

(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9月29日(29.09.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/200907 A1

(51) 国際特許分類:

B60L 3/00 (2019.01) *B60L 58/10* (2019.01)
H02J 7/00 (2006.01) *B60L 58/22* (2019.01)
H02J 7/02 (2016.01) *H01M 10/42* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/IB2022/052187

(22) 国際出願日: 2022年3月11日(11.03.2022)

(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 2021-052939 2021年3月26日(26.03.2021) JP
特願 2021-066429 2021年4月9日(09.04.2021) JP
特願 2022-001612 2022年1月7日(07.01.2022) JP

(71) 出願人: 株式会社半導体エネルギー研究所
(SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY

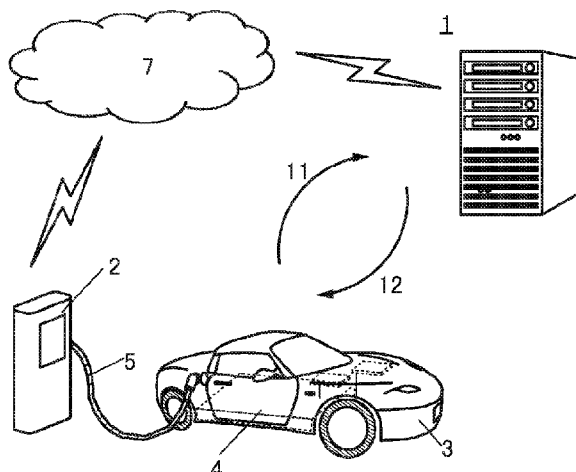
CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 長多剛(OSADA, Takeshi); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398 株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 井上昇(INOUE, Noboru); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398 株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 片桐治樹(KATAGIRI, Haruki); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398 株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 塚本洋介(TSUKAMOTO, Yosuke); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398 株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 三上真弓(MIKAMI, Mayumi); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398 株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 種村和幸(TANEMURA, Kazuki); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷

(54) Title: BATTERY MANAGEMENT SYSTEM, VEHICLE, AND SERVER DEVICE

(54) 発明の名称: 蓄電池管理システム、車両およびサーバ装置

図1A



(57) **Abstract:** Provided is a system enabling high-accuracy estimation by acquiring highly accurately data pertaining to the internal states of a battery, such as the SOC-OCV property and FCC, even in cases of repeated charging and discharging over a long term. This battery management system includes a vehicle provided with a means enabling transmission and receipt of data, wherein: the vehicle comprises a battery, a balance circuit electrically connected to the battery, and a vehicle control unit having the function of controlling the balance circuit; the battery comprises a battery pack that includes a plurality of power cells; the vehicle control unit has a function of selecting an estimated value close also to the state of the power cells included in the battery pack; and the balance circuit has a function of being controlled on the basis of the selected estimated value.

398 株式会社半導体エネルギー研究所内
Kanagawa (JP). 佐々木宏輔(SASAKI, Kousuke);
〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半
導体エネルギー研究所内 Kanagawa (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, JM, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 一 白黒。出願原本にはカラー又はグレースケール
の情報が含まれており、PATENTSCOPE からのダ
ウンロードが可能。

(57) 要約: 充電や放電を長期間繰り返した場合であっても、SOC-OCV特性、およびFCCと
いった蓄電池の内部状態に関するデータを高精度に取得し、高精度な推定を可能にするシステムを
提供する。データの送受信が可能な手段を備えた車両を有する蓄電池管理システムであって、車両
は、蓄電池と、蓄電池と電気的に接続されたバランス回路と、バランス回路を制御する機能を有す
る車両制御ユニットと、を有し、蓄電池は複数の電池セルを有する組電池を有し、車両制御ユニッ
トは、組電池が有する電池セルの状態にも近い推定値を選択する機能を有し、バランス回路は、選
択された推定値に基づき制御される機能を有する、蓄電池管理システムである。

明細書

発明の名称

蓄電池管理システム、車両およびサーバ装置

技術分野

[0001]

本発明の一態様は、蓄電池管理システムに関する。さらに本発明の一態様は、蓄電池管理システムに用いられるサーバ装置、またはコンピュータプログラムに関する。また、本発明の一態様は、ニューラルネットワークを用いた蓄電池管理システムに関する。

[0002]

また、本発明の一態様は、蓄電池管理システムを搭載した車両に関する。また、本発明の一態様は、蓄電池管理システムを搭載した電子機器に関する。また、車両および電子機器に限定されず、本発明の一態様は、太陽光発電パネルなどの発電設備から得られた電力を貯蔵するための蓄電装置に関する。

[0003]

なお、本発明の一態様は、上記技術分野に限定されず、半導体装置、表示装置、発光装置、記録装置、それらの駆動方法、またはそれらの製造方法に関する。すなわち本明細書等で開示する発明の一態様の技術分野は、物、方法、または製造方法に関する。

背景技術

[0004]

リチウムイオン二次電池を代表とする蓄電池は、繰り返し利用可能なエネルギー源として現代社会に不可欠なものとなっている。リチウムイオン二次電池は、高出力および高エネルギー密度である反面、過放電および過充電に伴う安全性リスクが高いことが知られている。そのため、リチウムイオン二次電池を使用する場合には、充電率、内部抵抗などの電池の内部状態を把握する、または管理することが求められる。

[0005]

内部状態を把握するための推定手法として、クーロンカウント法、開回路電圧（Open Circuit Voltage：OCV）法、またはカルマンフィルタなどが知られている（たとえば特許文献1参照）。カルマンフィルタなどの推定手法では、蓄電池の内部状態に関するデータ、たとえば充電率（State of Charge：SOC）－OCV特性、および満充電容量（Full Charge Capacity：FCC）に関して、高い精度で取得することが重要である。

[先行技術文献]

[特許文献]

[0006]

[特許文献1] WO2019/193471号パンフレット

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007]

上記特許文献1では考慮されていないが、充電や放電を長期間繰り返すと、蓄電池に劣化が生じることがある。さらに蓄電池の計測値には誤差が蓄積されることがある。その結果、SOC－OC

V特性、およびFCCなどの内部状態に関するデータ精度が低下する恐れがあった。また、内部状態に関するデータ精度が低い状態で蓄電池を管理することで、推定精度も低くなり、結果として蓄電池の劣化を早めてしまう恐れや、蓄電池を危険な状態へと導いてしまう恐れがあった。

[0008]

たとえば、SOC-OCV特性データを高精度なものとするために、データ数を多く取得することが望まれる。データ数を多く取得することには、時間経過に伴うデータ数を収集することが含まれる。しかしながらデータ数を多くすると、蓄電池又は蓄電池を搭載した車両等の制御部または記憶部が利用するデータとして、処理能力を超えたデータ容量となる恐れがあり、演算能力不足も懸念された。このような状況での推定処理等は時間を要し、さらに推定精度の低下も懸念される。

[0009]

そこで本発明の一態様は、充電や放電を長期間繰り返した場合であっても、SOC-OCV特性、およびFCCといった蓄電池の内部状態に関する高精度な推定が可能になる蓄電池管理システム、車両、またはサーバ装置を提供することを課題の一とする。

[0010]

また本発明の一態様は、短時間で上記蓄電池に関する高精度な推定を可能にするシステムまたは方法を提供することを課題の一とする。

[0011]

なお、これらの課題の記載は、他の課題の存在を妨げるものではない。なお、本発明の一態様は、これらの課題の全てを解決する必要はない。なお、明細書、図面、請求項（明細書等と記す）の記載から、これら以外の課題を抽出することが可能である。

課題を解決するための手段

[0012]

本発明の一態様は、データの送受信が可能な手段を備えた車両を有する蓄電池管理システムであって、車両は、蓄電池と、蓄電池と電気的に接続されたバランス回路と、バランス回路を制御する機能を有する車両制御ユニットと、を有し、蓄電池は複数の電池セルを有する組電池を有し、車両制御ユニットは、組電池が有する電池セルの状態に最も近い推定値を選択する機能を有し、バランス回路は、選択された推定値に基づき制御される機能を有する、蓄電池管理システムである。

[0013]

また、本発明の一態様は、サーバ装置と、サーバ装置とデータの送受信が可能な手段を備えた車両とを有する蓄電池管理システムであって、車両は、蓄電池と、蓄電池と電気的に接続されたバランス回路と、バランス回路を制御する機能を有する車両制御ユニットと、を有し、蓄電池は複数の電池セルを有する組電池を有し、サーバ装置は、車両から送信された組電池の内部状態に関する第1のデータに基づき、少なくとも2以上の推定値を算出する機能と、2以上の推定値を車両へ送信する機能とを有し、車両制御ユニットは2以上の推定値のうち、組電池が有する電池セルの状態に最も近い推定値を選択する機能を有し、バランス回路は、選択された推定値に基づき制御される機能を有する、蓄電池管理システムである。

[0014]

上記のいずれかに記載の蓄電池管理システムにおいて、第1のデータは、組電池の内部状態に関する、逐次データを有することが好ましい。

[0015]

上記のいずれかに記載の蓄電池管理システムにおいて、逐次データはSOC-OCV特性を含むことが好ましい。

[0016]

上記のいずれかに記載の蓄電池管理システムにおいて、逐次データは内部抵抗を含むことが好ましい。

[0017]

上記のいずれかに記載の蓄電池管理システムにおいて、内部抵抗は、応答が速い抵抗成分R1及び応答が遅い抵抗成分R2を含むことが好ましい。

[0018]

上記のいずれかに記載の蓄電池管理システムにおいて、サーバ装置は、応答が速い抵抗成分R1及び応答が遅い抵抗成分R2の変化を、LSTM (Long Short-Term Memory) によって予測する機能を有することが好ましい。

[0019]

また、本発明の一態様は、蓄電池と、蓄電池と電氣的に接続されたバランス回路と、バランス回路を制御する機能を有する車両制御ユニットと、を有し、蓄電池は複数の電池セルを有する組電池を有し、車両制御ユニットはサーバ装置から送信された2以上の推定値のうち、組電池が有する各電池セルの状態に最も近い推定値を選択する機能を有し、バランス回路は、選択された推定値に基づき制御される機能を有する、車両である。

[0020]

上記のいずれかに記載の車両において、サーバ装置は、車両から送信された組電池の内部状態に関する逐次データを有することが好ましい。

[0021]

上記のいずれかに記載の車両において、逐次データはSOC-OCV特性が含まれることが好ましい。

[0022]

上記のいずれかに記載の車両において、逐次データは内部抵抗が含まれることが好ましい。

[0023]

上記のいずれかに記載の車両において、内部抵抗は、応答が速い抵抗成分R1及び応答が遅い抵抗成分R2を含むことが好ましい。

[0024]

上記のいずれかに記載の車両において、内部抵抗は、複数の電池セルの各々の測定値を有することが好ましい。

[0025]

上記のいずれかに記載の車両において、内部抵抗を電流休止法で測定する機能を有することが好ましい。

[0026]

また、本発明の一態様は、組電池を有する車両から送信された、組電池が有する電池セルの内部状態に関する第1のデータを受信する機能と、第1のデータと第1のアルゴリズムとを用いて、少なくとも2以上の推定値を算出する機能と、2以上の推定値を車両へ送信する機能とを有する、サーバ装置である。

[0027]

上記のいずれかに記載のサーバ装置において、第1のデータは、組電池の内部状態に関する、逐次データを有することが好ましい。

[0028]

上記のいずれかに記載のサーバ装置において、逐次データはSOC-OCV特性が含まれることが好ましい。

[0029]

上記のいずれかに記載のサーバ装置において、逐次データは内部抵抗が含まれることが好ましい。

[0030]

上記のいずれかに記載のサーバ装置において、内部抵抗は、応答が速い抵抗成分R1及び応答が遅い抵抗成分R2を含むことが好ましい。

[0031]

上記のいずれかに記載のサーバ装置において、応答が速い抵抗成分R1及び応答が遅い抵抗成分R2の変化を、LSTMによって予測する機能を有することが好ましい。

発明の効果

[0032]

本発明により、高精度かつ短時間で蓄電池の内部状態に関する推定処理が可能となる。なお蓄電池が組電池を有する場合においても、高精度かつ短時間で蓄電池の内部状態に関する推定処理が可能となる。

[0033]

なお、これらの効果の記載は、他の効果の存在を妨げるものではない。なお、本発明の一態様は、必ずしも、これらの効果の全てを有する必要はない。なお、これら以外の効果は、明細書、図面、請求項などの記載から、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、これら以外の効果を抽出することが可能である。

図面の簡単な説明

[0034]

図1Aおよび図1Bは本発明の一態様である蓄電池管理システムの概念図である。

図2は本発明の一態様である車両の概念図である。

図3は本発明の一態様であるバランシング処理またはバランス回路を説明する図である。

図4は本発明の一態様であるSOC-OCV特性データに関する処理方法を説明する図である。

図5は本発明の一態様であるSOC-OCV特性データの記述方式について説明する図である。

図6は本発明の一態様であるFCC、内部抵抗に関する処理方法を説明する図である。

図7は本発明の一態様である内部抵抗の推定方法について説明する図である。

図8は電流休止法測定の解析方法を示す図である。

図9A及び図9Bは電流休止法測定の解析結果の一例である。

図10A乃至図10Cは本発明の一態様である正極を説明する図である。

図11Aおよび図11Bは本発明の一態様である全固体二次電池を説明する図である。

図12は本発明の一態様である正極活物質の作製方法を説明する図である。

図13は本発明の一態様である正極活物質の作製方法を説明する図である。

図14は本発明の一態様である二次電池の作製方法を説明する図である。

図15Aおよび図15Bは本発明の一態様である二次電池の外観等を説明する図である。

図16A乃至図16Cは本発明の一態様である二次電池の外観等を説明する図である。

図17A乃至図17Cは本発明の一態様である二次電池の外観等を説明する図である。

図18A乃至図18Dは本発明の一態様である二次電池の外観等を説明する図である。

図19A乃至図19Dは本発明の一態様である車両を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0035]

以下では、本発明を実施するための形態例について図面等を用いて説明する。ただし、本発明は以下の形態例に限定して解釈されるものではない。本発明の趣旨を逸脱しない範囲で発明を実施する形態を変更することは可能である。

[0036]

本明細書等ではミラー指数を用いて結晶面および結晶方向を表記する。結晶面を示す個別面は（ ）を用いて表記する。結晶面、結晶方向および空間群の表記は、結晶学上、数字の上にバーを付すが、本明細書等では書式の制約上、数字の上にバーを付す代わりに、数字の前に－（マイナス符号）を付して表現する場合がある。

[0037]

本明細書等において、正極活物質の理論容量とは、正極活物質が有する挿入脱離可能なリチウムが全て脱離した場合の電気量をいう。たとえば、 LiCoO_2 の理論容量は 274mAh/g 、 LiNiO_2 の理論容量は 275mAh/g 、 LiMn_2O_4 の理論容量は 148mAh/g である。

[0038]

本明細書等において、蓄電池とは、蓄電機能を有する素子および装置全般を指すものである。たとえば、リチウムイオン二次電池などの二次電池、リチウムイオンキャパシタ、および電気二重層キャパシタなどを含む。

[0039]

本明細書等において、蓄電装置とは、太陽光発電パネルなどの発電設備から得られた電力を貯蔵するための装置を含む。

[0040]

本明細書等において、電子機器とは、蓄電池を有する装置全般を指し、蓄電池を有する電気光学装置、蓄電池を有する情報端末装置などは全て電子機器である。

[0041]

本明細書等において、半導体装置は、半導体特性を利用することで機能しうる素子、回路、または装置等を指す。一例としては、トランジスタ、ダイオード等の半導体素子は半導体装置である。また別の一例としては、半導体素子を有する回路は、半導体装置である。また別の一例としては、半導体素子を有する回路を備えた装置は、半導体装置である。

[0042]

(実施の形態1)

本実施の形態では、本発明の一態様の蓄電池管理システムについて説明する。

[0043]

図1Aおよび図1Bは、蓄電池管理システムの概念図である。蓄電池管理システムは、サーバ装

置 1 と、複数の電池セルを有する蓄電池パック（電池パックとも呼ぶ） 4 を備え、かつサーバ装置 1 とのデータの送受信が可能な手段を備えた車両 3 とを有する。この蓄電池管理システムでは、サーバ装置 1 で電池セルの内部状態の推定を実行させ、車両 3 は実行結果を受信することが可能となる。すなわち、従来、車両 3 側で行っていた電池セルの内部状態の推定をサーバ装置 1 に実行させることができる。サーバ装置 1 で電池セルの内部状態に関する推定を実行させるには、車両 3 からサーバ装置 1 へ電池セルの内部状態に関するデータ（計測されたデータまたは推定されたデータを含む）を逐次送信するとよい。逐次送信されるデータを逐次データと記すことがある。逐次データはデータ数が多くなるが、サーバ装置 1 で記録、つまり保存されるものであり、車両 3 側の記憶部に負担がかかることはない。また当該逐次データに基づきサーバ装置 1 で推定させたデータ（推定値と記すことがある）は、各電池セルに対して 2 以上あることが望ましい。サーバ装置 1 で推定処理を実行させるため、走行中を含めて推定処理が可能となり、推定処理に時間をかけることができ、またサーバ装置 1 の演算能力を踏まえても、2 以上の推定値を算出することが可能となる。その後、2 以上の推定値をサーバ装置 1 から車両 3 へ送信し、車両 3 は 2 以上の推定値から最適な方を選択することができる。車両 3 は推定処理をせず、受信した推定値を選択する。なお、選択されなかった推定値については、車両 3 がそう判断した理由として推定値に誤差が含まれることがある。車両 3 からは選択した推定値、選択されなかった推定値、および誤差に関する複数の情報をサーバ装置 1 へ戻すことができる。このようなシステムにより、高精度かつ短時間で蓄電池の内部状態に関する推定処理が可能となる。さらにサーバ装置 1 と車両 3 との間で推定値の送受信を複数回繰り返すにつれて、推定値の精度が高くなり好ましい。

[0044]

電池セルは車両 3 が有するセンサ等で電流、電圧、および温度を計測することができる。たとえば電池セルの電流はクーロンカウントで積算値として計測することができる。これらの計測値を利用して、電池セルの内部状態を推定することができる。内部状態を推定するとは、SOC-OCV 特性の推定、FCC の推定、または内部抵抗（R）の推定が含まれる。SOC-OCV 特性を推定する場合、蓄電池管理システムは、蓄電池の SOC 推定システムと記すことができる。

[0045]

サーバ装置 1 は、上記内部状態の推定のいずれか一または二以上を実行することができる。サーバ装置 1 で実行されなかった推定は、車両 3 側で実行してもよい。たとえばデータ量の負担の少ない内部抵抗（R）の推定は、車両 3 側で実行してもよい。

[0046]

図 1 B は、蓄電池管理システムを複数の車両で利用する場合の概念図である。複数の車両は同じ車種であっても、異なる車種であってもよい。

[0047]

サーバ装置 1 はクラウドサーバ、AI（Artificial Intelligence）サーバまたは GPU（Graphics Processing Unit）サーバ等の機能を奏するものが好ましい。サーバ装置 1 はニューラルネットワークを有するアルゴリズムを有すると好ましく、蓄電池管理システムは人工知能を有する蓄電池管理システムとすることができる。GPU 以外に、CPU（Central Processing Unit）を有することが好ましい。GPU または CPU を有すると、高速な演算処理が可能になる。

[0048]

蓄電池パック 4 は複数の電池セル（いわゆる組電池）を有する。電池パック 4 が複数の電池セルを有するため、内部状態に関する逐次データは膨大な量になる。ただし、本発明の一態様においては、当該データをサーバ装置 1 に記録、つまり保存しておくことができる。さらにサーバ装置 1 は、当該データに基づく推定処理を実行することができるため、車両 3 側の制御部または記憶部に負担がかからず好ましい。

[0049]

サーバ装置 1 および車両 3 は、通信ネットワーク 7 を介して、データを互いに送受信することができる。すなわち、サーバ装置 1 および車両 3 はそれぞれ通信ネットワーク 7 に対応した通信手段を有する。データの送受信は任意のタイミングで可能であるが、車両 3 の充電期間中に行うとよい。充電期間中にサーバ装置 1 は推定処理を実行し、推定値を送受信するとよい。

[0050]

サーバ装置 1 と、車両 3 には 1 対 1 での直接のデータ通信に限らず、充電器 2、電子機器（搭乗者が所有する電池機器を含む）、インターネット回線、通信中継装置及び通信基地局などを介したデータ通信を採用してもよい。通信ネットワーク 7 のデータ通信の方式として有線通信を用いてもよいし、無線通信を用いてもよい。無線通信を用いる場合、例えば第 4 世代移動通信システム（4G）、第 5 世代移動通信システム（5G）などの通信規格に沿った無線通信を用いることができる。無線通信の信号周波数は、例えば、サブミリ波である $300\text{GHz} \sim 3\text{THz}$ 、ミリ波である $30\text{GHz} \sim 300\text{GHz}$ 、マイクロ波である $3\text{GHz} \sim 30\text{GHz}$ 、極超短波である $300\text{MHz} \sim 3\text{GHz}$ 、超短波である $30\text{MHz} \sim 300\text{MHz}$ 、短波である $3\text{MHz} \sim 30\text{MHz}$ 、中波である $300\text{kHz} \sim 3\text{MHz}$ 、長波である $30\text{kHz} \sim 300\text{kHz}$ 、及び超長波である $3\text{kHz} \sim 30\text{kHz}$ のいずれの周波数も用いることができる。

[0051]

データ送受信のため充電器 2 が通信ネットワーク 7 に対応した上記通信手段を有してもよい。

[0052]

図 1A および図 1B に示すように、データは、車両 3 からサーバ装置 1 へ送られる第 1 のデータ 11 と、サーバ装置 1 から車両 3 へ送られる第 2 のデータ 12 とを有する。

[0053]

第 1 のデータ 11 は、蓄電池パック 4 が有する電池セルに関するものであって、車両 3 のセンサで計測したデータ、又は計測データに基づき推定されたデータも含まれる。蓄電池パック 4 に関するデータの種別は、FCC、内部抵抗（R）、および SOC-OCV 特性データを有する。さらにデータとして積算充電量を有してもよい。蓄電池パック 4 の積算充電量は、車両 3 に搭載された以降の積算充電量、および前回のデータ送信時以降の積算充電量の何れか一または両方であり、両方の場合は蓄電池パック 4 の積算充電量を示すデータは 2 つになる。また第 1 のデータ 11 には誤差データが含まれることがある。

[0054]

第 2 のデータ 12 は、蓄電池パック 4 に関するものであって、推定されたデータ（推定値）が含まれる。なお蓄電池パック 4 に関する推定値の種別は、FCC、内部抵抗（R）値、SOC-OCV 特性データ、および積算充電量に関するものを有する。

[0055]

推定された第 2 のデータ 12 は、2 以上の推定値を有すると望ましい。たとえば推定された SO

C-OCV特性データAと、推定されたSOC-OCV特性データBである。このような場合、車両3にてデータAまたはデータBのいずれかーを選択して、蓄電池パック4のSOC-OCVの推定値とすることができ、当該推定値を用いて必要に応じたバランシング処理が行われる。

[0056]

第1のデータ11、および第2のデータ12は、充電器2を介さず、サーバ装置1および車両3間で送受信することも可能であり、車両3は通信手段を有するとよい。

[0057]

図1Bでは、複数の充電器（第1の充電器2a、および第2の充電器2b）及び複数の車両（第1の車両3a、および第2の車両3b）からサーバ装置1へ送られる複数の第1のデータ（第1のデータ11a、および第2のデータ11b）と、サーバ装置1から複数の充電器および複数の車両へそれぞれ送られる複数の第2のデータ（第2のデータ12a、および第2のデータ12b）とを有する。複数の第1のデータと複数の第2のデータとは、同時にサーバ装置1とやり取りすることが可能である。

[0058]

図1Bでは複数の充電器を示したが、ひとつの充電器に対して、複数の車両が充電する場合であっても、本発明の蓄電池管理システムを利用することが可能である。

[0059]

本発明の蓄電池管理システムは、搭乗者を登録した上で利用してもよい。搭乗者を登録するときに車両情報もあわせて登録することができ、車両情報をあらかじめ把握することができる。車両情報には、初期値のデータが含まれ、蓄電池パック4に関する初期値のデータの種類は、内部抵抗（R）値、SOC-OCV特性データ、およびFCC等が含まれる。初期値を把握するタイミングは、蓄電池パックまたは車両の出荷前のエージング時が挙げられる。

[0060]

図2に車両3の詳細な構成例を示す。車両3は受電コネクタ5を有し、受電コネクタ5を充電器2へ差し込むことで充電が可能となる。充電器2に受電コネクタが備えられている場合もある。充電器2は自宅、充電スタンドまたは公共駐車場等に設置されている。車両3は、充電器2からの電力により蓄電池パック4の充電が可能なプラグイン式のハイブリッド車両、EV車両、または電動フォークリフト等の産業車両として構成されている。

[0061]

図2に示すように、蓄電池パック4は、蓄電池（二次電池）41を有する。二次電池41は複数の電池セルを有する組電池を有する。二次電池41のキャリアイオンがリチウムイオンの場合、二次電池をリチウムイオン二次電池と記す。また二次電池41としてニッケル水素電池を用いてもよい。当該蓄電池パック4をバッテリーと記すことがある。

[0062]

二次電池41は、少なくとも第1のスイッチSW11、および第2のスイッチSW12を介して、受電コネクタ5と電氣的に接続される。第1のスイッチSW11は二次電池41の負極端子と電氣的に接続され、第2のスイッチSW12は二次電池41の正極端子と電氣的に接続される。

[0063]

二次電池41にはパワーコントロールユニット42が電氣的に接続され、パワーコントロールユニット42には駆動用モータ43が電氣的に接続される。パワーコントロールユニット42は、二

次電池 4 1 から供給される直流電力を交流電力に変換して駆動用モータ 4 3 に出力する機能を有する。パワーコントロールユニット 4 2 は、たとえば上記変換が可能なインバータ回路を有する。

[0064]

またパワーコントロールユニット 4 2 は、車両 3 が減速または停止するとき、駆動用モータ 4 3 が生成した交流電力を直流電力に変換し、直流電力を二次電池 4 1 に出力する機能を有してもよい。すなわち駆動用モータ 4 3 が生成した回生電力を、二次電池 4 1 が蓄えてもよい。

[0065]

二次電池 4 1 が有する組電池は複数の電池セル 4 4 (1) 乃至 4 4 (n) (ただし n は 2 以上の自然数) を有するものであって、複数の電池セルは互いに直列に接続される。組電池では充電期間中にセルバランス状態の判定が行われ、セルバランスが不可となった場合、バランス処理が行われる。バランス処理は、各電池セルの SOC 推定を利用して、充電期間中に終了することが好ましい。

[0066]

バランス処理に際し、SOC-OCV 特性の推定は重要である。サーバ装置 1 から送られてくる SOC-OCV 特性の推定値はテーブルとなっていると好ましく、当該テーブルのうち、車両 3 が実際の組電池に最適な SOC-OCV 特性を選択し、車両 3 用のテーブルを作成し、SOC-OCV 特性の推定を完了させることができる。車両 3 用のテーブル作成は、サーバ装置 1 から送信された複数の SOC-OCV 特性 (テーブル) から、最適な SOC-OCV 特性 (テーブル) を選択する方法で達成してもよい。

[0067]

さらに、サーバ装置 1 からは、保存されていた電池セルの健全度 (FCC/FCC_0 、 FCC_0 は初期値の満充電容量) の情報を車両 3 に送信してもよい。電池セルの健全度を用いて、車両 3 用のテーブルの精度を高めることができる。

[0068]

図 2 に示す二次電池 4 1 には、バランス処理のためにバランス回路 4 5 が電氣的に接続されている。バランス回路 4 5 には、アクティブ型とパッシブ型がある。アクティブ型とは、直列接続された複数の電池セル間で容量を分配してバランスを取る機能を奏するバランス回路である。パッシブ型とは、組電池の中の一部の電池セルの容量を消費する方式でバランスを取る機能を奏するバランス回路である。なお、図 2 ではバランス回路 4 5 として、パッシブ型のバランス回路を用いる例を示しているが、アクティブ型のバランス回路を用いてもよい。

[0069]

バランス回路 4 5 は複数の電池セル 4 4 (1) 乃至 4 4 (n) に対応して、少なくとも、複数の抵抗 4 6 (1) 乃至 4 6 (n) (ただし n は 2 以上の自然数) を有する。

[0070]

またバランス回路 4 5 は、複数の電池セル 4 4 (1) 乃至 4 4 (n) および複数の抵抗 4 6 (1) 乃至 4 6 (n) に対応して、少なくとも、複数のスイッチ SW21 (1) 乃至 SW21 (n) (ただし n は 2 以上の自然数) を有する。

[0071]

バランス回路 4 5 において、抵抗 4 6 (1) とスイッチ SW21 (1) を有するまとまりを点線で囲み、これを回路 4 7 (1) と記す。バランス回路 4 5 は電池セルに応じて複数の回路 4 7 (1)

乃至47 (n) (ただしnは2以上の自然数)を有する。回路47の構成は、アクティブ型とパッシブ型とで異なることが多いが、抵抗とスイッチとを有する構成は共通することが多い。すなわち回路47はアクティブ型のバランス回路またはパッシブ型のバランス回路に適用することができる。

[0072]

上述した複数の電池セルおよび複数の回路においてnが等しくなる、つまり同数配置されると好ましいが、たとえば2セル以上15セル以下の電池セルで回路を共有することも可能である。回路を共有する場合、コストを下げることができる。

[0073]

バランス回路45は、複数の電池セル44 (1) 乃至44 (n) のSOCを揃える機能を有する。当該機能は、すべての電池セルが安全動作領域内で動作するように管理する機能ともいえる。ここで図3に示す4つの電池セル (第1の電池セル44 (1) 乃至第4の電池セル44 (4)) を用いてSOCを揃える機能またはSOCを揃える重要性について説明する。

[0074]

図3に示すが、ある時間の第1の電池セル44 (1) 乃至第4の電池セル44 (4) は互いにSOCが異なる。これは、図3に示すSOC-OCV特性が互いの電池セルで異なることに等しい。この状態は、第1の電池セル44 (1) 乃至第4の電池セル44 (4) は互いにSOCがばらついているという。図3では第4の電池セル44 (4) > 第1の電池セル44 (1) > 第3の電池セル44 (3) > 第2の電池セル44 (2) の順にSOCが大きい場合を示す。

[0075]

第1の電池セル44 (1) 乃至第4の電池セル44 (4) にはそれぞれ、第1の回路47 (1) 乃至第4の回路47 (4) が電氣的に接続されている。再掲するが、第1の電池セル44 (1) 乃至第4の電池セル44 (4) は図2に示す二次電池41が有するものである。また第1の回路47 (1) 乃至第4の回路47 (4) は図2に示すバランス回路45が有するものである。

[0076]

図3に示すSOCの状態、二次電池41に対する充電を開始すると、第4の電池セル44 (4) の充電が最も早く完了する。第4の電池セル44 (4) が満充電となった状態のまま、二次電池41の充電を継続すると、第4の電池セル44 (4) が過充電状態となってしまう。一方、第4の電池セル44 (4) が満充電となった状態で二次電池41の充電を終了すると、第4の電池セル44 (4) 以外の電池セルは満充電とならず、二次電池41の放電可能容量の低下が生じる。

[0077]

また図3に示すSOCの状態、二次電池41を使用すると、第2の電池セル44 (2) の容量が最も早くなくなる。第2の電池セル44 (2) の容量がなくなった状態のまま、二次電池41を使用し続けると、第2の電池セル44 (2) が過放電状態となってしまう。一方、第2の電池セル44 (2) の容量がなくなった状態で二次電池41の使用をやめると、第2の電池セル44 (2) 以外の電池セルには容量が残っており、二次電池41の放電可能容量の低下が生じる。

[0078]

このような放電可能容量の低下を抑制するには、各電池セルのSOCを揃えることが望まれる。各電池セルのSOCを揃えることをbalancing処理と記す。蓄電池パック4は図3のような状況を踏まえて、充電期間中等に、balancing処理が必要と判断されることがある。

[0079]

各電池セルのSOCを揃えるために、現在の各電池セルのSOCを高精度に推定する必要がある。各電池セルのSOCは計測することが難しいため、各電池セルに対して計測可能な値（電流および電圧）を用いて、サーバ装置1で推定するとよい。計測可能な値として電圧を用いた場合、図3のようなSOC-OCV特性を用いてSOCを推定することができる。計測された電圧は、SOC-OCV特性のOCVに対応させることが可能である。当該OCVを用いたSOCの推定を実行するタイミングは、図3で点線で丸く囲った充電初期と充電末期が好ましい。充電初期と充電末期はSOC-OCV特性においてOCVの変化が大きいSOC変化が小さい期間である。当該期間はSOC推定におけるOCV誤差の影響が少なくなるため推定のタイミングとして好ましい。

[0080]

SOCの推定を実行するタイミングは、図3で示す充電初期と充電末期の間にある充電中期でもよい。充電中期は、SOC-OCV特性においてOCVの変化がSOCの変化に大きな影響を与える期間である。この期間では、SOC-OCV特性において電流積算（クーロンカウント等）を用いるとよい。電流積算は、各電池セルに流れた電流量を把握する必要がある。当該電流量を計測し、各電池セルのFCCを取得し、カルマンフィルタ等の手法を組み合わせることでSOCの推定が可能になる。

[0081]

電流積算を用いてSOCを推定する場合、各電池セルの単位に対して、以下の計算を行うとよい。

[0082]

[数1]

$$SOC(t) = SOC(t_0) + \frac{1}{FCC} \int_{t_0}^t i(\tau) d\tau$$

[0083]

上記式においてFCCは満充電容量（Full Charge Capacity）であり、サーバ装置1から各電池セルを対象にした健全度（SOH: State Of Health）が送られてきた場合に、車両3側が持っているFCCの初期値であるFCC₀を掛けてFCCを算出する方が好ましい。なお、SOH=FCC/FCC₀である。

[0084]

車両3側では、機械学習が行われるとよく、機械学習として最適なテーブルを決める、または各SOCにおける内部抵抗を推定することができる。

[0085]

各SOCにおける内部抵抗は、例えば、車両3が有する電池セルにおいて計測された電流及び電圧から推定することができる。内部抵抗は実施の形態2の内部抵抗の推定方法において説明するように、応答の速い抵抗成分と、応答の遅い抵抗成分と、に分けて推定してもよい。応答の速い抵抗成分は電子移動抵抗に関係し、応答の遅い抵抗成分は活物質固体内のイオン拡散抵抗に関係することが考えられる。電池セルは充電と放電との繰り返しによって劣化するが、その劣化状態は電池セルの種類及び設置環境によって異なるため、応答の速い抵抗成分と応答の遅い抵抗成分は、それぞれ異なる変化をする場合がある。そのため、上記の様に応答の速い抵抗成分と、応答の遅い抵抗成分と、に分けて推定することは、電池内部の劣化状態を間接的に知る手段の一つであるといえる。

よって、内部抵抗に関するデータを、SOC-OCV特性の推定、SOCの推定及びFCCの推定などに用いる場合、電池の内部状態を反映した情報が増えることで、各種推定の精度が向上するため好ましい。内部抵抗の推定を、車両3でおこなう場合、サーバ装置1に送信する逐次データとして該推定データを含むことが好ましい。内部抵抗に関する該推定データは、各電池の劣化状態を反映するため、サーバ装置1におけるFCCの推定において、特に有用である。ここで、サーバ装置1では、複数の車両3の該推定データを蓄積することができる。

[0086]

本発明の一態様においてSOC推定は、充電初期および充電末期に実行する場合、OCVに基づく推定を行い、充電中期に実行する場合、電流積算を用いた推定を行うことができる。各電池セルのバランス処理のために、SOCの推定は早い段階で実行した方が望ましいため、SOC推定は、充電初期又は充電中期に行うことが好ましい。SOC推定はサーバ装置が実行することが好ましいが、車両の制御部等でSOC推定を実行してもよい。

[0087]

ところで、SOC-OCV特性は、充電と放電を繰り返すこと等により劣化の影響を受けて経時的に変化する。そのため、現在の、つまり最新のSOC-OCV特性を高い精度で取得するためには、多くのデータに基づく推定が必要とされ、演算時間を要する場合がある。

[0088]

劣化は不均一に生じるため、各電池セルのSOC-OCV特性がばらつく。その他には、たとえば劣化率のばらつき、インピーダンスのばらつき、または自己放電率のばらつきが生じる。たとえば劣化率のばらつきには、温度依存性（温度が高いほど劣化が進行すること等）、電圧依存性（充電電圧が高いほど劣化が進行すること等）、または放電深度依存性（放電深度が深いほど劣化が進行すること等）がある。これらが複雑に絡み合うため、各電池セルのSOC推定が難しく、さらに上記依存性を加味すると、SOCの推定には膨大な計算が必要である。

[0089]

そこで、本発明の一態様では、最新のSOC-OCV特性の推定に関する演算処理をサーバ装置1で実行させると好ましい。

[0090]

例えば図3において、最新のSOC-OCV特性を車両3が取得した後、第2の電池セル44（2）のSOCにその他の電池セルのSOCを揃えるには、第2の回路47（2）以外の電池セルに対応した第1の回路47（1）、第3の回路47（3）および第4の回路47（4）が有するスイッチをそれぞれオンにする。すると、第2の電池セル44（2）以外の電池セルで放電が行われて第2の電池セル44（2）以外の電池セルのSOCを第2の電池セル44（2）のSOCに揃えることができる。回路47の抵抗を用いた放電を抵抗放電と記す。

[0091]

このような方法でSOCを揃える場合、代表的にはスイッチと抵抗といった簡便な回路構成を有するバランス回路45で達成できるが、エネルギーを無駄に消費させてしまう。さらに、エネルギー消費に伴い発熱が生じてしまう。エネルギー消費を伴う場合、パッシブ型のバランス回路、またはパッシブ型のバランス処理と記す。

[0092]

その他の方法でSOCを揃えることも可能である。例えば図3において、第4の電池セル44

(4)のSOCにその他の電池セルのSOCを揃えるには、第4の電池セル44(4)以外の電池セルに対応した第1の回路47(1)乃至第3の回路47(3)が有するスイッチをそれぞれオフにして、電池セル44(3)のマイナス端子と電池セル44(4)のプラス端子間のスイッチ(図示しない)をオフにして、電池セル44(3)のマイナス端子と接続される第4の回路47(4)が有するスイッチをオンにして、充電を開始すればよい。すると、第4の電池セル44(4)を迂回して充電させることができ、第4の電池セル44(4)以外の電池セルのSOCを高め第4の電池セル44(4)のSOCに揃えることができる。

[0093]

このような方法は、第4の電池セル44(4)を迂回して充電させる必要がある。そのため第2の電池セル44(2)にそえる場合と比べると、二次電池41及びバランス回路45においてスイッチの数が増える等、回路構成が複雑となる。さらに、エネルギー消費に伴い発熱が生じてしまう。つまりパッシブ型のバランス回路またはバランシング処理に相当する。

[0094]

このようにバランス回路45を動作させるとき、各電池セルの現在のSOCの値が基本になるため、SOCをサーバ装置1で推定させることで、高精度なSOCを取得することができ好ましい。またバランス回路45を動作させるにあたり、サーバ装置1でのSOC推定は充電期間の早いタイミングで開始すると好ましい。

[0095]

また急速充電モード等、充電に要する時間を短くすることが求められているのと同様に、バランシング処理も短時間で完了させることが望まれる。この点においてもサーバ装置1でのSOC推定は充電期間の早いタイミングで開始すると好ましい。

[0096]

サーバ装置1における推定にはアルゴリズムを介したAIを利用することができる。

[0097]

車両3における推定にはアルゴリズムを介したAIを利用することができる。

[0098]

本発明の一態様は、新たなバランシング処理として、電池セル44の内部状態に関するデータを、蓄電池パック4が一定期間ごとに取得して、上記データは通信ネットワーク7等を利用して蓄電池パック4からサーバ装置1へ送信され、さらに内部状態に係る推定処理をサーバ装置1で実行させ、実行結果を複数作成して保存しておき、蓄電池パック4は、現在の電池セル44の状態に最も近い内部状態、いわゆる最新の内部状態のものをサーバ装置1又は記憶部52に保存されたデータから選択するというものである。蓄電池パック4とサーバ装置1と、の通信は、車両制御ユニット50を介して行うことができるが、蓄電池パック4が通信機能を有する構成としてもよい。

[0099]

このような本発明の一態様により、SOC等に関するデータが高精度かつ短時間で得られる。サーバ装置1で実行されるSOCの推定に係る演算処理は短時間で完了することができ、サーバ装置1では演算処理の頻度を高めることもできる。さらにサーバ装置1での演算処理は、車両3の充電中に並行して実行できるため、短時間でバランシング処理を完了させることができる。

[0100]

またサーバ装置1で保存するSOC等に関するデータおよび推定結果は汎用性があるため、複数

の蓄電池パック 4 へ提供することも可能である。このようなシステムにより、蓄電池パック 4 は高精度に推定された SOC 等を取得することができ、蓄電池パック 4 において新たな制御部等が不要となり、最も効率的に SOC を揃えることができる。balancing 処理に伴う無駄なエネルギー消費が抑制され、蓄電池パック 4 の能力を最大限発揮することができる。

[0101]

上記を達成するために、図 1 A および図 1 B のように、車両 3 とサーバ装置 1 との間で、データの送受信が行われる。データの送受信は車両 3 が停止状態かつ充電器 2 に接続された状態で行われることが好ましい。充電器 2 に接続されると、車両 3 の蓄電池パック 4 は充電が開始される。受電コネクタ 5 が充電器 2 と接続している間の充電期間は、初期及び中期の CC (定電流: Constant Current) 充電期間、末期の CV (定電圧: Constant Voltage) 充電期間に分けることができる。

[0102]

受電コネクタ 5 が充電器 2 と接続している間は、サーバ装置 1 と車両 3 との間の通信が可能である。充電初期及び中期、つまり CC 充電に対応する期間のとき、通信を利用して、車両 3 にて最適な SOC-OCV 特性を決めることができる。

[0103]

充電末期、つまり CV 充電期間のとき、満充電までの残りの容量を各電池セルから算出し、満充電までに最も長い時間を要する電池セルを特定してもよい。その他の電池セルは、どのタイミングで回路 4 7 での放電を開始するか、いわゆる回路 4 7 での放電の順番を決めてもよい。

[0104]

CC 充電期間で SOC-OCV 特性のテーブルはサーバ装置 1 にて作成されているが、充電が完了後、必要があれば車両に搭載された GPU によりテーブルを修正することができる。

[0105]

車両 3 は各電池セル 4 4 の SOC データを統合して、搭乗者 (ユーザ) 向けの残量計のテーブルを作成してもよい。

[0106]

第 1 のデータ 1 1 および第 2 のデータ 1 2 の送受信は、図 2 に示す車両制御ユニット 5 0 により可能となる。車両制御ユニット 5 0 は少なくとも CPU 5 1、記憶部 5 2 および通信部 5 3 を有し、二次電池 4 1 又は別途設けた蓄電池から電力を供給されて動作する。

[0107]

車両制御ユニット 5 0 は、ビークル・コントロール・ユニットと呼ばれることがある。車両制御ユニット 5 0 は車両の状態を判断し、最適な状態を維持するための制御装置であり、CAN (Controller Area Network) 通信、CAN FD (CAN with Flexible Data rate)、車載イーサネット (登録商標) 等を利用して車両全体を制御することができる。

[0108]

当該車両制御ユニット 5 0 により、サーバ装置 1 に保存された SOC 等に関するデータを選択することができる。たとえば車両制御ユニット 5 0 は少なくとも CPU 5 1 を有し、CPU 5 1 はサーバ装置 1 又は記憶部 5 2 に保存されたデータから、現在の電池セルの状態に最も近い、最適な SOC 等に関するデータを選択するための演算処理を実行することが可能である。車両制御ユニット

50はCPU51以外に、演算処理可能なCPU、GPUを有することができる。

[0109]

車両制御ユニット50は記憶部52を有し、記憶部52はRAMおよびROM等を有する。記憶部52は、複数の電池セル44のSOC-OCV特性データを記録することができる。また記憶部52はサーバ装置1から選択されたSOC等に関するデータを記録することができる。また記憶部52は蓄電池パック4を制御するプログラム等も記録することができる。当該プログラムの一を実行することで、CPU51はサーバ装置1又は記憶部52に保存されたデータから、複数の電池セル44のそれぞれについて、現在の状態に最も近いSOC等に関するデータを選択することが可能である。

[0110]

車両制御ユニット50は通信部53を有し、サーバ装置1とのデータ送受が可能である。

[0111]

蓄電池パック4は保護回路60を有する。保護回路60が有する電流監視回路61は二次電池41から得られる計測値として、充放電電流を計測するセンサ機能を有してよい。電流監視回路61を用いて、充放電電流を計測することで、電池セルのクーロンカウントを行うことができ、SOC等に関するデータを得ることができる。

[0112]

保護回路60が有する電圧監視回路62は二次電池41等から得られる計測値として、各電池セル44の端子電圧を計測することができるセンサ機能を有してよい。保護回路60が有する温度監視回路63は二次電池41等から得られる計測値として、各電池セル44の温度等を計測することができるセンサ機能を有してよい。保護回路60が有する経路遮断回路64は二次電池41等に対して、充放電電流の経路を遮断することができる。

[0113]

車両制御ユニット50は保護回路60から得られた計測値をパラメータとして取得することができる。得られた計測値に基づき、過放電状態または過充電状態と判断された電池セルに対して、放電または充電の実施を強制的に停止することができる。強制的に停止するか否かは車両制御ユニット50が判断することができる。

[0114]

車両制御ユニット50は、選択されたSOC等に関するデータに従い、バランス回路45を制御することができる。具体的に、車両制御ユニット50はバランス回路45のスイッチSW21(1)乃至SW21(n)のオンまたはオフを制御することができる。

[0115]

車両制御ユニット50には、スタートスイッチ71が電氣的に接続されている。車両制御ユニット50は、搭乗者によるスタートスイッチ71の操作に応じて、車両3の起動状態と停止状態とを切り替えることができる。また車両制御ユニット50は、二次電池41の充電状態に応じて、車両3の起動状態と停止状態とを切り替えることができ、スタートスイッチ71の操作を可能にする。

[0116]

本実施の形態において、各電池セルのSOC等に関するデータを蓄電池パック4から一定期間ごとの逐次データとして取得し、かつ取得したデータは通信ネットワーク7等を利用してサーバ装置1で保存し、さらにSOCの推定に係る計算をサーバ装置1で実行させて推定結果を算出すること

ができる。蓄電池パック 4 では、現在の電池セル 4 4 の状態に最も近い SOC 等に関するデータを、サーバ装置 1 又は記憶部 5 2 に保存されたデータから選択すればよい。SOC 等に関するデータが高精度かつ短時間で得ることができる。

[0117]

サーバ装置で保存する SOC 等に関するデータおよび推定結果は汎用性があるため、複数の車両 3 が有する蓄電池パック 4 へ提供することができる。

[0118]

このようなシステムにより、蓄電池パック 4 は高精度に推定された SOC 等を取得することができる。バランス回路等によって最も効率的に SOC を揃える処理とすることができる。balancing 処理が行われた蓄電池パック 4 は、最適な FCC を利用することができる構成である。このような構成は、バッテリーを可能な限り利用することから、バッテリーの限界利用と記す場合がある。本発明の一態様の蓄電池管理システムとすることで、蓄電池パック 4 が有する複数の電池セル 4 4 を限界利用することができる。

[0119]

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

[0120]

(実施の形態 2)

本実施の形態では、SOC-OCV 特性データに関する処理方法等について説明する。

[0121]

[SOC-OCV 特性データに関する処理方法]

図 4 は、第 1 のデータ 1 1 および第 2 のデータ 1 2 が有する SOC-OCV 特性データに関して、サーバ装置 1 における SOC-OCV 特性データの作成と、車両 3 側、たとえば車両制御ユニット 5 0 における SOC-OCV 特性データの選択とを説明する図である。

[0122]

サーバ装置 1 は、第 1 のアルゴリズム 1 2 1 を有する。第 1 のアルゴリズム 1 2 1 は、第 1 のデータ 1 1 の少なくとも一部を入力データとして、第 1 の SOC-OCV 特性データ 1 6 2 を作成する機能を有する。第 1 の SOC-OCV 特性データ 1 6 2 は推定値を有する。第 1 のアルゴリズム 1 2 1 は、第 1 のニューラルネットワーク 1 3 1 を有することが好ましい。また、サーバ装置 1 は、第 1 の SOC-OCV 特性データ 1 6 2 を、第 2 のデータ 1 2 の一部として、車両 3 側に送信する機能を有する。送信された第 1 の SOC-OCV 特性データ 1 6 2 は、車両 3 の SOC-OCV 特性データリスト 1 6 1 の一部として加えられる。

[0123]

車両 3 側は、第 2 のアルゴリズム 1 2 2 を有する。第 2 のアルゴリズム 1 2 2 は車両制御ユニット 5 0 の記憶部 5 2 等に記録されているとよい。第 2 のアルゴリズム 1 2 2 は、SOC-OCV 特性データリスト 1 6 1、ならびに車両制御ユニット 5 0 に集約された、蓄電池パック 4 に関する電圧値、電流値、電池セル温度、および容量値等を入力値として、複数の SOC-OCV 特性データリスト 1 6 1 から第 2 の SOC-OCV 特性データ 1 6 3 を選択する機能を有する。第 2 の SOC-OCV 特性データ 1 6 3 は、該選択時における車両 3 の電池セル 4 4 の状態に最も近いものが選ばれる。最も近いとは、電池セルの SOC-OCV 特性の全範囲と、最も差が小さいことをいう。電池セルの SOC-OCV 特性の全範囲を実際に計測することは難しいため、第 2 のアルゴリズム

122では、限られた入力データを基に第2のSOC-OCV特性データ163を選択する必要がある。そのため、第2のアルゴリズム122は、第2のニューラルネットワーク132を有することが好ましい。第2のアルゴリズム122は、第2のニューラルネットワーク132を有することで、限られた入力データを用いて電池セルの状態に最も近い第2のSOC-OCV特性データ163を選択できる。また車両3は、第2のSOC-OCV特性データ163を、第1のデータ11の一部として、サーバ装置1に送信する機能を有する。なお第2のアルゴリズム122は車両3の搭乗者が所有するスマートフォン等の電子機器に搭載されていてもよい。

[0124]

第1のニューラルネットワーク131として例えば、FFNN (Feedforward Neural Network、順伝播型ニューラルネットワーク)、CNN (Convolutional Neural Network、畳み込みニューラルネットワーク)、RNN (Recurrent Neural Network、再帰型ニューラルネットワーク) およびLSTM (Long Short-Term Memory、長・短期記憶ユニット) の中から何れかを用いることができる。

[0125]

第2のニューラルネットワーク132として例えば、FFNN、CNN、RNNおよびLSTMの中から何れかを用いることができる。また、第2のニューラルネットワーク132では、決定木を用いて分類問題として、SOC-OCV特性データリスト161から第2のSOC-OCV特性データ163を選択してもよい。

[0126]

次に、図5を用いて第1のSOC-OCV特性データ162のデータ記述方式について説明する。本発明の一態様の蓄電池管理システムとして、たとえば、第1のSOC-OCV特性データ162を取得するためのSOCデータおよびOCVデータを、図5に示すように特定のビットに割り当てるデータ記述方式を用いることができる。図5にはSOCデータの記述方式を示しており、ビットデータ (bit data) と対応SOC [%] との関係を示す。また、OCVデータの記述方式として、ビットデータと対応電圧 [V] との関係を示す。SOCデータにおける特定ビットデータが例えば0011であるとき、対応SOCは40%であり、OCVデータにおける対応電圧は3.300Vとなる。電池セルの通常の使用状況においては、SOCが0%以上100%以下の範囲となるように使用されるが、電池セルを長期間使用しない場合には0%以下の過放電状態になっている可能性がある。また、充電においては、100%以上に充電される過充電について、潜在的なリスクとして対応する必要がある。そのため、図5で示すようにSOCデータは、0%よりも小さいSOC範囲および、100%より大きいSOC範囲にも対応することが望ましい。また、OCVデータはSOCデータと対になるデータであり、各SOCデータに対応するようにOCVデータとして割り当てられる。

[0127]

また、図5では第1のSOC-OCV特性データ162のデータ記述方式の一例として、SOCが100%に近い範囲において、データの間隔が細くなるように割り当てた例を示している。電池セルにおいて、SOCが100%を超える過充電状態は、電池セルの安全性の低下および電池寿命の低下につながる可能性があるため、SOCが100%に近いSOC範囲では、ビットデータの割り当てを多くすることが望ましい。ビットデータの割り当てはサーバ装置1にて行うことができ

る。SOCが100%に近いSOC範囲として、好ましくは90%以上110%以下、より好ましくは95%以上105%以下であることが好ましく、この範囲において、ビットデータの割り当てを、他の範囲に比べて、2倍以上にすることが望ましい。

[0128]

また、図5では、100%に近いSOC範囲のビットデータの割り当てを多くしたが、更に0%に近いSOC範囲についても、データの間隔が細くなるように割り当てるとよい。0%に近いSOC範囲についてもビットデータの割り当てを多くすることは、電池セルを有する車両3における突然のシャットダウンを防ぐことが容易になり、安全性向上につながる。

[0129]

図5のように、SOCの一部範囲のビットデータ割り当てを多くすることは、小さいビット数であっても十分なSOC-OCV特性データを形成することが可能となり、サーバ装置1と車両3とのデータ通信の軽量化、および車両3内でのデータの軽量化等を可能にする。

[0130]

図5では、説明のため4ビットでの例を示しているが、これに限らず、たとえば8ビット、16ビット、32ビット、64ビットなど、と4ビットよりも大きなビット数でデータを記述してもよい。大きなビット数を用いる場合、上記に示したSOCの一部範囲のビットデータ割り当てを多くする必要がない場合がある。これは、SOC-OCV特性データに割り当てられるビット数が大きな場合には、SOCの一部範囲に限らず、SOCの全範囲を詳細に記述することができるためである。

[0131]

また、図5では第1のSOC-OCV特性データ162のデータ記述方式の一例として、SOCデータおよびOCVデータの割り当て以外に、電池セルの状態を表すState A乃至State Dを、余剰のビットデータに割り当てた例を示している。電池セルの状態を表すState A乃至State Dをたとえば、内部ショートなどの危険状態を示すデータとして割り当てることができる。

[0132]

以上に示したように、本発明の一態様の蓄電池管理システムが有するSOC-OCV特性データに関するデータ処理機能によって、電池セルの推定精度を高めることが可能となる。また、サーバ装置1によって行われるSOC-OCV特性データの軽量化（データ量の軽減）、およびニューラルネットワーク処理への好適化によって、車両3が有する制御部の低消費電力化が可能となる。

[0133]

[FCC、内部抵抗に関する処理機能]

図6は、第1のデータ11が有するFCC、および第2のデータが有する内部抵抗(R)に関して、サーバ装置1にてFCCの推定を実行し、車両3側で内部抵抗の推定を実行する例である。このようにサーバ装置1での推定に加えて、車両3側での推定を実施してもよい。図6を用いて、蓄電池管理システムの、FCCおよび内部抵抗の推定に関する機能構成について説明する。

[0134]

サーバ装置1は、第3のアルゴリズム123を有する。第3のアルゴリズム123は、電池セルに基づき算出された内部抵抗171a（電池セルで推定したある一周期前のRデータであって R_{n-1} と記す）を入力データとして、FCC172を推定する機能を有する。第3のアルゴリズム12

3は、第3のニューラルネットワーク133を有することが好ましい。また、サーバ装置1は、FCC172を、第2のデータ12の一部として、車両3に送信する機能を有する。

[0135]

車両3側では、第4のアルゴリズム124を有する。第4のアルゴリズム124は、FCC172、第2のSOC-OCV特性データ163、ならびに電池セルの電圧値、電流値、および容量値を入力データとして、電池セルの内部抵抗171b（電池セルで推定したRデータであって R_n と記す）を推定する機能を有する。第4のアルゴリズム124は、第4のニューラルネットワーク134を有することが好ましい。また、車両3は、内部抵抗171b（ R_n ）を、第1のデータ11の一部として、サーバ装置1に送信する機能を有する。

[0136]

第3のニューラルネットワーク133として例えば、FFNN、CNN、RNNおよびLSTMの中から何れか一を用いることができる。

[0137]

第4のニューラルネットワーク134として例えば、FFNN、CNN、RNN（およびLSTM）の中から何れか一を用いることができる。

[0138]

次に、図7を用いて内部抵抗171（Rと記す）の推定方法について説明する。図7は、車両3が有する、第4のアルゴリズム124の機能を示しており、第1のSOC-OCV特性データ162、FCC172、および電池セル44の内部計測値を、第4のアルゴリズム124に入力することで、内部抵抗171が推定される。内部抵抗はサーバ装置1で推定してもよい。

[0139]

第1のSOC-OCV特性データ162は、図5にて説明したデータ形式であることが望ましい。なお、各電池セルの内部計測値は、電池セルから計測された電圧値（V）31、電流値（I）32、およびクーロンカウンタ等によって計測された容量値（Q）33、温度（T）34に基づき求めることができる。

[0140]

以上に示したように、本発明の一態様の蓄電池管理システムが有するFCCおよび内部抵抗の推定に関する機能により、電池セルのFCCおよび内部抵抗の推定精度を高めることが可能となる。また、軽量化（データ量の軽減）されたSOC-OCV特性データを内部抵抗の推定に用いることで、ニューラルネットワーク処理を行う上で好適となり、車両3が有する制御部の低消費電力化が可能となる。

[0141]

[内部抵抗の測定方法]

図7で示した内部抵抗171の推定方法にかえて、図8及び図9で説明する電流休止法による測定結果から、内部抵抗171を推定してもよい。この場合、第4のアルゴリズム124は以下に説明する電流休止法による内部抵抗の推定機能を有するとよい。

[0142]

電流休止法は、CC充電において、充電を行わない休止期間を一定時間設け、該休止期間における電池セルの電圧の変化を解析し、内部抵抗を推定する方法である。または、CC放電において、放電を行わない休止期間を一定時間設け、該休止期間における電池セルの電圧の変化を解析し、内

部抵抗を推定する方法である。休止期間として、1秒間以上10分間以下が好ましく、5秒以上5分以下がより好ましく、10秒以上3分以下であることがより好ましい。

[0143]

図8は、電流休止法の解析方法を説明する図である。図8にはCC放電における電流休止法の例を示しているが、これに限らず、CC充電において電流休止法を用いてもよい。休止期間の直前の電池電圧と、休止期間が始まって0.1秒後の電池電圧と、の差を $\Delta V(0.1s)$ とする。また、休止期間が始まって0.1秒後の電池電圧と、休止期間が始まって120秒後（休止期間終了時の電池電圧）と、の差を $\Delta V(0.1s \sim 120s)$ とする。次に、 $\Delta V(0.1s)$ を定電流放電の電流値で除した値を、応答が速い抵抗成分 $R(0.1s)$ とし、 $\Delta V(0.1s \sim 120s)$ を定電流放電の電流値で除した値を、応答が遅い抵抗成分 $R(0.1s \sim 120s)$ とする。応答が速い抵抗成分 $R(0.1s)$ は、主に電氣的な抵抗（電子伝導抵抗）に由来し、応答が遅い抵抗成分 $R(0.1s \sim 120s)$ は、主に活物質粒子内のLi拡散抵抗に由来すると考えられる。

[0144]

次に電流休止法の解析結果の例を以下に示す。異なる正極活物質を用いた電池サンプル（サンプル1及びサンプル2）について、図8にて説明した解析方法を用いて、応答が速い抵抗成分 $R(0.1s)$ と、応答が遅い抵抗成分 $R(0.1s \sim 120s)$ を解析した例として、図9Aに応答が速い抵抗成分 $R(0.1s)$ の推移を示す。図9Bには、サンプル1について、応答が速い抵抗成分 $R(0.1s)$ と応答が遅い抵抗成分 $R(0.1s \sim 120s)$ の推移を示す。

[0145]

図9Aに示すようにサンプル1の応答が速い抵抗成分 $R(0.1s)$ は、減少した後に増加する傾向があり、サンプル2の応答が速い抵抗成分 $R(0.1s)$ は増加方向のみの変化である。このように、応答が速い抵抗成分 $R(0.1s)$ の変化は一樣な傾向ではなく、電池によって異なる場合がある。

[0146]

図9Bに示すように、応答が速い抵抗成分 $R(0.1s)$ よりも、応答が遅い抵抗成分 $R(0.1s \sim 120s)$ の方が大きく変化している。応答が遅い抵抗成分 $R(0.1s \sim 120s)$ は、20サイクル付近から急増し、27サイクル目以降はほぼ一定の傾向となっている。このように応答が速い抵抗成分 $R(0.1s)$ と応答が遅い抵抗成分 $R(0.1s \sim 120s)$ と、は異なる変化傾向を持つ場合がある。

[0147]

そこで、第4のアルゴリズム124では、応答が速い抵抗成分 $R(0.1s)$ と応答が遅い抵抗成分 $R(0.1s \sim 120s)$ のそれぞれについて、時系列データの推測としてLSTMなどのニューラルネットワークを用いて、内部抵抗の今後の変化を、抵抗成分ごとに予測する機能を有することが好ましい。

[0148]

上記の予測する機能は、サーバ装置1が有していてもよい。サーバ装置1が、応答が速い抵抗成分 $R(0.1s)$ と応答が遅い抵抗成分 $R(0.1s \sim 120s)$ のそれぞれについて、時系列データの推測としてLSTMなどのニューラルネットワークを用いて、内部抵抗の今後の変化を、抵抗成分ごとに予測する機能を有する場合、複数の車両3が有する二次電池41に対応するデータを集積し、該ニューラルネットワークの予測精度を向上させることが可能となるため、好ましい。

[0149]

これまでの例で示した車両3の様に、複数の電池セル44を有する場合、各々の電池セル毎に、内部抵抗を測定、推定、及び予測することが好ましい。複数の電池セル44は、電池セル44の製造上の特性バラツキを有し、更に二次電池41における電池セル44の搭載位置によって環境温度が変化する場合もあるため、複数の電池セル44の各々について、内部抵抗を測定、推定、及び予測することで、より正確な制御が可能な蓄電池制御システムにすることができる。

[0150]

なお、内部抵抗の推定において、応答が速い抵抗成分 $R(0.1s)$ と応答が遅い抵抗成分 $R(0.1s \sim 120s)$ と、を正確に解析するためには、電池セル44から計測される電圧値(V)31、電流値(I)32の計測値の同期性が重要となる。そのため、電流監視回路61及び電圧監視回路62において、複数の電池セル44の電圧値(V)31、及び電流値(I)32の測定は、スキャン方式のA/D変換部ではなく、複数の電池セル44の電圧値(V)31、及び電流値(I)32の各々にA/D変換部を設けることが好ましい。このとき、電流値(I)32の変化をトリガーとして、複数の電池セル44の電圧値(V)31を取得してもよい。

[0151]

また車両3では、SOC-OCV特性データリスト161および第2のSOC-OCV特性データ163だけでなく、第3のSOC-OCV特性データを有してもよい。第3のSOC-OCV特性データは、第2のSOC-OCV特性データ163と、車両3の推定負荷を基に作成することができる。推定負荷として、電池セルの平均消費電流値を用いることができる。第3のSOC-OCV特性データは、第2のSOC-OCV特性データ163と比較して、OCVデータにおいて、SOCが低い範囲の対応電圧が、車両3の推定負荷に応じて高めに設定される。単純化した例として、たとえば第2のSOC-OCV特性データ163におけるSOC=10%が、第3のSOC-OCV特性データにおいてSOC=0%としてデータが記録されることになる。この例の場合、第3のSOC-OCV特性データにおいてSOCが0%となるOCVは、第2のSOC-OCV特性データ163におけるSOCが0%となるOCVよりも高いことになる。第3のSOC-OCV特性データを車両3の搭乗者に向けて表示することも可能で、車両3の予期せぬシャットダウンを防ぐことができるため好ましい。

[0152]

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

[0153]

(実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の電池セルに用いられる正極について説明する。

[0154]

[正極]

図10Aは正極の断面図の一例を示している。正極は、正極集電体550上に正極活物質層571を有する。正極活物質層571は正極活物質561、正極活物質562、バインダ(結着剤)555、導電助剤553、導電助剤554、および電解質556を含む。正極活物質561は平均粒径が正極活物質562よりも大きいものを指す。

[0155]

[正極活物質]

正極活物質 561 および／または正極活物質 562 は正極活物質粒子と呼ばれることがあるが、粒子状以外の多様な形状をとる。正極活物質 561 および／または正極活物質 562 は複数の結晶子を有する一次粒子、または一次粒子が凝集して形成された二次粒子であってもよい。

[0156]

正極活物質 561 および／または正極活物質 562 はキャリアイオンの挿入および脱離が可能な材料を用いることができる。キャリアイオンはリチウムイオン、ナトリウムイオン、カリウムイオン、カルシウムイオン、ストロンチウムイオン、バリウムイオン、ベリリウムイオン、またはマグネシウムイオンを用いることができる。

[0157]

リチウムイオンの挿入および脱離が可能な材料として、オリビン型の結晶構造、層状岩塩型の結晶構造、またはスピネル型の結晶構造を有するリチウム複合酸化物等がある。たとえば、オリビン型の結晶構造を有するリチウム複合酸化物は、 LiMPO_4 （ここで $M = \text{Fe}$ 、 Mn 、 Ni 、 Co のいずれかを有する）で示される。 Fe および Mn は熱安定性にも優れていることから次世代の正極材料として期待されている。たとえば、層状岩塩型の結晶構造を有するリチウム複合酸化物は、 LiMO_2 （ここで $M = \text{Fe}$ 、 Mn 、 Ni 、 Co のいずれかを有する）で示される。 M が Co の場合、 LiMO_2 は LiCoO_2 と示されるが、これを LCO と記すことがあり、またコバルト酸リチウムと呼ぶことがある。層状岩塩型の結晶構造を有するリチウム複合酸化物において、 M として Fe 、 Mn 、 Ni 、及び Co から選ばれた一又は複数を有してもよい。

[0158]

Ni 、 Mn および Co を有する複合酸化物として、 $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Mn}_z\text{O}_2$ ($x > 0$ 、 $y > 0$ 、 $0.8 < x + y + z < 1.2$) で表される NiCoMn 系 (NCM ともいう) がある。具体的には例えば、 $0.1x < y < 8x$ かつ $0.1x < z < 8x$ を満たすことが好ましい。一例として、 x 、 y および z は、 $x : y : z = 1 : 1 : 1$ またはその近傍の値を満たすことが好ましい。または一例として、 x 、 y および z は、 $x : y : z = 5 : 2 : 3$ またはその近傍の値を満たすことが好ましい。または一例として、 x 、 y および z は、 $x : y : z = 8 : 1 : 1$ またはその近傍の値を満たすことが好ましい。または一例として、 x 、 y および z は、 $x : y : z = 9 : 0.5 : 0.5$ またはその近傍の値を満たすことが好ましい。または一例として、 x 、 y および z は、 $x : y : z = 6 : 2 : 2$ またはその近傍の値を満たすことが好ましい。または一例として、 x 、 y および z は、 $x : y : z = 1 : 4 : 1$ またはその近傍の値を満たすことが好ましい。

[0159]

また、上記に示した NiCoMn 系において、アルミニウム、マグネシウム、チタン及びホウ素の中から選ばれる何れか一以上を、 $0.1 \text{ mol} \%$ 以上 $3 \text{ mol} \%$ 以下、で有することが好ましい。

[0160]

この他にも、 V_2O_5 、 Nb_2O_5 といった酸化物が正極材料として研究されている。たとえば、スピネル型の結晶構造リチウム複合酸化物には、リチウムマンガンスピネル (LiMn_2O_4) 等がある。

[0161]

リチウム複合酸化物はニッケル、クロム、アルミニウム、鉄、マグネシウム、モリブデン、亜鉛、ジルコニウム、インジウム、ガリウム、銅、チタン、ニオブ、シリコン、フッ素およびリンなどからなる群から選ばれる少なくとも一種以上の元素が含まれていてもよい。 Ni 、 Mn および Co を

有するリチウム複合酸化物にアルミニウムが含まれたものをNCMAと記すことがある。Ni、およびCoを有するリチウム複合酸化物にアルミニウムが含まれたものをNCAと記すことがある。

[0162]

正極活物質561の平均粒径は1 μm 以上50 μm 以下、好ましくは5 μm 以上20 μm 以下である。なおNCM等の三元系の複合酸化物の場合、正極活物質561は二次粒子として考えることができ、二次粒子の平均粒径が1 μm 以上50 μm 以下、好ましくは5 μm 以上20 μm 以下であるとよい。

[0163]

活物質の充填密度を高めるため、粒子サイズの異なる正極活物質562をさらに加えることがある。粒子サイズが異なるとは、平均粒径の極大値が異なることを指す。たとえば正極活物質562は平均粒径の極大値が正極活物質561より小さいものである。正極活物質562の平均粒径の極大値は、正極活物質561の平均粒径の極大値の1/6以上1/10以下となると好ましい。粒子サイズの異なる活物質を混ぜることで、正極活物質層571における活物質の充填密度を向上させることができる。

[0164]

正極活物質562を有さなくとも充電密度を高めることができる。正極活物質562を有さない場合、作製工程を削減し、さらに低コスト化を図ることができる。

[0165]

正極活物質561および／または正極活物質562は、粒界を有することがある。粒界は結晶子と結晶子との間に位置することがある。

[0166]

正極活物質561および／または正極活物質562は表層部に添加元素を有することがある。図10Aでは正極活物質561の表層部572を示す。表層部572は断面視において正極活物質561の表面から内部に向かって50 nm以内、より好ましくは35 nm以内、さらに好ましくは20 nm以内、最も好ましくは10 nm以内に存在する。

[0167]

添加元素は表層部に偏在しているとよい。偏在とは、添加元素が不均一に存在している、または偏って存在している様子を示すものであり、添加元素の濃度は一領域より他領域の方が高くなる。偏在は偏析、または析出と表記してもよい。

[0168]

添加元素はその種類によっては、正極活物質として容量に寄与しないものがある。このような添加元素は正極活物質の表層部に偏在していると好ましい。添加元素が偏在している様子は、正極活物質の内部より表層部では高濃度に添加元素が存在することで確かめることができる。少なくとも表層部に添加元素が存在することで、充放電時の構造劣化を阻止できるため、劣化しづらい正極活物質となる。

[0169]

活物質の内部に対して表層部572が設けられた構造をコアシェル構造と記すことがある。コアシェル構造は正極活物質562にも適用できる。

[0170]

[バインダ]

バインダ555は、正極集電体550から正極活物質561または導電助剤553が滑落しないようにするために備えられている。またバインダ555は、正極活物質561と導電助剤553とをつなぎとめる役割を果たす。そのためバインダ555は、正極集電体550と接するように位置するもの、正極活物質561と導電助剤553との間に位置するもの、導電助剤553と絡まるように位置するものがある。

[0171]

バインダ555は、高分子材料である樹脂を有する。バインダを多く含ませると正極活物質層571における正極活物質561の割合が低下することがある。正極活物質561の割合が低下すると二次電池の放電容量が小さくなることにつながるため、バインダ555の混合量は最小限とする。

[0172]

[導電助剤]

正極活物質561は複合酸化物のため抵抗が高いことがある。すると正極活物質561から正極集電体550へ電流を集めることが難しくなる。そこで導電助剤553および／または導電助剤554が正極活物質561と正極集電体550との間の電流パス、複数の正極活物質561間の電流パス、複数の正極活物質間と正極集電体550との間の電流パス等を補助する機能を果たす。このような機能を果たすために導電助剤553および／または導電助剤554は正極活物質561より抵抗の低い材料から構成され、また導電助剤553および／または導電助剤554は正極集電体550と接するように位置するもの、正極活物質561の隙間に位置するものがある。

[0173]

導電助剤553は、その役割から導電付与剤、導電材とも呼ばれ、炭素材料または金属材料が用いられる。導電助剤553に用いられる炭素材料としてカーボンブラック（ファーネスブラック、アセチレンブラック、黒鉛など）がある。カーボンブラックは正極活物質561より小さな粒径を有するものである。導電助剤554に用いられる繊維状の炭素材料としてカーボンナノチューブ（CNT）、VGCF（登録商標）がある。導電助剤554に用いられるシート状の炭素材料として多層グラフェンがある。図10Aは正極の断面であるが、シート状の炭素材料が糸状に見えることがある。

[0174]

粒子状の導電助剤553は正極活物質561の隙間に入り込むことが可能であり、また凝集しやすい。そのため粒子状の導電助剤553は近くに配置された正極活物質間（隣接した正極活物質間）の導電パスを補助することができる。繊維状またはシート状の導電助剤554は、折れ曲がった領域も有するが、正極活物質561より大きなものとなる。そのため繊維状またはシート状の導電助剤554は、隣接した正極活物質間に加えて、離間して配置された正極活物質間の導電パスを補助することもできる。導電助剤は、粒子状、繊維状、シート状のものを混合するとよい。

[0175]

シート状の導電助剤としてグラフェンを用い、粒子状の導電助剤としてカーボンブラックとを混合する場合、スラリーにおいて、カーボンブラックの重量がグラフェンの1.5倍以上20倍以下、好ましくは2倍以上9.5倍以下の重量となるとよい。

[0176]

また、グラフェンとカーボンブラックの混合割合を上記範囲とすると、カーボンブラックが凝集せずに、分散しやすい。また、グラフェンとカーボンブラックの混合割合を上記範囲とすると、カ

ーボンブラックのみを導電助剤に用いた場合よりも電極密度を高くすることができる。電極密度を高くすることで、単位重量当たりの容量を大きくすることができる。具体的には、正極活物質層の密度は、 3.5 g/cc より高くすることができる。

[0177]

なお、グラフェンとカーボンブラックとを混合して導電助剤に用いた正極は、グラフェンのみを導電助剤に用いた正極より急速充電へ対応することができる。さらにグラフェンとカーボンブラックの混合割合を上記範囲とすると好ましい。

[0178]

車両に搭載される二次電池としてラミネート型の二次電池がある。高容量とするためラミネート型二次電池の数を増やすことで車両の走行距離を伸ばそうとする。するとラミネート電池により車両の重量が増加してしまうため、車両を移動させるのに必要なエネルギーが増加してしまう。ラミネート型の二次電池の数を増やすことなく、車両の総重量をほとんど変えないことで、走行距離を延ばすことができる。

[0179]

また、車両に搭載される二次電池が高容量になると充電する電力が必要とされるため、短時間で充電を終了させることが望ましい。また、車両に搭載される二次電池が高容量になると車両のブレーキをかけた時に一時的に発電させてその分を充電する、いわゆる回生充電において、急速充電が可能となり好ましい。

[0180]

[電解質]

電解質556は、溶媒と、キャリアイオンとなる金属の塩と、を有することが好ましい。電解質の溶媒としては、非プロトン性有機溶媒が好ましく、たとえば、エチレンカーボネート（EC）、プロピレンカーボネート（PC）、ブチレンカーボネート、クロロエチレンカーボネート、ビニレンカーボネート、γ-ブチロラクトン、γ-バレロラクトン、ジメチルカーボネート（DMC）、ジエチルカーボネート（DEC）、エチルメチルカーボネート（EMC）、ギ酸メチル、酢酸メチル、酢酸エチル、プロピオン酸メチル、プロピオン酸エチル、プロピオン酸プロピル、酪酸メチル、1,3-ジオキサン、1,4-ジオキサン、ジメトキシエタン（DME）、ジメチルスルホキシド、ジエチルエーテル、メチルジグリム、アセトニトリル、ベンゾニトリル、テトラヒドロフラン、スルホラン、スルトン等の1種、またはこれらのうちの2種以上を任意の組み合わせおよび比率で用いることができる。

[0181]

また、電解質の溶媒として、難燃性および難揮発性であるイオン液体（常温熔融塩）を一つまたは複数用いることで、二次電池の内部短絡、過充電、等によって内部温度が上昇しても、二次電池の破裂及び発火などを防ぐことができる。イオン液体は、カチオンとアニオンからなり、有機カチオンとアニオンとを含む。電解質に用いる有機カチオンとして、四級アンモニウムカチオン、三級スルホニウムカチオン、および四級ホスホニウムカチオン等の脂肪族オニウムカチオン、イミダゾリウムカチオンおよびピリジニウムカチオン等の芳香族カチオンが挙げられる。また、電解質に用いるアニオンとして、1価のアミド系アニオン、1価のメチド系アニオン、フルオロスルホン酸アニオン、パーフルオロアルキルスルホン酸アニオン、テトラフルオロボレートアニオン、パーフルオロアルキルボレートアニオン、ヘキサフルオロホスフェートアニオン、またはパーフルオロアル

キルホスフェートアニオン等が挙げられる。

[0182]

また、上記の溶媒に溶解させる塩としては、たとえば LiPF_6 、 LiClO_4 、 LiAsF_6 、 LiBF_4 、 LiAlCl_4 、 LiSCN 、 LiBr 、 LiI 、 Li_2SO_4 、 $\text{Li}_2\text{B}_{10}\text{Cl}_{10}$ 、 $\text{Li}_2\text{B}_{12}\text{Cl}_{12}$ 、 LiCF_3SO_3 、 $\text{LiC}_4\text{F}_9\text{SO}_3$ 、 $\text{LiC}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3$ 、 $\text{LiC}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_3$ 、 $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ 、 $\text{LiN}(\text{C}_4\text{F}_9\text{SO}_2)(\text{CF}_3\text{SO}_2)$ 、 $\text{LiN}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2$ 等のリチウム塩を一種、またはこれらのうちの二種以上を任意の組み合わせおよび比率で用いることができる。

[0183]

二次電池に用いる電解質は、粒状のごみ及び電解質の構成元素以外の元素（以下、単に「不純物」ともいう。）の含有量が少ない高純度化された電解液を用いることが好ましい。具体的には、電解質に対する不純物の重量比を1%以下、好ましくは0.1%以下、より好ましくは0.01%以下とすることが好ましい。

[0184]

また、電解質にビニレンカーボネート、プロパンスルトン（PS）、tert-ブチルベンゼン（TBB）、フルオロエチレンカーボネート（FEC）、リチウムビス（オキサレート）ボレート（LiBOB）、またスクシノニトリル、アジボニトリル等のジニトリル化合物などの添加剤を添加してもよい。添加する材料の濃度は、たとえば溶媒全体に対して0.1wt%以上5wt%以下とすればよい。VCまたはLiBOBは良好な被膜を形成しやすく、特に好ましい。

[0185]

溶媒と、キャリアイオンとなる塩と、を有する溶液を電解液と呼ぶ場合がある。

[0186]

ポリマーを電解液で膨潤させたポリマーゲル電解質を用いてもよい。

[0187]

ポリマーゲル電解質を用いることで、漏液性等に対する安全性が高まる。また、二次電池の薄型化および軽量化が可能である。

[0188]

ゲル化されるポリマーとして、シリコーンゲル、アクリルゲル、アクリロニトリルゲル、ポリエチレンオキサイド系ゲル、ポリプロピレンオキサイド系ゲル、フッ素系ポリマーのゲル等を用いることができる。

[0189]

ポリマーとしては、たとえばポリエチレンオキシド（PEO）などのポリアルキレンオキシド構造を有するポリマー、PVDF、ポリアクリロニトリル等、およびそれらを含む共重合体等を用いることができる。たとえばPVDFとヘキサフルオロプロピレン（HFP）の共重合体であるPVDF-HFPを用いることができる。また、形成されるポリマーは、多孔質形状を有してもよい。

[0190]

また、電解質として、無機物材料を有する固体電解質を用いることができる。たとえば、硫化物系固体電解質、酸化物系固体電解質、ハロゲン化物系固体電解質、等を用いることができる。また、PEO（ポリエチレンオキシド）系等の高分子材料を有する固体電解質を用いることができる。固体電解質を用いる場合には、セパレータ及びスペーサの設置が不要となる。また、電池全体を固体

化できるため、漏液のおそれなくなり安全性が飛躍的に向上する。

[0191]

硫化物系固体電解質には、チオリシコン系 ($\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$ 、 $\text{Li}_{3.25}\text{Ge}_{0.25}\text{P}_{0.75}\text{S}_4$ 等)、硫化物ガラス ($70\text{Li}_2\text{S} \cdot 30\text{P}_2\text{S}_5$ 、 $30\text{Li}_2\text{S} \cdot 26\text{B}_2\text{S}_3 \cdot 44\text{LiI}$ 、 $63\text{Li}_2\text{S} \cdot 36\text{SiS}_2 \cdot 1\text{Li}_3\text{PO}_4$ 、 $57\text{Li}_2\text{S} \cdot 38\text{SiS}_2 \cdot 5\text{Li}_4\text{SiO}_4$ 、 $50\text{Li}_2\text{S} \cdot 50\text{GeS}_2$ 等)、硫化物結晶化ガラス ($\text{Li}_7\text{P}_3\text{S}_{11}$ 、 $\text{Li}_{3.25}\text{P}_{0.95}\text{S}_4$ 等)が含まれる。硫化物系固体電解質は、高い伝導度を有する材料がある、低い温度で合成可能、また比較的やわらかいため充放電を経ても導電経路が保たれやすい等の利点がある。

[0192]

酸化物系固体電解質には、ペロブスカイト型結晶構造を有する材料 ($\text{La}_{2/3-x}\text{Li}_{3x}\text{TiO}_3$ 等)、NASICON型結晶構造を有する材料 ($\text{Li}_{1-x}\text{Al}_x\text{Ti}_{2-x}(\text{PO}_4)_3$ 等)、ガーネット型結晶構造を有する材料 ($\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ 等)、LISICON型結晶構造を有する材料 ($\text{Li}_{14}\text{ZnGe}_4\text{O}_{16}$ 等)、LLZO ($\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$)、酸化物ガラス ($\text{Li}_3\text{PO}_4 - \text{Li}_4\text{SiO}_4$ 、 $50\text{Li}_4\text{SiO}_4 \cdot 50\text{Li}_3\text{BO}_3$ 等)、酸化物結晶化ガラス ($\text{Li}_{1.07}\text{Al}_{0.69}\text{Ti}_{1.46}(\text{PO}_4)_3$ 、 $\text{Li}_{1.5}\text{Al}_{0.5}\text{Ge}_{1.5}(\text{PO}_4)_3$ 等)が含まれる。酸化物系固体電解質は、大気中で安定であるといった利点がある。

[0193]

ハロゲン化物系固体電解質には、 LiAlCl_4 、 Li_3InBr_6 、 LiF 、 LiCl 、 LiBr 、 LiI 等が含まれる。また、これらハロゲン化物系固体電解質を、ポーラス酸化アルミニウム又はポーラスシリカの細孔に充填したコンポジット材料も固体電解質として用いることができる。

[0194]

また、異なる固体電解質を混合して用いてもよい。

[0195]

中でも、NASICON型結晶構造を有する $\text{Li}_{1+x}\text{Al}_x\text{Ti}_{2-x}(\text{PO}_4)_3$ ($0 < x < 1$) (以下、LATP) は、アルミニウムとチタンという、本発明の一態様の二次電池400に用いる正極活物質が有してもよい元素を含むため、サイクル特性の向上について相乗効果が期待でき好ましい。また、工程の削減による生産性の向上も期待できる。なお本明細書等において、NASICON型結晶構造とは、 $\text{M}_2(\text{AO}_4)_3$ (M: 遷移金属、A: S、P、As、Mo、W等) で表される化合物であり、 MO_6 八面体と AO_4 四面体が頂点を共有して3次元的に配列した構造を有するものをいう。

[0196]

[集電体]

正極集電体550はアルミニウム、チタン、銅、ニッケル等を有する金属箔を用いることができる。金属箔上に正極活物質層571を含むスラリーを塗布して乾燥させることによって正極が完成する。金属箔上に炭素材料を被覆させてもよい。

[0197]

スラリーは、少なくとも正極活物質561とバインダ555と溶媒を含有し、好ましくはさらに導電助剤553および／または導電助剤554を混合させたものである。スラリーは電極用スラリーまたは活物質スラリーと呼ばれることもあり、正極活物質層を形成する場合には正極用スラリーと呼ばれることもあり、負極活物質層を形成する場合には負極用スラリーと呼ばれることもある。

[0198]

図10Aでは正極活物質561を粒子状として示したが、粒子状であることに限定されない。図10Bに示すように正極活物質561の断面形状は楕円形、長方形、台形、錐形、角が丸まった四角形、非対称の形状であってもよい。なお正極の作製工程でのプレスにより、粒子状であった正極活物質も図10Bに示すような形状へ変形することがある。

[0199]

図10Cでは、図10Bのグラフェンに代えてカーボンナノチューブを用いる正極の例を図示している。カーボンナノチューブを用いるとアセチレンブラックなどのカーボンブラックの凝集を防ぎ、分散性を高めることができる。

[0200]

図10Cにおいて、正極活物質561、カーボンナノチューブで埋まっていない領域は空洞であり、電解質556が含浸している箇所もある。電解質556がしみ込みやすくなるように正極活物質561には隙間があり、これが空隙となる。また、正極活物質561は、充放電で体積変化が生じる場合があるが、複数の正極活物質561の間にフッ素化炭酸エステルなどのフッ素を有する有機溶媒とイオン液体を有する電解質556を配置させることで充放電時に体積変化が生じても活物質等が滑りやすく、クラックを抑制するため、サイクル特性が向上するという効果がある。正極を構成する複数の活物質の間にはフッ素を有する有機化合物が存在していることが重要である。

[0201]

図10A乃至図10Cのいずれか一の正極を用いて、二次電池を作製することができる。正極上にセパレータを重ね、セパレータ上に負極を重ねた積層体を容器（外装体、金属缶など）などに入れ、容器に電解質を充填させる。

[0202]

[負極]

負極は、負極活物質層および負極集電体を有する。また、負極活物質層は、導電助剤および結着剤を有していてもよい。

[0203]

<負極活物質>

負極活物質としては、たとえば合金系材料、炭素系材料等を用いることができる。本発明の一態様の二次電池に用いる負極活物質は、ハロゲンとして特にフッ素を有することが好ましい。フッ素は電気陰性度が大きく、負極活物質が表層部にフッ素を有することにより、負極活物質の表面において、溶媒和された溶媒を脱離しやすくする効果を有する可能性がある。

[0204]

負極活物質として、リチウムとの合金化・脱合金化反応により充放電反応を行うことが可能な元素を用いることができる。たとえば、シリコン、スズ、ガリウム、アルミニウム、ゲルマニウム、鉛、アンチモン、ビスマス、銀、亜鉛、カドミウム、インジウム等のうち少なくとも一つを含む材料を用いることができる。このような元素は炭素と比べて容量が大きく、特にシリコンは理論容量が 4200mAh/g と高い。このため、負極活物質にシリコンを用いることが好ましい。また、これらの元素を有する化合物を用いてもよい。たとえば、 SiO （一酸化シリコンであり、 SiO_x と表すこともある、 x は0.2以上1.5以下が好ましい）、 Mg_2Si 、 Mg_2Ge 、 SnO 、 SnO_2 、 Mg_2Sn 、 SnS_2 、 V_2Sn_3 、 FeSn_2 、 CoSn_2 、 Ni_3Sn_2 、 Cu_6Sn_5 、

Ag_3Sn 、 Ag_3Sb 、 Ni_2MnSb 、 CeSb_3 、 LaSn_3 、 $\text{La}_3\text{Co}_2\text{Sn}_7$ 、 CoSb_3 、 InSb 、 SbSn 等がある。ここで、リチウムとの合金化・脱合金化反応により充放電反応を行うことが可能な元素、および該元素を有する化合物等を合金系材料と呼ぶ場合がある。

[0205]

シリコンを有する負極活物質としてシリコンナノ粒子を用いることができる。シリコンナノ粒子のメディアン径 (D_{50}) は5 nm以上1 μm 未満、好ましくは10 nm以上300 nm以下、さらに好ましくは10 nm以上100 nm以下である。シリコンナノ粒子は結晶性を有してもよい。また、シリコンナノ粒子が、結晶性を有する領域と、非晶質の領域とを有してもよい。

[0206]

シリコンを有する負極活物質として、一酸化シリコンの粒子内にシリコンの結晶粒を一または複数有する形態でもよい。一酸化シリコンは非晶質であつてもよい。一酸化シリコンの粒子をカーボンコートしてもよい。この粒子を黒鉛と混合して負極活物質とすることができる。

[0207]

炭素系材料としては、黒鉛、易黒鉛化性炭素（ソフトカーボン）、難黒鉛化性炭素（ハードカーボン）、カーボンナノチューブ、グラフェン、カーボンブラック等を用いればよい。これらの炭素系材料にフッ素を含ませることが好ましい。フッ素を含ませた炭素系材料は、粒子状または繊維状のフッ素化炭素材料とも呼べる。炭素系材料をX線光電子分光により測定する場合において、フッ素の濃度は、フッ素、酸素、リチウムおよび炭素の濃度の合計に対して、1 atomic %以上であることが好ましい。

[0208]

また、負極活物質は、充放電で体積変化が生じる場合があるが、負極活物質同士の間にはフッ素化炭酸エステルなどのフッ素を有する有機化合物を配置させることで充放電時に体積変化が生じてても活物質等が滑りやすく、クラックを抑制するため、サイクル特性が向上するという効果がある。複数の負極活物質の間にはフッ素を有する有機化合物が存在していることが重要である。

[0209]

黒鉛としては、人造黒鉛、天然黒鉛等が挙げられる。人造黒鉛としてはたとえば、メソカーボンマイクロビーズ (MCMB)、コークス系人造黒鉛、ピッチ系人造黒鉛等が挙げられる。ここで人造黒鉛として、球状の形状を有する球状黒鉛を用いることができる。たとえば、MCMBは球状の形状を有する場合があり、好ましい。また、MCMBはその表面積を小さくすることが比較的容易であり、好ましい場合がある。天然黒鉛としてはたとえば、鱗片状黒鉛、球状化天然黒鉛等が挙げられる。

[0210]

黒鉛はリチウムイオンが黒鉛に挿入されたとき（リチウム-黒鉛層間化合物の生成時）にリチウム金属と同程度に低い電位を示す（0.05 V以上0.3 V以下 vs. Li/Li^+ ）。これにより、リチウムイオン二次電池は高い作動電圧を示すことができる。さらに、黒鉛は、単位体積当たりの容量が比較的高い、体積膨張が比較的小さい、安価である、リチウム金属に比べて安全性が高い等の利点を有するため、好ましい。

[0211]

また、負極活物質として、二酸化チタン (TiO_2)、リチウムチタン酸化物 ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$)、リチウム-黒鉛層間化合物 (Li_xC_6)、五酸化ニオブ (Nb_2O_5)、酸化タングステン

(WO₂)、酸化モリブデン (MoO₂) 等の酸化物を用いることができる。

[0212]

また、負極活物質として、リチウムと遷移金属の複窒化物である、Li₃N型構造をもつLi_{3-x}M_xN (M=Co、Ni、Cu) を用いることができる。たとえば、Li_{2.6}Co_{0.4}N₃は大きな充放電容量 (900mAh/g、1890mAh/cm³) を示し好ましい。

[0213]

リチウムと遷移金属の複窒化物を用いると、負極活物質中にリチウムイオンを含むため、正極活物質としてリチウムイオンを含まないV₂O₅、Cr₃O₈等の材料と組み合わせることができ好ましい。なお、正極活物質にリチウムイオンを含む材料を用いる場合でも、あらかじめ正極活物質に含まれるリチウムイオンを脱離させることで、負極活物質としてリチウムと遷移金属の複窒化物を用いることができる。

[0214]

また、コンバージョン反応が生じる材料を負極活物質として用いることもできる。たとえば、酸化コバルト (CoO)、酸化ニッケル (NiO)、酸化鉄 (FeO) 等の、リチウムとの合金を作らない遷移金属酸化物を負極活物質に用いてもよい。コンバージョン反応は、さらに、Fe₂O₃、CuO、Cu₂O、RuO₂、Cr₂O₃等の酸化物、CoS_{0.89}、NiS、CuS等の硫化物、Zn₃N₂、Cu₃N、Ge₃N₄等の窒化物、NiP₂、FeP₂、CoP₃等のリン化物、FeF₃、BiF₃等のフッ化物でも起こる。

[0215]

また、負極活物質としてリチウムを用いることもできる。負極活物質としてリチウムを用いる場合、負極集電体上に箔状のリチウムを設けることができる。また、負極集電体上にリチウムを蒸着法及びスパッタリング法などの気相法によって設けてもよい。また、リチウムイオンを含有する溶液の中で、負極集電体上にリチウムを電気化学的手法によって析出させてもよい。

[0216]

負極活物質層が有することのできる導電助剤およびバインダとしては、正極活物質層が有することのできる導電助剤およびバインダと同様の材料を用いることができる。

[0217]

また、集電体として、正極集電体と同様の材料に加え、銅なども用いることができる。なお負極集電体は、リチウム等のキャリアイオンと合金化しない材料を用いることが好ましい。

[0218]

また、本発明の負極の別の形態として、負極活物質を有さない負極を用いることができる。負極活物質を有さない負極を用いた二次電池では、充電時において負極集電体上にリチウムが析出し、放電時において該負極集電体上のリチウムが溶出することができる。そのため、完全放電状態以外においては、負極集電体上にリチウムを有する形態となる。

[0219]

負極活物質を有さない負極を用いる場合、負極集電体上にリチウムの析出を均一化するための膜を有してもよい。リチウムの析出を均一化するための膜として、例えばリチウムイオン伝導性を有する固体電解質を用いることができる。固体電解質として、硫化物系固体電解質、酸化物系固体電解質、及び高分子系固体電解質などを用いることができる。なかでも、高分子系固体電解質は負極集電体上に均一に膜形成することが比較的容易であるため、リチウムの析出を均一化するための膜

として好適である。

[0220]

また、負極活物質を有さない負極を用いる場合、凹凸を有する負極集電体を用いることができる。凹凸を有する負極集電体を用いる場合、負極集電体の凹部は負極集電体が有するリチウムが析出し易い空洞となるため、リチウムが析出する際に、デンドライト状の形状となることを抑制することができる。

[0221]

[フッ素修飾された導電助剤]

負極が有する導電助剤には正極が有する導電助剤を用いることができる。

[0222]

負極が有する導電助剤はフッ素により修飾されることが好ましい。たとえば、導電助剤として、上記に述べた導電助剤へフッ素修飾した材料を用いることができる。

[0223]

導電助剤へのフッ素修飾はたとえば、フッ素を有するガスによる処理あるいは加熱処理、フッ素を有するガス雰囲気中におけるプラズマ処理、等により行うことができる。フッ素を有するガスとしてたとえば、フッ素ガス、フッ化メタン (CF_4) 等を用いることができる。

[0224]

あるいは、導電助剤へのフッ素修飾としてたとえば、フッ酸、四フッ化ホウ素酸、六フッ化リン酸などを有する溶液、フッ素含有エーテル化合物を含む溶液、等に浸漬してもよい。

[0225]

導電助剤へのフッ素修飾を行うことにより、導電助剤の構造が安定し、二次電池の充放電過程において、副反応が抑制されることが期待される。副反応の抑制により充放電効率を向上させることができる。また、充放電の繰り返しに伴う容量の低下を抑制することができる。よって、本発明の一態様の負極において、フッ素修飾された導電助剤を用いることにより、優れた二次電池を実現することができる。

[0226]

導電助剤の構造が安定化することにより、導電特性が安定化し、高い出力特性を実現できる場合がある。

[0227]

[セパレータ]

正極と負極の間にセパレータを配置する。セパレータは正極と負極の間を絶縁している。セパレータは電解質に対して安定であり、保液性に優れた材料を用いることが好ましい。セパレータとしては、たとえば、紙をはじめとするセルロースを有する繊維、不織布、ガラス繊維、セラミックス、或いはナイロン（ポリアミド）、ビニロン（ポリビニルアルコール系繊維）、ポリエステル、ポリイミド、アクリル、ポリオレフィン、ポリウレタンを用いた合成繊維等で形成されたものを用いることができる。

[0228]

セパレータは空孔率30%以上85%以下、好ましくは45%以上65%以下であると好ましい。空孔率が大きいと電解質が含浸されやすく好ましい。セパレータの空孔率は正極側と負極側とで異ならせてもよく、正極側の空孔率が負極側の空孔率よりも高いと好ましい。空孔率を異ならせるに

は、同一材料に対して空孔率を異ならせる構成、または空孔率の異なる異種材料を用いる構成がある。異種材料を用いる場合、これらを積層させることでセパレータの空孔率を異ならせることができる。

[0229]

セパレータの厚みは、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下がよい。

[0230]

セパレータは、平均孔径 40 nm 以上 $3\text{ }\mu\text{m}$ 以下、好ましくは 70 nm 以上 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下であると好ましい。平均孔径が大きいと、キャリアイオンがセパレータを通過しやすく好ましい。セパレータの平均孔径は正極側と負極側とで異なってもよく、正極側の平均孔径が負極側の平均孔径よりも大きいと好ましい。平均孔径を異ならせるには、同一材料に対して平均孔径を異ならせる構成、または平均孔径の異なる異種材料を用いる構成がある。異種材料を用いる場合、これらを積層させることでセパレータの平均孔径を異ならせることができる。

[0231]

セパレータの耐熱性は 200°C 以上が好ましい。

[0232]

ポリイミドを用いたセパレータであって、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下の厚みを有し、空孔率が 7% 以上 85% 以下のものを用いると、二次電池の出力特性が向上するため好ましい。

[0233]

セパレータは袋状に加工し、正極または負極のいずれか一方を包むまたは挟むように袋状のセパレータを配置してもよい。

[0234]

セパレータ全体の膜厚は $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下が好ましく、膜厚の範囲内であれば、セパレータは単層構造または多層構造のいずれでもよい。多層構造の場合、ポリプロピレン、ポリエチレン等の有機材料フィルムに、セラミック系材料、フッ素系材料、ポリアミド系材料、またはこれらを混合したもの等をコートしたものをを用いることができる。セラミック系材料としては、たとえば酸化アルミニウム粒子、または酸化シリコン粒子等を用いることができる。フッ素系材料としては、たとえばPVDF、またはポリテトラフルオロエチレン等を用いることができる。ポリアミド系材料としては、たとえばナイロン、またはアラミド（メタ系アラミド、パラ系アラミド）等を用いることができる。

[0235]

セラミック系材料をセパレータの表面にコートすると耐酸化性が向上するため、高電圧充放電の際のセパレータの劣化を抑制し、二次電池の信頼性を向上させることができる。またフッ素系材料をセパレータの表面にコートするとセパレータと電極が密着しやすくなり、出力特性を向上させることができる。ポリアミド系材料、特にアラミドをセパレータの表面にコートすると、耐熱性が向上するため、二次電池の安全性を向上させることができる。

[0236]

たとえばポリプロピレンのフィルムの両面に酸化アルミニウムとアラミドの混合材料をコートしてもよい。また、ポリプロピレンのフィルムの、正極と接する面に酸化アルミニウムとアラミドの混合材料をコートし、負極と接する面にフッ素系材料をコートしてもよい。

[0237]

このような多層構造のセパレータを用いると、各材料の機能をセパレータに持たせることができるため、セパレータ全体としての厚さが薄い場合でも、正極と負極との絶縁を確保でき二次電池の安全性を保つことができる。そのため、二次電池の体積あたりの容量を大きくすることができ好ましい。

[0238]

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせ用いることができる。

[0239]

(実施の形態4)

本実施の形態では、前述の実施の形態で得られる正極活物質を用いて全固体電池を作製する例を示す。

[0240]

図11Aに示すように、本発明の一態様の二次電池400は、正極410、固体電解質層420および負極430を有する。

[0241]

正極410は正極集電体413および正極活物質層414を有する。正極活物質層414は正極活物質411および固体電解質421を有する。また正極活物質層414は、導電助剤およびバインダを有していてもよい。

[0242]

固体電解質層420は固体電解質421を有する。固体電解質層420は、正極410と負極430の間に位置し、正極活物質411および負極活物質431のいずれも有さない領域である。

[0243]

負極430は負極集電体433および負極活物質層434を有する。負極活物質層434は負極活物質431および固体電解質421を有する。また負極活物質層434は、導電助剤およびバインダを有していてもよい。なお、負極活物質431として金属リチウムを用いる場合は粒子にする必要がないため、図11Bのように、固体電解質421を有さない負極430とすることができる。負極430に金属リチウムを用いると、二次電池400のエネルギー密度を向上させることができ好ましい。

[0244]

固体電解質層420が有する固体電解質421としては、たとえば硫化物系固体電解質、酸化物系固体電解質、ハロゲン化物系固体電解質等を用いることができる。

[0245]

再掲するが、硫化物系固体電解質には、チオリシコン系 ($\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$ 、 $\text{Li}_{3.25}\text{Ge}_{0.25}\text{P}_{0.75}\text{S}_4$ 等)、硫化物ガラス ($70\text{Li}_2\text{S} \cdot 30\text{P}_2\text{S}_5$ 、 $30\text{Li}_2\text{S} \cdot 26\text{B}_2\text{S}_3 \cdot 44\text{LiI}$ 、 $63\text{Li}_2\text{S} \cdot 36\text{SiS}_2 \cdot 1\text{Li}_3\text{PO}_4$ 、 $57\text{Li}_2\text{S} \cdot 38\text{SiS}_2 \cdot 5\text{Li}_4\text{SiO}_4$ 、 $50\text{Li}_2\text{S} \cdot 50\text{GeS}_2$ 等)、硫化物結晶化ガラス ($\text{Li}_7\text{P}_3\text{S}_{11}$ 、 $\text{Li}_{3.25}\text{P}_{0.95}\text{S}_4$ 等)が含まれる。硫化物系固体電解質は、高い伝導度を有する材料がある、低い温度で合成可能、また比較的やわらかいため充放電を経ても導電経路が保たれやすい等の利点がある。

[0246]

再掲するが、酸化物系固体電解質には、ペロブスカイト型結晶構造を有する材料 ($\text{La}_{2/3-x}\text{Li}_{3x}\text{TiO}_3$ 等)、NASICON型結晶構造を有する材料 ($\text{Li}_{1-y}\text{Al}_y\text{Ti}_{2-y}(\text{PO}_4)_3$

等)、ガーネット型結晶構造を有する材料($\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ 等)、LISICON型結晶構造を有する材料($\text{Li}_{14}\text{ZnGe}_4\text{O}_{16}$ 等)、LLZO($\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$)、酸化物ガラス($\text{Li}_3\text{PO}_4\text{--Li}_4\text{SiO}_4$ 、 $50\text{Li}_4\text{SiO}_4\cdot 50\text{Li}_3\text{BO}_3$ 等)、酸化物結晶化ガラス($\text{Li}_{1.07}\text{Al}_{0.69}\text{Ti}_{1.46}(\text{PO}_4)_3$ 、 $\text{Li}_{1.5}\text{Al}_{0.5}\text{Ge}_{1.5}(\text{PO}_4)_3$ 等)が含まれる。酸化物系固体電解質は、大気中で安定であるといった利点がある。

[0247]

再掲するが、ハロゲン化物系固体電解質には、 LiAlCl_4 、 Li_3InBr_6 、 LiF 、 LiCl 、 LiBr 、 LiI 等が含まれる。また、これらハロゲン化物系固体電解質を、ポーラス酸化アルミニウムまたはポーラスシリカの細孔に充填したコンポジット材料も固体電解質として用いることができる。

[0248]

また、異なる固体電解質を混合して用いてもよい。

[0249]

再掲するが、NASICON型結晶構造を有する $\text{Li}_{1+x}\text{Al}_x\text{Ti}_{2-x}(\text{PO}_4)_3$ ($0 < x < 1$) (以下、LATP)は、アルミニウムとチタンという、本発明の一態様の二次電池400に用いる正極活物質が有してもよい元素を含むため、サイクル特性の向上について相乗効果が期待でき好ましい。また、工程の削減による生産性の向上も期待できる。なお本明細書等において、NASICON型結晶構造とは、 $\text{M}_2(\text{XO}_4)_3$ (M:遷移金属、X:S、P、As、Mo、W等)で表される化合物であり、 MO_6 八面体と XO_4 四面体が頂点を共有して3次元的に配列した構造を有するものをいう。

[0250]

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせて用いることができる。

[0251]

(実施の形態5)

本実施の形態では、本発明の一態様である正極活物質を共沈法により製造する方法について、図12および図13に記載されたフロー図等を用いて説明する。なお、図13は図12の一部の手順を詳述したフロー図になるが、詳述した手順は必ずしも必要ではない。

[0252]

図12および図13に示す遷移金属M源81 (図面ではM源と記す) について説明する。

[0253]

<遷移金属M源>

遷移金属Mとしては、たとえば、ニッケル、コバルト、マンガンのうち少なくとも一を用いることができる。たとえば、遷移金属Mとしては、ニッケルのみを用いる場合、コバルトとマンガンの2種を用いる場合、ニッケルとコバルトの2種を用いる場合、または、ニッケル、コバルト、マンガンの3種を用いる場合がある。

[0254]

ニッケル、コバルト、マンガンのうち少なくとも一を用いる場合、層状岩塩型の結晶構造をとる範囲のニッケル、コバルト、マンガンの混合比とすることが好ましい。

[0255]

特に遷移金属Mとしてニッケルを多く含むと、コバルトが多い場合と比較して原料が安価になる

場合があり、また重量あたりの充放電容量が増加する場合があり好ましい。たとえば遷移金属Mのうちニッケルは、25原子%を超えることが好ましく、60原子%以上がより好ましく、80原子%以上がさらに好ましい。しかしニッケルの占める割合が高すぎると、化学安定性および耐熱性が下がるおそれがある。そのため遷移金属Mのうちニッケルは95原子%以下であることが好ましい。

[0256]

遷移金属Mとしてコバルトを有すると、平均放電電圧が高く、またコバルトが層状岩塩型の構造を安定化に寄与するため信頼性の高い二次電池とすることができ好ましい。しかしコバルトは価格がニッケルおよびマンガンよりも高く、不安定であるため、コバルトの占める割合が高すぎると、二次電池製造のコストが増大するおそれがある。そのためたとえば遷移金属Mのうちコバルトは、2.5原子%以上34原子%以下であることが好ましい。

[0257]

なお遷移金属Mとして、必ずしもコバルトを含まなくてもよい。

[0258]

遷移金属Mとしてマンガン有すると、耐熱性および化学安定性が向上するため好ましい。しかしマンガンの占める割合が高すぎると、放電電圧および放電容量が低下する傾向がある。そのためたとえば遷移金属Mのうちマンガンは、2.5原子%以上34原子%以下であることが好ましい。

[0259]

なお遷移金属Mとして、必ずしもマンガンを含まなくてもよい。

[0260]

遷移金属M源81は遷移金属Mを含む水溶液として用意する。ニッケル源としては、ニッケル塩、たとえば硫酸ニッケル、塩化ニッケル、硝酸ニッケル、またはこれらの水和物の水溶液を用いることができる。また酢酸ニッケルをはじめとするニッケルの有機酸塩、またはこれらの水和物の水溶液を用いることができる。またニッケルアルコキシドまたは有機ニッケル錯体の水溶液を用いることができる。なお本明細書等において、有機酸塩とは、酢酸、クエン酸、シュウ酸、ギ酸、酪酸等の有機酸と金属の化合物をいうこととする。

[0261]

同様にコバルト源としては、コバルト塩、たとえば硫酸コバルト、塩化コバルト、硝酸コバルト、またはこれらの水和物の水溶液を用いることができる。また酢酸コバルトをはじめとするコバルトの有機酸塩、またはこれらの水和物の水溶液を用いることができる。またコバルトアルコキシド、有機コバルト錯体の水溶液を用いることができる。

[0262]

同様にマンガン源としては、マンガン塩、たとえば硫酸マンガン、塩化マンガン、硝酸マンガン、またはこれらの水和物の水溶液を用いることができる。また酢酸マンガンをはじめとするマンガンの有機酸塩、またはこれらの水和物の水溶液を用いることができる。またマンガンアルコキシド、または有機マンガン錯体の水溶液を用いることができる。

[0263]

本実施の形態では、遷移金属M源81として、硫酸ニッケル、硫酸コバルトおよび硫酸マンガンを純水に溶解させた水溶液を用意することとする。このときニッケル、コバルトおよびマンガンの原子数比は、 $Ni : Co : Mn = 8 : 1 : 1$ またはこの近傍とする。該水溶液は酸性を示す。

[0264]

遷移金属M源81に第1の添加元素を添加してもよい。具体的な第1の添加元素はたとえばガリウム、アルミニウム、ホウ素およびインジウムの中から選ばれる一以上を有するとよい。

[0265]

第1の添加元素がガリウムの場合、ガリウム源と記すことができる。ガリウム源としては、ガリウムを有する化合物を用いる。ガリウムを有する化合物は、たとえば硫酸ガリウム、塩化ガリウム、若しくは硝酸ガリウム、またはこれらの水和物を用いることができる。またガリウムを有する化合物として、ガリウムアルコキシド、または有機ガリウム錯体を用いてもよい。またさらにガリウムを有する化合物として、酢酸ガリウムをはじめとするガリウムの有機酸、またはこれらの水和物を用いてもよい。

[0266]

第1の添加元素がアルミニウムの場合、アルミニウム源と記すことができる。アルミニウム源としては、アルミニウムを有する化合物を用いる。アルミニウムを有する化合物は、たとえば硫酸アルミニウム、塩化アルミニウム、若しくは硝酸アルミニウム、またはこれらの水和物を用いることができる。またアルミニウムを有する化合物として、アルミニウムアルコキシド、または有機アルミニウム錯体を用いてもよい。またさらにアルミニウムを有する化合物として、酢酸アルミニウムをはじめとするアルミニウムの有機酸、またはこれらの水和物を用いてもよい。

[0267]

第1の添加元素がホウ素の場合、ホウ素源と記すことができる。ホウ素源としては、ホウ素を有する化合物を用いる。ホウ素を有する化合物は、たとえばホウ酸またはホウ酸塩を用いることができる。

[0268]

第1の添加元素がインジウムの場合、インジウム源と記すことができる。インジウム源としては、インジウムを有する化合物を用いる。インジウムを有する化合物は、たとえば硫酸インジウム、塩化インジウム、若しくは硝酸インジウム、またはこれらの水和物を用いることができる。またインジウムを有する化合物として、インジウムアルコキシド、または有機インジウム錯体を用いてもよい。またさらにインジウムを有する化合物として、酢酸インジウムをはじめとするインジウムの有機酸、またはこれらの水和物を用いてもよい。

[0269]

第1の添加元素として溶液を用いる場合、上記化合物を有する水溶液を用意する。

[0270]

ここで図12および図13に示すキレート剤83を説明する。

[0271]

<キレート剤>

キレート剤を構成する化合物として、たとえばグリシン、オキシシン、1-ニトロソー2-ナフトール、2-メルカプトベンゾチアゾールまたはEDTA（エチレンジアミン四酢酸）が挙げられる。なお、グリシン、オキシシン、1-ニトロソー2-ナフトールまたは2-メルカプトベンゾチアゾールから選ばれた複数種を用いてもよい。これらのうち少なくとも一つを水（たとえば純水）に溶解させキレート水溶液として用いる。キレート剤は、キレート化合物を作る錯化剤である点で、一般的な錯化剤より好ましい。勿論一般的な錯化剤を用いてもよく、たとえばキレート剤の代わりにア

ンモニア水等を用いることができる。

[0272]

上述したようなキレート水溶液を用いることで、結晶の核の不要な発生を抑え、結晶の成長を促すことができ好ましい。不要な核の発生が抑制されると微粒子の生成が抑制されるため、粒度分布が良好なコバルト化合物を得ることができる。またキレート水溶液を用いることで、酸塩基反応を遅らせることができ、徐々に反応が進むことで球状に近いコバルト化合物を得ることができる。

[0273]

キレート水溶液が有する化合物として例示したグリシンはpHが9以上10以下およびその付近にて、当該pH値を一定に保つ作用がある。そのためキレート水溶液としてグリシン水溶液を用いることは、上記コバルト化合物を得る際の反応槽のpHが制御しやすくなり好ましい。

[0274]

<純水>

上記キレート水溶液に用いられる水は、純水が好ましい。純水とは、比抵抗が $1\text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 以上の水、より好ましくは比抵抗が $10\text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 以上の水、さらに好ましくは比抵抗が $15\text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 以上の水である。当該比抵抗を満たす水は純度が高く、含有される不純物が非常に少ない。

[0275]

<ステップS14>

次に図12および図13に示すステップS14について説明する。ステップS14では、遷移金属M源81とキレート剤83とを混合する。そして、酸溶液91を得る。

[0276]

次に図12および図13に示すアルカリ溶液84について説明する。

[0277]

<アルカリ溶液>

アルカリ溶液は、たとえば水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化リチウムまたはアンモニアを有する水溶液を用いればよく、pH調整剤として機能すればこれら水溶液に限定されない。たとえば水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、または水酸化リチウムから選ばれた複数種を水に溶解させた水溶液でもよい。水は上記純水を用いるとよい。

[0278]

ここで図13に示す水85について説明する。水85は張込液または調整液と記す場合があり、反応初期状態の水溶液を指す。水は上記純水、もしくは上記純水に上記キレート剤を溶解した水溶液を用いるとよい。キレート剤を用いた場合、上述したように結晶の核の不要な発生を抑え、成長を促すことができ、不要な核の発生が抑制されると微粒子の生成が抑制されるため、粒度分布が良好なコバルト化合物を得ることができる、または酸塩基反応を遅らせることができ、徐々に反応が進むことで球状に近いコバルト化合物を得ることができる、といった効果がある。しかしながら図12のように水85を必ずしも用いなくてよい。

[0279]

<ステップS31>

次に図12および図13に示すステップS31について説明する。ステップS31では、酸溶液91と、アルカリ溶液84とを混合する。混合により、酸溶液91と、アルカリ溶液84とが反応して、共沈物95が製造される。

[0280]

ステップ31における上記反応は、中和反応、酸塩基反応、または共沈反応と記すことがある。得られた共沈物95は、正極活物質の前駆体と記すことがある。

[0281]

<反応条件>

共沈反応に従って酸溶液91と、アルカリ溶液84とを反応させる場合、反応槽のpHは9以上11以下、好ましくはpHを9.8以上10.5以下となるようにする。上記範囲は、得られる共沈物の二次粒子の粒子径を大きくでき好ましい。上記範囲外であると生産性が低くなり、また得られる共沈物が不純物を含有しやすくなる。

[0282]

酸溶液91を反応槽に入れておき、アルカリ溶液84を反応槽へ滴下する場合、反応槽の水溶液のpHを上記条件の範囲に維持するとよい。またアルカリ溶液84を反応槽に入れておき、酸溶液91を滴下する場合も、pHを上記条件の範囲に維持するとよい。

[0283]

さらに共沈反応を効率的に進める場合、図13に示す水85を反応槽に入れておき、酸溶液91を滴下するとよい。酸溶液91の滴下により反応槽のpHが所定値から変動する際、アルカリ溶液84を滴下することで、反応槽のpH制御を行うとよい。

[0284]

反応槽では攪拌手段を用いて溶液を攪拌しておくといよい。攪拌手段はスターラーまたは攪拌翼等を有する。攪拌翼は2枚以上6枚以下設けることができる。

[0285]

反応槽の溶液の温度は50℃以上90℃以下となるように調整する。所定の温度になった後に滴下を開始するとよい。上記範囲は、得られる共沈物95の二次粒子の粒子径を大きくでき好ましい。

[0286]

また反応槽には還流冷却器を配置するとよい。還流冷却器により、窒素ガスを反応槽から放出させることができ、水は反応槽に戻すことができる。

[0287]

上記反応を経ると反応槽に反応生成物として共沈物95が沈殿する。

[0288]

<ステップS32、S33>

ここで図13に示す沈殿物92、ステップS32のろ過、およびステップS33の乾燥について説明する。沈殿物92は上述した共沈物95を含むものである。沈殿物92は共沈物95以外にも不純物を有する。そこで共沈物95を回収するために、好ましくはステップS32のろ過を行う。ろ過は吸引ろ過、または減圧ろ過を適用できる。ろ過以外には遠心分離を適用してもよい。吸引ろ過を用いた場合、反応槽に沈殿した反応生成物を純水で洗浄し、その後、沸点の低い有機溶媒（たとえばアセトン等）を加えてから行うと好ましい。

[0289]

ろ過後にはさらにステップS33の乾燥を行うといよい。たとえば60℃以上90℃以下の真空下にて、0.5時間以上3時間以下で乾燥させる。このようにして共沈物95を得ることができる。

[0290]

共沈物 9 5 は、正極活物質の前駆体を有する。正極活物質の前駆体は、一次粒子が凝集した二次粒子として得られる。なお、本明細書等において、一次粒子とは、SEM（走査電子顕微鏡）などによりたとえば 5 0 0 0 倍で観察した際、粒界を有さない最小単位の粒子（塊）を指す。つまり一次粒子は粒界で囲まれた最小単位の粒子を指す。二次粒子とは、上記一次粒子が、上記粒界（一次粒子の外周等）の一部を共有するように凝集し、容易には分離しない粒子（他と独立した粒子）を指す。すなわち二次粒子は粒界を有することがある。

[0291]

次に図 1 2 および図 1 3 に示すリチウム源 8 8（図面では Li 源と記す）としてリチウム化合物を用意する。

[0292]

<リチウム化合物>

リチウム化合物として、水酸化リチウム、炭酸リチウム、酸化リチウムまたは硝酸リチウムを用意する。たとえば共沈物 9 5 として水酸化コバルトが得られた場合、リチウム化合物は水酸化リチウムを用いることができる。

[0293]

リチウム化合物は粉砕しておくといよい。粉砕に用いる容器、例えば乳鉢は不純物を放出しにくい材質が好ましく、具体的には、純度が 9 0 % 以上、好ましくは純度が 9 9 % 以上のアルミナの乳鉢を用いるといよい。またボールミルを用いた湿式粉砕を用いてもよい。湿式粉砕では、溶媒にアセトンを用いることができる。

[0294]

<ステップ S 5 1>

次に図 1 2 および図 1 3 に示すステップ S 5 1 について説明する。ステップ S 5 1 では、共沈物 9 5 とリチウム源 8 8 とを混合する。その後、混合された混合物 9 7 を得る。共沈物 9 5 とリチウム源 8 8 とを混合する手段に公転自転攪拌装置を用いるといよい。公転自転攪拌装置はメディアを使用しないため、粉砕が行われないことが多い。

[0295]

共沈物 9 5 とリチウム源 8 8 との混合と同時に粉砕を行う場合、ボールミルまたはビーズミルを用いるといよい。ボールミルまたはビーズミルのメディアにはアルミナボールまたはジルコニアボールを用いることができる。ボールミルまたはビーズミルでは、メディアに遠心力が付加されるため、微粒子化が可能となる。ただしメディア等からのコンタミネーションが懸念される場合は、上記ジルコニアボールを用いることが好ましい。

[0296]

粉砕を同時に行う場合、乾式粉砕と湿式粉砕とがある。乾式粉砕は、不活性ガスまたは空気中で粉砕するものであり、粒子径が $3.5 \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $3 \mu\text{m}$ 以下まで粉砕することができる。湿式粉砕は液体中で粉砕するものであり、粒子径がナノサイズまで粉砕することができる。すなわち粒子径を小さくしたい場合は湿式粉砕を用いるといよい。

[0297]

このようにして混合物 9 7 を得る。

[0298]

ここで図 1 3 に示した S 5 2 および S 5 3 を用いて加熱工程について補足する。

[0299]

<ステップS52>

次に図13に示すステップS52について説明する。加熱工程は複数回行ってもよく、ステップS52のように、後述するステップS54の前に400℃以上700℃以下の温度で加熱してもよい。ステップS52の加熱はステップS54より低温で実施するため仮焼成と記すことがある。ステップS52により共沈物95またはリチウム源88に含まれる気体成分が放出されることがある。気体成分が放出された材料を用いることで不純物の少ない複合酸化物を得ることができる。しかしながら図12のようにステップS52の仮焼成を実施しなくとも正極活物質を得ることができる。

[0300]

<ステップS53>

次に図13に示すステップS53について説明する。ステップS53では解砕工程を実施する。たとえば目開きの径が40μm以上60μm以下のふるいを用いて分級する作業を行うとよい。しかしながら図12のようにステップS53の解砕工程を実施しなくとも正極活物質を得ることができる。

[0301]

<ステップS54>

次に図12および図13に示すステップS54について説明する。ステップS54では、混合物を加熱する。加熱すると複合酸化物であるNCMを得ることができる。これが正極活物質100である。当該ステップS54は本焼成と記すことがある。ステップS52等を踏まえると多数の加熱工程が存在するが、互いに区別するために適宜序数を付して、第1の加熱、第2の加熱等と記すことがある。

[0302]

<加熱条件>

加熱温度は700℃以上1100℃未満が好ましく、800℃以上1000℃以下がより好ましく、800℃以上950℃以下がさらに好ましい。本加熱処理を経てコバルト酸化物を製造する際、少なくとも共沈物95とリチウム源88とが相互に拡散する温度で加熱する。当該温度が本焼成と呼ばれる理由である。

[0303]

加熱時間はたとえば1時間以上100時間以下とすることができ、2時間以上20時間以下とすることが好ましい。

[0304]

加熱雰囲気は、酸素を有する雰囲気、またはいわゆる乾燥空気であって水が少ない酸素含有雰囲気（たとえば露点が-50℃以下、より好ましくは露点が-80℃以下）とすることが好ましい。

[0305]

たとえば、750℃で10時間加熱する場合、昇温速度は150℃/時間以上250℃/時間以下とするとよい。また乾燥雰囲気を構成しうる乾燥空気の流量は3L/分以上10L/分以下とすることが好ましい。降温時間については、規定温度から室温となるまで10時間以上50時間以下とすることが好ましく、降温速度は降温時間等から計算することができる。

[0306]

加熱の際に用いる、るつぼ、サヤ、セッター、または容器は不純物を放出しにくい材質であると

好ましい。たとえば純度が99.9%のアルミナのるつぽを用いるとよい。量産する場合にはムライト・コーディライト (Al_2O_3 、 SiO_2 、 MgO) のサヤを用いるとよい。

[0307]

また加熱が終わった材料を回収する際に、るつぽから乳鉢へ移動させたのち、回収すると材料に不純物が混入しないため好ましい。また、当該乳鉢についても、不純物を放出しにくい材質が好ましく、具体的には、純度が90%以上、好ましくは純度が99%以上のアルミナまたはジルコニアの乳鉢を用いるとよい。

[0308]

以上のとおり、NCM等の正極活物質100を製造することができる。正極活物質100は前駆体である共沈物95の形状を反映することができる。

[0309]

さらにNCM等の正極活物質100は不純物が少ないため好ましい。ただし出発材料に硫化物を使用する場合は硫黄が検出されることがある。GD-MS、ICP-MS等を用いて正極活物質の粒子全体の元素分析を行い、硫黄の濃度を測定することができる。

[0310]

(実施の形態6)

本実施の形態では、正極または負極の塗布電極の作製工程について説明する。

[0311]

塗布電極とは、正極集電体上に正極合剤（少なくとも正極活物質を含む）を形成したもの、または負極集電体上に負極合剤（少なくとも負極活物質を含む）を形成したものを指す。各合剤は導電材またはバインダを含むことがある。

[0312]

たとえば上記実施の形態に示された正極活物質と、導電材と、バインダとを混合し、混合物に分散媒を添加する。分散媒を添加した後、さらに混合してスラリーを形成する。スラリーの粘度は80 $\text{Pa} \cdot \text{s}$ 以上130 $\text{Pa} \cdot \text{s}$ 以下が好ましい。

[0313]

上記スラリーを正極集電体へ塗布し、乾燥させる。少なくとも分散媒を揮発させる。その後、スラリーを加圧して圧延させてもよい。加圧は異なる圧力で複数回実施してもよく、一回目の加圧より高い圧力で二回目の加圧を実施するよい。このようにして塗布電極が完成する。塗布電極の厚さは1 μm 以上10 μm 以下とするとよい。また塗布電極時の電極密度は3.0 g/cm^3 以上5.0 g/cm^3 以下とするとよい。

[0314]

正極の場合について説明したが負極も同様に作製することができる。

[0315]

本実施の形態は、他の実施の形態と組み合わせて用いることができる。

[0316]

(実施の形態7)

本実施の形態では、二次電池の作製工程について説明する。

[0317]

図14には、二次電池の作製工程の一例を示す。ステップS110では、正極用塗布電極と、負

極用塗布電極とを用意する。各塗布電極は、たとえば上記実施の形態に従って作製することができる。

[0318]

図14のステップS120では、各塗布電極を所望の形状に打ち抜く工程を行う。タブ領域は矩形形状の正極または負極より突出した位置に設けられ、タブ領域の一辺の長さは正極または負極の一辺の長さの $1/3$ 以上 $1/5$ 以下とする。打ち抜く工程の際、タブを接合する領域（タブ領域）を導通できる状態とする。たとえば所定の位置に打ち抜かれたタブ領域に対し、薬液により絶縁膜等を除去する。薬液には、アセトン、エタノールまたはN-メチル-2-ピロリドン（NMP）を用いることができる。このようにして、ステップS130として二次電池に搭載される正極および負極を得ることができる。

[0319]

次に図14のステップS135に示すようにセパレータを用意し、ステップS140としてセパレータを加工する。たとえば切り抜いたセパレータを半分に折り、2辺を溶着した袋状のセパレータへ加工するとよい。溶着領域の幅は、3nm以上10mm以下とするとよい。溶着のため120℃以上170℃以下、好ましくは130℃以上150℃以下の熱を加えることがあるが、このとき溶着されたくない領域（袋になる領域）には金属箔を配置しておく、と、不要な領域での溶着を防止できる。

[0320]

次に図14のステップS150に示すように、正極および負極と、セパレータとを組み立てる。たとえば袋状のセパレータに正極および負極の一方を入れ、当該セパレータと、正極および負極の他方とを重ね合わせる。片面塗工の正極および負極をそれぞれ10枚用意し、セパレータを5枚用意する。セパレータの中に正極を入れる場合、正極集電体を向かい合わせた状態で2枚の正極を入れる。残りのセパレータも同じように正極を入れる。セパレータの間には、負極集電体を向かい合わせた状態で、2枚の負極を配置する。最外に位置するセパレータは2組あるが、その外側にそれぞれ配置する負極は1枚とし、さらにセパレータ側に負極活物質が向くようにする。このようにしてステップS160に示すように構造体Xを組み立てることができる。構造体Xにおいてタブ領域は接合しておく、と好ましい。たとえば正極用のタブ領域および負極用のタブ領域は超音波金属接合器を用いて接合される。

[0321]

次に図14のステップS170に示すように、正極用タブおよび負極用タブを用意する。ステップS180に示すように薬液処理を行い、正極用タブおよび負極用タブから絶縁膜等を除去する。薬液には、アセトン、エタノールまたはNMPを用いることができる。

[0322]

図14のステップS190に示すように構造体Xに正極用タブおよび負極用タブを接合する。正極用タブおよび負極用タブはステップS160のときに接合されたタブ領域に、それぞれ超音波金属接合器を用いて接合される。

[0323]

次に図14のステップS200に示すように、ラミネートフィルムを用意し、ステップS210に示すようにラミネートフィルムを加工する。たとえば加工として、ラミネートフィルムの一部に深さ1mm以上10mm以下、好ましくは1.5mm以上3mm以下の深さを有する凹部を形成す

る。

[0324]

図14のステップS220に示すように組み立てる。たとえば凹部にタブが接合された構造体Xを収容し、ラミネートフィルムを折り曲げて、少なくとも対向した2辺を溶接する。150℃以上190℃以下、好ましくは170℃以上180℃以下の熱を加える。さらに乾燥雰囲気下で溶接を行うと好ましい。

[0325]

次に図14のステップS230に示すように電解液を注入する。不活性雰囲気（不活性ガスを有する雰囲気）下で電解液を注入するとよい。ラミネートフィルムにおいて、残りの辺を溶接する。減圧雰囲気下で残りの辺を溶接するとよい。

[0326]

そして、図14のステップS240に示すように、ラミネート型の二次電池が完成する。

[0327]

<ラミネート型二次電池>

ラミネート型の二次電池について外観図の一例を図15Aおよび図15Bに示す。図15Aおよび図15Bは、正極503、負極506、セパレータ507、外装体509、正極リード電極510および負極リード電極511等を有する。正極リード電極510および負極リード電極511は図15Aのように同じ辺に設けられていてもよいし、図15Bのように対向した辺にそれぞれ設けられていてもよい。

[0328]

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせて用いることができる。

[0329]

(実施の形態8)

本実施の形態では、二次電池の他の構成例について図16および図17を用いて説明する。

[0330]

[二次電池の他の構造例]

図16Aに示す二次電池913は、筐体930の内部に端子951と端子952が設けられた捲回体950を有する。捲回体950は、筐体930の内部で電解液中に浸される。端子952は、筐体930に接し、端子951は、絶縁材などを用いることにより筐体930に接していない。なお、図16Aでは、便宜のため、筐体930を分離して図示しているが、実際は、捲回体950が筐体930に覆われ、端子951および端子952が筐体930の外に延在している。筐体930としては、金属材料（たとえばアルミニウムなど）または樹脂材料を用いることができる。

[0331]

なお、図16Bに示すように、図16Aに示す筐体930を複数の材料によって形成してもよい。たとえば、図16Bに示す二次電池913は、筐体930aと筐体930bが貼り合わされており、筐体930aおよび筐体930bで囲まれた領域に捲回体950が設けられている。

[0332]

筐体930aとしては、有機樹脂など、絶縁材料を用いることができる。特に、アンテナが形成される面に有機樹脂などの材料を用いることにより、二次電池913による電界の遮蔽を抑制できる。なお、筐体930aによる電界の遮蔽が小さければ、筐体930aの内部にアンテナを設けて

もよい。筐体 930b としては、たとえば金属材料を用いることができる。

[0333]

さらに、捲回体 950 の構造について図 16C に示す。捲回体 950 は、負極 931 と、正極 932 と、セパレータ 933 と、を有する。捲回体 950 は、セパレータ 933 を挟んで負極 931 と、正極 932 が重なり合って積層され、該積層シートを捲回させた捲回体である。なお、負極 931 と、正極 932 と、セパレータ 933 と、の積層を、さらに複数重ねてもよい。

[0334]

また、図 17A 乃至図 17C に示すような捲回体 950a を有する二次電池 913 としてもよい。図 17A に示す捲回体 950a は、負極 931 と、正極 932 と、セパレータ 933 と、を有する。負極 931 は負極活物質層 931a を有する。正極 932 は正極活物質層 932a を有する。

[0335]

前述の実施の形態で得られる正極活物質を正極 932 に用いることで、高容量、且つ、充放電容量が高く、且つ、サイクル特性に優れた二次電池 913 とすることができる。

[0336]

セパレータ 933 は、負極活物質層 931a および正極活物質層 932a よりも広い幅を有し、負極活物質層 931a および正極活物質層 932a と重畳するように捲回されている。また正極活物質層 932a よりも負極活物質層 931a の幅が広いことが安全性の点で好ましい。またこのような形状の捲回体 950a は安全性および生産性がよく好ましい。

[0337]

図 17B に示すように、負極 931 は端子 951 と電氣的に接続される。端子 951 は端子 911a と電氣的に接続される。また正極 932 は端子 952 と電氣的に接続される。端子 952 は端子 911b と電氣的に接続される。

[0338]

図 17C に示すように、筐体 930 により捲回体 950a および電解液が覆われ、二次電池 913 となる。筐体 930 には安全弁、過電流保護素子等を設けることが好ましい。安全弁は、電池破裂を防止するため、筐体 930 の内部が所定の内圧で開放する弁である。

[0339]

図 17B に示すように二次電池 913 は複数の捲回体 950a を有していてもよい。複数の捲回体 950a を用いることで、より充放電容量の大きい二次電池 913 とすることができる。図 17A および図 17B に示す二次電池 913 の他の要素は、図 16A 乃至図 16C に示す二次電池 913 の記載を参酌することができる。

[0340]

<円筒型二次電池>

次に円筒型の二次電池の例について図 18 を参照して説明する。円筒型の二次電池 600 の外観図を図 18A に示す。図 18B は、円筒型の二次電池 600 の断面を模式的に示した図である。図 18B に示すように、円筒型の二次電池 600 は、上面に正極キャップ（電池蓋）601 を有し、側面および底面に電池缶（外装缶）602 を有している。これら正極キャップと電池缶（外装缶）602 とは、ガスケット（絶縁パッキン）610 によって絶縁されている。

[0341]

中空円柱状の電池缶 602 の内側には、帯状の正極 604 と負極 606 とがセパレータ 605 を

間に挟んで捲回された電池素子が設けられている。図示しないが、電池素子はセンターピンを中心に捲回されている。電池缶602は、一端が閉じられ、他端が開いている。電池缶602には、電解液に対して耐腐食性のあるニッケル、アルミニウム、チタン等の金属、またはこれらの合金又はこれらと他の金属との合金（たとえば、ステンレス鋼等）を用いることができる。また、電解液による腐食を防ぐため、ニッケル、又はアルミニウム等を電池缶602に被覆することが好ましい。電池缶602の内側において、正極、負極およびセパレータが捲回された電池素子は、対向する一対の絶縁板608、絶縁板609により挟まれている。また、電池素子が設けられた電池缶602の内部は、非水電解液（図示せず）が注入されている。非水電解液は、コイン型の二次電池と同様のものを用いることができる。

[0342]

円筒型の二次電池に用いる正極および負極は捲回するため、集電体の両面に活物質を形成することが好ましい。正極604には正極端子（正極集電リード）603が接続され、負極606には負極端子（負極集電リード）607が接続される。正極端子603および負極端子607は、ともにアルミニウムなどの金属材料を用いることができる。正極端子603は安全弁機構612に、負極端子607は電池缶602の底にそれぞれ抵抗溶接される。安全弁機構612は、PTC素子（Positive Temperature Coefficient）611を介して正極キャップ601と電氣的に接続されている。安全弁機構612は電池の内圧の上昇が所定の閾値を超えた場合に、正極キャップ601と正極604との電氣的な接続を切断するものである。また、PTC素子611は温度が上昇した場合に抵抗が増大する熱感抵抗素子であり、抵抗の増大により電流量を制限して異常発熱を防止するものである。PTC素子には、チタン酸バリウム（BaTiO₃）系半導体セラミックス等を用いることができる。

[0343]

また、図18Cのように複数の二次電池600を、導電板613および導電板614の間に挟んでモジュール615を構成してもよい。複数の二次電池600は、並列接続されていてもよいし、直列接続されていてもよいし、並列に接続された後さらに直列に接続されていてもよい。複数の二次電池600を有するモジュール615を構成することで、大きな電力を取り出すことができる。

[0344]

図18Dはモジュール615の上面図である。図を明瞭にするために導電板613を点線で示した。図18Dに示すようにモジュール615は、複数の二次電池600を電氣的に接続する導線616を有していてもよい。導線616上に導電板を重畳して設けることができる。また複数の二次電池600の間に温度制御装置617を有していてもよい。二次電池600が過熱されたときは、温度制御装置617により冷却し、二次電池600が冷えすぎているときは温度制御装置617により加熱することができる。そのためモジュール615の性能が外気温に影響されにくくなる。温度制御装置617が有する熱媒体は絶縁性と不燃性を有することが好ましい。

[0345]

正極604に、先の実施の形態で説明した正極活物質を用いることで、充放電容量が高くサイクル特性に優れた円筒型の二次電池600とすることができる。

[0346]

（実施の形態9）

本実施の形態では、車両などの移動体に本発明の一態様の蓄電池管理システムを搭載する例を示

す。

[0347]

二次電池を車両に搭載すると、ハイブリッド車（HV）、電気自動車（EV）、またはプラグインハイブリッド車（PHV）等の次世代クリーンエネルギー自動車を実現できる。また、農業機械、電動アシスト自転車を含む原動機付自転車、自動二輪車、電動車椅子、電動カート、小型又は大型船舶、潜水艦、固定翼機および回転翼機等の航空機、ロケット、人工衛星、宇宙探査機、惑星探査機、宇宙船などに二次電池を搭載することもできる。本発明の一態様の二次電池は高容量の二次電池とすることができる。そのため本発明の一態様の二次電池は、小型化、軽量化に適しており、輸送用車両に好適に用いることができる。

[0348]

図19において、本発明の一態様である蓄電池管理システムを用いた車両などの移動体を例示する。図19Aに示す自動車8400は、走行のための動力源として電気モータを用いる電気自動車である。または、走行のための動力源として電気モータとエンジンを適宜選択して用いることが可能なハイブリッド自動車である。本発明の一態様を用いることで、搭載する二次電池の限界利用が可能となり、航続距離の長い車両を実現することができる。また、自動車8400は二次電池を有する。二次電池は電気モータ8406を駆動するだけでなく、ヘッドライト8401及びルームライト（図示せず）などの発光装置に電力を供給することができる。

[0349]

また、二次電池は、自動車8400が有するスピードメーター、タコメーターなどの表示装置に電力を供給することができる。また、二次電池は、自動車8400が有するナビゲーションシステムなどの半導体装置に電力を供給することができる。

[0350]

図19Bに示す自動車8500は、自動車8500が有する二次電池にプラグイン方式又は非接触給電方式等により外部の充電設備から電力供給を受けて、充電することができる。図19Bに、地上設置型の充電装置8021から自動車8500に搭載された二次電池8024に、ケーブル8022を介して充電を行っている状態を示す。充電に際しては、充電方法及びコネクタの規格等はCHAdeMO（登録商標）又はコンボ等の所定の方式で適宜行えばよい。充電装置8021は、商用施設に設けられた充電ステーションでもよく、また家庭の電源であってもよい。たとえば、プラグイン技術によって、外部からの電力供給により自動車8500に搭載された二次電池8024を充電することができる。充電は、ACDCコンバータ等の変換装置を介して、交流電力を直流電力に変換して行うことができる。

[0351]

また、図示しないが、受電装置を車両に搭載し、地上の送電装置から電力を非接触で供給して充電することもできる。この非接触給電方式の場合には、道路又は外壁に送電装置を組み込むことで、停車中に限らず走行中に充電を行うこともできる。また、この非接触給電の方式を利用して、車両どうしで電力の送受信を行ってもよい。さらに、車両の外装部に太陽電池を設け、停車時及び走行時に二次電池の充電を行ってもよい。このような非接触での電力の供給には、電磁誘導方式又は磁界共鳴方式を用いることができる。

[0352]

また、図19Cは、本発明の一態様の蓄電池管理システムを用いた二輪車の一例である。図19

Cに示すスクータ8600は、二次電池8602、サイドミラー8601、方向指示灯8603を備える。二次電池8602は、方向指示灯8603に電気を供給することができる。

[0353]

また、図19Cに示すスクータ8600は、座席下収納8604に、二次電池8602を収納することができる。二次電池8602は、座席下収納8604が小型であっても、座席下収納8604に収納することができる。二次電池8602は、取り外し可能となっており、充電時には二次電池8602を屋内に持って運び、充電し、走行する前に収納すればよい。

[0354]

また図19Dは、本発明の一態様の蓄電池管理システムを用いた人工衛星の一例である。図19Dに示す人工衛星8800は二次電池8801を有する。人工衛星8800は極低温の宇宙空間で使用されるため、二次電池8801は人工衛星8800の内部において、保温部材に覆われた状態で搭載されることが望ましい。

[0355]

本発明の一態様によれば、二次電池のサイクル特性が良好となり、二次電池の充放電容量を大きくすることができる。よって、二次電池自体を小型軽量化することができる。二次電池自体を小型軽量化できれば、車両の軽量化に寄与するため、航続距離を向上させることができる。また、車両に搭載した二次電池を車両以外の電力供給源として用いることもできる。この場合、たとえば電力需要のピーク時に商用電源を用いることを回避することができる。電力需要のピーク時に商用電源を用いることを回避できれば、省エネルギー、および二酸化炭素の排出の削減に寄与することができる。また、サイクル特性が良好であれば二次電池を長期に渡って使用できるため、コバルトをはじめとする希少金属の使用量を減らすことができる。

[0356]

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

[符号の説明]

[0357]

1：サーバ装置、2：充電器、3：車両、4：蓄電池パック、5：受電コネクタ、7：通信ネットワーク、11：データ、41：二次電池、42：パワーコントロールユニット、43：駆動用モータ、44：電池セル、45：バランス回路、46：抵抗、47：回路、50：車両制御ユニット、51：CPU、52：記憶部、53：通信部、60：保護回路、61：電流監視回路、62：電圧監視回路、63：温度監視回路、64：経路遮断回路、71：スタートスイッチ

請求の範囲

[請求項 1]

データの送受信が可能な手段を備えた車両を有する蓄電池管理システムであって、
前記車両は、蓄電池と、
前記蓄電池と電氣的に接続されたバランス回路と、
前記バランス回路を制御する機能を有する車両制御ユニットと、を有し、
前記蓄電池は複数の電池セルを有する組電池を有し、
前記車両制御ユニットは、前記組電池が有する電池セルの状態に最も近い推定値を選択する機能を有し、
前記バランス回路は、前記選択された推定値に基づき制御される機能を有する、蓄電池管理システム。

[請求項 2]

サーバ装置と、前記サーバ装置とデータの送受信が可能な手段を備えた車両とを有する蓄電池管理システムであって、
前記車両は、蓄電池と、
前記蓄電池と電氣的に接続されたバランス回路と、
前記バランス回路を制御する機能を有する車両制御ユニットと、を有し、
前記蓄電池は複数の電池セルを有する組電池を有し、
前記サーバ装置は、前記車両から送信された前記組電池の内部状態に関する第 1 のデータに基づき、少なくとも 2 以上の推定値を算出する機能と、前記 2 以上の推定値を前記車両へ送信する機能とを有し、
前記車両制御ユニットは前記 2 以上の推定値のうち、前記組電池が有する電池セルの状態に最も近い推定値を選択する機能を有し、
前記バランス回路は、前記選択された推定値に基づき制御される機能を有する、蓄電池管理システム。

[請求項 3]

請求項 2 において、前記第 1 のデータは、前記組電池の内部状態に関する、逐次データを有する、蓄電池管理システム。

[請求項 4]

請求項 3 において、前記逐次データは SOC-OCV 特性が含まれる、蓄電池管理システム。

[請求項 5]

請求項 3 または請求項 4 において、前記逐次データは内部抵抗が含まれる、蓄電池管理システム。

[請求項 6]

請求項 5 において、前記内部抵抗は、応答が速い抵抗成分 R 1 及び応答が遅い抵抗成分 R 2 を含む、蓄電池管理システム。

[請求項 7]

請求項 6 において、前記サーバ装置は、前記応答が速い抵抗成分 R 1 及び前記応答が遅い抵抗成分 R 2 の変化を、LSTM (Long Short-Term Memory) によって予測する機能を有する、蓄電池管理システム。

[請求項 8]

蓄電池と、
前記蓄電池と電氣的に接続されたバランス回路と、
前記バランス回路を制御する機能を有する車両制御ユニットと、を有し、
前記蓄電池は複数の電池セルを有する組電池を有し、
前記車両制御ユニットはサーバ装置から送信された２以上の推定値のうち、前記組電池が有する各電池セルの状態に最も近い推定値を選択する機能を有し、
前記バランス回路は、前記選択された推定値に基づき制御される機能を有する、車両。

[請求項 9]

請求項 8 において、前記サーバ装置は、前記車両から送信された前記組電池の内部状態に関する逐次データを有する、車両。

[請求項 10]

請求項 9 において、前記逐次データは SOC-OCV 特性が含まれる、車両。

[請求項 11]

請求項 9 または請求項 10 において、前記逐次データは内部抵抗が含まれる、車両。

[請求項 12]

請求項 11 において、前記内部抵抗は、応答が速い抵抗成分 R1 及び応答が遅い抵抗成分 R2 を含む、車両。

[請求項 13]

請求項 11 または請求項 12 において、前記内部抵抗は、前記複数の電池セルの各々の測定値を有する、車両。

[請求項 14]

請求項 11 乃至請求項 13 において、前記内部抵抗を電流休止法で測定する機能を有する、車両。

[請求項 15]

組電池を有する車両から送信された、前記組電池が有する電池セルの内部状態に関する第 1 のデータを受信する機能と、前記第 1 のデータと第 1 のアルゴリズムとを用いて、少なくとも 2 以上の推定値を算出する機能と、前記 2 以上の推定値を前記車両へ送信する機能とを有する、サーバ装置。

[請求項 16]

請求項 15 において、前記第 1 のデータは、前記組電池の内部状態に関する、逐次データを有する、サーバ装置。

[請求項 17]

請求項 16 において、前記逐次データは SOC-OCV 特性が含まれる、サーバ装置。

[請求項 18]

請求項 16 または請求項 17 において、前記逐次データは内部抵抗が含まれる、サーバ装置。

[請求項 19]

請求項 18 において、前記内部抵抗は、応答が速い抵抗成分 R1 及び応答が遅い抵抗成分 R2 を含む、サーバ装置。

[請求項 20]

請求項 18 または請求項 19 において、前記応答が速い抵抗成分 R1 及び前記応答が遅い抵抗成分 R2 の変化を、LSTM によって予測する機能を有する、サーバ装置。

図 1A

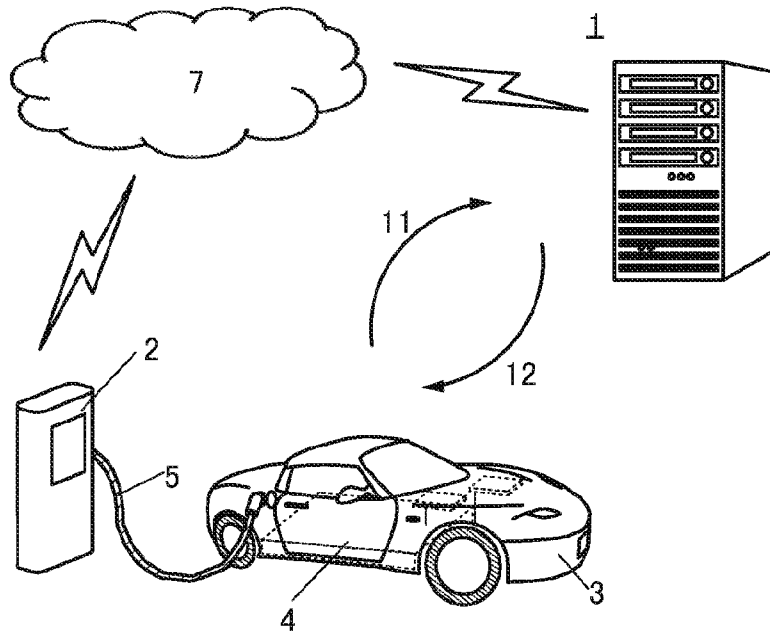


図 1B

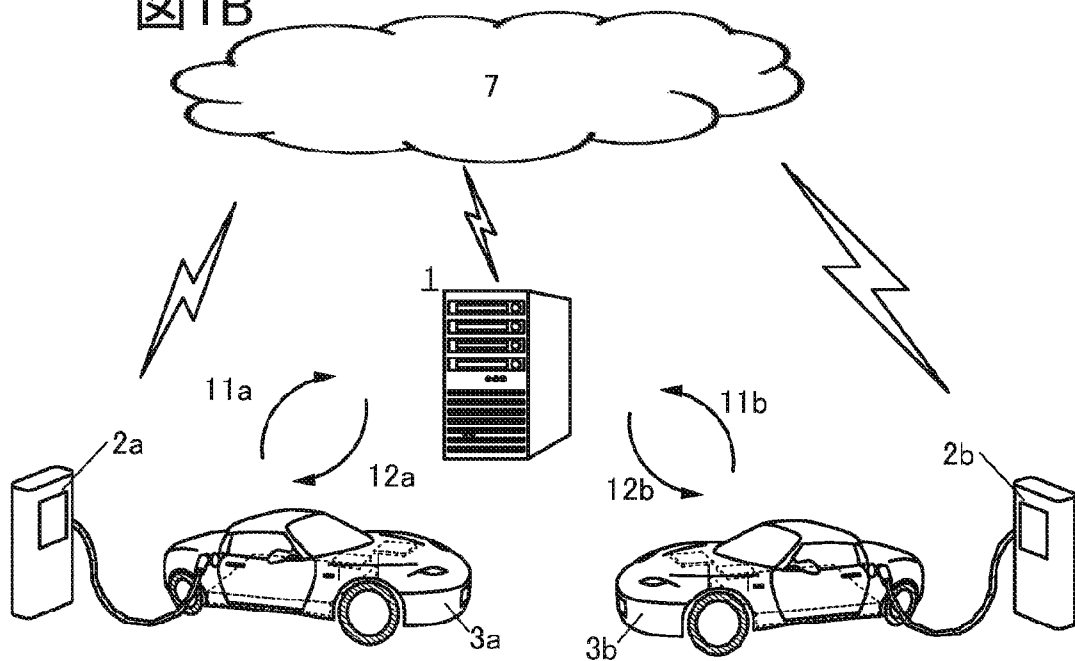


図2

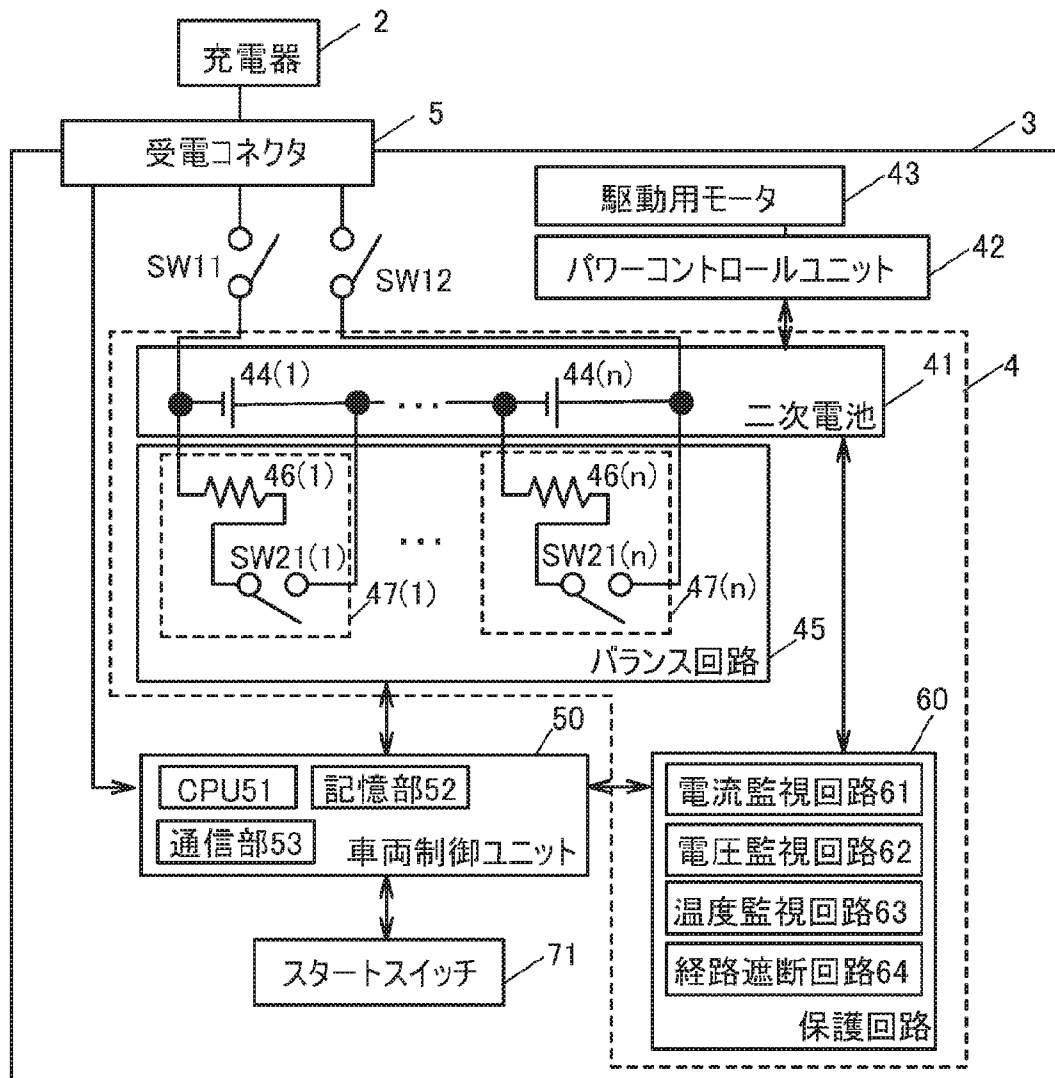


図3

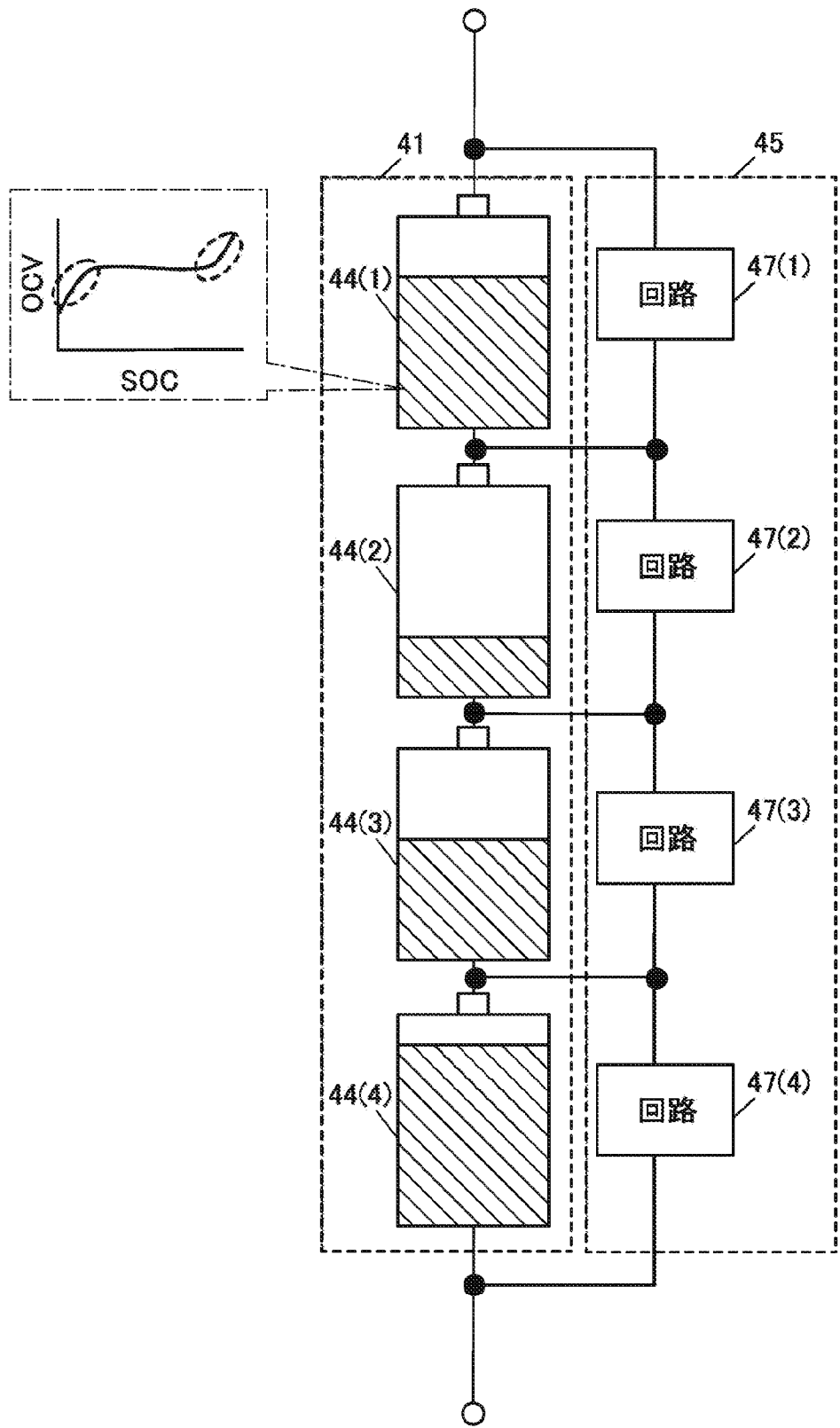


図4

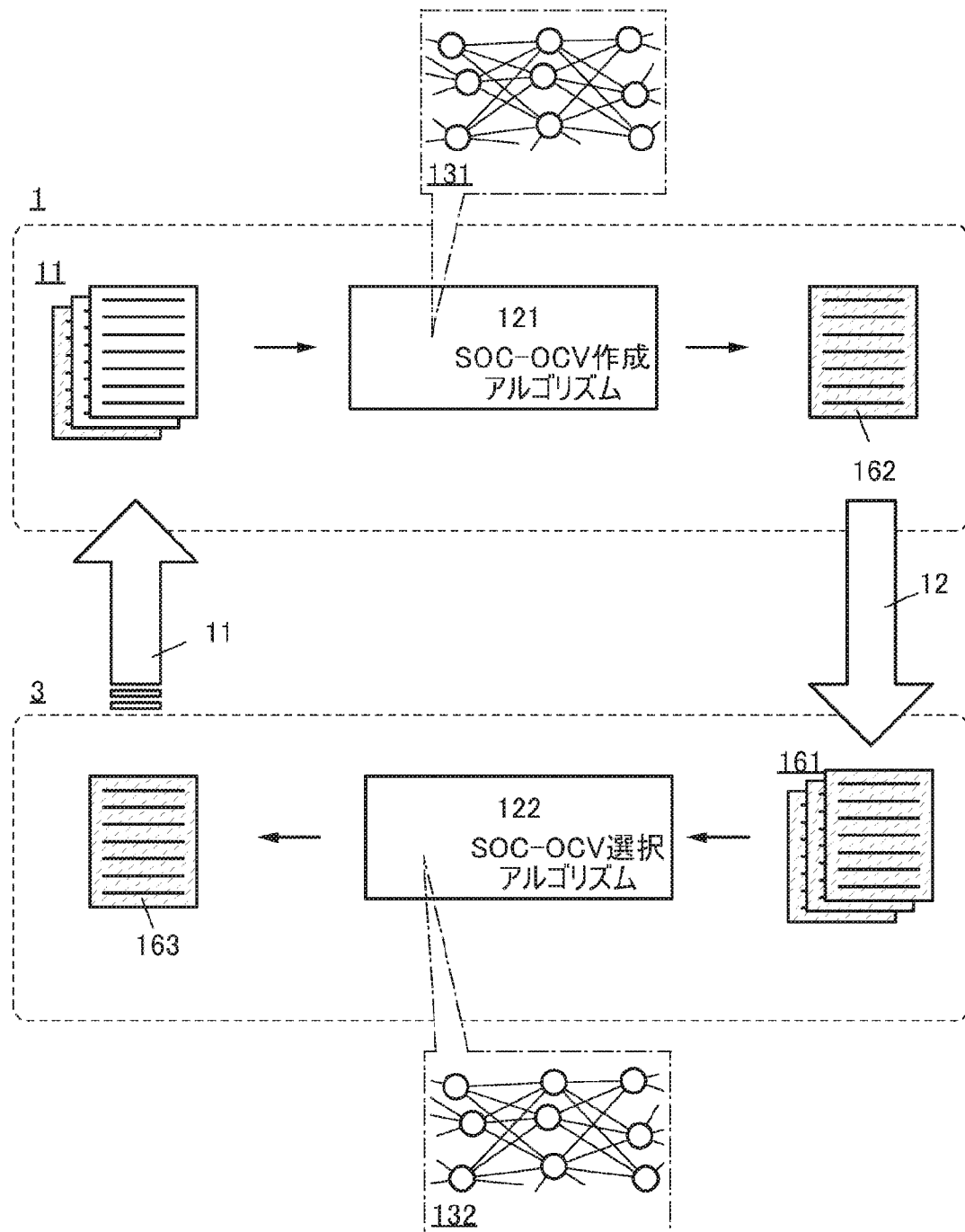


図5

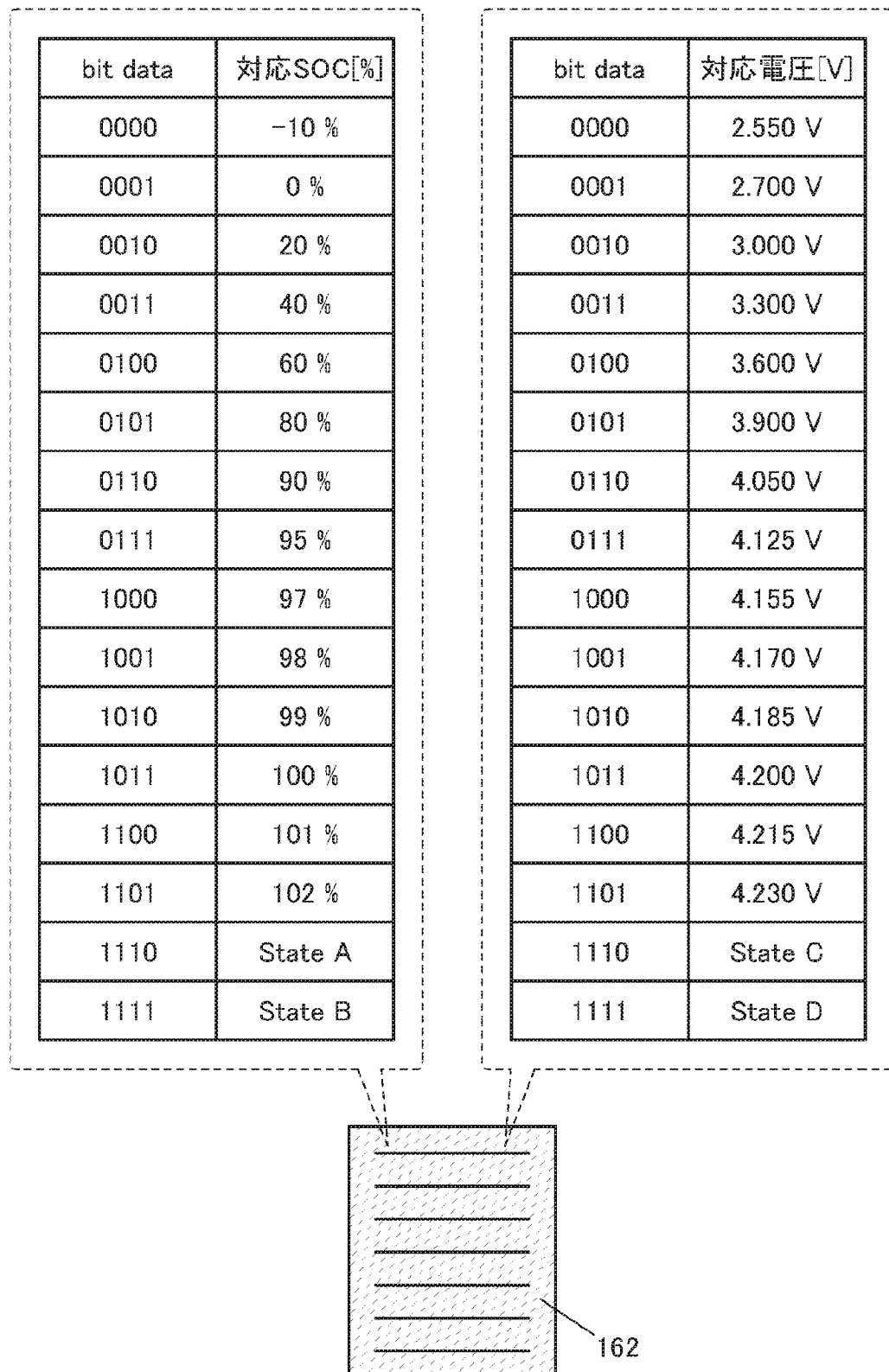


図6

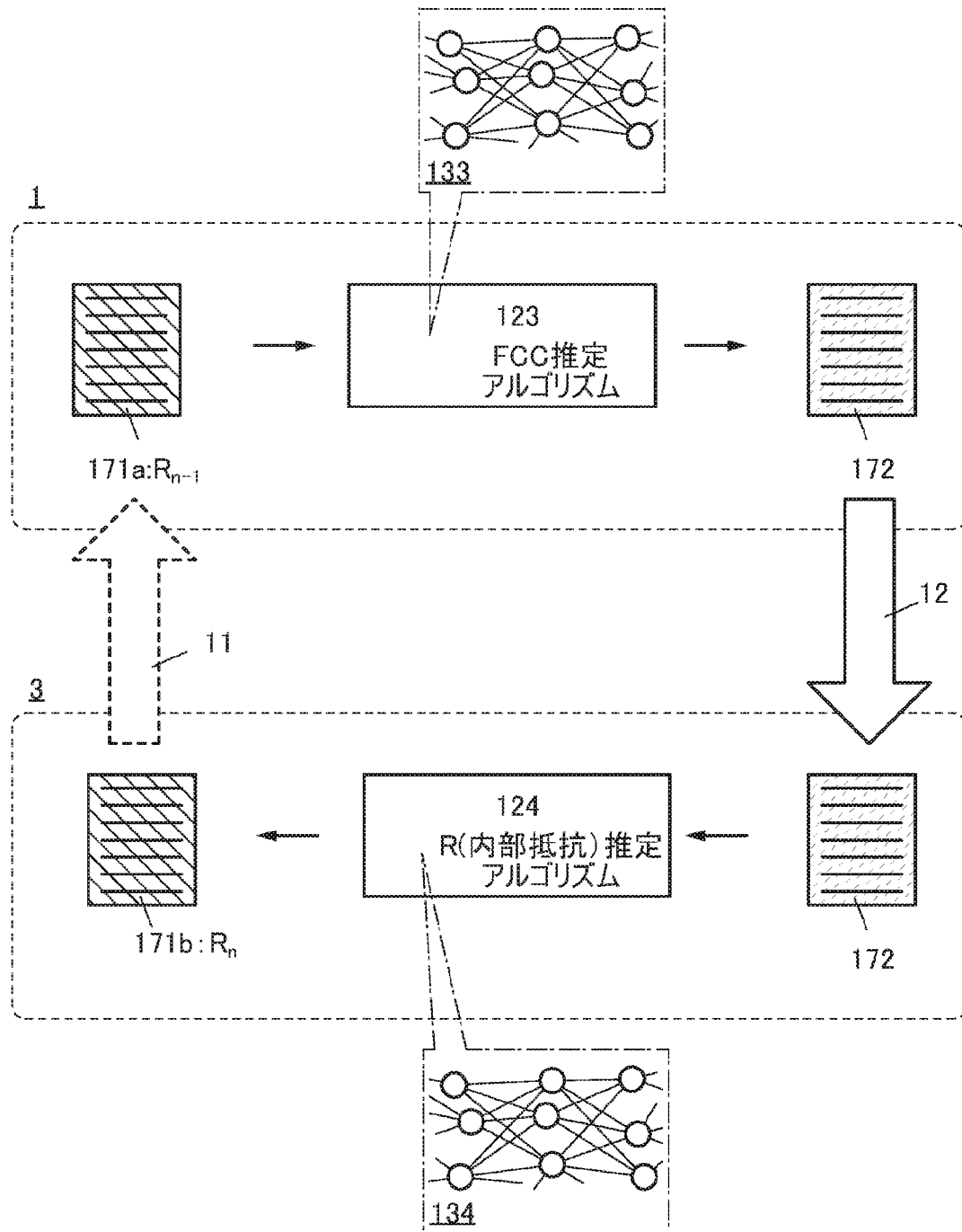


図 7

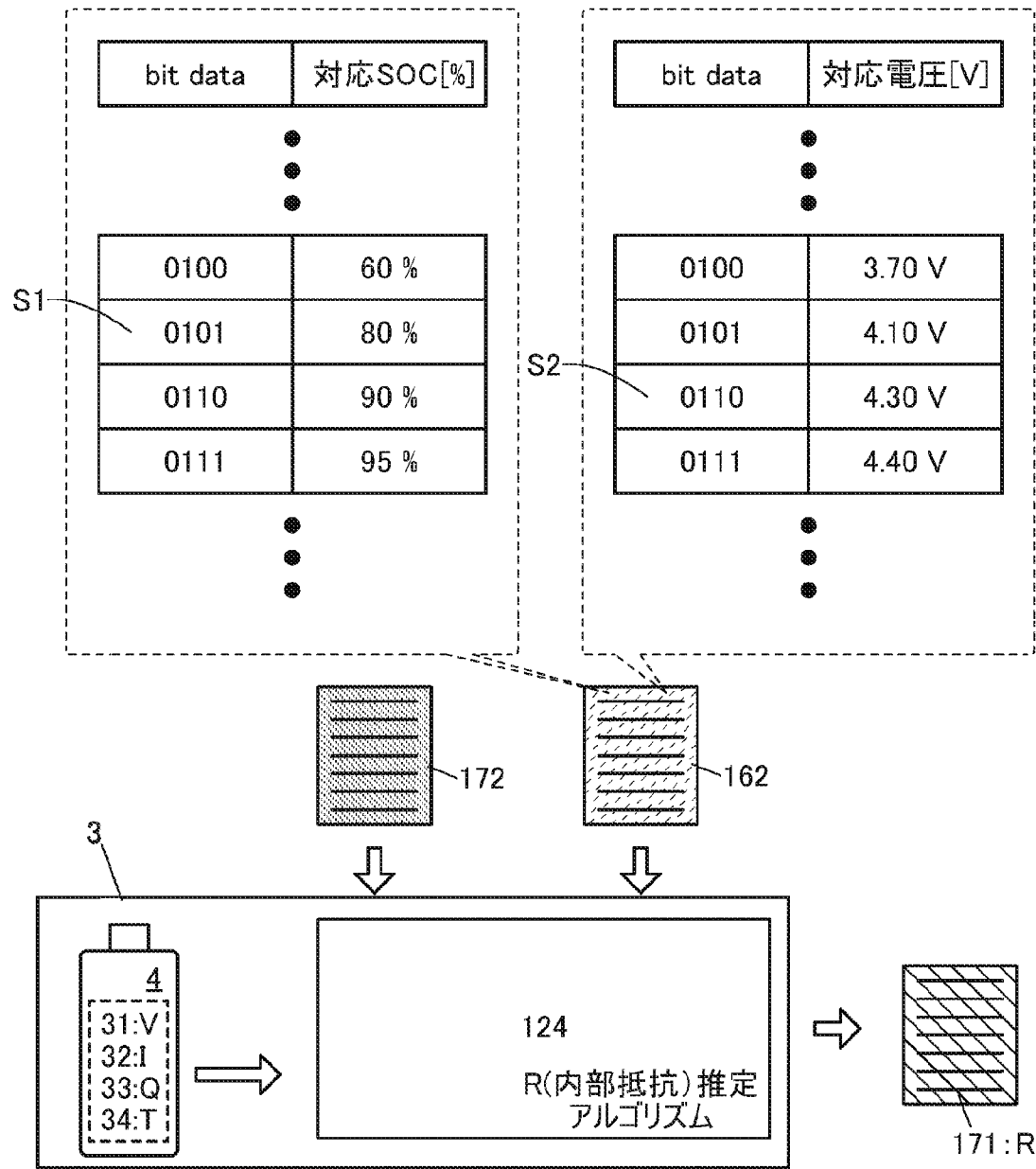


図8

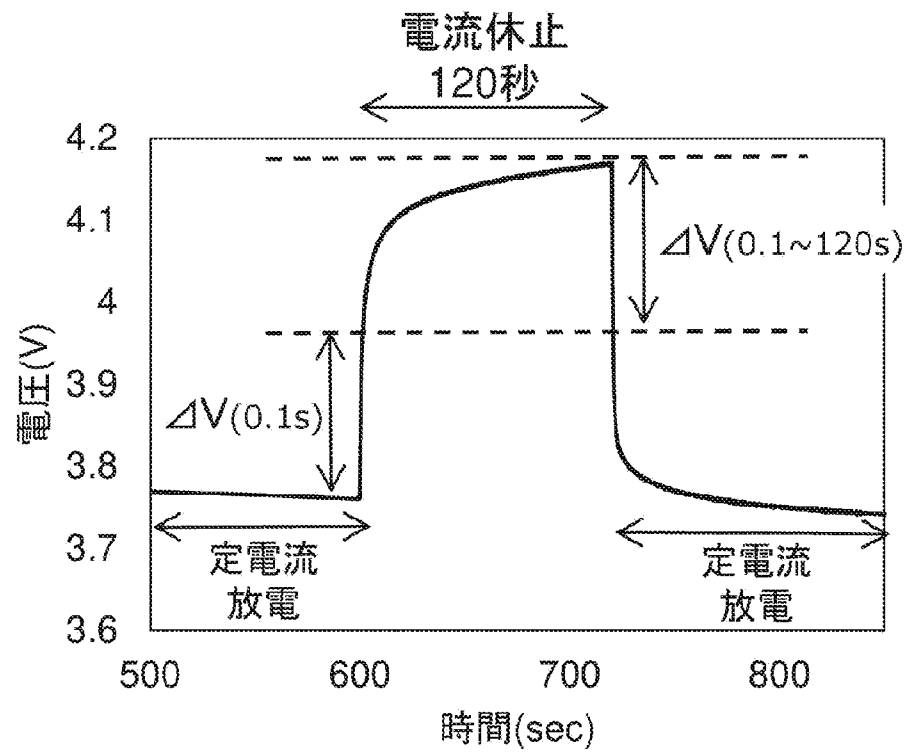


図9A

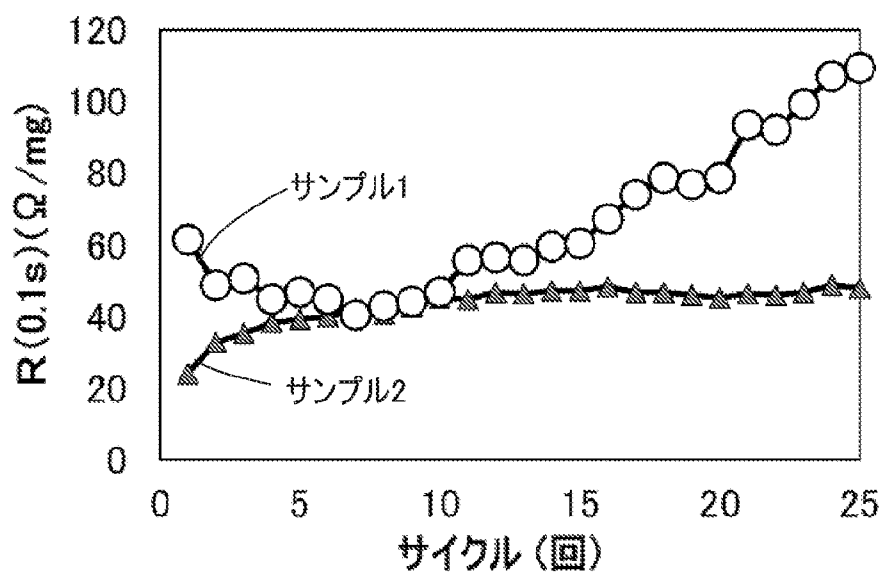


図9B

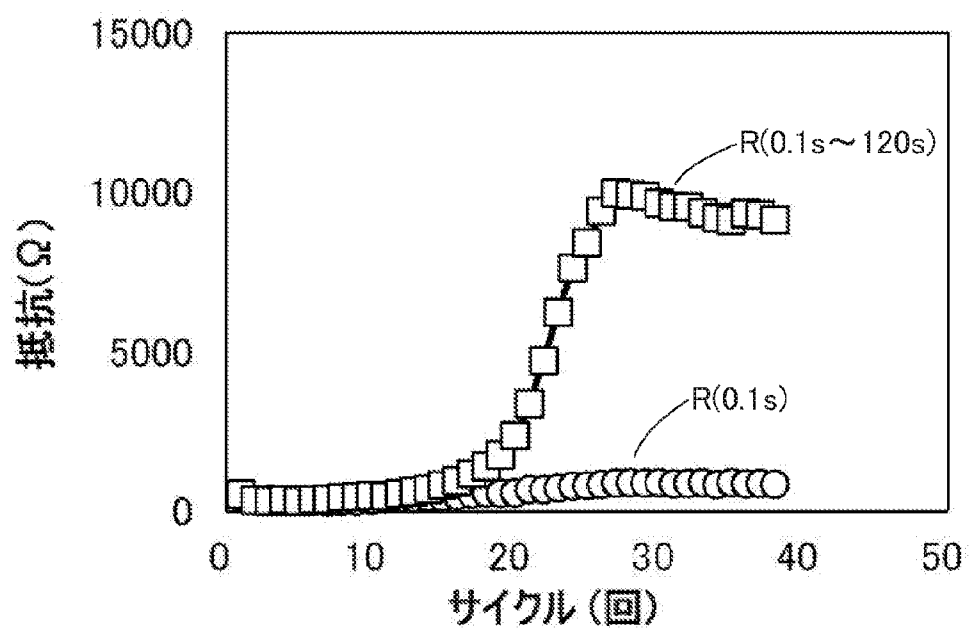


図10A

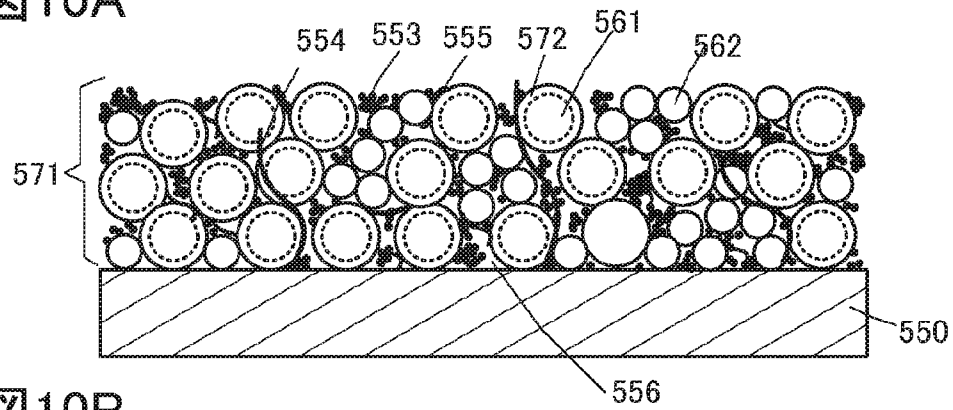


図10B

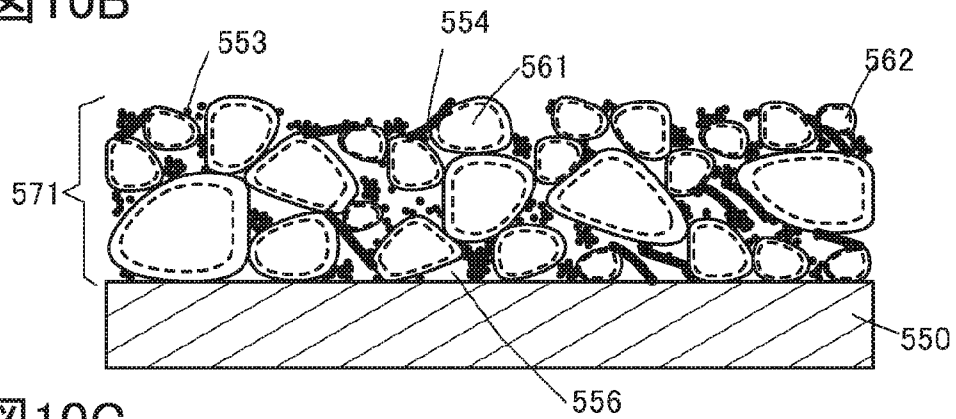


図10C

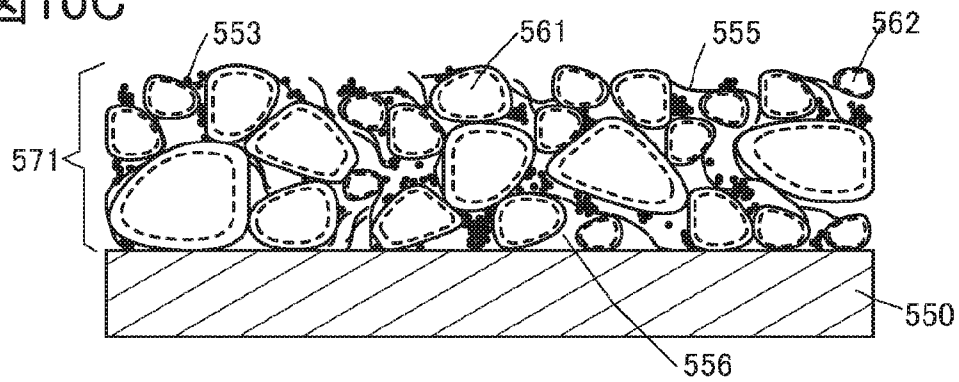


図11A

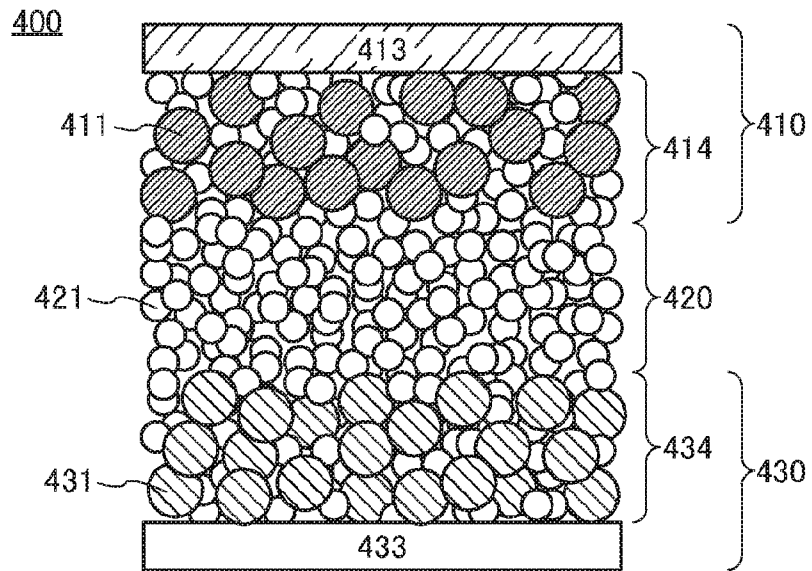


図11B

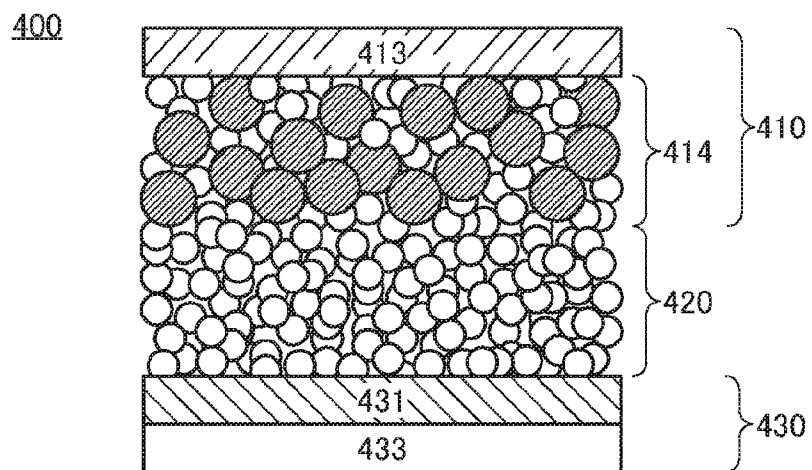


図12

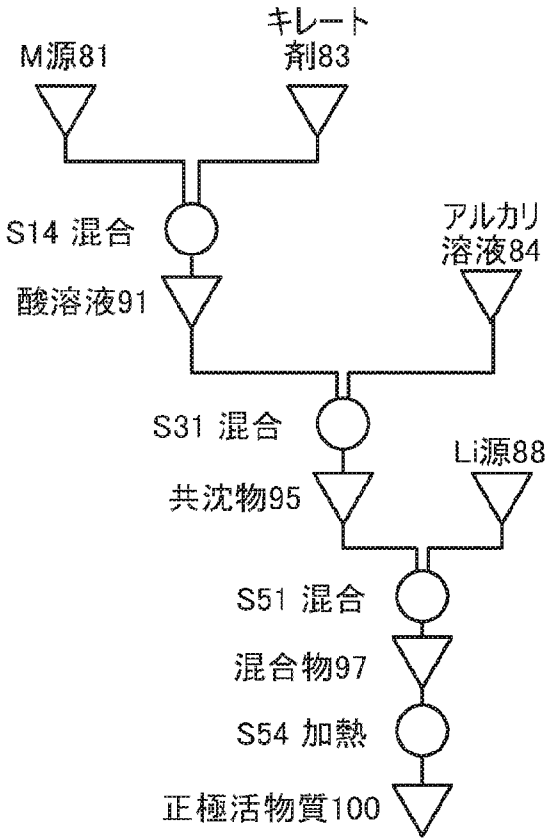


図13

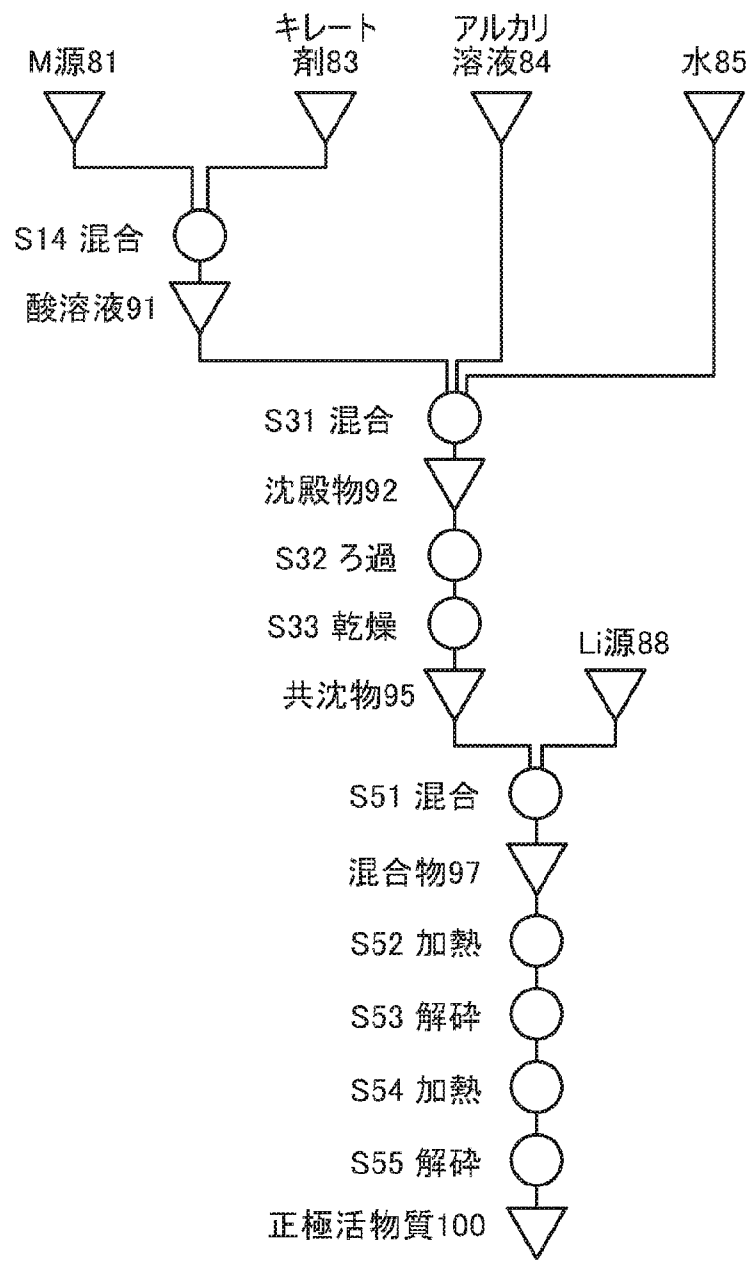


図14

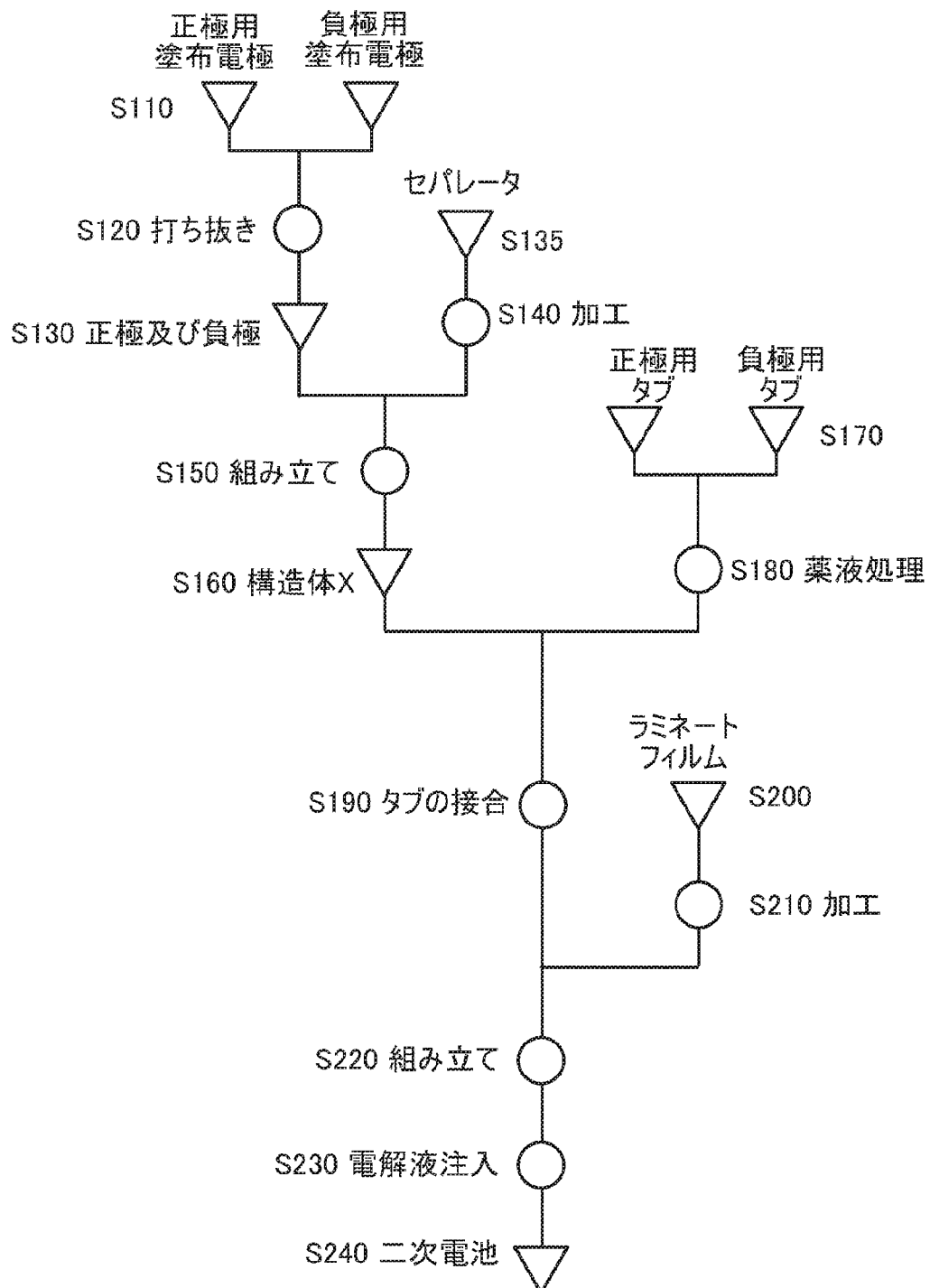


図15A

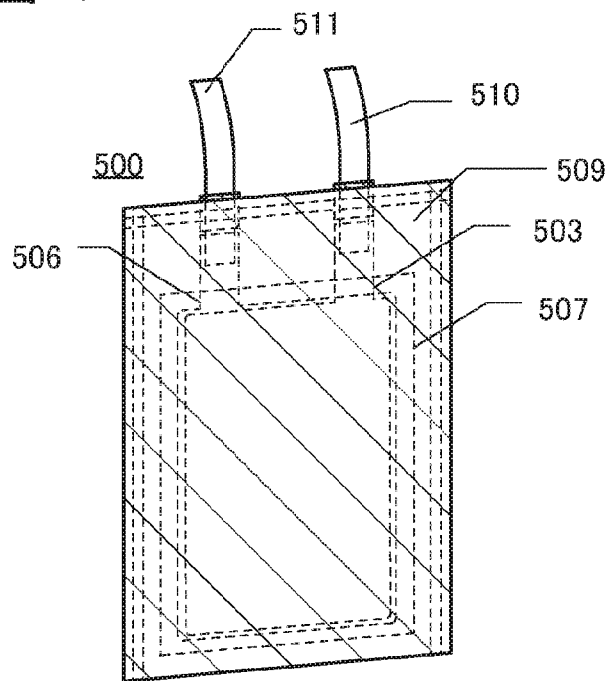


図15B

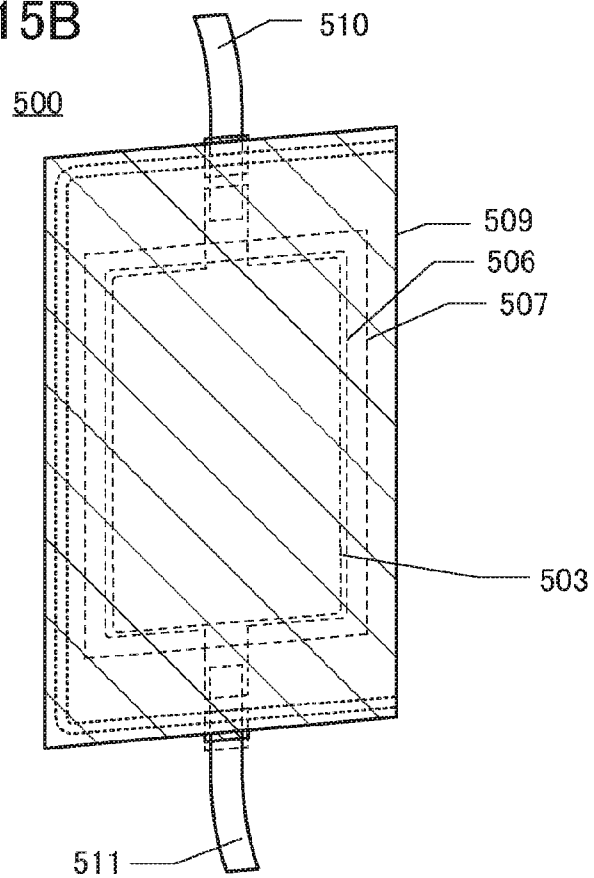


図 16A

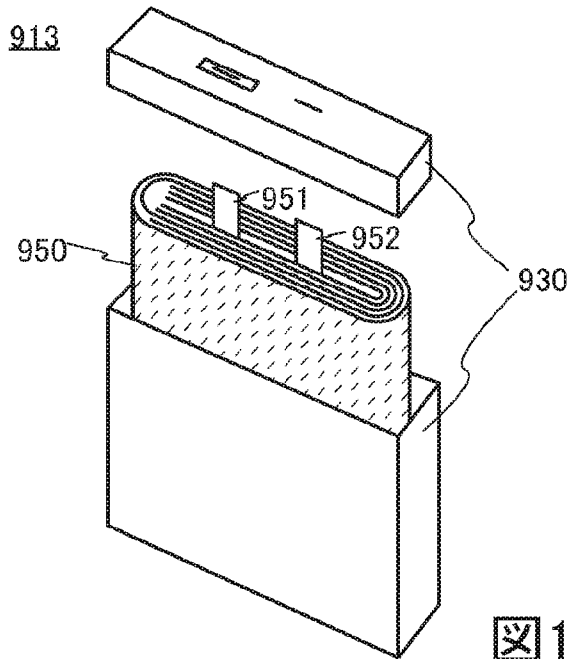


図 16B

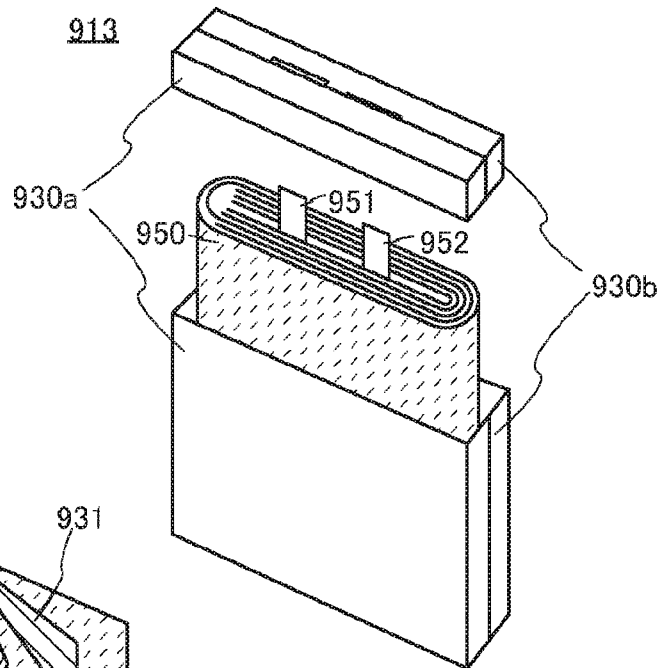


図 16C

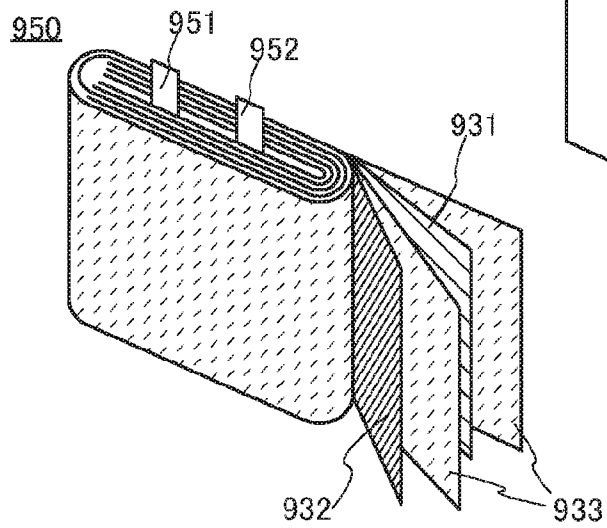


図 17A

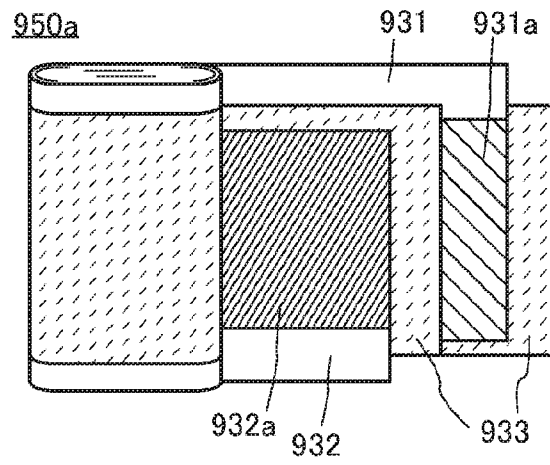


図 17B 913

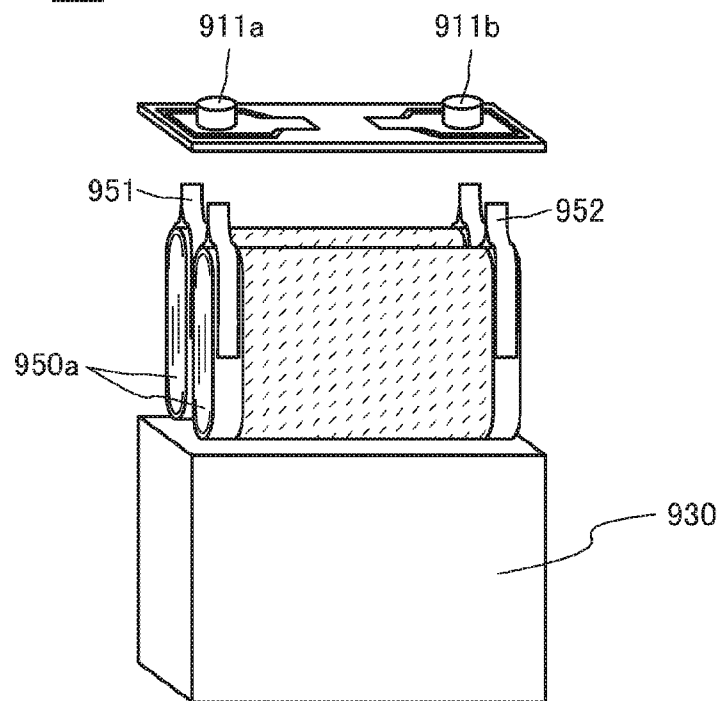


図 17C 913

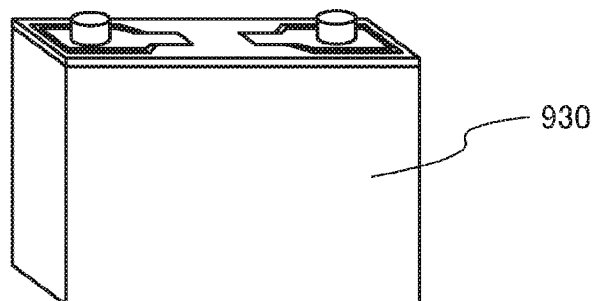


图18A

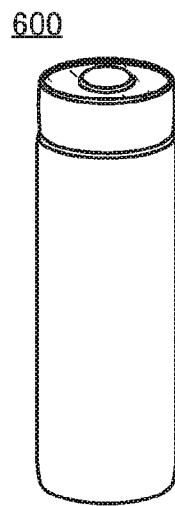


图18B

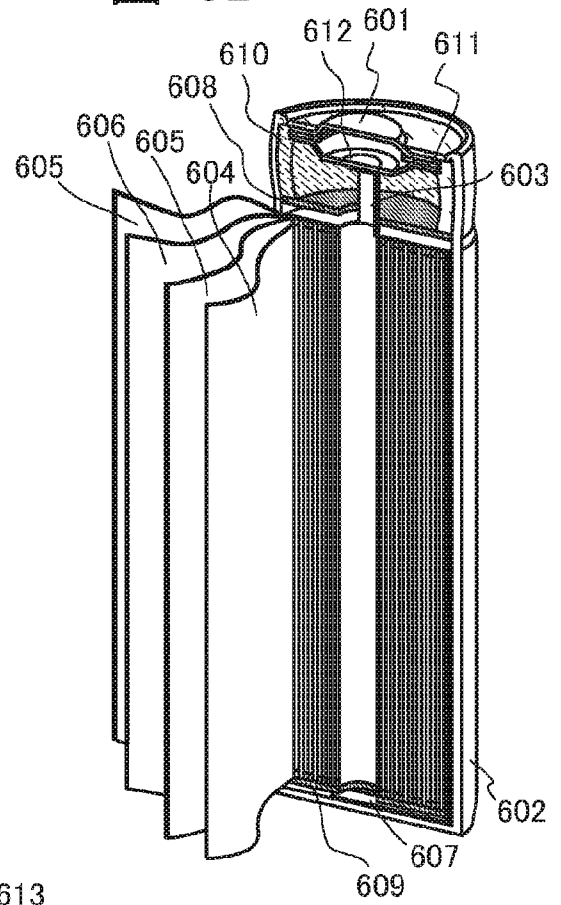


图18C

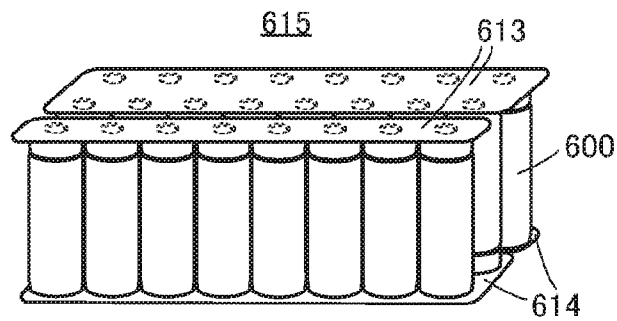


图18D

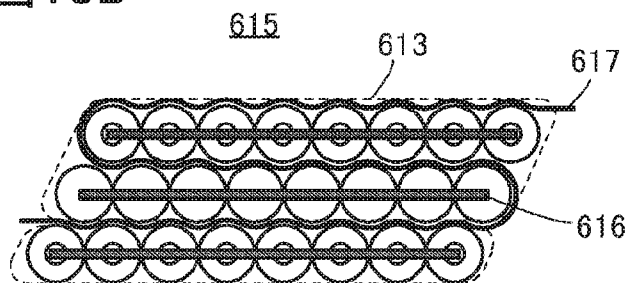


图 19A

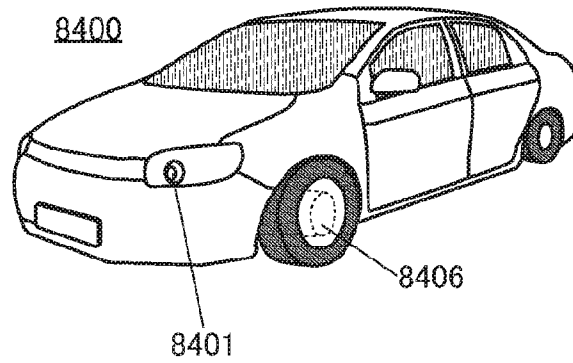


图 19B

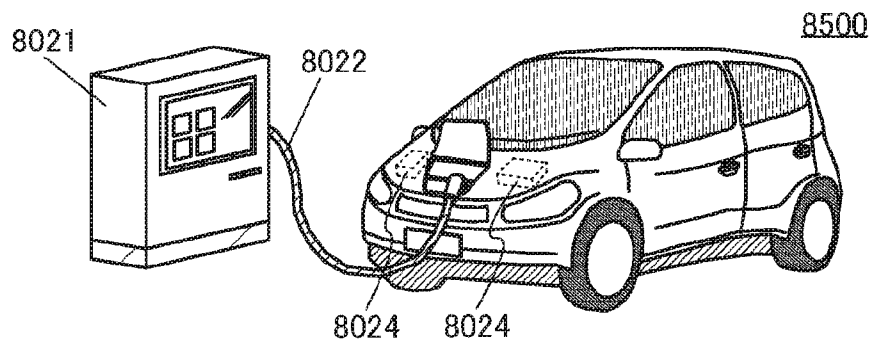


图 19C

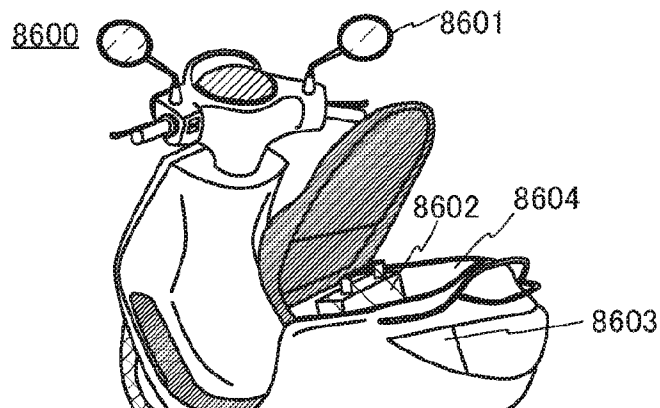
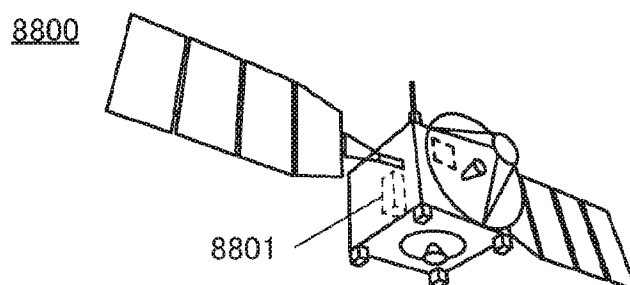


图 19D



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2022/052187

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60L 3/00(2019.01)i; **H02J 7/00**(2006.01)i; **H02J 7/02**(2016.01)i; **B60L 58/10**(2019.01)i; **B60L 58/22**(2019.01)i; **H01M 10/42**(2006.01)i

FI: H02J7/02 H; B60L3/00 S; H01M10/42 P; H02J7/00 P; B60L58/22; B60L58/10

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)

B60L1/00-3/12; B60L7/00-13/00; B60L15/00-58/40; H02J7/00-7/12; H02J7/34-7/36; H01M10/42-10/48; G01R31/36-31/44

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 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	WO 2015/72061 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 21 May 2015 (2015-05-21) paragraphs [0014]-[0036], fig. 3, 4	1
A		2-20
X	JP 2017-538935 A (ROBERT BOSCH GMBH) 28 December 2017 (2017-12-28) paragraphs [0022]-[0054], fig. 1, 5	15-19
Y		20
A		1-14
Y	WO 2019/175707 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 19 September 2019 (2019-09-19) paragraphs [0111], [0114], [0115], fig. 5	20
A	WO 2013/51688 A1 (HITACHI VEHICLE ENERGY, LTD.) 11 April 2013 (2013-04-11) entire text, all drawings	1-20

☐ 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

02 May 2022

Date of mailing of the international search report

17 May 2022

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/IB2022/052187

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2015/72061	A1	21 May 2015	US 2016/0218525 A1 paragraphs [0019]-[0041], fig. 3, 4 CN 105706330 A paragraphs [0025]-[0049], fig. 3, 4	
JP	2017-538935	A	28 December 2017	US 2017/0328956 A1 paragraphs [0027]-[0059], fig. 1, 5 WO 2016/082208 A1 page 4, line 26 to page 10, line 12, fig. 1, 5 CN 107003357 A paragraphs [0027]-[0059], fig. 1, 5 KR 10-2017-0092552 A paragraphs [0023]-[0055], fig. 1, 5	
WO	2019/175707	A1	19 September 2019	US 2021/0055352 A1 paragraphs [0114], [0117], [0118], fig. 5B CN 111788492 A paragraphs [0111], [0114], [0115], fig. 5	
WO	2013/51688	A1	11 April 2013	JP 2013-85363 A entire text, all drawings	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B60L 3/00(2019.01)i; H02J 7/00(2006.01)i; H02J 7/02(2016.01)i; B60L 58/10(2019.01)i; B60L 58/22(2019.01)i; H01M 10/42(2006.01)i FI: H02J7/02 H; B60L3/00 S; H01M10/42 P; H02J7/00 P; B60L58/22; B60L58/10																										
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）） B60L1/00-3/12; B60L7/00-13/00; B60L15/00-58/40; H02J7/00-7/12; H02J7/34-7/36; H01M10/42-10/48; G01R31/36-31/44 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2022年	日本国実用新案登録公報	1996-2022年	日本国登録実用新案公報	1994-2022年																
日本国実用新案公報	1922-1996年																									
日本国公開実用新案公報	1971-2022年																									
日本国実用新案登録公報	1996-2022年																									
日本国登録実用新案公報	1994-2022年																									
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>WO 2015/72061 A1（パナソニックIPマネジメント株式会社）21.05.2015（2015-05-21） [0014]-[0036]、図3、4</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>2-20</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>JP 2017-538935 A（ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト ミット ベシユレンク テル ハフツング）28.12.2017（2017-12-28） 段落0022-0054、図1、5</td> <td>15-19</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2019/175707 A1（株式会社半導体エネルギー研究所）19.09.2019（2019-09-19） [0111]、[0114]、[0115]、図5</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2013/51688 A1（日立ビークルエナジー株式会社）11.04.2013（2013-04-11） 全文、全図</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table>			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	WO 2015/72061 A1（パナソニックIPマネジメント株式会社）21.05.2015（2015-05-21） [0014]-[0036]、図3、4	1	A		2-20	X	JP 2017-538935 A（ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト ミット ベシユレンク テル ハフツング）28.12.2017（2017-12-28） 段落0022-0054、図1、5	15-19	Y		20	A		1-14	Y	WO 2019/175707 A1（株式会社半導体エネルギー研究所）19.09.2019（2019-09-19） [0111]、[0114]、[0115]、図5	20	A	WO 2013/51688 A1（日立ビークルエナジー株式会社）11.04.2013（2013-04-11） 全文、全図	1-20
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	WO 2015/72061 A1（パナソニックIPマネジメント株式会社）21.05.2015（2015-05-21） [0014]-[0036]、図3、4	1																								
A		2-20																								
X	JP 2017-538935 A（ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト ミット ベシユレンク テル ハフツング）28.12.2017（2017-12-28） 段落0022-0054、図1、5	15-19																								
Y		20																								
A		1-14																								
Y	WO 2019/175707 A1（株式会社半導体エネルギー研究所）19.09.2019（2019-09-19） [0111]、[0114]、[0115]、図5	20																								
A	WO 2013/51688 A1（日立ビークルエナジー株式会社）11.04.2013（2013-04-11） 全文、全図	1-20																								
☐ 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、一般的な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 02.05.2022		国際調査報告の発送日 17.05.2022																								
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） 清水 祐樹 5T 3049 電話番号 03-3581-1101 内線 3568																								

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/IB2022/052187

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2015/72061	A1	21.05.2015	US 2016/0218525 A1 [0019]-[0041]、Fig. 3、4 CN 105706330 A [0025]-[0049]、図3、4	
JP	2017-538935	A	28.12.2017	US 2017/0328956 A1 [0027]-[0059]、Figure 1、5 WO 2016/082208 A1 第4頁第26行目-第10頁第12行目、Figure 1、5 CN 107003357 A [0027]-[0059]、図1、5 KR 10-2017-0092552 A [0023]-[0055]、図1、5	
WO	2019/175707	A1	19.09.2019	US 2021/0055352 A1 [0114]、[0117]、[0118]、Fig. 5B CN 111788492 A [0111]、[0114]、[0115]、図5	
WO	2013/51688	A1	11.04.2013	JP 2013-85363 A 全文、全図	