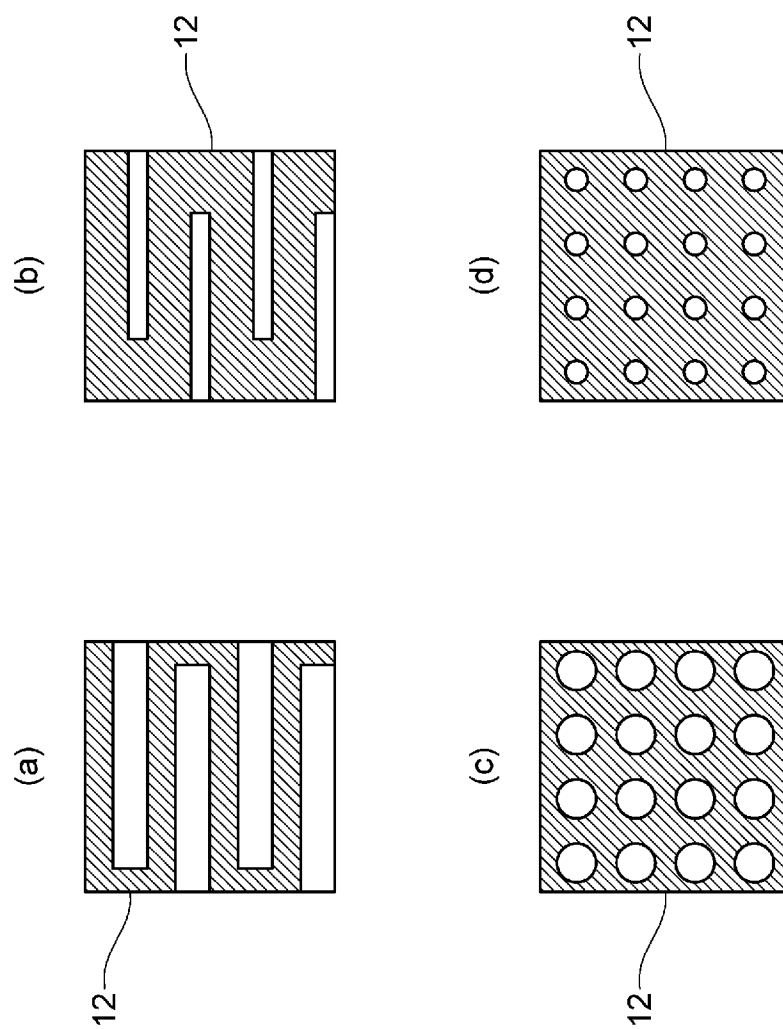
[図4]



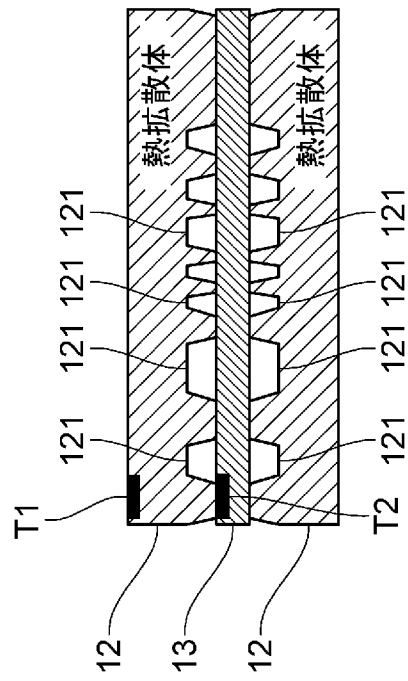
[図5]



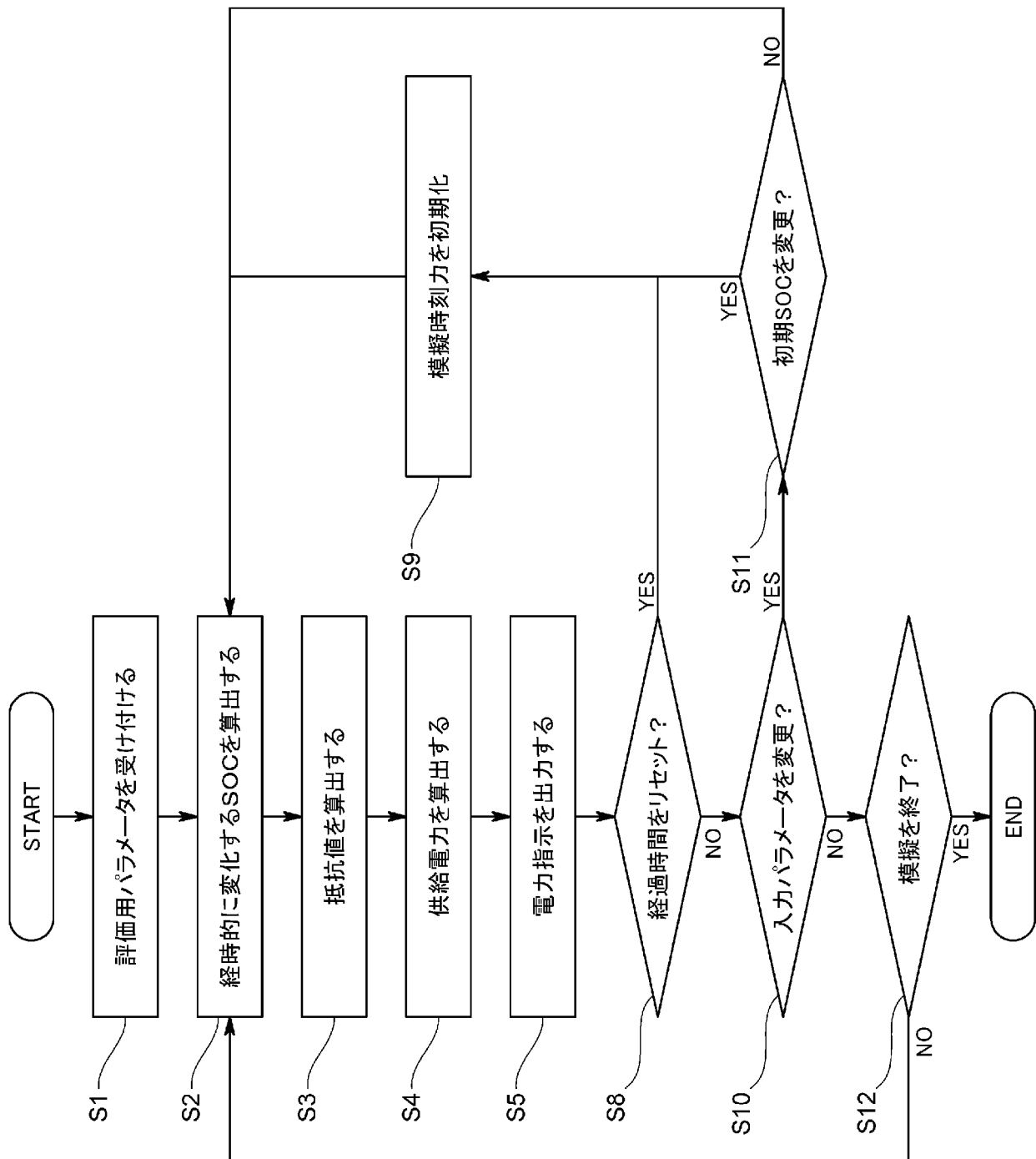
[図6]



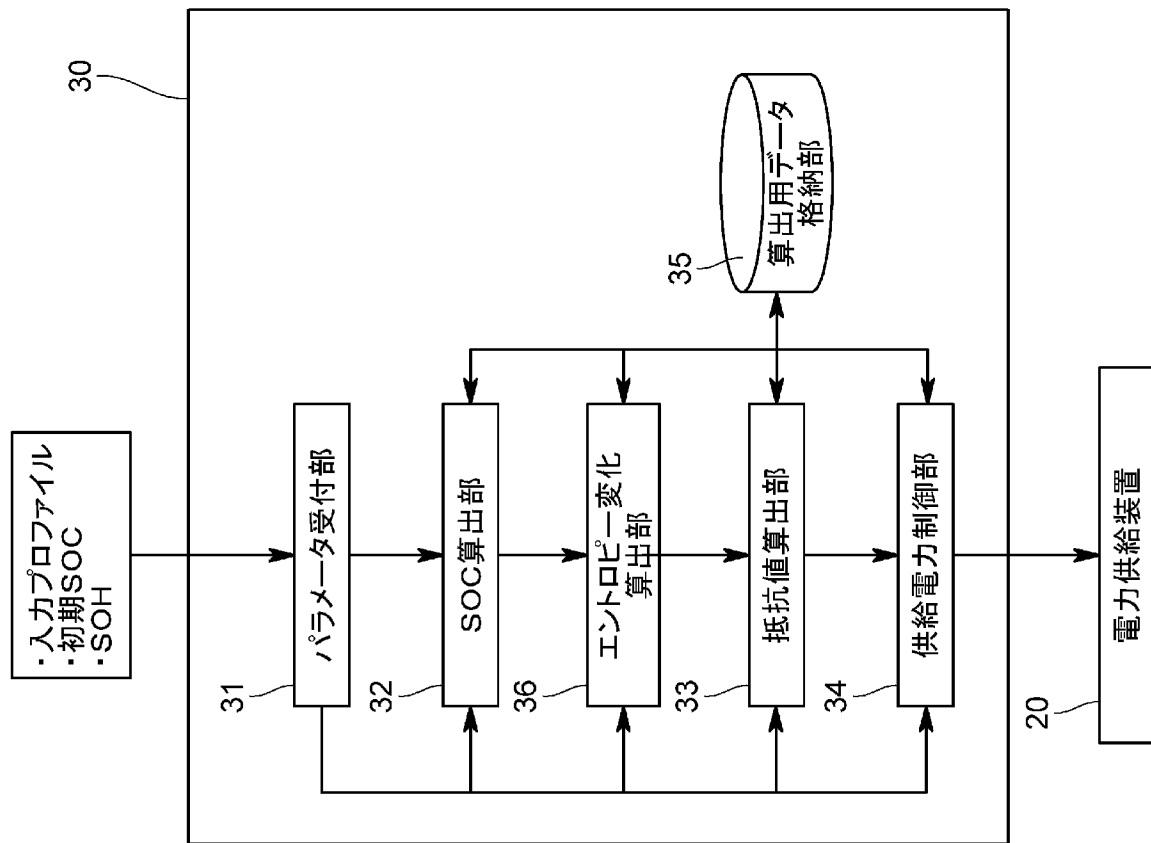
[図7]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/023511

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01R 31/367 (2019.01)i; G01N 25/18 (2006.01)i; G01R 31/382 (2019.01)i; G01R 31/385 (2019.01)i; G01R 31/389 (2019.01)i; G01R 31/392 (2019.01)i; H01M 10/48 (2006.01)i FI: G01R31/367; G01N25/18 J; H01M10/48 301; H01M10/48 P; G01R31/382; G01R31/385; G01R31/392; G01R31/389 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01R31/36; G01N25/18; H01M10/48; G01R31/00; H01M10/60; H02J7/00 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 115545335 A (CAMEL GROUP WUHAN OPTICS VALLEY R&D CENTER CO., LTD.) 30 December 2022 (2022-12-30) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2020-54214 A (SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.) 02 April 2020 (2020-04-02) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2018-147680 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 20 September 2018 (2018-09-20) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2022-41144 A (GS YUASA INTERNATIONAL LTD.) 11 March 2022 (2022-03-11) entire text, all drawings	1-14
A	US 2018/0031641 A1 (JOHNSON CONTROLS TECHNOLOGY CO.) 01 February 2018 (2018-02-01) entire text, all drawings	1-14
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 23 July 2024		Date of mailing of the international search report 06 August 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/023511

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	115545335	A	30 December 2022	(Family: none)	
JP	2020-54214	A	02 April 2020	(Family: none)	
JP	2018-147680	A	20 September 2018	(Family: none)	
JP	2022-41144	A	11 March 2022	(Family: none)	
US	2018/0031641	A1	01 February 2018	WO 2018/022134 A1	
				entire text, all drawings	
				CA 3032428 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G01R 31/367(2019.01)i; G01N 25/18(2006.01)i; G01R 31/382(2019.01)i; G01R 31/385(2019.01)i;
G01R 31/389(2019.01)i; G01R 31/392(2019.01)i; H01M 10/48(2006.01)i
FI: G01R31/367; G01N25/18 J; H01M10/48 301; H01M10/48 P; G01R31/382; G01R31/385; G01R31/392;
G01R31/389

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

G01R31/36; G01N25/18; H01M10/48; G01R31/00; H01M10/60; H02J7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2024年
日本国実用新案登録公報 1996-2024年
日本国登録実用新案公報 1994-2024年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	CN 115545335 A (CAMEL GROUP WUHAN OPTICS VALLEY R&D CENTER CO., LTD.) 30.12.2022 (2022 - 12 - 30) 全文, 全図	1-14
A	JP 2020-54214 A (積水化学工業株式会社) 02.04.2020 (2020 - 04 - 02) 全文, 全図	1-14
A	JP 2018-147680 A (住友電気工業株式会社) 20.09.2018 (2018 - 09 - 20) 全文, 全図	1-14
A	JP 2022-41144 A (株式会社GSユアサ) 11.03.2022 (2022 - 03 - 11) 全文, 全図	1-14
A	US 2018/0031641 A1 (JOHNSON CONTROLS TECHNOLOGY COMPANY) 01.02.2018 (2018 - 02 - 01) 全文, 全図	1-14

☐ 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、一般的技术水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に
公表されたもの

“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若し
くは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を
付す）

“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の
後に公表された文献

“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵
触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引
用するもの

“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性
又は進歩性がないと考えられるもの

“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献
との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がな
いと考えられるもの

“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
23.07.2024

国際調査報告の発送日
06.08.2024

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

権限のある職員（特許庁審査官）

永井 皓喜 2S 5701

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/023511

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
CN	115545335	A	30.12.2022	(ファミリーなし)	
JP	2020-54214	A	02.04.2020	(ファミリーなし)	
JP	2018-147680	A	20.09.2018	(ファミリーなし)	
JP	2022-41144	A	11.03.2022	(ファミリーなし)	
US	2018/0031641	A1	01.02.2018	WO 2018/022134 A1	
				全文, 全図	
				CA 3032428 A1	