

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年8月2日(02.08.2018)



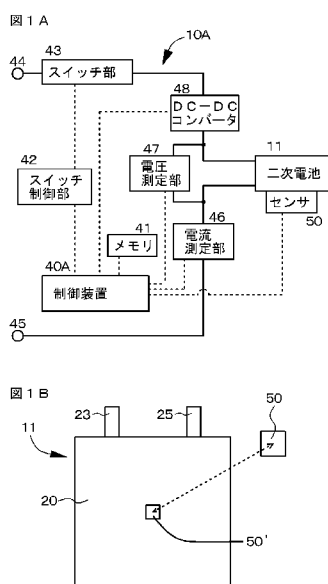
(10) 国際公開番号

WO 2018/138969 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 10/44 (2006.01) H01M 10/48 (2006.01)
G01R 31/36 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)
H01M 10/42 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/035013
- (22) 国際出願日: 2017年9月27日(27.09.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-013135 2017年1月27日(27.01.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/
- JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1
丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 海野 良太 (UNNO Ryota); 〒1080075
東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニ
ー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 鮫島 睦, 外 (SAMEJIMA, Mutsumi et
al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町
8 番 1 号 梅田阪急ビルオフィスタワー
青山特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: METHOD FOR CHARGING/DISCHARGING SECONDARY BATTERY, METHOD FOR DETECTING DETERIORATION OF SECONDARY BATTERY, METHOD FOR DETECTING CHARGE ABNORMALITY OF SECONDARY BATTERY, AND CHARGE/DISCHARGE CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 二次電池の充放電方法、二次電池の劣化検出方法及び二次電池の充電異常検出方法、並びに、充放電制御装置



- 11 Secondary battery
40A Control device
41 Memory
42 Switch control unit
43 Switch unit
46 Current measuring unit
47 Voltage measuring unit
48 DC-DC converter
50 Sensor

(57) Abstract: In this method for charging/discharging a secondary battery, displacement occurred in a secondary battery 11 due to charging/discharging is detected by one or a plurality of sensors 50, and a charge/discharge current is controlled on the basis of detection results obtained from the sensors 50. The charge/discharge current of the secondary battery 11 is

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

controlled so that the displacement quantity of the secondary battery 11 does not exceed a predetermined threshold value.

(57) 要約: 二次電池の充放電方法は、充放電によって二次電池 11 に生じる変位を 1 又は複数のセンサ 50 によって検出し、センサ 50 の検出結果に基づき充放電電流を制御する二次電池の充放電方法であり、二次電池 11 の変位量が所定の閾値を超えないように、二次電池 11 の充放電電流を制御する。

明 細 書

発明の名称：

二次電池の充放電方法、二次電池の劣化検出方法及び二次電池の充電異常検出方法、並びに、充放電制御装置

技術分野

[0001] 本開示は、二次電池の充放電方法、二次電池の劣化検出方法及び二次電池の充電異常検出方法、並びに、充放電制御装置に関する。

背景技術

[0002] リチウムイオン二次電池にあつては、正極部材、セパレータ及び負極部材が捲回又は積層された電極構造体が、例えば、ラミネートフィルムから成る外装部材に収納されており、電解質が充填されている。ところで、リチウムイオン二次電池にあつては、充放電時、リチウムの脱挿入反応（若しくは合金化反応）によって活物質が膨張・収縮するため、リチウムイオン二次電池の構成部材に加わる応力が増減し、リチウムイオン二次電池それ自体が変位（変形）してしまうといった問題を有する。

[0003] リチウムイオン二次電池の変位を検出するための変位センサを備えた蓄電装置が、例えば、特開 2 0 1 6 - 1 2 6 9 4 3 号公報から周知である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 1 6 - 1 2 6 9 4 3 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記の特許公開公報に開示された技術にあつては、変位センサによってリチウムイオン二次電池の変位を検出することでリチウムイオン二次電池の劣化状態を把握し、劣化状態に応じて充放電条件を調整するとされている（上記の特許公開公報の段落番号 [0 0 1 6] 参照）。しかしながら、上記の特

許公開公報には、具体的な充放電条件の調整に関して何ら言及されていない。

[0006] 従って、本開示の目的は、二次電池の変位に基づき二次電池の充放電制御を行う二次電池の充放電方法、二次電池の変位に基づき二次電池の劣化を検出する劣化検出方法、及び、二次電池の変位に基づき二次電池の充電異常を検出する充電異常検出方法、並びに、二次電池の変位に基づき二次電池の充放電制御を行うことができる充放電制御装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記の目的を達成するための本開示の二次電池の充放電方法は、充放電によって二次電池に生じる変位を1又は複数のセンサによって検出し、センサの検出結果に基づき充放電電流を制御する二次電池の充放電方法であって、
二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、二次電池の充放電電流を制御する。

[0008] 上記の目的を達成するための本開示の第1の態様に係る充放電制御装置は、
、
充放電によって二次電池に生じる変位量を検出するセンサを、1又は複数、
備えた二次電池、及び、
センサの検出結果に基づき二次電池の充放電電流を制御する制御装置、
を備えており、
二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は二次電池の充放電電流を制御する。

[0009] 上記の目的を達成するための本開示の第2の態様に係る充放電制御装置は、
、
充放電によって二次電池に生じる変位量を検出するセンサを、1又は複数、
備えた二次電池を、複数、有する二次電池パック、及び、
センサの検出結果に基づき二次電池パックの充放電電流を制御する制御装置、
を備えており、

各二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は、各二次電池の充放電電流、又は、二次電池パックの充放電電流を制御する。

[0010] 上記の目的を達成するための本開示の第3の態様に係る充放電制御装置は、

複数の二次電池を有し、充放電によって二次電池パックに生じる変位量を検出するセンサを、1又は複数、備えた二次電池パック、及び、

センサの検出結果に基づき二次電池パックの充放電電流を制御する制御装置、

を備えており、

二次電池パックの変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は、二次電池パックの充放電電流を制御する。

[0011] 上記の目的を達成するための本開示の二次電池の劣化検出方法は、1又は複数のセンサを備えた二次電池の劣化検出方法であって、

充放電によって二次電池に生じる変位をセンサによって検出し、

センサによって検出された二次電池の変位量が規定の値を超えたとき、二次電池が劣化したことを知らせる。

[0012] 上記の目的を達成するための本開示の二次電池の充電異常検出方法は、1又は複数のセンサを備えた二次電池の充電異常検出方法であって、

充放電によって二次電池に生じる変位をセンサによって検出し、

センサによって検出された二次電池の変位量が規定の値を超えたとき、二次電池に充放電異常が発生したことを知らせる。

発明の効果

[0013] 本開示の二次電池の充放電方法にあつては、充放電によって二次電池に生じる変位を1又は複数のセンサによって検出し、二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように充放電電流を制御するので、二次電池に異常な変位が発生することを確実に防止することができるし、二次電池の劣化を確実に抑制することができる。本開示の第1の態様に係る充放電制御装置にあつては、二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は二次電池の

充放電電流を制御し、本開示の第2の態様に係る充放電制御装置にあっては、各二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は各二次電池の充放電電流又は二次電池パックの充放電電流を制御し、本開示の第3の態様に係る充放電制御装置にあっては、二次電池パックの変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は二次電池パックの充放電電流を制御するので、二次電池に異常な変位が発生することを確実に防止することができるし、二次電池の劣化を確実に抑制することができる。本開示の二次電池の劣化検出方法にあっては、センサによって検出された二次電池の変位量が規定の値を超えたとき、二次電池が劣化したことを知らせるので、二次電池が劣化したままの使用を確実に抑制することができる。本開示の二次電池の充電異常検出方法にあっては、センサによって検出された二次電池の変位量が規定の値を超えたとき、二次電池に充放電異常が発生したことを知らせるので、充放電異常が生じた二次電池をそのまま使用することを確実に抑制することができる。尚、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、また、付加的な効果があってもよい。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図1 A及び図1 Bは、それぞれ、実施例1の充放電制御装置の概念図、及び、二次電池の平面図である。

[図2]図2は、実施例1の二次電池の充放電方法を示すフローチャートである。

[図3]図3は、実施例1の二次電池の充放電方法において、SOC値をパラメータとして得られる変位量の変化を示すグラフである。

[図4]図4 A及び図4 Bは、それぞれ、実施例1の二次電池の充放電方法及び従来のCC-CV方式の充電方法に基づき、二次電池を充電したときのSOC値と変位量(ΔS)との関係、及び、二次電池を充電したときのSOC値と充電電流との関係を示すグラフである。

[図5]図5は、実施例2の充放電制御装置の概念図である。

[図6]図6は、実施例2の充放電制御装置の変形例の概念図である。

[図7]図7は、実施例2の充放電制御装置の別の変形例の概念図である。

[図8]図8は、実施例2の充放電制御装置の更に別の変形例の概念図である。

[図9]図9は、実施例3の充放電制御装置の概念図である。

[図10]図10は、実施例3の充放電制御装置の変形例の概念図である。

[図11]図11は、実施例3の充放電制御装置の別の変形例の概念図である。

[図12]図12は、実施例3の充放電制御装置の更に別の変形例の概念図である。

[図13]図13は、実施例6のラミネートフィルム型の角型の二次電池（リチウムイオン二次電池）の模式的な分解斜視図である。

[図14]図14Aは、図13に示したとは別の状態における、実施例6のラミネートフィルム型の二次電池（リチウムイオン二次電池）の模式的な分解斜視図であり、図14Bは、実施例6のラミネートフィルム型の二次電池（リチウムイオン二次電池）における電極構造体の図13、図14Aの矢印A-Aに沿った模式的な断面図である。

[図15]図15は、実施例6の二次電池における捲回電極積層体の模式的な一部断面図である。

[図16]図16は、実施例7の二次電池の模式的な断面図である。

[図17]図17は、実施例1～実施例5における本開示を二次電池（リチウムイオン二次電池）に適用した適用例（二次電池パック：単電池）の模式的な分解斜視図である。

[図18]図18A、図18B及び図18Cは、それぞれ、実施例8における本開示の適用例（電動車両）の構成を表すブロック図、実施例8における本開示の適用例（電力貯蔵システム）の構成を表すブロック図、及び、実施例8における本開示の適用例（電動工具）の構成を表すブロック図である。

[図19]図19は、実施例1の二次電池の充放電方法の変形例を示すフローチャートである。

[図20]図20は、実施例1の二次電池の充放電方法の別の変形例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を参照して、実施例に基づき本開示を説明するが、本開示は実施例に限定されるものではなく、実施例における種々の数値や材料は例示である。尚、説明は、以下の順序で行う。

1. 本開示の二次電池の充放電方法、二次電池の劣化検出方法及び二次電池の充電異常検出方法、並びに、本開示の第1の態様～第3の態様に係る充放電制御装置、全般に関する説明

2. 実施例1（本開示の二次電池の充放電方法及び本開示の第1の態様に係る充放電制御装置）

3. 実施例2（本開示の第2の態様に係る充放電制御装置）

4. 実施例3（本開示の第3の態様に係る充放電制御装置）

5. 実施例4（本開示の二次電池の劣化検出方法）

6. 実施例5（本開示の二次電池の充電異常検出方法）

7. 実施例6（本開示における二次電池）

8. 実施例7（本開示における二次電池）

9. 実施例8（実施例1～実施例5の充放電制御装置等の応用例）

10. その他

[0016] 〈本開示の二次電池の充放電方法、二次電池の劣化検出方法及び二次電池の充電異常検出方法、並びに、本開示の第1の態様～第3の態様に係る充放電制御装置、全般に関する説明〉

本開示の二次電池の充放電方法にあつては、二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、二次電池の充放電電流を減少させることが好ましい。

そして、この場合、二次電池の充電時、二次電池において、

$$\Delta S = |S(SOC) - S_{Ini}(SOC)| / S_{max}$$

の値が所定の閾値を超えないように、二次電池の充電電流を減少させることが好ましい。尚、このような形態を、本開示の第1の態様～第3の態様に係る充放電制御装置における充放電電流の制御に適用することができる。ここで、

S_{Ini} (SOC) : 基準電流値の k 倍 (但し、 $0 < k < 1$) の電流値で二次電池を充電したときに SOC (State Of Charge) 値をパラメータとして得られる変位量

S (SOC) : 実際に二次電池を充電しているときに SOC 値をパラメータとして得られる変位量

S_{max} : 前回の満充電時の変位量の最大値

[0017] 尚、基準電流値は、バッテリーの定格容量に基づいて決定することができるし、 k の値は、 S_{Ini} が最小になる値 (カーブ) を用いることが好ましい。また、SOC 値、 S_{Ini} は、二次電池の充電状態を前回の充電の満充電容量 (mAh) で規格化することによって求めることができる。即ち、初回充電に関しては、

$$\{\text{現在の充電容量 (mAh)}\} / \{\text{定格容量 (mAh)}\} \times 100 (\%)$$

で求めることができ、2回目以降の充電に関しては、

$$\{\text{現在の充電容量 (mAh)}\} / \{\text{満充電容量 (mAh)}\} \times 100 (\%)$$

で求めることができる。

[0018] 以上に説明した各種の好ましい形態を含む本開示の二次電池の充放電方法にあっては、二次電池の充電時、SOC 値の範囲に依存して所定の閾値が規定されている形態とすることができる。尚、このような形態を、本開示の第1の態様～第3の態様に係る充放電制御装置における充放電電流の制御に適用することができる。

[0019] 更には、以上に説明した各種の好ましい形態を含む本開示の二次電池の充放電方法において、二次電池に生じる変位は、二次電池の歪み、又は、二次電池の厚さ変化である形態とすることができる。また、本開示の第1の態様に係る充放電制御装置において、二次電池に生じる変位は、二次電池の歪み、又は、二次電池の厚さ変化である形態とすることができる。

[0020] 上記の好ましい形態を含む本開示の第1の態様に係る充放電制御装置において、あるいは又、本開示の第2の態様～第3の態様に係る充放電制御装置において、二次電池は、正極部材、負極部材、セパレータ及びゲル状電解質

を有する形態とすることができるし、あるいは又、二次電池は、正極部材、負極部材及び固体電解質層を有する形態とすることができる。

[0021] 本開示の二次電池の充放電方法にあつては、二次電池の充電時、充電電圧が所定の値に達したならば、二次電池の充電を完了させればよい。場合によっては、充電電圧が所定の値に達した後、定電圧充電（C V 充電、Constant Voltage 充電）を行い、充電を完了させる形態とすることもできる。

[0022] センサの数は1に限定されず、複数（2以上）であってもよい。後者の場合、複数のセンサによって検出された変位量の内、最大変位量が所定の閾値を超えないように充放電電流を制御すればよい。あるいは又、変位量の平均値が所定の閾値を超えないように充放電電流を制御してもよいし、最大変位量が第1の所定の閾値を超えないように、且つ、変位量の平均値が第2の所定の閾値（＜第1の所定の閾値）を超えないように充放電電流を制御してもよい。

[0023] 本開示の二次電池の充放電方法、二次電池の劣化検出方法及び二次電池の充電異常検出方法、並びに、本開示の第1の態様～第3の態様に係る充放電制御装置において使用されるセンサとして、光学式センサ（LED変位センサやレーザ変位センサ）、超音波方式の変位センサ、渦電流方式の変位センサ、リニアエンコーダ方式の非接触式センサ、差動トランス方式の接触式センサ、感圧導電性変換方式の圧力センサ、静電容量方式の圧力センサ、圧電式の圧力センサ、歪み検出方式の圧力センサ、半導体歪みゲージを例示することができる。ここで、二次電池に生じる変位が二次電池の歪みである場合、感圧導電性変換方式の圧力センサ、静電容量方式の圧力センサ、圧電式の圧力センサ、歪み検出方式の圧力センサ、半導体歪みゲージといったセンサを用いればよいし、二次電池に生じる変位が二次電池の厚さ変化である場合、光学式センサ（LED変位センサやレーザ変位センサ）、超音波方式の変位センサ、渦電流方式の変位センサ、リニアエンコーダ方式の非接触式センサ、差動トランス方式の接触式センサといったセンサを用いればよい。

[0024] 本開示の二次電池の劣化検出方法において、センサによって検出された二

次電池の変位量が規定の値を超えたとき、二次電池が劣化したことを知らせるが、あるいは又、本開示の二次電池の充電異常検出方法において、センサによって検出された二次電池の変位量が規定の値を超えたとき、二次電池に充電異常が発生したことを知らせるが、例えば、音声や警告音に基づいて知らせてもよいし、画像表示に基づいて知らせてもよいし、これらを併用してもよい。

[0025] 本開示の二次電池の充放電方法における二次電池、二次電池の劣化検出方法における二次電池及び二次電池の充電異常検出方法における二次電池、並びに、本開示の第1の態様～第3の態様に係る充放電制御装置における二次電池（以下、これらを総称して、『本開示における二次電池等』と呼ぶ）として、リチウムイオン二次電池を例示することができるが、これに限定するものではなく、例えば、マグネシウムイオン電池、金属及び合金材料を含む負極活物質を含有する負極部材を有する金属空気二次電池（負極活物質に用いることができる金属及び合金材料として、例えば、スズ、シリコン；リチウム、ナトリウム、カリウム等のアルカリ金属；マグネシウム、カルシウム等の第2族元素；アルミニウム等の第13族元素；亜鉛、鉄等の遷移金属；又は、これらの金属を含有する合金材料や化合物を例示することができる）、リチウム－硫黄二次電池、ナトリウム－硫黄二次電池、ナトリウムイオン二次電池を挙げることできる。二次電池、それ自体の構成、構造は、周知の構成、構造とすることができる。

[0026] 本開示における二次電池等において、正極部材、セパレータ及び負極部材によって構成される電極構造体は、正極部材、セパレータ、負極部材及びセパレータが捲回された状態であってもよいし、正極部材、セパレータ、負極部材及びセパレータがスタックされた状態であってもよい。あるいは又、正極部材、固体電解質層及び負極部材によって構成される電極構造体は、捲回された状態であってもよいし、スタックされた状態であってもよい。

[0027] 本開示の第2の態様～第3の態様に係る充放電制御装置にあっては、複数の二次電池を直列に接続してもよいし、並列に接続してもよいし、直列に接

続された二次電池の組（便宜上、『直列・二次電池ユニット』と呼ぶ場合がある）を、複数、並列に接続した二次電池パック（組電池）としてもよいし、並列に接続された二次電池の組（便宜上、『並列・二次電池ユニット』と呼ぶ場合がある）を、複数、直列に接続した二次電池パック（組電池）としてもよい。本開示の第2の態様に係る充放電制御装置にあっては、二次電池パック（組電池）を構成する全ての二次電池がセンサを備えていてもよいし、二次電池パック（組電池）を構成する一部の二次電池がセンサを備えていてもよい。また、本開示の第2の態様に係る充放電制御装置にあっては、通常、複数の二次電池の変位量にバラツキが存在し得るので、複数の二次電池の内、最も変位量の大きな二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように充放電電流を制御すればよい。あるいは又、複数の二次電池の変位量の平均値が所定の閾値を超えないように充放電電流を制御してもよいし、最大変位量が第1の所定の閾値を超えないように、且つ、変位量の平均値が第2の所定の閾値（＜第1の所定の閾値）を超えないように充放電電流を制御してもよい。

[0028] 本開示の第1の態様～第2の態様に係る充放電制御装置にあっては、充放電によって二次電池に生じる変位量をセンサによって検出するが、センサは、二次電池の外側表面に固定（例えば、接着）されていてもよいし、二次電池の内部に配設されていてもよいし、二次電池の外部に配設してもよい。本開示の第3の態様に係る充放電制御装置にあっては、充放電によって二次電池パックに生じる変位量をセンサによって検出するが、複数の二次電池から構成された二次電池パックは、例えば、二次電池パック保持部材によって保持されている。そして、充放電によって二次電池パックに生じる変位が二次電池パック保持部材に伝わる結果、二次電池パック保持部材に歪みや応力、圧力が生じるが、これらの歪みや応力、圧力をセンサによって検出すればよい。

[0029] 二次電池の充電における充電電流として、パルス状の充電電流とすることもできるし、連続状の充電電流とすることもできる。前者の場合、所謂デュ

一ティー比を制御することで、二次電池を充電するための充電電流の制御を行うことができる。後者の場合、充電電流の値、それ自体を制御することで、二次電池を充電するための充電電流の制御を行うことができる。充放電制御装置、それ自体は、周知の構成、構造の充放電制御装置とすることができる。センサによって得られる変位量を取得する変位量取得回路は、MPUやCPU、各種記憶媒体（例えば、メモリ）、センサ駆動回路等を備えた周知の回路構成とすることができる。例えば、変位量取得回路は充放電制御装置に含まれる。

[0030] 帯状の電極構造体あるいは捲回電極積層体が、捲回された状態で電極構造体収納部材に収納されている形態とすることができるし、帯状の電極構造体が、スタックされた状態で電極構造体収納部材に収納されている形態とすることができる。そして、これらの場合、電極構造体収納部材の外形形状は、円筒型又は角型（平板型）である形態とすることができる。二次電池の形状、形態として、コイン型、ボタン型、円盤型、平板型、角型、円筒型、ラミネート型（ラミネートフィルム型）を挙げることができる。

[0031] 円筒型あるいは角型の二次電池を構成する電極構造体収納部材（電池缶）の材料として、鉄（Fe）、ニッケル（Ni）、アルミニウム（Al）、チタン（Ti）等、あるいは、これらの合金、ステンレス鋼（SUS）等を挙げることができる。電池缶には、二次電池の充放電に伴う電気化学的な腐食を防止するために、例えばニッケル等のメッキが施されていることが好ましい。ラミネート型（ラミネートフィルム型）の二次電池における外装部材は、プラスチック材料層（融着層）、金属層及びプラスチック材料層（表面保護層）の積層構造を有する形態、即ち、ラミネートフィルムである形態とすることが好ましい。ラミネートフィルム型の二次電池とする場合、例えば、融着層同士が電極構造体を介して対向するように外装部材を折り畳んだ後、融着層の外周縁部同士を融着する。但し、外装部材は、2枚のラミネートフィルムが接着剤等を介して貼り合わされたものでもよい。融着層は、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、変性ポリエチレン、変性ポリプロピレン

、これらの重合体等のオレフィン樹脂のフィルムから成る。金属層は、例えば、アルミニウム箔、ステンレス鋼箔、ニッケル箔等から成る。表面保護層は、例えば、ナイロン、ポリエチレンテレフタレート等から成る。中でも、外装部材は、ポリエチレンフィルムと、アルミニウム箔と、ナイロンフィルムとがこの順に積層されたアルミラミネートフィルムであることが好ましい。但し、外装部材は、他の積層構造を有するラミネートフィルムでもよいし、ポリプロピレン等の高分子フィルムでもよいし、金属フィルムでもよい。

[0032] 以上に説明した好ましい形態、構成を含む本開示における二次電池を、電極反応物質であるリチウムの吸蔵・放出によって負極部材の容量が得られるリチウムイオン二次電池としたときの構成要素を、以下、説明する。

[0033] リチウムイオン二次電池において、正極活物質にはリチウム原子が含まれる形態とすることができる。正極部材において、正極集電体の片面又は両面には、正極活物質層が形成されている。正極集電体を構成する材料として、例えば、銅（Cu）、アルミニウム（Al）、ニッケル（Ni）、マグネシウム（Mg）、チタン（Ti）、鉄（Fe）、コバルト（Co）、亜鉛（Zn）、ゲルマニウム（Ge）、インジウム（In）、金（Au）、白金（Pt）、銀（Ag）、パラジウム（Pd）等、又は、これらの何れかを含む合金や、ステンレス鋼等の導電材料を例示することができる。正極活物質層は、正極活物質として、リチウムを吸蔵・放出可能である正極材料を含んでいる。正極活物質層は、更に、正極結着剤や正極導電剤等を含んでいてもよい。正極材料としてリチウム含有化合物（リチウム原子を含む化合物）を挙げることができ、高いエネルギー密度が得られるといった観点からは、リチウム含有複合酸化物、リチウム含有リン酸化合物を用いることが好ましい。リチウム含有複合酸化物は、リチウム、及び、1又は2以上の元素（以下、『他元素』と呼ぶ。但し、リチウムを除く）を構成元素として含む酸化物であり、層状岩塩型の結晶構造又はスピネル型の結晶構造を有している。具体的には、例えば、リチウム－コバルト系材料、リチウム－ニッケル系材料、スピネルマンガン系材料、超格子構造材料を挙げることができる。あるいは又

、リチウム含有リン酸化合物は、リチウム、及び、1又は2以上の元素（他元素）を構成元素として含むリン酸化合物であり、オリビン型の結晶構造を有している。

[0034] 負極部材において、負極集電体の片面又は両面には、負極活物質層が形成されている。負極集電体を構成する材料として、銅（Cu）、アルミニウム（Al）、ニッケル（Ni）、マグネシウム（Mg）、チタン（Ti）、鉄（Fe）、コバルト（Co）、亜鉛（Zn）、ゲルマニウム（Ge）、インジウム（In）、金（Au）、白金（Pt）、銀（Ag）、パラジウム（Pd）等、又は、これらの何れかを含む合金や、ステンレス鋼等の導電材料を例示することができる。負極活物質層は、負極活物質として、リチウムを吸蔵・放出可能である負極材料を含んでいる。負極活物質層は、更に、負極結着剤や負極導電剤等を含んでいてもよい。負極結着剤及び負極導電剤は、正極結着剤及び正極導電剤と同様とすることができる。

[0035] 負極活物質層を構成する材料として、例えば、炭素材料を挙げることができる。炭素材料は、リチウムの吸蔵・放出時における結晶構造の変化が非常に少ないため、高いエネルギー密度が安定して得られる。また、炭素材料は負極導電剤としても機能するため、負極活物質層の導電性が向上する。炭素材料として、例えば、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）、黒鉛（グラファイト）、結晶構造が発達した高結晶性炭素材料を挙げることができる。但し、難黒鉛化性炭素における（002）面の面間隔は0.37 nm以上であることが好ましいし、黒鉛における（002）面の面間隔は0.34 nm以下であることが好ましい。より具体的には、炭素材料として、例えば、熱分解炭素類；ピッチコークス、ニードルコークス、石油コークスといったコークス類；黒鉛類；ガラス状炭素繊維；フェノール樹脂、フラン樹脂等の高分子化合物を適当な温度で焼成（炭素化）することで得ることができる有機高分子化合物焼成体；炭素繊維；活性炭；カーボンブラック類；ポリアセチレン等のポリマー等を挙げることができる。また、炭素材料として、その他、約1000℃以下の温度で熱処理され

た低結晶性炭素を挙げることもできるし、非晶質炭素とすることもできる。
炭素材料の形状は、繊維状、球状、粒状、鱗片状のいずれであってもよい。

[0036] あるいは又、負極活物質層を構成する材料として、例えば、金属元素、半金属元素のいずれかを、1種類又は2種類以上、構成元素として含む材料（以下、『金属系材料』と呼ぶ）を挙げることができ、これによって、高いエネルギー密度を得ることができる。金属系材料は、単体、合金、化合物のいずれであってもよいし、これらの2種類以上から構成された材料でもよいし、これらの1種類又は2種類以上の相を少なくとも一部に有する材料であってもよい。合金には、2種類以上の金属元素から成る材料の他、1種類以上の金属元素と1種類以上の半金属元素とを含む材料も含まれる。また、合金は、非金属元素を含んでいてもよい。金属系材料の組織として、例えば、固溶体、共晶（共融混合物）、金属間化合物、及び、これらの2種類以上の共存物を挙げるができる。

[0037] 金属元素、半金属元素として、例えば、リチウムと合金を形成可能である金属元素、半金属元素を挙げるができる。具体的には、例えば、マグネシウム（Mg）、ホウ素（B）、アルミニウム（Al）、ガリウム（Ga）、インジウム（In）、ケイ素（Si）、ゲルマニウム（Ge）、スズ（Sn）、鉛（Pb）、アンチモン（Sb）、ビスマス（Bi）、カドミウム（Cd）、銀（Ag）、亜鉛（Zn）、ハフニウム（Hf）、ジルコニウム（Zr）、イットリウム（Y）、パラジウム（Pd）、白金（Pt）を例示することができるが、中でも、ケイ素（Si）やスズ（Sn）が、リチウムを吸蔵・放出する能力が優れており、著しく高いエネルギー密度が得られるといった観点から、好ましい。

[0038] ケイ素を構成元素として含む材料として、ケイ素の単体、ケイ素合金、ケイ素化合物を挙げることができるし、これらの2種類以上から構成された材料であってもよいし、これらの1種類又は2種類以上の相を少なくとも一部に有する材料であってもよい。スズを構成元素として含む材料として、スズの単体、スズ合金、スズ化合物を挙げるができるし、これらの2種類以

上から構成された材料であってもよいし、これらの１種類又は２種類以上の相を少なくとも一部に有する材料であってもよい。単体とは、あくまで一般的な意味合いでの単体を意味しており、微量の不純物を含んでいてもよく、必ずしも純度１００％を意味しているわけではない。

[0039] その他、負極活物質層を構成する材料として、例えば、酸化鉄、酸化ルテニウム、酸化モリブデンといった金属酸化物；ポリアセチレン、ポリアニリン、ポリピロールといった高分子化合物を挙げることができる。

[0040] 中でも、負極活物質層を構成する材料は、以下の理由により、炭素材料及び金属系材料の双方を含んでいることが好ましい。即ち、金属系材料、特に、ケイ素及びスズの少なくとも一方を構成元素として含む材料は、理論容量が高いという利点を有する反面、充放電時において激しく膨張・収縮し易い。一方、炭素材料は、理論容量が低い反面、充放電時において膨張・収縮し難いという利点を有する。よって、炭素材料及び金属系材料の双方を用いることで、高い理論容量（云い換えれば、電池容量）を得つつ、充放電時の膨張・収縮が抑制される。

[0041] 負極集電体の表面は、所謂アンカー効果に基づき負極集電体に対する負極活物質層の密着性を向上させるといった観点から、粗面化されていることが好ましい。この場合、少なくとも負極活物質層を形成すべき負極集電体の領域の表面が粗面化されていればよい。粗面化の方法として、例えば、電解処理を利用して微粒子を形成する方法を挙げることができる。電解処理とは、電解槽中において電解法を用いて負極集電体の表面に微粒子を形成することで負極集電体の表面に凹凸を設ける方法である。

[0042] 負極活物質層は、例えば、塗布法、気相法、液相法、溶射法、焼成法（焼結法）に基づき形成することができる。塗布法とは、粒子（粉末）状の負極活物質を負極結着剤等と混合した後、混合物を有機溶剤等の溶媒に分散させ、負極集電体に塗布する方法である。気相法とは、真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、レーザアブレーション法といったＰＶＤ法（物理的気相成長法）や、プラズマＣＶＤ法を含む各種ＣＶＤ法（化学的

気相成長法)である。液相法として、電解メッキ法や無電解メッキ法を挙げることができる。溶射法とは、熔融状態又は半熔融状態の負極活物質を負極集電体に噴き付ける方法である。焼成法とは、例えば、塗布法を用いて溶媒に分散された混合物を負極集電体に塗布した後、負極結着剤等の融点よりも高い温度で熱処理する方法であり、雰囲気焼成法、反応焼成法、ホットプレス焼成法を挙げることができる。

[0043] あるいは又、負極部材をリチウム箔やリチウムシート、リチウム板から構成することもできる。

[0044] 正極部材及び負極部材における結着剤として、具体的には、スチレンブタジエン系ゴム、フッ素系ゴム、エチレンプロピレンジエンといった合成ゴム；ポリフッ化ビニリデン、ポリフッ化ビニル、ポリイミド、ポリテトラフルオロエチレン等のフッ素系樹脂といった高分子材料等を例示することができる。また、正極部材及び負極部材における導電剤として、例えば、黒鉛、カーボンブラック、グラファイト、アセチレンブラック、ケッチェンブラックといった炭素材料を例示することができるが、導電性を有する材料であれば、金属材料、導電性高分子等とすることもできる。

[0045] 充電途中に意図せずにリチウムが負極部材に析出することを防止するために、負極部材の充電可能な容量は、正極部材の放電容量よりも大きいことが好ましい。即ち、リチウムを吸蔵・放出可能である負極材料の電気化学当量は、正極材料の電気化学当量よりも大きいことが好ましい。尚、負極部材に析出するリチウムとは、例えば、電極反応物質がリチウムである場合にはリチウム金属である。

[0046] 正極リード部を、スポット溶接又は超音波溶接に基づき、正極集電体に取り付けることができる。正極リード部は金属箔、網目状のものが望ましいが、電気化学的及び化学的に安定であり、導通がとれるものであれば金属でなくともよい。正極リード部の材料として、例えば、アルミニウム (Al) 等を挙げることができる。負極リード部を、スポット溶接又は超音波溶接に基づき、負極集電体に取り付けることができる。負極リード部は金属箔、網目

状のものが望ましいが、電気化学的及び化学的に安定であり、導通がとれるものであれば金属でなくともよい。負極リード部の材料として、例えば、銅 (Cu)、ニッケル (Ni) 等を挙げることができる。

[0047] セパレータは、正極部材と負極部材とを隔離して、正極部材と負極部材の接触に起因する電流の短絡を防止しながら、リチウムイオンを通過させるものである。セパレータは、例えば、ポリオレフィン系樹脂（ポリプロピレン樹脂やポリエチレン樹脂）、ポリイミド樹脂、ポリテトラフルオロエチレン樹脂、ポリフッ化ビニリデン樹脂、ポリフェニレンスルフィド樹脂、芳香族ポリアミドといった合成樹脂から成る多孔質膜；セラミック等の多孔質膜；ガラス繊維；液晶ポリエステル繊維や芳香族ポリアミド繊維、セルロース系繊維から成る不織布、セラミック製の不織布等から構成されているが、中でも、ポリプロピレン、ポリエチレンの多孔質フィルムが好ましい。あるいは又、セパレータを2種類以上の多孔質膜が積層された積層膜から構成することもできるし、無機物層が塗布されたセパレータや、無機物含有セパレータとすることもできる。セパレータの厚さは、 $5\mu\text{m}$ 以上、 $50\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $7\mu\text{m}$ 以上、 $30\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。セパレータは、厚すぎると活物質の充填量が低下して電池容量が低下すると共に、イオン伝導性が低下して電流特性が低下する。逆に薄すぎると、セパレータの機械的強度が低下する。

[0048] リチウムイオン二次電池において使用に適した非水系電解液を構成するリチウム塩として、例えば、 LiPF_6 、 LiClO_4 、 LiBF_4 、 LiAsF_6 、 LiSbF_6 、 LiTaF_6 、 LiNbF_6 、 LiAlCl_4 、 LiCF_3SO_3 、 LiCH_3SO_3 、 $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ 、 $\text{LiC}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3$ 、 $\text{LiC}_4\text{F}_9\text{SO}_3$ 、 $\text{Li}(\text{FSO}_2)_2\text{N}$ 、 $\text{Li}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}$ 、 $\text{Li}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2\text{N}$ 、 $\text{Li}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3\text{C}$ 、 $\text{LiBF}_3(\text{C}_2\text{F}_5)$ 、 $\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ 、 $\text{LiB}(\text{C}_6\text{F}_5)_4$ 、 $\text{LiPF}_3(\text{C}_2\text{F}_5)_3$ 、 $1/2\text{Li}_2\text{B}_{12}\text{F}_{12}$ 、 Li_2SiF_6 、 LiCl 、 LiBr 、 LiI を挙げることができるが、これらに限定するものではない。また、有機溶媒として、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（BC）といった環状炭酸エステル；ジメチルカーボネート（DMC）、エチルメチルカーボネート（EMC）、ジエチルカーボネート（DEC）、ジプロピルカーボネート（DPC）、プロピルメチルカーボネート（PMC）、プロピルエチルカーボネート（PEC）といった鎖状炭酸エステル；テトラヒドロフラン（THF）、2-メチルテトラヒドロフラン（2-MeTHF）、1,3ジオキソラン（DOL）、4-メチル-1,3ジオキソラン（4-MeDOL）といった環状エーテル；1,2ジメトキシエタン（DME）、1,2ジエトキシエタン（DEE）といった鎖状エーテル； γ -ブチロラクトン（GBL）、 γ -バレロラクトン（GVL）といった環状エステル；酢酸メチル、酢酸エチル、酢酸プロピル、蟻酸メチル、蟻酸エチル、蟻酸プロピル、酪酸メチル、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といった鎖状エステルを挙げることができる。あるいは又、有機溶媒として、テトラヒドロピラン、1,3ジオキサン、1,4ジオキサン、N,N-ジメチルホルムアミド（DMF）、N,N-ジメチルアセトアミド（DMA）、N-メチルピロリジノン（NMP）、N-メチルオキサゾリジノン（NMO）、N,N'-ジメチルイミダゾリジノン（DMI）、ジメチルスルホキシド（DMSO）、トリメチルホスフェート（TMP）、ニトロメタン（NM）、ニトロエタン（NE）、スルホラン（SL）、メチルスルホラン、アセトニトリル（AN）、アニソール、プロピオニトリル、グルタロニトリル（GLN）、アジポニトリル（ADN）、メトキシアセトニトリル（MAN）、3-メトキシプロピオニトリル（MPN）、ジエチルエーテルを挙げることができる。あるいは又、イオン液体を用いることもできる。イオン液体として、従来公知のものを用いることができ、必要に応じて選択すればよい。

[0049] 非水系電解液及び保持用高分子化合物によってゲル状電解質を構成することもできる。非水系電解液は、例えば、保持用高分子化合物によって保持されている。このような形態におけるゲル状電解質は、高いイオン伝導率（例えば、室温で1 mS/cm以上）が得られると共に、非水系電解液の漏液が

防止される。場合によっては、電解質は、非水系の液系電解質とすることもできる。

[0050] 保持用高分子化合物として、具体的には、ポリアクリロニトリル、ポリフッ化ビニリデン、ポリテトラフルオロエチレン、ポリヘキサフルオロプロピレン、ポリエチレンオキシド、ポリプロピレンオキシド、ポリフォスファゼン、ポリシロキサン、ポリフッ化ビニル（PVF）、ポリクロロトリフルオロエチレン（PCTFE）、ペルフルオロアルコキシフッ素樹脂（PFA）、四フッ化エチレンー六フッ化プロピレン共重合体（FEP）、エチレンー四フッ化エチレン共重合体（ETFE）、エチレンークロロトリフルオロエチレン共重合体（ECTFE）、ポリ酢酸ビニル、ポリビニルアルコール、ポリメタクリル酸メチル、ポリアクリル酸、ポリメタクリル酸、スチレンーブタジエンゴム、ニトリルーブタジエンゴム、ポリスチレン、ポリカーボネート、塩化ビニルを例示することができる。これらは、単独で用いてもよいし、混合して用いてもよい。また、保持用高分子化合物は共重合体であってもよい。共重合体として、具体的には、フッ化ビニリデンとヘキサフルオロプロピレンとの共重合体等を例示することができるが、中でも、電気化学的な安定性といった観点から、単独重合体としてポリフッ化ビニリデンが好ましく、共重合体としてフッ化ビニリデンとヘキサフルオロプロピレンとの共重合体が好ましい。また、フィラーとして、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 TiO_2 、BN（窒化ホウ等の耐熱性の高い化合物を含んでいてもよい）。

[0051] リチウムイオン伝導性を有する固体電解質層として、具体的には、リチウム超イオン伝導体（LISICON）、例えばLATPやLAGPといったナトリウム超イオン伝導体（NASICON）、ベータ硫酸鉄型イオン伝導体、 $\gamma-Li_3PO_4$ 型酸素酸塩（例えば、 $LiM_2(PO_4)_3$ やLIPON）、NASICON型リン酸塩、LLTといったペロブスカイト型チタン酸塩、チオLISICON型リチウムイオン伝導体を挙げることができる。あるいは又、リチウムイオン伝導性を有する固体電解質層を、ガラス形成化合物（単独でガラス化が可能な化合物、具体的には、 SiO_2 、 B_2O_3 、 P_2O_5 、 P_2S

5、 SiS_2 、 B_2S_3 、 GeS_2 、 Al_2O_3 、 GeO_2 、 La_2O_3 、 Y_2O_3 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 TiO_2 、 V_2O_5 、 WO_3 、 ZrO_2 、 SnO 、 ZnO 、 CaO 、 BaO 等)と、修飾化合物(単独ではガラス化しないが、ガラス形成化合物と組み合わせることによってガラス化する化合物、具体的には、 LiO_2 、 Li_2S 、 Li_3N 、 Na_2O 等)の酸塩基反応によって得ることができるし、また、オキシ硫化物系ガラスを挙げることもできる。あるいは又、酸化物系固体電解質だけでなく、硫化物系固体電解質(例えば、 $\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$ 等のLGP S系固体電解質、 $\text{Li}_{9.5}\text{Si}_{1.74}\text{P}_{1.44}\text{S}_{11.7}\text{C}_{10.3}$ 等)を用いることもできる。

[0052] 本開示における二次電池等は、例えば、パーソナルコンピュータ、各種表示装置、PDA(Personal Digital Assistant)を含む携帯情報端末、携帯電話機、スマートフォン、コードレス電話の親機や子機、ビデオムービー(ビデオカメラやカムコーダ)、デジタルスチルカメラ、電子書籍(電子ブック)や電子新聞等の電子ペーパー、電子辞書、音楽プレーヤ、携帯音楽プレーヤー、ラジオ、携帯用ラジオ、ヘッドホン、ヘッドホンステレオ、ゲーム機、ナビゲーションシステム、メモリカード、心臓ペースメーカー、補聴器、電動工具、電気シェーバー、冷蔵庫、エアコンディショナー、テレビジョン受像機、ステレオ、温水器、電子レンジ、食器洗浄器、洗濯機、乾燥機、室内灯等を含む照明機器、各種電気機器(携帯用電子機器を含む)、玩具、医療機器、ロボット、ロードコンディショナー、信号機、鉄道車両、ゴルフカート、電動カート、電気自動車(ハイブリッド自動車を含む)等の駆動用電源又は補助電源として使用することができる。また、住宅をはじめとする建築物又は発電設備用の電力貯蔵用電源等に搭載し、あるいは、これらに電力を供給するために使用することができる。

[0053] 二次電池、二次電池に関する制御を行う制御手段、及び、二次電池を内包する外装部材を有する二次電池パックにおける制御手段には、本開示の第1の態様～第3の態様に係る充放電制御装置が備えられている形態とすることができる。また、二次電池から電力の供給を受ける電子機器における二次電池には、本開示の第1の態様～第3の態様に係る充放電制御装置が備えられ

ている形態とすることができる。

[0054] 二次電池から電力の供給を受けて車両の駆動力に変換する変換装置、及び、二次電池に関する情報に基づいて車両制御に関する情報処理を行う制御装置を有する電動車両における制御装置には、本開示の第1の態様～第3の態様に係る充放電制御装置が備えられている形態とすることができる。この電動車両において、変換装置は、典型的には、二次電池から電力の供給を受けてモータを駆動させ、駆動力を発生させる。モータの駆動には、回生エネルギーを利用することもできる。また、制御装置は、例えば、二次電池の電池残量に基づいて車両制御に関する情報処理を行う。この電動車両には、例えば、電気自動車、電動バイク、電動自転車、鉄道車両等の他、所謂ハイブリッド車が含まれる。

[0055] 二次電池を、所謂スマートグリッドにおける蓄電装置において用いることもできる。このような蓄電装置は、電力を供給するだけでなく、他の電力源から電力の供給を受けることにより蓄電することができる。この蓄電装置には、本開示の第1の態様～第3の態様に係る充放電制御装置が備えられている形態とすることができる。他の電力源としては、例えば、火力発電、原子力発電、水力発電、太陽電池、風力発電、地熱発電、燃料電池（バイオ燃料電池を含む）等を用いることができる。

[0056] 二次電池から電力の供給を受け、及び／又は、電力源から二次電池に電力を供給するように構成された電力貯蔵システム（あるいは電力供給システム）は、二次電池、及び、本開示の第1の態様～第3の態様に係る充放電制御装置を備えている形態とすることができる。この電力貯蔵システムは、およそ電力を使用するものである限り、どのような電力貯蔵システムであってもよく、単なる電力装置も含む。この電力貯蔵システムは、例えば、スマートグリッド、家庭用エネルギー管理システム（HEMS）、車両等を含み、蓄電も可能である。

[0057] 二次電池を有し、電力が供給される電子機器が接続されるように構成された電力貯蔵用電源は、二次電池、及び、本開示の第1の態様～第3の態様に

に係る充放電制御装置を備えている形態とすることができる。この電力貯蔵用電源の用途は問わず、基本的にはどのような電力貯蔵システム、電力供給システム又は電力装置にも用いることができるが、例えば、スマートグリッドに用いることができる。

実施例 1

[0058] 実施例 1 は、本開示の二次電池の充放電方法、及び、本開示の第 1 の態様に係る充放電制御装置に関する。

[0059] 概念図を図 1 A に示すように、実施例 1 の充放電制御装置 10 A は、充放電によって二次電池に生じる変位量を検出するセンサ 50 を、1 又は複数、備えた二次電池 11、及び、

センサ 50 の検出結果に基づき二次電池 11 の充放電電流を制御する制御装置 40 A、

を備えている。そして、二次電池 11 の変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置 40 A は二次電池 11 の充放電電流を制御する。具体的には、実施例 1 にあっては、充電電流 I_c を制御する。また、図 1 A に示す例では、センサ 50 を、1 つ、備えている。尚、図 1 A、図 5 ～図 12 において、電流の流れを実線で示し、信号等の流れを点線で示す。また、二次電池 11 の平面図を図 1 B に示す。

[0060] 二次電池 11 は、正極部材 22、負極部材 24、セパレータ 26 及びゲル状電解質（ゲル状電解質層 28）を有する。あるいは又、二次電池 11 は、正極部材 22、負極部材 24 及び固体電解質層を有する。実施例 1 における二次電池 11 は、リチウムイオン二次電池から構成されている。二次電池 11 の詳細は後述する。

[0061] 実施例 1 にあっては、センサ 50 として非接触式のレーザ変位センサ（レーザ変位計）を用いており、二次電池 11 の外側表面の 1 点を監視している。尚、図 1 A においては、この監視点を参照番号 50' で示し、また、センサ 50 が二次電池 11 の外部に配置されている状態を模式的に図示する。センサ 50 は、二次電池 11 の外部に備えられた二次電池保持部材（図示せず

）の適切な部位に取り付けられている。尚、二次電池 1 1 の外側表面に歪みゲージ等から構成されたセンサが固定（具体的には接着）されていてもよい。そして、二次電池 1 1 に生じる変位は、二次電池 1 1 の歪み又は二次電池 1 1 の厚さ変化（実施例 1 にあっては、より具体的には、厚さ）である。

[0062] 実施例 1 のリチウムイオン二次電池は、例えば、以下のように動作する。即ち、充電時、正極部材 2 2 からリチウムイオンが放出されると、リチウムイオンがゲル状電解質層 2 8 を介して負極部材 2 4 に吸蔵される。一方、放電時、負極部材 2 4 からリチウムイオンが放出されると、リチウムイオンがゲル状電解質層 2 8 を介して正極部材 2 2 に吸蔵される。リチウムイオン二次電池は、例えば、完全充電時の開回路電圧（電池電圧）が V_N ボルト（ > 4.2 ボルト）となるように設計すれば、完全充電時の開回路電圧が 4.2 ボルトとなるように設計されている場合と比較して、同じ種類の正極活物質を用いても、単位質量当たりのリチウムの放出量が多くなる。このように、正極活物質の量と負極活物質との量を調整し、完全充電時の開回路電圧（電池電圧）が所定の電圧（上限電圧）となるようにリチウムイオン二次電池を設計することで、高いエネルギー密度が得られる。

[0063] 二次電池 1 1 全体の動作を制御する充放電制御装置 1 0 A は、中央演算処理装置（CPU）等から成る制御装置 4 0 A、メモリ 4 1、スイッチ制御部 4 2、スイッチ部 4 3、外部端子 4 4、4 5、電流測定部 4 6、電圧測定部 4 7、DC-DC コンバータ 4 8 を備えている。

[0064] スイッチ部 4 3 は、制御装置 4 0 A の指示に応じて、スイッチ制御部 4 2 の制御下、二次電池 1 1 の使用状態（二次電池 1 1 と外部機器との接続の可否）を切り換える。スイッチ部 4 3 には、例えば、充電制御スイッチ、放電制御スイッチ、充電用ダイオード及び放電用ダイオード（いずれも図示せず）が備えられている。充電制御スイッチ及び放電制御スイッチは、例えば、金属酸化物半導体を用いた電界効果トランジスタ（MOSFET）等の半導体スイッチから成る。

[0065] 外部端子 4 4、4 5 は、二次電池 1 1 によって作動させられる外部機器（

例えばパーソナルコンピュータ等)や、二次電池 11 を充電するために用いられる外部機器等(例えば充電器等)に接続される端子である。

[0066] 電流測定部 46 は、電流検出抵抗器(図示せず)を用いて充電電流や放電電流を測定し、測定結果を制御装置 40A に出力する。電圧測定部 47 は、二次電池 11 の電圧を測定し、測定電圧をアナログーデジタル変換して制御装置 40A に出力する。DC-DC コンバータ 48 は、制御装置 40A の制御下、二次電池 11 の充電電流の制御を行う。

[0067] 二次電池 11 の外側表面に取り付けられたセンサ 50 は、制御装置 40A に接続されている。そして、センサ 50 の測定結果は充電電流の制御に用いられる。即ち、二次電池 11 の充電電流の制御は、センサ 50 の変位量測定結果に基づき、制御装置 40A の制御下、行われる。

[0068] 制御装置 40A は、電流測定部 46 及び電圧測定部 47 から入力される信号に応じて、スイッチ制御部 42 を介してスイッチ部 43 の動作を制御する。スイッチ制御部 42 は、例えば、電池電圧が過充電検出電圧に到達した場合に、スイッチ部 43 (充電制御スイッチ)を切断して、二次電池 11 の電流経路に充電電流が流れないように制御する。これによって、二次電池 11 では、放電用ダイオードを介した放電のみが可能になる。また、スイッチ制御部 42 は、例えば、充電時に大電流が流れた場合に、充電電流を遮断する。更には、スイッチ制御部 42 は、例えば、電池電圧が過放電検出電圧に到達した場合に、スイッチ部 43 (放電制御スイッチ)を切断して、二次電池 11 の電流経路に放電電流が流れないようにする。これによって、二次電池 11 では、充電用ダイオードを介した充電のみが可能になる。また、スイッチ制御部 42 は、例えば、放電時に大電流が流れた場合に、放電電流を遮断する。

[0069] メモリ 41 は、例えば、不揮発性メモリである EEPROM 等から成る。メモリ 41 には、例えば、制御装置 40A によって演算された数値や、製造工程段階で測定された二次電池 11 の情報(例えば、 S_{Ini} (SOC))や、 S_{max} 等が記憶されている。

[0070] 実施例１の二次電池の充放電方法は、充放電によって二次電池１１に生じる変位を１又は複数のセンサ５０によって検出し、センサ５０の検出結果に基づき充放電電流を制御する二次電池１１の充放電方法であって、二次電池１１の変位量が所定の閾値を超えないように、二次電池１１の充放電電流を制御する。

[0071] ここで、実施例１の充放電方法にあつては、二次電池１１の変位量が所定の閾値を超えないように、二次電池１１の充放電電流を減少させる。そして、この場合、二次電池１１の充電時、二次電池１１において、

$$\Delta S = |S(SOC) - S_{Ini}(SOC)| / S_{max}$$

の値が所定の閾値を超えないように、二次電池１１の充電電流 I_0 を減少させる。

[0072] ここで、

$S_{Ini}(SOC)$: 基準電流値 I_0 の k 倍（但し、 $0 < k < 1$ ）の電流値で二次電池１１を充電したときにSOC値をパラメータとして得られる変位量

$S(SOC)$: 実際に二次電池１１を充電しているときにSOC値をパラメータとして得られる変位量

S_{max} : 前回の満充電時の変位量の最大値

である。

[0073] 更には、実施例１の二次電池の充放電方法にあつては、二次電池１１の充電時、SOC値の範囲に依存して所定の閾値が規定されている。

[0074] 前述したとおり、二次電池においては、充放電時、リチウムやその他の遷移元素が電極活物質を構成する材料の結晶構造に取り込まれるため、電極活物質を構成する材料の体積の膨張・収縮が生じる。また、二次電池に過度なストレスが加わった場合、金属の析出等が生じる。実施例１にあつては、例えば、低い充電電流値（基準電流値 I_0 の k 倍）での充電時における二次電池１１の初期ストレス量 S_{Ini} を予め測定しておく。そして、急速充電時や通常充電時、二次電池の歪みあるいは厚さ変化といった二次電池１１に生じる変位をセンサ５０によって検出し、二次電池１１の変位量が所定の閾値を超えな

いように、制御装置40Aの制御下、DC-DCコンバータ48によって二次電池11の充電電流の制御が行われる。二次電池11の充電電流を制御することで、二次電池11に加わるストレス量を制御し、充放電サイクルを繰り返した際の放電容量の低下を抑制する。

[0075] 具体的には、 $k = 0.01$ とした。また、二次電池11の充電時、SOC値の範囲に依存して所定の閾値が規定されているが、SOC値の範囲、閾値の規定を以下のとおりとした。但し、これらの値に限定するものではない。

[0076] SOC第1区間 $\cdots 0\% \leq (\Delta S \text{の閾値 } Th_1) \leq 10\%$

SOCの値がaからbの区間

ここで、 $a = 0\%$ 乃至 10% 、 $b = 30\%$ 乃至 50%

SOC第2区間 $\cdots 0\% \leq (\Delta S \text{の閾値 } Th_2) \leq 10\%$

SOCの値がbからcの区間

ここで、 $c = 40\%$ 乃至 80%

SOC第3区間 $\cdots 0\% \leq (\Delta S \text{の閾値 } Th_3) \leq 10\%$

SOCの値がcからdの区間

ここで、 $d = 60\%$ 乃至 100%

[0077] より具体的には、実施例1においては、 ΔS の閾値 Th_1 、 Th_2 、 Th_3 、区間a、b、c、dの値を以下のとおりとした。

$Th_1 = 3\%$

$Th_2 = 3\%$

$Th_3 = 1\%$

a = 0%

b = 20%

c = 70%

d = 100%

[0078] また、二次電池11の変位量が所定の閾値を超えないように、二次電池11の充電電流を減少させる。具体的には、基準電流値 I_0 にて二次電池11を充電しているとき、二次電池11の変位量が所定の閾値を超えた場合、二次

電池 11 の充電電流を基準電流値 $I_0 \times \alpha$ (但し、例えば、 $0 < \alpha \leq 0.5$) とする。 α ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$) の値は、SOC 区間毎に異なる α での充放電サイクル試験を実施し、二次電池の放電容量の低下を測定し、 α の最適値を決定するといった方法に基づき求めることができる。

[0079] 実施例 1 の二次電池の充放電方法のフローチャートを図 2 に示す。尚、SOC 第 1 区間における α を「 α_1 」で表し、SOC 第 2 区間における α を「 α_2 」で表し、SOC 第 3 区間における α を「 α_3 」で表し、充電電流を I_c で表す。また、図 2、あるいは後述する図 19、図 20 において、「規定の電圧」とは、電圧の閾値を指し、例えば、二次電池の使用上限電圧とすることができる。

[0080] $a = 0\%$, $b = 20\%$, $c = 70\%$, $d = 100\%$ とした SOC 第 1 区間、SOC 第 2 区間、SOC 第 3 区間において、SOC 値をパラメータとして得られる変位量の変化、具体的には、基準電流値 $I_0 \times k$ ($k = 0.01 = 1/100$) で二次電池 11 を充電したときの ΔS の値 ($\Delta S_{1/100}$) の変化、基準電流値 $I_0 \times (1/3)$ で二次電池 11 を充電したときの ΔS の値 ($\Delta S_{1/3}$) の変化、基準電流値 I_0 で二次電池 11 を充電したときの ΔS の値 (ΔS_1) の変化、基準電流値 $I_0 \times 1.5$ で二次電池 11 を充電したときの ΔS の値 ($\Delta S_{1.5}$) の変化を、図 3 の上段「 ΔS (%)」で示し、 $(\Delta S_{1/3} - \Delta S_{1/100})$ の値、 $(\Delta S_1 - \Delta S_{1/100})$ の値、 $(\Delta S_{1.5} - \Delta S_{1/100})$ の値を、図 3 の下段に「 ΔS の差 (%)」で示す。

[0081] ΔS の値 ($\Delta S_{1/100}$) に関しては、二次電池の変位量は SOC 値が増加するに従い、徐々に増加していく。 $\Delta S_{1/3}$ の値、 ΔS_1 の値、 $\Delta S_{1.5}$ の値に関しては、充電電流値が高いほど、 ΔS の値は大きくなる。

[0082] 実施例 1 の二次電池の充放電方法及び従来の CC-CV 方式の充電方法に基づき、二次電池 11 を充電したときの SOC 値と、変位量 (ΔS) との関係、及び、充電電流との関係を、それぞれ、図 4 A 及び図 4 B に示す。尚、図 4 A 及び図 4 B 中、「A」は、実施例 1 の二次電池の充放電方法に基づくデータであり、「B」は従来の CC-CV 方式の充電方法に基づくデータで

ある。図4 Aにおいて、SOC値が20%~40%の区間においては、2つにデータは重なっている。

[0083] 充放電を100サイクル行った後の放電容量維持率 $\{ = (\text{第100サイクル目における放電容量}) / (\text{第1サイクル目における放電容量}) \}$ の値は、以下のとおりであり、放電容量維持率の向上を図ることができた。

[0084] 実施例1の二次電池の充放電方法：0.913

従来のCC-CV方式の充電方法：0.895

[0085] センサ50の数は1に限定されず、2以上の複数であってもよい。そして、この場合、複数のセンサによって検出された変位量の内、最大変位量が所定の閾値を超えないように充放電電流を制御すればよい。あるいは又、変位量の平均値が所定の閾値を超えないように充放電電流を制御してもよいし、最大変位量が第1の所定の閾値を超えないように、且つ、変位量の平均値が第2の所定の閾値（＜第1の所定の閾値）を超えないように充放電電流を制御してもよい。センサ50は二次電池11の内部に配設してもよい。センサ50の数が2以上の複数である場合、全てのセンサを、二次電池11の外側表面に取り付けてもよいし、二次電池11の内部に配設してもよいし、二次電池11の外部に配設してもよいし、一部のセンサを、二次電池11の外側表面に取り付け、残りのセンサを、二次電池11の内部や二次電池11の外部に配設してもよいし、（二次電池11の外側表面，二次電池11の内部，二次電池11の外部）の3箇所の内の少なくとも2箇所に取り付け／配設してもよい。

[0086] 以上のとおり、実施例1の二次電池の充放電方法にあつては、充放電によって二次電池に生じる変位を1又は複数のセンサによって検出し、二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように充放電電流を制御するので、二次電池に異常な変位が発生することを確実に防止することができるし、二次電池の劣化を確実に抑制することができる。また、実施例1の充放電制御装置にあつては、二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は二次電池の充放電電流を制御するので、二次電池に異常な変位が発生すること

を確実に防止することができるし、二次電池の劣化を確実に抑制することができる。

実施例 2

[0087] 実施例 2 は、本開示の第 2 の態様に係る充放電制御装置に関する。実施例 2 の充放電制御装置 10B は、概念図を図 5 ～ 図 8 に示すように、

充放電によって二次電池 11 に生じる変位量を検出するセンサ 50 を、1 又は複数、備えた二次電池 11 を、複数、有する二次電池パック 12、及び、

センサ 50 の検出結果に基づき二次電池パック 12 の充放電電流を制御する制御装置 40B、

を備えており、

各二次電池 11 の変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置 40B は、各二次電池 11 の充放電電流、又は、二次電池パック 12 の充放電電流を制御する。尚、二次電池パック 12 あるいは直列・二次電池ユニットや並列・二次電池ユニットを、一点鎖線で示す。

[0088] 例えば、複数の二次電池が直列に接続された二次電池パック 12 にあっては、図 5 に示すように、二次電池パック 12 の充放電電流を制御する。尚、複数の二次電池が直列に接続された二次電池パック 12 にあっては、図 2 に示したフローチャートの「 ΔS を求める」工程において、直列に接続された複数の二次電池のそれぞれの変位量 (ΔS) を求め、求められた複数の変位量 (ΔS) の最大変位量が所定の閾値を超えないように充放電電流を制御すればよい。あるいは又、求められた複数の変位量 (ΔS) の平均値が所定の閾値を超えないように充放電電流を制御してもよいし、最大変位量が第 1 の所定の閾値を超えないように、且つ、変位量の平均値が第 2 の所定の閾値 ($<$ 第 1 の所定の閾値) を超えないように充放電電流を制御してもよい。複数の二次電池の充放電電流の制御における以下の説明においても同様である。

[0089] そして、二次電池パック 12 には DC-DC コンバータ 48 が備えられており、制御装置 40A の制御下、DC-DC コンバータ 48 によって二次電

池パック 12 の充電電流の制御が行われる。尚、場合によっては、二次電池 11 のそれぞれに DC-DC コンバータ 48 が備えられており、制御装置 40 A の制御下、DC-DC コンバータ 48 によって二次電池パック 12 を構成する二次電池 11 のそれぞれの充電電流の制御を行ってもよい。DC-DC コンバータ 48 は、二次電池パック 12, 13 内（あるいは、後述する直列・二次電池ユニット 12 A, 13 A や並列・二次電池ユニット 12 B, 13 B）と一体に配設されていてもよいし、別途、配設されていてもよい。

[0090] また、複数の二次電池が並列に接続された二次電池パック 12 にあっては、図 6 に示すように、各二次電池 11 の充放電電流を制御する。二次電池 11 のそれぞれに DC-DC コンバータ 48 が備えられており、制御装置 40 A の制御下、DC-DC コンバータ 48 によって二次電池パック 12 を構成する二次電池 11 のそれぞれの充電電流の制御が行われる。尚、場合によっては、二次電池パック 12 に DC-DC コンバータ 48 が備えられており、制御装置 40 A の制御下、DC-DC コンバータ 48 によって二次電池パック 12 の充電電流の制御を行ってもよい。

[0091] あるいは又、直列に接続された二次電池の組（直列・二次電池ユニット 12 A）を、複数、並列に接続した二次電池パック 12 にあっては、図 7 に示すように、二次電池パック 12 を構成する直列・二次電池ユニット 12 A のそれぞれに DC-DC コンバータ 48 が備えられており、制御装置 40 A の制御下、DC-DC コンバータ 48 によって直列・二次電池ユニット 12 A の充電電流の制御が行われる。尚、場合によっては、二次電池 11 のそれぞれに DC-DC コンバータ 48 が備えられており、制御装置 40 A の制御下、DC-DC コンバータ 48 によって二次電池パック 12 を構成する二次電池 11 のそれぞれの充電電流の制御を行ってもよい。

[0092] あるいは又、並列に接続された二次電池の組（並列・二次電池ユニット 12 B）を、複数、直列に接続した二次電池パック 12 にあっては、図 8 に示すように、二次電池パック 12 を構成する並列・二次電池ユニット 12 B の二次電池 11 のそれぞれに DC-DC コンバータ 48 が備えられており、制

御装置 40A の制御下、DC-DC コンバータ 48 によって二次電池 11 のそれぞれの充電電流の制御が行われる。尚、場合によっては、並列・二次電池ユニット 12B に DC-DC コンバータ 48 が備えられており、制御装置 40A の制御下、DC-DC コンバータ 48 によって並列・二次電池ユニット 12B の充電電流の制御を行ってもよい。ここで、図 8 あるいは後述する図 12 においては、1 つの並列・二次電池ユニット 12B にのみ DC-DC コンバータ 48 を図示したが、他の並列・二次電池ユニット 12B にも DC-DC コンバータ 48 が備えられている。

[0093] 実施例 2 の充放電制御装置にあっては、各二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は各二次電池の充放電電流又は二次電池パックの充放電電流を制御するので、二次電池に異常な変位が発生することを確実に防止することができるし、二次電池の劣化を確実に抑制することができる。

実施例 3

[0094] 実施例 3 は、本開示の第 3 の態様に係る充放電制御装置に関する。実施例 3 の充放電制御装置 10C は、概念図を図 9～図 12 に示すように、

複数の二次電池 11 を有し、充放電によって二次電池パック 13 に生じる変位量を検出するセンサ 50 を、1 又は複数、備えた二次電池パック 13、及び、

センサ 50 の検出結果に基づき二次電池パック 13 の充放電電流を制御する制御装置 40C、
を備えており、

二次電池パック 13 の変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置 40C は、二次電池パック 13 の充放電電流を制御する。

[0095] 実施例 3 の充放電制御装置 10C にあっては、充放電によって二次電池パック 13 に生じる変位量をセンサ 50 によって検出するが、複数の二次電池 11 から構成された二次電池パック 13 は、例えば、二次電池パック保持部材 14 によって保持されている。そして、充放電によって二次電池パック 1

3に生じる変位が二次電池パック保持部材14に伝わる結果、二次電池パック保持部材14に歪みや応力、圧力が生じるが、これらの歪みや応力、圧力をセンサ50によって検出する。尚、図9にのみ、二次電池パック保持部材14を図示し、図10、図11及び図12においては、二次電池パック保持部材14の図示を省略した。

[0096] 例えば、複数の二次電池が直列に接続された二次電池パック13にあっては、図5において説明したと同様に、図9に示すように、二次電池パック13の充放電電流を制御する。また、複数の二次電池が並列に接続された二次電池パック13にあっては、図6において説明したと同様に、図10に示すように、二次電池パック13の充放電電流を制御する。更には、直列に接続された二次電池の組（直列・二次電池ユニット13A）を、複数、並列に接続した二次電池パック13にあっては、図7において説明したと同様に、図11に示すように、直列・二次電池パック13Aの充放電電流を制御する。また、並列に接続された二次電池の組（並列・二次電池ユニット13B）を、複数、直列に接続した二次電池パック13にあっては、図8において説明したと同様に、図12に示すように、並列・二次電池パック13Bの充放電電流を制御する。

[0097] 実施例3の充放電制御装置にあっては、二次電池パックの変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は各二次電池の充放電電流又は二次電池パックの充放電電流を制御するので、二次電池に異常な変位が発生することを確実に防止することができるし、二次電池の劣化を確実に抑制することができる。

実施例 4

[0098] 実施例4は、本開示の二次電池の劣化検出方法に関する。即ち、実施例4の二次電池の劣化検出方法は、1又は複数のセンサ50を備えた二次電池の劣化検出方法であって、

充放電によって二次電池11に生じる変位をセンサ50によって検出し、
センサ50によって検出された二次電池11の変位量が規定の値を超えた

とき、二次電池 11 が劣化したことを知らせる。実施例 4 の二次電池の劣化検出方法にあつては、実施例 1 ～実施例 3 において説明した充放電制御装置を用いることができる。

[0099] 具体的には、例えば、実施例 1 における ΔS の値が、 ΔS の閾値 Th_1 , Th_2 , Th_3 の β 倍 ($1 < \beta$ 、具体的には、例えば、限定するものではないが、 $\beta = 2$) である規定の値を超えたとき、二次電池 11 が劣化したことを知らせる。そして、例えば、音声や警告音に基づいて知らせてもよいし、画像表示に基づいて知らせてもよいし、これらを併用してもよい。

[0100] 実施例 4 の二次電池の劣化検出方法にあつては、充放電によって二次電池に生じる変位をセンサによって検出し、センサによって検出された二次電池の変位量が規定の値を超えたとき、二次電池が劣化したことを知らせるので、二次電池が劣化したままの使用を確実に抑制することができる。実施例 4 の二次電池の劣化検出方法を、実施例 1 ～実施例 4 に適用することができる。

実施例 5

[0101] 実施例 5 は、本開示の二次電池の充電異常検出方法に関する。実施例 5 の二次電池の充電異常検出方法は、1 又は複数のセンサ 50 を備えた二次電池の充電異常検出方法であつて、

充放電によって二次電池 11 に生じる変位をセンサ 50 によって検出し、センサ 50 によって検出された二次電池 11 の変位量が規定の値を超えたとき、二次電池 11 に充放電異常が発生したことを知らせる。実施例 5 の二次電池の充電異常検出方法にあつては、実施例 1 ～実施例 3 において説明した充放電制御装置を用いることができる。

[0102] 具体的には、例えば、実施例 1 における ΔS の値が、 ΔS の閾値 Th_1 , Th_2 , Th_3 の γ 倍 ($1 < \gamma$ 、具体的には、例えば、限定するものではないが、 $\gamma = 2$) である規定の値を超えたとき、二次電池 11 に充放電異常が発生したことを知らせる。そして、例えば、音声や警告音に基づいて知らせてもよいし、画像表示に基づいて知らせてもよいし、これらを併用してもよい。

[0103] 実施例 5 の二次電池の充電異常検出方法にあつては、充放電によって二次電池に生じる変位をセンサによって検出し、センサによって検出された二次電池の変位量が規定の値を超えたとき、二次電池に充放電異常が発生したことを知らせるので、充放電異常が生じた二次電池をそのまま使用することを確実に抑制することができる。実施例 5 の二次電池の充電異常検出方法を、実施例 1 ～実施例 4 に適用することができる。また、実施例 5 の二次電池の充電異常検出方法と実施例 4 の二次電池の劣化検出方法とを組み合わせることもできる。

実施例 6

[0104] 実施例 6 ～実施例 7 においては、二次電池の具体例を説明する。

[0105] 実施例 6 における二次電池は、平板型のラミネートフィルム型のリチウムイオン二次電池から成り、正極部材、セパレータ及び負極部材が捲回されている。実施例 6 の二次電池の模式的な分解斜視図を図 1 3 及び図 1 4 A に示し、図 1 4 A に示す電極構造体（積層構造体）の矢印 A - A に沿った模式的な拡大断面図（Y Z 平面に沿った模式的な拡大断面図）を図 1 4 B に示す。更には、図 1 4 B に示す電極構造体の一部を拡大した模式的な一部断面図（X Y 平面に沿った模式的な一部断面図）であり、電極構造体の長手方向に沿った模式的な一部断面図を、図 1 5 に示す。ここで、図 1 5 は、正極リード部及び負極リード部が配されていない部分の模式的な一部断面図であり、図面の簡素化のために電極構造体を平坦に示すが、実際には、電極構造体は捲回されているので、湾曲している。

[0106] 実施例 6 の二次電池にあつては、ラミネートフィルムから成る外装部材 20 の内部に、電極構造体 21 が収納されている。電極構造体 21 は、セパレータ 26 及びゲル状電解質層 28 を介して正極部材 22 と負極部材 24 とを積層した後、この積層構造体を捲回することで作製することができる。正極部材 22 には正極リード部 23 が取り付けられており、負極部材 24 には負極リード部 25 が取り付けられている。電極構造体 21 の最外周部は、保護テープ 29 によって保護されている。例えば、外装部材 20 の外側表面には

、センサ50が固定（具体的には接着）されている（図1B参照）。

[0107] 正極リード部23及び負極リード部25は、外装部材20の内部から外部に向かって同一方向に突出している。正極リード部23は、アルミニウム等の導電性材料から形成されている。負極リード部25は、銅、ニッケル、ステンレス鋼等の導電性材料から形成されている。これらの導電性材料は、例えば、薄板状又は網目状である。

[0108] 外装部材20は、図13に示す矢印Rの方向に折り畳み可能な1枚のフィルムであり、外装部材20の一部には、電極構造体21を収納するための窪み（エンボス）が設けられている。外装部材20は、例えば、融着層と、金属層と、表面保護層とがこの順に積層されたラミネートフィルムである。リチウムイオン二次電池の製造工程では、融着層同士が電極構造体21を介して対向するように外装部材20を折り畳んだ後、融着層の外周縁部同士を融着する。但し、外装部材20は、2枚のラミネートフィルムが接着剤等を介して貼り合わされたものでもよい。融着層は、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン等のフィルムから成る。金属層は、例えば、アルミニウム箔等から成る。表面保護層は、例えば、ナイロン、ポリエチレンテレフタレート等から成る。中でも、外装部材20は、ポリエチレンフィルムと、アルミニウム箔と、ナイロンフィルムとがこの順に積層されたアルミラミネートフィルムであることが好ましい。但し、外装部材20は、他の積層構造を有するラミネートフィルムでもよいし、ポリプロピレン等の高分子フィルムでもよいし、金属フィルムでもよい。具体的には、ナイロンフィルム（厚さ30 μm ）と、アルミニウム箔（厚さ40 μm ）と、無延伸ポリプロピレンフィルム（厚さ30 μm ）とが外側からこの順に積層された耐湿性のアルミラミネートフィルム（総厚100 μm ）から成る。

[0109] 外気の侵入を防止するために、外装部材20と正極リード部23との間、及び、外装部材20と負極リード部25との間には、密着フィルム20Aが挿入されている。密着フィルム20Aは、正極リード部23及び負極リード部25に対して密着性を有する材料、例えば、ポリオレフィン樹脂等、より

具体的には、ポリエチレン、ポリプロピレン、変性ポリエチレン、変性ポリプロピレン等のポリオレフィン樹脂から成る。

[0110] 図14Bに示すように、正極部材22は、正極集電体22Aの片面又は両面に正極活物質層22Bを有している。また、負極部材24は、負極集電体24Aの片面又は両面に負極活物質層24Bを有している。

[0111] 正極部材22を、以下の方法に基づき作製することもできる。即ち、まず、炭酸リチウム (Li_2CO_3) と炭酸コバルト (CoCO_3) とを混合した後、混合物を空気中において焼成 ($900^\circ\text{C} \times 5$ 時間) して、リチウム含有複合酸化物 (LiCoO_2) を得る。この場合、混合比をモル比で、例えば、 $\text{Li}_2\text{CO}_3 : \text{CoCO}_3 = 0.5 : 1$ とする。そして、正極活物質 (LiCoO_2) 91質量部と、正極結着剤 (ポリフッ化ビニリデン) 3質量部と、正極導電剤 (黒鉛、グラファイト) 6質量部とを混合して、正極合剤とする。そして、正極合剤を有機溶剤 (N-メチル-2-ピロリドン) と混合して、ペースト状の正極合剤スラリーとする。その後、コーティング装置を用いて帯状の正極集電体22A (厚さ $20\mu\text{m}$ のアルミニウム箔) の両面に正極合剤スラリーを塗布した後、正極合剤スラリーを乾燥させて、正極活物質層22Bを形成する。そして、ロールプレス機を用いて正極活物質層22Bを圧縮成型する。

[0112] あるいは又、正極活物質として $\text{Li}_{1.15}(\text{Mn}_{0.65}\text{Ni}_{0.22}\text{Co}_{0.13})_{0.85}\text{O}_2$ を用いる場合、まず、硫酸ニッケル (NiSO_4) と、硫酸コバルト (CoSO_4) と、硫酸マンガン (MnSO_4) とを混合する。そして、混合物を水に分散させて、水溶液を調製した。次いで、水溶液を十分に攪拌しながら、水溶液に水酸化ナトリウム (NaOH) を添加して、共沈物 (マンガン・ニッケル・コバルト複合共沈水酸化物) を得た。その後、共沈物を水洗してから乾燥させ、次いで、共沈物に水酸化リチウム一水和塩を添加して、前駆体を得た。そして、大気中において前駆体を焼成 ($800^\circ\text{C} \times 10$ 時間) することで、上記の正極活物質を得ることができる。

[0113] あるいは又、正極活物質として $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.50}\text{O}_4$ を用いる場合、まず、

炭酸リチウム (Li_2CO_3) と、酸化マンガン (MnO_2) と、酸化ニッケル (NiO) とを秤量して、ボールミルを用いて秤量物を混合する。この場合、主要元素の混合比 (モル比) を $\text{Ni} : \text{Mn} = 25 : 75$ とした。次いで、大気中において混合物を焼成 ($800^\circ\text{C} \times 10$ 時間) した後、冷却した。次に、ボールミルを用いて焼成物を再混合した後、大気中において焼成物を再焼成 ($700^\circ\text{C} \times 10$ 時間) することで、正極活物質を得ることができる。

[0114] 負極部材 24 を作製する場合、先ず、負極活物質 (黒鉛、グラファイト)、あるいは、黒鉛とシリコンとの混合材料) 97 質量部と、負極結着剤 (ポリフッ化ビニリデン) 3 質量部とを混合して、負極合剤とする。黒鉛の平均粒径 d_{50} を $20\ \mu\text{m}$ とする。次いで、負極合剤を有機溶剤 (N-メチル-2-ピロリドン) と混合して、ペースト状の負極合剤スラリーとする。そして、コーティング装置を用いて帯状の負極集電体 24A (厚さ $20\ \mu\text{m}$ の銅箔) の両面に負極合剤スラリーを塗布した後、負極合剤スラリーを乾燥させて、負極活物質層 24B を形成する。そして、ロールプレス機を用いて負極活物質層 24B を圧縮成型する。

[0115] あるいは又、負極活物質 (ケイ素) と負極結着剤の前駆体 (ポリアミック酸) とを混合して、負極合剤とすることもできる。この場合、混合比を乾燥質量比でケイ素 : ポリアミック酸 = $80 : 20$ とする。ケイ素の平均粒径 d_{50} を $1\ \mu\text{m}$ とする。ポリアミック酸の溶媒として、N-メチル-2-ピロリドン及びN, N-ジメチルアセトアミドを用いる。また、圧縮成型の後、真空雰囲気中において負極合剤スラリーを、 $100^\circ\text{C} \times 12$ 時間といった条件で加熱する。これによって、負極結着剤であるポリイミドが形成される。

[0116] セパレータ 26 は、例えば、厚さ $26\ \mu\text{m}$ の微孔性ポリプロピレンフィルムから成る。

[0117] ゲル状電解質層 28 は、非水系電解液及び保持用高分子化合物を含んでおり、非水系電解液は、保持用高分子化合物によって保持されている構成とされている。このようなゲル状電解質層 28 は、高いイオン伝導率 (例えば、

室温で $1 \text{ mS} / \text{cm}$ 以上) が得られると共に、非水系電解液の漏液が防止される。ゲル状電解質層 28 は、更に、添加剤等の他の材料を含んでいてもよい。

[0118] 非水系電解液の組成として、以下の表 1 を例示することができる。

[0119] 〈表 1〉

有機溶媒	: EC / PC 質量比で 1 / 1
非水系電解液を構成するリチウム塩	: LiPF_6 1.0 モル / リットル
その他の添加剤	: 炭酸ビニレン (VC) 1 質量%

[0120] 尚、ゲル状電解質層 28 において、非水系電解液の溶媒とは、液状の材料だけでなく、電解質塩を解離させることが可能なイオン伝導性を有する材料まで含む広い概念である。よって、イオン伝導性を有する高分子化合物を用いる場合には、高分子化合物も溶媒に含まれる。ゲル状電解質層 28 に代えて、非水系電解液をそのまま用いてもよい。この場合、非水系電解液が電極構造体 21 に含浸される。

[0121] 具体的には、ゲル状電解質層 28 を形成する場合、先ず、非水系電解液を調製する。そして、非水系電解液と、保持用高分子化合物と、有機溶剤（炭酸ジメチル）とを混合して、ゾル状の前駆体溶液を調製する。保持用高分子化合物として、ヘキサフルオロプロピレンとフッ化ビニリデンとの共重合体（ヘキサフルオロプロピレンの共重合量 = 6.9 質量%）を用いる。次いで、正極部材 22 及び負極部材 24 に前駆体溶液を塗布した後、前駆体溶液を乾燥させて、ゲル状電解質層 28 を形成する。

[0122] ゲル状電解質層 28 を備えたりチウムイオン二次電池は、例えば、以下の 3 種類の手順に基づき製造することができる。

[0123] 第 1 の手順にあつては、先ず、正極集電体 22A の両面に正極活物質層 22B を形成し、負極集電体 24A の両面に負極活物質層 24B を形成する。一方、非水系電解液、保持用高分子化合物及び有機溶剤を混合して、ゾル状の前駆体溶液を調製する。そして、正極部材 22 及び負極部材 24 に前駆体溶液を塗布した後、前駆体溶液を乾燥させて、ゲル状電解質層 28 を形成す

る。その後、溶接法等を用いて、正極集電体 22A に正極リード部 23 を取り付け、負極集電体 24A に負極リード部 25 を取り付ける。次に、厚さ $26\mu\text{m}$ の微孔性ポリプロピレンフィルムから成るセパレータ 26 を介して正極部材 22 と負極部材 24 とを積層し、捲回して、電極構造体 21 を作製した後、最外周部に保護テープ 29 を貼り付ける。その後、電極構造体 21 を挟むように外装部材 20 を折り畳んだ後、熱融着法等を用いて外装部材 20 の外周縁部同士を接着させて、外装部材 20 の内部に電極構造体 21 を封入する。尚、正極リード部 23 及び負極リード部 25 と外装部材 20 との間に図示しない密着フィルム（厚さ $50\mu\text{m}$ の酸変性ポリプロピレンフィルム）を挿入しておく。

[0124] あるいは又、第 2 の手順にあっては、先ず、正極部材 22 及び負極部材 24 を作製する。そして、正極部材 22 に正極リード部 23 を取り付け、負極部材 24 に負極リード部 25 を取り付ける。その後、セパレータ 26 を介して正極部材 22 と負極部材 24 とを積層し、捲回して、電極構造体 21 の前駆体である捲回体を作製した後、捲回体の最外周部に保護テープ 29 を貼り付ける。次いで、捲回体を挟むように外装部材 20 を折り畳んだ後、熱融着法等を用いて外装部材 20 の内の一辺の外周縁部を除いた残りの外周縁部を接着し、袋状の外装部材 20 の内部に捲回体を収納する。一方、非水系電解液と、高分子化合物の原料であるモノマーと、重合開始剤と、必要に応じて重合禁止剤等の他の材料とを混合して、電解質用組成物を調製する。そして、袋状の外装部材 20 の内部に電解質用組成物を注入した後、熱融着法等を用いて外装部材 20 を密封する。その後、モノマーを熱重合させて、高分子化合物を形成する。これによって、ゲル状電解質層 28 が形成される。

[0125] あるいは又、第 3 の手順にあっては、高分子化合物が両面に塗布されたセパレータ 26 を用いることを除き、第 2 の手順と同様にして、捲回体を作製して袋状の外装部材 20 の内部に収納する。セパレータ 26 に塗布される高分子化合物は、例えば、フッ化ビニリデンを成分とする重合体（単独重合体、共重合体又は多元共重合体）等である。具体的には、ポリフッ化ビニリデ

ンや、フッ化ビニリデン及びヘキサフルオロプロピレンを成分とする二元系共重合体や、フッ化ビニリデン、ヘキサフルオロプロピレン及びクロロトリフルオロエチレンを成分とする三元系共重合体等である。フッ化ビニリデンを成分とする重合体と共に、他の１種類又は２種類以上の高分子化合物を用いてもよい。その後、非水系電解液を調製して外装部材２０の内部に注入した後、熱融着法等を用いて外装部材２０の開口部を密封する。次いで、外装部材２０に荷重を加えながら加熱して、高分子化合物を介してセパレータ２６を正極部材２２及び負極部材２４に密着させる。これによって、非水系電解液が高分子化合物に含浸すると共に、高分子化合物がゲル化し、ゲル状電解質層２８が形成される。

[0126] 第３の手順では、第１の手順よりもリチウムイオン二次電池の膨れが抑制される。また、第３の手順では、第２の手順と比較して、溶媒及び高分子化合物の原料であるモノマー等がゲル状電解質層２８中に殆ど残存しないため、高分子化合物の形成工程が良好に制御される。そのため、正極部材２２、負極部材２４及びセパレータ２６とゲル状電解質層２８とが十分に密着する。

実施例 ７

[0127] 実施例７の二次電池は、円筒型のリチウムイオン二次電池から成る。実施例７の円筒型の二次電池（リチウムイオン二次電池）の模式的な断面図を図１６に示す。

[0128] 実施例７の二次電池にあっては、ほぼ中空円柱状の電極構造体収納部材３１の内部に、電極構造体２１及び一対の絶縁板３２，３３が収納されている。電極構造体２１は、例えば、セパレータ２６を介して正極部材２２と負極部材２４とを積層して電極構造体を得た後、電極構造体を捲回することで作製することができる。

[0129] 電極構造体収納部材（電池缶）３１は、一端部が閉鎖され、他端部が開放された中空構造を有しており、鉄（Ｆｅ）やアルミニウム（Ａｌ）等から作製されている。電極構造体収納部材３１の表面にはニッケル（Ｎｉ）等がメ

ッキされていてもよい。一对の絶縁板 32, 33 は、電極構造体 21 を挟むと共に、電極構造体 21 の捲回周面に対して垂直に延在するように配置されている。電極構造体収納部材 31 の開放端部には、電池蓋 34、安全弁機構 35 及び熱感抵抗素子（PTC 素子、Positive Temperature Coefficient 素子）36 がガスケット 37 を介してかしめられており、これによって、電極構造体収納部材 31 は密閉されている。電池蓋 34 は、例えば、電極構造体収納部材 31 と同様の材料から作製されている。安全弁機構 35 及び熱感抵抗素子 36 は、電池蓋 34 の内側に設けられており、安全弁機構 35 は、熱感抵抗素子 36 を介して電池蓋 34 と電氣的に接続されている。安全弁機構 35 にあっては、内部短絡や、外部からの加熱等に起因して内圧が一定以上になると、ディスク板 35A が反転する。そして、これによって、電池蓋 34 と電極構造体 21 との電氣的接続が切断される。大電流に起因する異常発熱を防止するために、熱感抵抗素子 36 の抵抗は温度の上昇に応じて増加する。ガスケット 37 は、例えば、絶縁性材料から作製されている。ガスケット 37 の表面にはアスファルト等が塗布されていてもよい。例えば、電極構造体収納部材（電池缶）31 の外側表面（より具体的には、電極構造体収納部材（電池缶）31 の側面）には、センサ 50 が固定（具体的には接着）されているが、センサ 50 の図示は省略した。

[0130] 電極構造体 21 の捲回中心には、センターピン 38 が挿入されている。但し、センターピン 38 は、捲回中心に挿入されていなくともよい。正極部材 22 には、アルミニウム等の導電性材料から作製された正極リード部 23 が接続されている。具体的には、正極リード部 23 は正極集電体 22A に取り付けられている。負極部材 24 には、銅等の導電性材料から作製された負極リード部 25 が接続されている。具体的には、負極リード部 25 は負極集電体 24A に取り付けられている。負極リード部 25 は、電極構造体収納部材 31 に溶接されており、電極構造体収納部材 31 と電氣的に接続されている。正極リード部 23 は、安全弁機構 35 に溶接されていると共に、電池蓋 34 と電氣的に接続されている。尚、図 16 に示した例では、負極リード部 2

5は1箇所（捲回された電極構造体の最外周部）であるが、2箇所（捲回された電極構造体の最外周部及び最内周部）に設けられている場合もある。

[0131] 電極構造体21は、正極集電体22A上に（具体的には、正極集電体22Aの両面に）正極活物質層22Bが形成された正極部材22と、負極集電体24A上に（具体的には、負極集電体24Aの両面に）負極活物質層24Bが形成された負極部材24とが、セパレータ26を介して積層されて成る。正極リード部23を取り付ける正極集電体22Aの領域には、正極活物質層22Bは形成されていないし、負極リード部25を取り付ける負極集電体24Aの領域には、負極活物質層24Bは形成されていない。

[0132] 実施例7の二次電池の仕様を以下の表2に例示する。

[0133] 〈表2〉

正極集電体22A	厚さ20 μ mのアルミニウム箔
正極活物質層22B	片面当たり厚さ50 μ m
正極リード部23	厚さ100 μ mのアルミニウム（Al）箔
負極集電体24A	厚さ20 μ mの銅箔
負極活物質層24B	片面当たり厚さ50 μ m
負極リード部25	厚さ100 μ mのニッケル（Ni）箔

[0134] 二次電池は、例えば、以下の手順に基づき製造することができる。

[0135] 即ち、先ず、実施例6において説明したと同様に積層構造体21を製造する。そして、電極構造体21の中心にセンターピン38を挿入する。次いで、一对の絶縁板32、33で電極構造体21を挟みながら、電極構造体21を電極構造体収納部材（電池缶）31の内部に収納する。この場合、溶接法等を用いて、正極リード部23の先端部を安全弁機構35に取り付けると共に、負極リード部25の先端部を電極構造体収納部材31に取り付ける。その後、ガスケット37を介して電極構造体収納部材31の開口端部に電池蓋34、安全弁機構35及び熱感抵抗素子36をかしめる。

実施例 8

[0136] 実施例8においては、本開示の充放電制御装置の適用例について説明する

。

[0137] 実施例 1 ～実施例 5 において説明した本開示の二次電池の充放電方法、二次電池の劣化検出方法及び二次電池の充電異常検出方法、並びに、本開示の第 1 の態様～第 3 の態様に係る充放電制御装置は、二次電池を駆動用・作動用の電源又は電力蓄積用の電力貯蔵源として利用可能な機械、機器、器具、装置、システム（複数の機器等の集合体）に対して、特に限定されることなく、適用することができる。電源として使用される二次電池（具体的には、例えば、実施例 6 ～実施例 7 において説明したリチウムイオン二次電池）は、主電源（優先的に使用される電源）であってもよいし、補助電源（主電源に代えて、又は、主電源から切り換えて使用される電源）であってもよい。リチウムイオン二次電池を補助電源として使用する場合、主電源はリチウムイオン二次電池に限られない。

[0138] 本開示における二次電池（具体的には、リチウムイオン二次電池）の用途として、具体的には、ビデオカメラやカムコーダ、デジタルスチルカメラ、携帯電話機、パーソナルコンピュータ、テレビジョン受像機、各種表示装置、コードレス電話機、ヘッドホンステレオ、音楽プレーヤ、携帯用ラジオ、電子ブックや電子新聞等の電子ペーパー、PDA を含む携帯情報端末といった各種電子機器、電気機器（携帯用電子機器を含む）；玩具；電気シェーバ等の携帯用生活器具；室内灯等の照明器具；ペースメーカーや補聴器等の医療用電子機器；メモリカード等の記憶用装置；着脱可能な電源としてパーソナルコンピュータ等に用いられる二次電池パック；電動ドリルや電動鋸等の電動工具；非常時等に備えて電力を蓄積しておく家庭用バッテリーシステム等の電力貯蔵システムやホームエネルギーサーバ（家庭用蓄電装置）、電力供給システム；蓄電ユニットやバックアップ電源；電動自動車、電動バイク、電動自転車、セグウェイ（登録商標）等の電動車両；航空機や船舶の電力駆動力変換装置（具体的には、例えば、動力用モータ）の駆動を例示することができるが、これらの用途に限定するものではない。

[0139] 中でも、本開示における二次電池（具体的には、リチウムイオン二次電池

）は、二次電池パック、電動車両、電力貯蔵システム、電力供給システム、電動工具、電子機器、電気機器等に適用されることが有効である。優れた電池特性が要求されるため、本開示を適用することで、有効に性能向上を図ることができる。二次電池パックは、リチウムイオン二次電池を備えており、所謂組電池である。電動車両は、リチウムイオン二次電池を駆動用電源として作動（走行）する車両であり、二次電池以外の駆動源を併せて備えた自動車（ハイブリッド自動車等）であってもよい。電力貯蔵システム（電力供給システム）は、リチウムイオン二次電池を電力貯蔵源として用いるシステムである。例えば、家庭用の電力貯蔵システム（電力供給システム）では、電力貯蔵源であるリチウムイオン二次電池に電力が蓄積されているため、電力を利用して家庭用の電気製品等が使用可能となる。電動工具は、リチウムイオン二次電池を駆動用の電源として可動部（例えばドリル等）が可動する工具である。電子機器や電気機器は、リチウムイオン二次電池を作動用の電源（電力供給源）として各種機能を発揮する機器である。

[0140] 以下、リチウムイオン二次電池の幾つかの適用例について具体的に説明する。尚、以下で説明する各適用例の構成は、あくまで一例であり、構成は適宜変更可能である。

[0141] 二次電池パックは、1つのリチウムイオン二次電池を用いた簡易型の二次電池パック（所謂ソフトパック）であり、例えば、スマートフォンに代表される電子機器等に搭載される。あるいは又、2並列3直列となるように接続された6つのリチウムイオン二次電池から構成された組電池を備えている。尚、リチウムイオン二次電池の接続形式は、直列でもよいし、並列でもよいし、双方の混合型でもよい。

[0142] 単電池を用いた二次電池パックを分解した模式的な斜視図を図17に示す。二次電池パックは、1つのリチウムイオン二次電池を用いた簡易型の二次電池パック（所謂ソフトパック）であり、例えば、スマートフォンに代表される電子機器等に搭載される。二次電池パックは、実施例1～実施例5において説明した充放電制御装置を備えた電源1001、及び、電源1001に

接続された回路基板 1003 を備えている。電源 1001 には、正極リード部 23 及び負極リード部 25 が取り付けられている。

[0143] 電源 1001 の両側面には、一对の粘着テープ 1005 が貼り付けられている。回路基板 1003 には、保護回路（PCM: Protection Circuit Module）が設けられている。回路基板 1003 は、タブ 1002A を介して正極リード部 23 に接続され、タブ 1002B を介して負極リード部 25 に接続されている。また、回路基板 1003 には、外部接続用のコネクタ付きリード線 1004 が接続されている。回路基板 1003 が電源 1001 に接続された状態において、回路基板 1003 は、ラベル 1006 及び絶縁シート 1007 によって上下から保護されている。ラベル 1006 を貼り付けることで、回路基板 1003 及び絶縁シート 1007 は固定される。回路基板 1003 には、実施例 1 ～実施例 5 において説明した充放電制御装置が実装されている。

[0144] 電動車両の一例であるハイブリッド自動車といった電動車両の構成を表すブロック図を図 18A に示す。電動車両は、例えば、金属製の筐体 2000 の内部に、制御部 2001、各種センサ 2002、電源 2003、エンジン 2010、発電機 2011、インバータ 2012、2013、駆動用のモータ 2014、差動装置 2015、トランスミッション 2016 及びクラッチ 2017 を備えている。その他、電動車両は、例えば、差動装置 2015 やトランスミッション 2016 に接続された前輪駆動軸 2021、前輪 2022、後輪駆動軸 2023、後輪 2024 を備えている。

[0145] 電動車両は、例えば、エンジン 2010 又はモータ 2014 のいずれか一方を駆動源として走行可能である。エンジン 2010 は、主要な動力源であり、例えば、ガソリンエンジン等である。エンジン 2010 を動力源とする場合、エンジン 2010 の駆動力（回転力）は、例えば、駆動部である差動装置 2015、トランスミッション 2016 及びクラッチ 2017 を介して前輪 2022 又は後輪 2024 に伝達される。エンジン 2010 の回転力は発電機 2011 にも伝達され、回転力を利用して発電機 2011 が交流電力

を発生させ、交流電力はインバータ 2013 を介して直流電力に変換され、電源 2003 に蓄積される。一方、変換部であるモータ 2014 を動力源とする場合、電源 2003 から供給された電力（直流電力）がインバータ 2012 を介して交流電力に変換され、交流電力を利用してモータ 2014 を駆動する。モータ 2014 によって電力から変換された駆動力（回転力）は、例えば、駆動部である差動装置 2015、トランスミッション 2016 及びクラッチ 2017 を介して前輪 2022 又は後輪 2024 に伝達される。

[0146] 図示しない制動機構を介して電動車両が減速すると、減速時の抵抗力がモータ 2014 に回転力として伝達され、その回転力を利用してモータ 2014 が交流電力を発生させるようにしてもよい。交流電力はインバータ 2012 を介して直流電力に変換され、直流回生電力は電源 2003 に蓄積される。

[0147] 制御部 2001 は、電動車両全体の動作を制御するものであり、例えば、CPU等を備えており、実施例 1～実施例 5 において説明した充放電制御装置を備えている。電源 2003 は、例えば、実施例 6～実施例 7 において説明した 1 又は 2 以上のリチウムイオン二次電池（図示せず）を備えている。電源 2003 は、外部電源と接続され、外部電源から電力供給を受けることで電力を蓄積する構成とすることもできる。各種センサ 2002 は、例えば、エンジン 2010 の回転数を制御すると共に、図示しないスロットルバルブの開度（スロットル開度）を制御するために用いられる。各種センサ 2002 は、例えば、速度センサ、加速度センサ、エンジン回転数センサ等を備えている。

[0148] 尚、電動車両がハイブリッド自動車である場合について説明したが、電動車両は、エンジン 2010 を用いずに電源 2003 及びモータ 2014 だけを用いて作動する車両（電気自動車）でもよい。

[0149] 次に、電力貯蔵システム（電力供給システム）の構成を表すブロック図を図 18B に示す。電力貯蔵システムは、例えば、一般住宅及び商業用ビル等の家屋 3000 の内部に、制御部 3001、電源 3002、スマートメータ

3003、及び、パワーハブ3004を備えている。

[0150] 電源3002は、例えば、家屋3000の内部に設置された電気機器（電子機器）3010に接続されていると共に、家屋3000の外部に停車している電動車両3011に接続可能である。また、電源3002は、例えば、家屋3000に設置された自家発電機3021にパワーハブ3004を介して接続されていると共に、スマートメータ3003及びパワーハブ3004を介して外部の集中型電力系統3022に接続可能である。電気機器（電子機器）3010は、例えば、1又は2以上の家電製品を含んでいる。家電製品として、例えば、冷蔵庫、エアコンディショナー、テレビジョン受像機、給湯器等を挙げることができる。自家発電機3021は、例えば、太陽光発電機や風力発電機等から構成されている。電動車両3011として、例えば、電動自動車、ハイブリッド自動車、電動オートバイ、電動自転車、セグウェイ（登録商標）等を挙げることができる。集中型電力系統3022として、商用電源、発電装置、送電網、スマートグリッド（次世代送電網）を挙げることができるし、また、例えば、火力発電所、原子力発電所、水力発電所、風力発電所等を挙げることにもできるし、集中型電力系統3022に備えられた発電装置として、種々の太陽電池、燃料電池、風力発電装置、マイクロ水力発電装置、地熱発電装置等を例示することができるが、これらに限定するものではない。

[0151] 制御部3001は、電力貯蔵システム全体の動作（電源3002の使用状態を含む）を制御するものであり、例えば、CPU等を備えており、実施例1～実施例5において説明した充放電制御装置を備えている。電源3002は、例えば、実施例6～実施例7において説明した1又は2以上のリチウムイオン二次電池（図示せず）を備えている。スマートメータ3003は、例えば、電力需要側の家屋3000に設置されるネットワーク対応型の電力計であり、電力供給側と通信可能である。そして、スマートメータ3003は、例えば、外部と通信しながら、家屋3000における需要・供給のバランスを制御することで、効率的で安定したエネルギー供給が可能となる。

[0152] この電力貯蔵システムでは、例えば、外部電源である集中型電力系統3022からスマートメータ3003及びパワーハブ3004を介して電源3002に電力が蓄積されると共に、独立電源である自家発電機3021からパワーハブ3004を介して電源3002に電力が蓄積される。電源3002に蓄積された電力は、制御部3001の指示に応じて電気機器（電子機器）3010及び電動車両3011に供給されるため、電気機器（電子機器）3010の作動が可能になると共に、電動車両3011が充電可能になる。即ち、電力貯蔵システムは、電源3002を用いて、家屋3000内における電力の蓄積及び供給を可能にするシステムである。

[0153] 電源3002に蓄積された電力は、任意に利用可能である。そのため、例えば、電気料金が安価な深夜に集中型電力系統3022から電源3002に電力を蓄積しておき、電源3002に蓄積しておいた電力を電気料金が高い日中に用いることができる。

[0154] 以上に説明した電力貯蔵システムは、1戸（1世帯）毎に設置されていてもよいし、複数戸（複数世帯）毎に設置されていてもよい。

[0155] 次に、電動工具の構成を表すブロック図を図18Cに示す。電動工具は、例えば、電動ドリルであり、プラスチック材料等から作製された工具本体4000の内部に、制御部4001及び電源4002を備えている。工具本体4000には、例えば、可動部であるドリル部4003が回転可能に取り付けられている。制御部4001は、電動工具全体の動作（電源4002の使用状態を含む）を制御するものであり、例えば、CPU等を備えており、実施例1～実施例5において説明した充放電制御装置を備えている。電源4002は、例えば、実施例6～実施例7において説明した1又は2以上のリチウムイオン二次電池（図示せず）を備えている。制御部4001は、図示しない動作スイッチの操作に応じて、電源4002からドリル部4003に電力を供給する。

[0156] 以上、本開示を好ましい実施例に基づき説明したが、本開示はこれらの実施例に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。実施例において

説明した充放電制御装置や二次電池の構成、構造、製造に用いた原材料、製造方法、製造条件等は例示であり、これらに限定するものではなく、また、適宜、変更することができる。更には、二次電池はリチウムイオン二次電池に限定されるものではない。実施例においては、専ら、充電過程（充電工程）に本開示を適用したが、放電過程（放電工程）において本開示を適用することもでき、この場合には「SOC（State Of Charge）」を「DOD（Depth of discharge）」に読み替えればよい。

[0157] 実施例においては、専ら、充放電によって二次電池に生じる変位を 1 又は複数のセンサによって検出し、センサの検出結果に基づき充放電電流を制御する（即ち、二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、二次電池の充放電電流を制御する）技術を説明したが、二次電池の充放電電圧や二次電池の温度を制御することで、二次電池の変位量が所定の閾値を超えないような制御を行うこともできる。

[0158] 即ち、充放電によって二次電池に生じる変位を 1 又は複数のセンサによって検出し、センサの検出結果に基づき充放電電圧を制御する二次電池の充放電方法であって、

二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、二次電池の充放電電圧を制御する二次電池の充放電方法とすることもできる。あるいは又、

充放電によって二次電池に生じる変位量を検出するセンサを、1 又は複数、備えた二次電池、及び、

センサの検出結果に基づき二次電池の充放電電圧を制御する制御装置、を備えており、

二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は二次電池の充放電電圧を制御する充放電制御装置を提供することもできる（図 19 のフローチャートを参照）。あるいは又、

充放電によって二次電池に生じる変位量を検出するセンサを、1 又は複数、備えた二次電池を、複数、有する二次電池パック、及び、

センサの検出結果に基づき二次電池パックの充放電電圧を制御する制御装

置、

を備えており、

各二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は、各二次電池の充放電電圧、又は、二次電池パックの充放電電圧を制御する充放電制御装置を提供することができる。あるいは又、

複数の二次電池を有し、充放電によって二次電池パックに生じる変位量を検出するセンサを、1又は複数、備えた二次電池パック、及び、

センサの検出結果に基づき二次電池パックの充放電電圧を制御する制御装置、

を備えており、

二次電池パックの変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は、二次電池パックの充放電電圧を制御する充放電制御装置を提供することができる。

[0159] あるいは又、充放電によって二次電池に生じる変位を1又は複数のセンサによって検出し、センサの検出結果に基づき二次電池の温度を制御する二次電池の充放電方法であって、

二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、二次電池の二次電池の温度を制御する二次電池の充放電方法とすることもできる（図20のフローチャートを参照）。あるいは又、

充放電によって二次電池に生じる変位量を検出するセンサを、1又は複数、備えた二次電池、及び、

センサの検出結果に基づき二次電池の二次電池の温度を制御する制御装置、

を備えており、

二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は二次電池の二次電池の温度を制御する充放電制御装置を提供することもできる。あるいは又、

充放電によって二次電池に生じる変位量を検出するセンサを、1又は複数

、備えた二次電池を、複数、有する二次電池パック、及び、

センサの検出結果に基づき二次電池パックの二次電池の温度を制御する制御装置、

を備えており、

各二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は、各二次電池の二次電池の温度、又は、二次電池パックの二次電池の温度を制御する充放電制御装置を提供することができる。あるいは又、

複数の二次電池を有し、充放電によって二次電池パックに生じる変位量を検出するセンサを、1又は複数、備えた二次電池パック、及び、

センサの検出結果に基づき二次電池パックの二次電池の温度を制御する制御装置、

を備えており、

二次電池パックの変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は、二次電池パックの二次電池の温度を制御する充放電制御装置を提供することができる。

[0160] また、経時的に変化する放電容量と S_{Ini} との間には相関がある場合がある。このような場合には、予め各種の試験を行い、放電容量の維持率と S_{Ini} との関係のテーブルを作成しておけば、 S_{Ini} の経時変化に対する補正を行うことが可能である。

[0161] 実施例においては、二次電池は、正極部材、負極部材、セパレータ及びゲル状電解質を有する形態としたが、代替的に、二次電池は、正極部材、負極部材及び固体電解質層を有する形態とすることができる。固体電解質層の作製にあっては、



のモル分率の組成を有するガラス電解質の粉末を準備した。そして、このガラス電解質の粉末を10グラム、アクリル系バインダー10質量%を添加した酢酸ブチル分散液を16グラム、可塑剤としてのフタル酸ビス(2-エチルヘキシル)を1.6グラム、追加の溶媒としての酢酸ブチルを15グラム

、混合して、電解質スラリーを得た。そして、この電解質スラリーをポリエチレンテレフタレート（PET）基材上にバーコーターを用いて所定の厚さとなるように塗布した。次いで、塗布後の塗膜に対して、 80°C に加熱した乾燥炉を用いて溶媒の除去をおよそ1時間、行った。こうして、ガラス電解質のグリーンシートを得ることができた。

[0162] 第1電極層の作製にあつては、下記の材料を秤量し、攪拌して、第1電極層用スラリーを調製した。尚、ガラス結着剤材料は、上記の $\text{Li}_2\text{O}/\text{B}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ から成る。また、第2電極層の作製にあつては、下記の材料を秤量し、攪拌して、第2電極層用スラリーを調製した。

[0163] 〈第1電極層用スラリー〉

グラファイト	: 3.00グラム
ガラス結着剤材料	: 3.00グラム
アクリル系結着剤から成る増粘剤	: 1.07グラム
テルピネオールから成る溶媒	: 6.25グラム

[0164] 〈第2電極層用スラリー〉

LiCoO_2	: 3.00グラム
ガラス結着剤材料	: 3.00グラム
アクリル系結着剤から成る増粘剤	: 1.07グラム
テルピネオールから成る溶媒	: 6.25グラム

[0165] そして、ガラス電解質のグリーンシートの一方の面に第1電極層用スラリーをスクリーン印刷法に基づき塗布し、他方の面に第2電極層用スラリーをスクリーン印刷法に基づき塗布した。あるいは又、第1電極層用スラリーをPET基材上にバーコーターを用いて所定の厚さとなるように塗布し、乾燥することで、第1電極層用グリーンシートを得ることができるし、第2電極層用スラリーをPET基材上にバーコーターを用いて所定の厚さとなるように塗布し、乾燥することで、第2電極層用グリーンシートを得ることができる。そして、第1電極層用グリーンシート、ガラス電解質のグリーンシート及び第2電極層用グリーンシートを重ね合わせてもよい。そして、例えば、

320°Cに加熱した焼成炉中におよそ10時間、静置することでバインダー及び可塑剤等の有機物を除去した後、400°C乃至420°Cの温度で10分間、焼成することで電解質を軟化・焼結した。次いで、スパッタリング法に基づき第1電極層の上に白金(Pt)層から成る接続部を形成し、スパッタリング法に基づき第2電極層の上に白金(Pt)層から成る接続部を形成した。こうして、電極構造体(積層構造体)を得ることができる。

[0166] 尚、本開示は、以下のような構成を取ることもできる。

[A01] 《二次電池の充放電方法》

充放電によって二次電池に生じる変位を1又は複数のセンサによって検出し、センサの検出結果に基づき充放電電流を制御する二次電池の充放電方法であって、

二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、二次電池の充放電電流を制御する二次電池の充放電方法。

[A02] 二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、二次電池の充放電電流を減少させる[A01]に記載の二次電池の充放電方法。

[A03] 二次電池の充電時、二次電池において、

$$\Delta S = |S(SOC) - S_{Ini}(SOC)| / S_{max}$$

の値が所定の閾値を超えないように、二次電池の充電電流を減少させる[A02]に記載の二次電池の充放電方法。

ここで、

$S_{Ini}(SOC)$: 基準電流値のk倍(但し、 $0 < k < 1$)の電流値で二次電池を充電したときにSOC値をパラメータとして得られる変位量

$S(SOC)$: 実際に二次電池を充電しているときにSOC値をパラメータとして得られる変位量

S_{max} : 前回の満充電時の変位量の最大値

[A04] 二次電池の充電時、SOC値の範囲に依存して所定の閾値が規定されている[A01]乃至[A03]のいずれか1項に記載の二次電池の充放電方法。

[A 0 5] 二次電池に生じる変位は、二次電池の歪み、又は、二次電池の厚さ変化である [A 0 1] 乃至 [A 0 4] のいずれか 1 項に記載の二次電池の充放電方法。

[B 0 1] 《充放電制御装置：第 1 の態様》

充放電によって二次電池に生じる変位量を検出するセンサを、1 又は複数、備えた二次電池、及び、

センサの検出結果に基づき二次電池の充放電電流を制御する制御装置、を備えており、

二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は二次電池の充放電電流を制御する充放電制御装置。

[B 0 2] 二次電池に生じる変位は、二次電池の歪み、又は、二次電池の厚さ変化である [B 0 1] に記載の充放電制御装置。

[B 0 3] 二次電池は、正極部材、負極部材、セパレータ及びゲル状電解質を有する [B 0 1] 又は [B 0 2] に記載の充放電制御装置。

[B 0 4] 二次電池は、正極部材、負極部材及び固体電解質層を有する [B 0 1] 又は [B 0 2] に記載の充放電制御装置。

[C 0 1] 《充放電制御装置：第 2 の態様》

充放電によって二次電池に生じる変位量を検出するセンサを、1 又は複数、備えた二次電池を、複数、有する二次電池パック、及び、

センサの検出結果に基づき二次電池パックの充放電電流を制御する制御装置、

を備えており、

各二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は、各二次電池の充放電電流、又は、二次電池パックの充放電電流を制御する充放電制御装置。

[D 0 1] 《充放電制御装置：第 3 の態様》

複数の二次電池を有し、充放電によって二次電池パックに生じる変位量を検出するセンサを、1 又は複数、備えた二次電池パック、及び、

センサの検出結果に基づき二次電池パックの充放電電流を制御する制御装置、

を備えており、

二次電池パックの変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は、二次電池パックの充放電電流を制御する充放電制御装置。

[E 0 1] 《二次電池の劣化検出方法》

1 又は複数のセンサを備えた二次電池の劣化検出方法であって、
充放電によって二次電池に生じる変位をセンサによって検出し、
センサによって検出された二次電池の変位量が規定の値を超えたとき、二次電池が劣化したことを知らせる二次電池の劣化検出方法。

[F 0 1] 《二次電池の充電異常検出方法》

1 又は複数のセンサを備えた二次電池の充電異常検出方法であって、
充放電によって二次電池に生じる変位をセンサによって検出し、
センサによって検出された二次電池の変位量が規定の値を超えたとき、二次電池に充放電異常が発生したことを知らせる二次電池の充電異常検出方法。

符号の説明

[0167] 1 0 A, 1 0 B, 1 0 C . . . 充放電制御装置、1 1 . . . 二次電池、1 2 , 1 3 . . . 二次電池パック、1 2 A, 1 3 A . . . 直列・二次電池ユニット、1 2 B, 1 3 B . . . 並列・二次電池ユニット、1 4 . . . 二次電池パック保持部材、2 0 . . . 外装部材、2 0 A . . . 密着フィルム、2 1 . . . 電極構造体、2 2 . . . 正極部材、2 2 A . . . 正極集電体、2 2 B . . . 正極活物質層、2 3 . . . 正極リード部、2 4 . . . 負極部材、2 4 A . . . 負極集電体、2 4 B . . . 負極活物質層、2 5 . . . 負極リード部、2 6 . . . セパレータ、2 8 . . . ゲル状電解質層、2 9 . . . 保護テープ、3 1 . . . 電極構造体収納部材（電池缶）、3 2, 3 3 . . . 絶縁板、3 4 . . . 電池蓋、3 5 . . . 安全弁機構、3 5 A . . . ディスク板、3 6 . . . 熱感抵抗素子（P T C素子、Positive Temperature Coefficient 素子）、

37・・・ガスケット、38・・・センターピン、40A, 40B, 40C
・・・制御装置、41・・・メモリ、42・・・スイッチ制御部、43・・・
スイッチ部、44, 45・・・外部端子、46・・・電流測定部、47・・・
電圧測定部、48・・・DC-DCコンバータ、50・・・センサ、1
001・・・電源、1002A, 1002B・・・タブ、1003・・・回
路基板、1005・・・粘着テープ、1004・・・コネクタ付きリード線
、1006・・・ラベル、1007・・・絶縁シート、2000・・・筐体
、2001・・・制御部、2002・・・各種センサ、2003・・・電源
、2010・・・エンジン、2011・・・発電機、2012, 2013・・・
インバータ、2014・・・駆動用のモータ、2015・・・差動装置
、2016・・・トランスミッション、2017・・・クラッチ、2021
・・・前輪駆動軸、2022・・・前輪、2023・・・後輪駆動軸、20
24・・・後輪、3000・・・家屋、3001・・・制御部、3002・・・
電源、3003・・・スマートメータ、3004・・・パワーハブ、3
010・・・電気機器（電子機器）、3011・・・電動車両、3021・・・
自家発電機、3022・・・集中型電力系統、4000・・・工具本体
、4001・・・制御部、4002・・・電源、4003・・・ドリル部

請求の範囲

[請求項1] 充放電によって二次電池に生じる変位を 1 又は複数のセンサによって検出し、センサの検出結果に基づき充放電電流を制御する二次電池の充放電方法であって、

二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、二次電池の充放電電流を制御する二次電池の充放電方法。

[請求項2] 二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、二次電池の充放電電流を減少させる請求項 1 に記載の二次電池の充放電方法。

[請求項3] 二次電池の充電時、二次電池において、

$$\Delta S = | S (SOC) - S_{Ini} (SOC) | / S_{max}$$

の値が所定の閾値を超えないように、二次電池の充電電流を減少させる請求項 2 に記載の二次電池の充放電方法。

ここで、

$S_{Ini} (SOC)$: 基準電流値の k 倍 (但し、 $0 < k < 1$) の電流値で二次電池を充電したときに SOC 値をパラメータとして得られる変位量

$S (SOC)$: 実際に二次電池を充電しているときに SOC 値をパラメータとして得られる変位量

S_{max} : 前回の満充電時の変位量の最大値

[請求項4] 二次電池の充電時、 SOC 値の範囲に依存して所定の閾値が規定されている請求項 1 に記載の二次電池の充放電方法。

[請求項5] 二次電池に生じる変位は、二次電池の歪み、又は、二次電池の厚さ変化である請求項 1 に記載の二次電池の充放電方法。

[請求項6] 充放電によって二次電池に生じる変位量を検出するセンサを、1 又は複数、備えた二次電池、及び、

センサの検出結果に基づき二次電池の充放電電流を制御する制御装置、

を備えており、

二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は二次電池の充放電電流を制御する充放電制御装置。

[請求項7] 二次電池に生じる変位は、二次電池の歪み、又は、二次電池の厚さ変化である請求項6に記載の充放電制御装置。

[請求項8] 二次電池は、正極部材、負極部材、セパレータ及びゲル状電解質を有する請求項6に記載の充放電制御装置。

[請求項9] 二次電池は、正極部材、負極部材及び固体電解質層を有する請求項6に記載の充放電制御装置。

[請求項10] 充放電によって二次電池に生じる変位量を検出するセンサを、1又は複数、備えた二次電池を、複数、有する二次電池パック、及び、
センサの検出結果に基づき二次電池パックの充放電電流を制御する制御装置、
を備えており、

各二次電池の変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は、各二次電池の充放電電流、又は、二次電池パックの充放電電流を制御する充放電制御装置。

[請求項11] 複数の二次電池を有し、充放電によって二次電池パックに生じる変位量を検出するセンサを、1又は複数、備えた二次電池パック、及び、

センサの検出結果に基づき二次電池パックの充放電電流を制御する制御装置、
を備えており、

二次電池パックの変位量が所定の閾値を超えないように、制御装置は、二次電池パックの充放電電流を制御する充放電制御装置。

[請求項12] 1又は複数のセンサを備えた二次電池の劣化検出方法であって、
充放電によって二次電池に生じる変位をセンサによって検出し、
センサによって検出された二次電池の変位量が規定の値を超えたとき、二次電池が劣化したことを知らせる二次電池の劣化検出方法。

- [請求項13] 1 又は複数のセンサを備えた二次電池の充電異常検出方法であって、
- 、
- 充放電によって二次電池に生じる変位をセンサによって検出し、
- センサによって検出された二次電池の変位量が規定の値を超えたとき、二次電池に充放電異常が発生したことを知らせる二次電池の充電異常検出方法。

[図1]

図 1 A

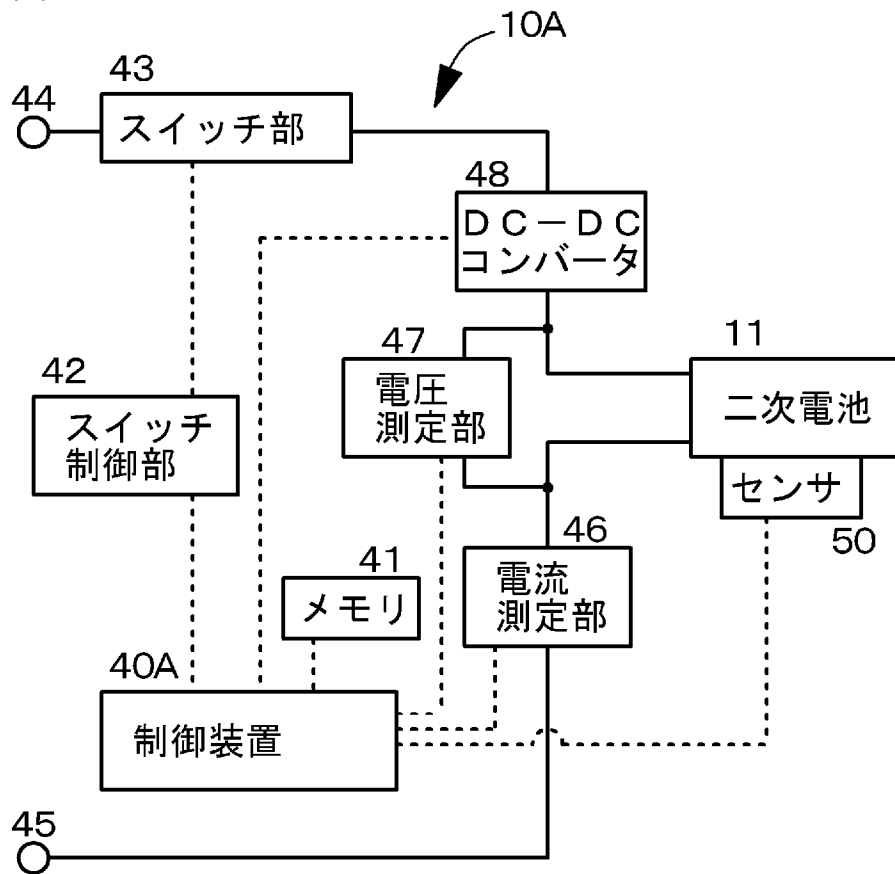
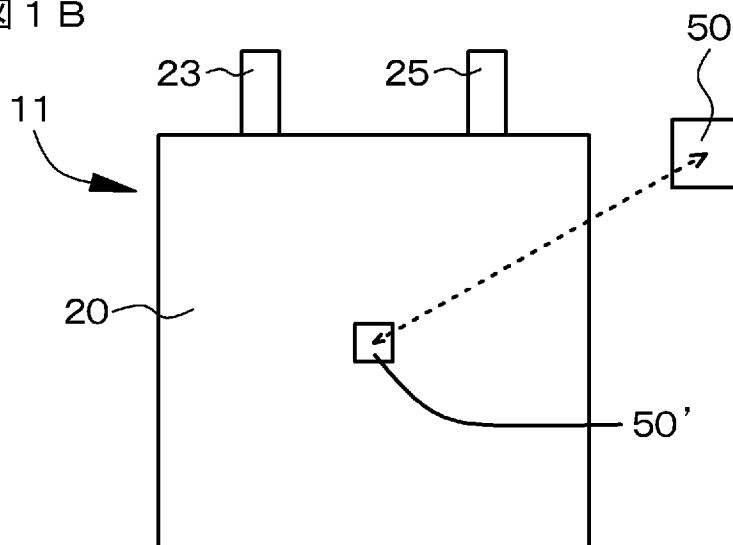
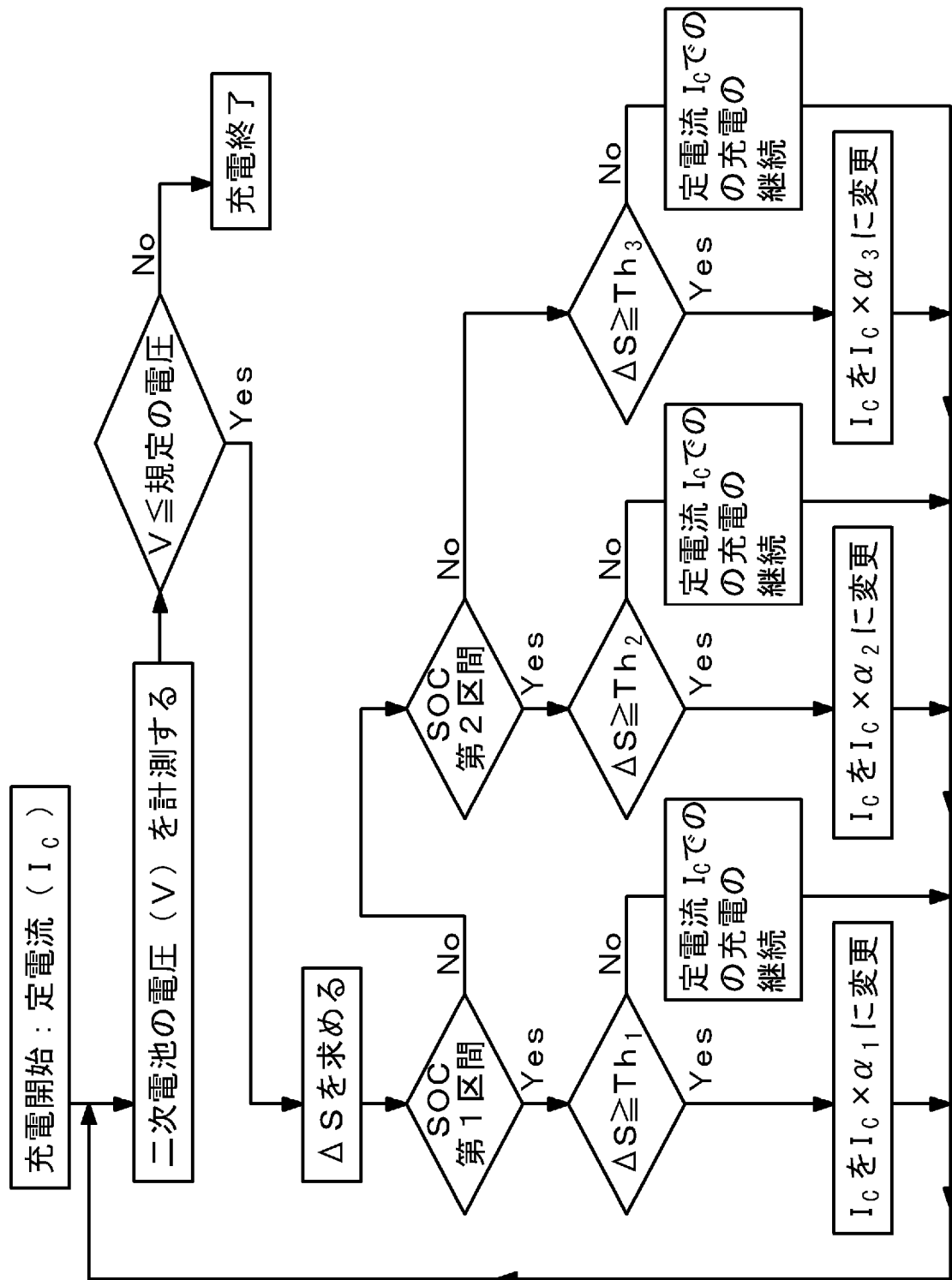


図 1 B



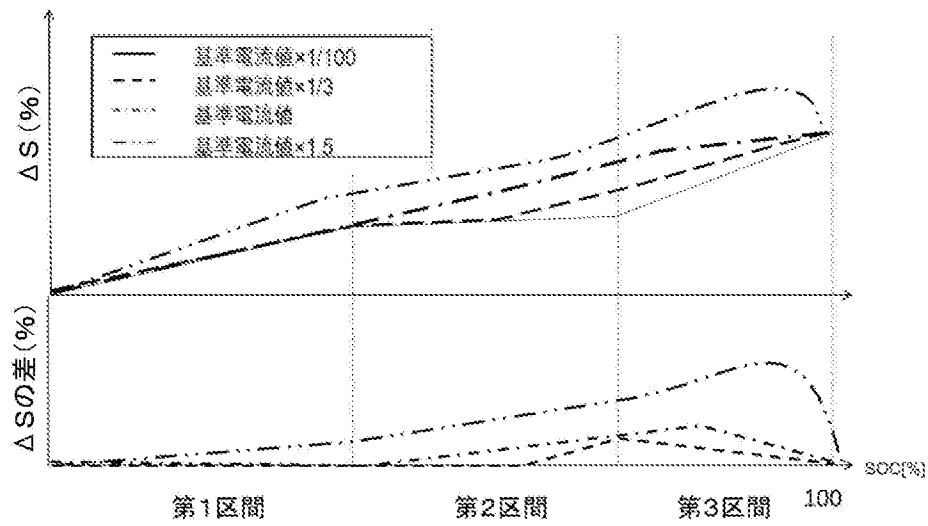
[図2]

図 2



[図3]

図3



[図4]

図4A

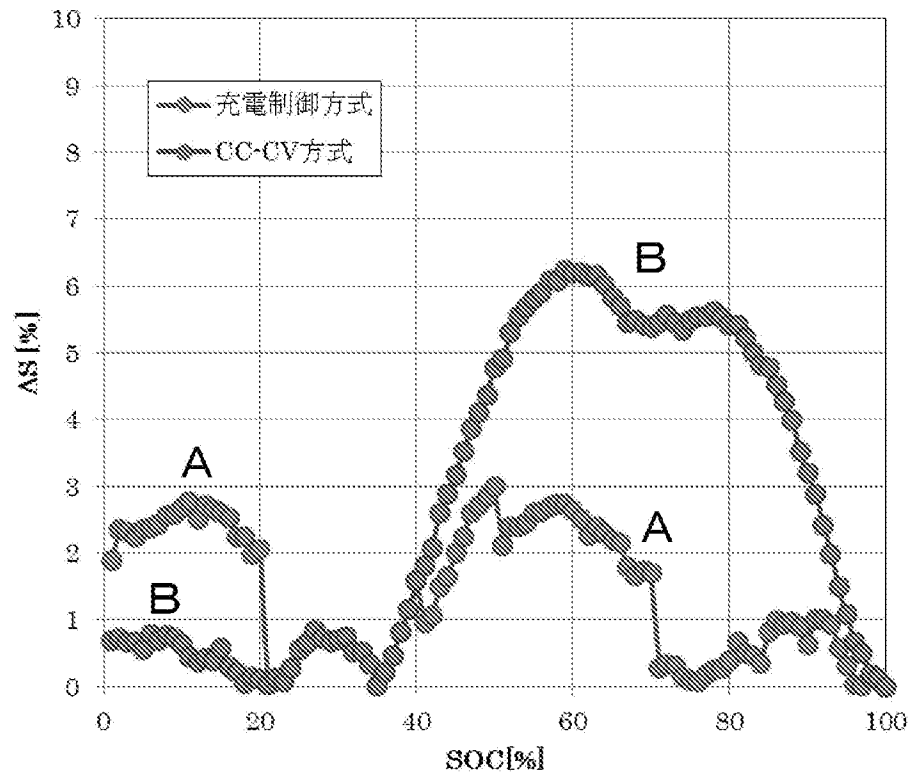
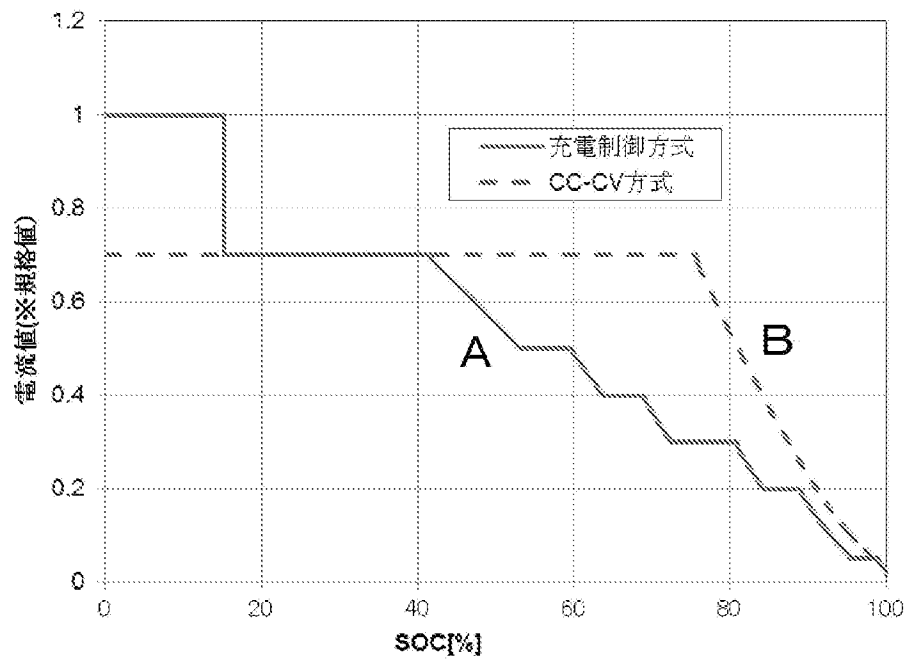
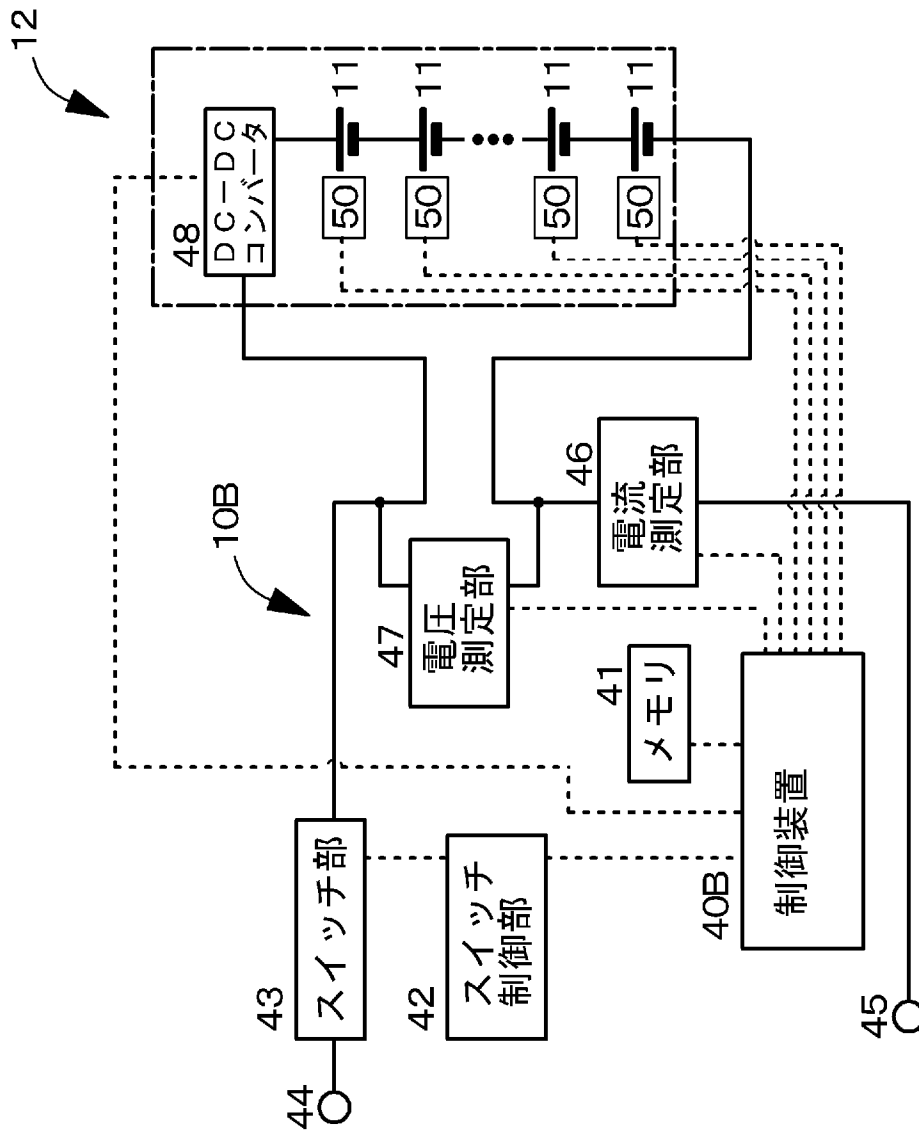


図4B



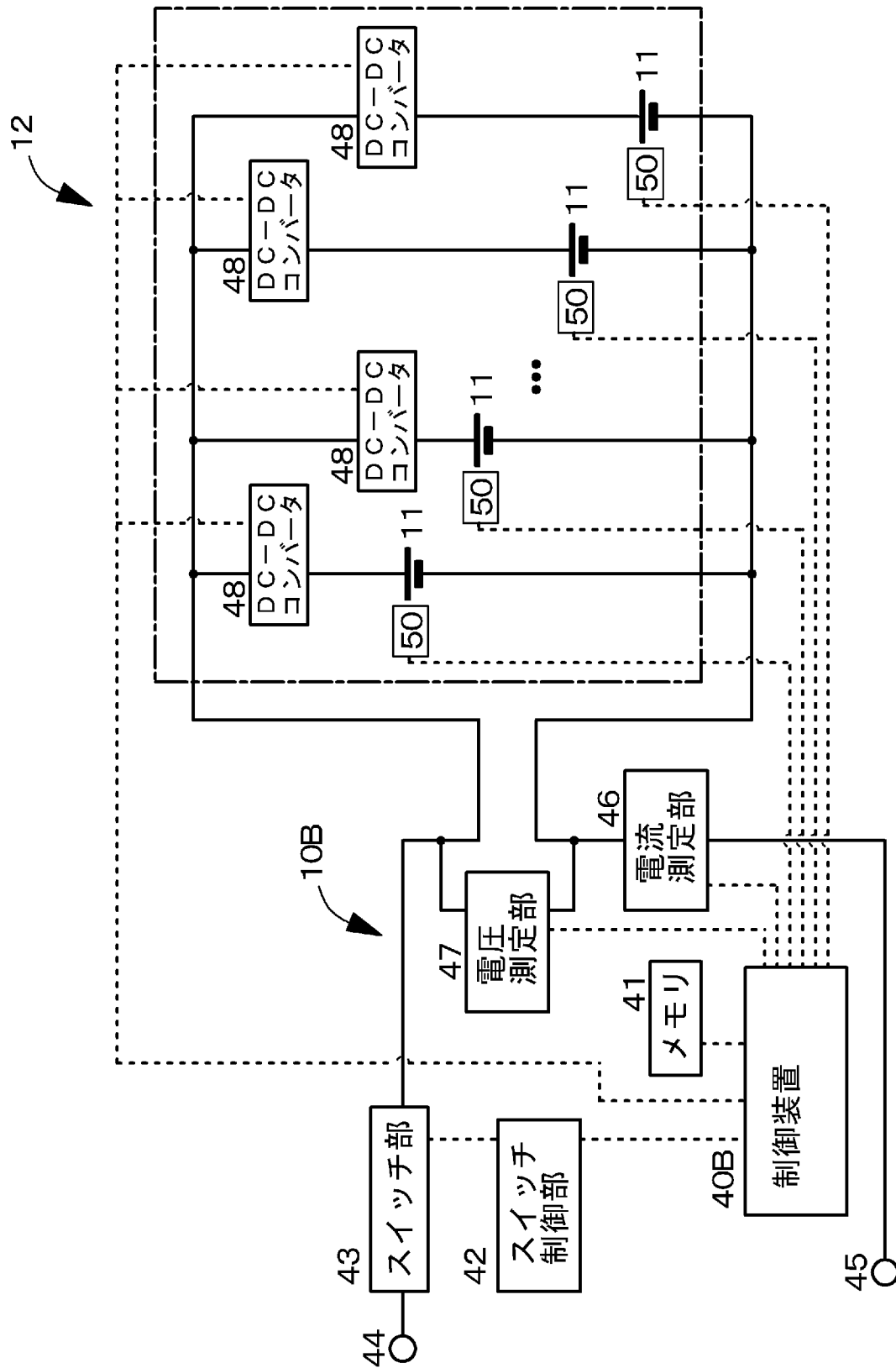
[図5]

図 5



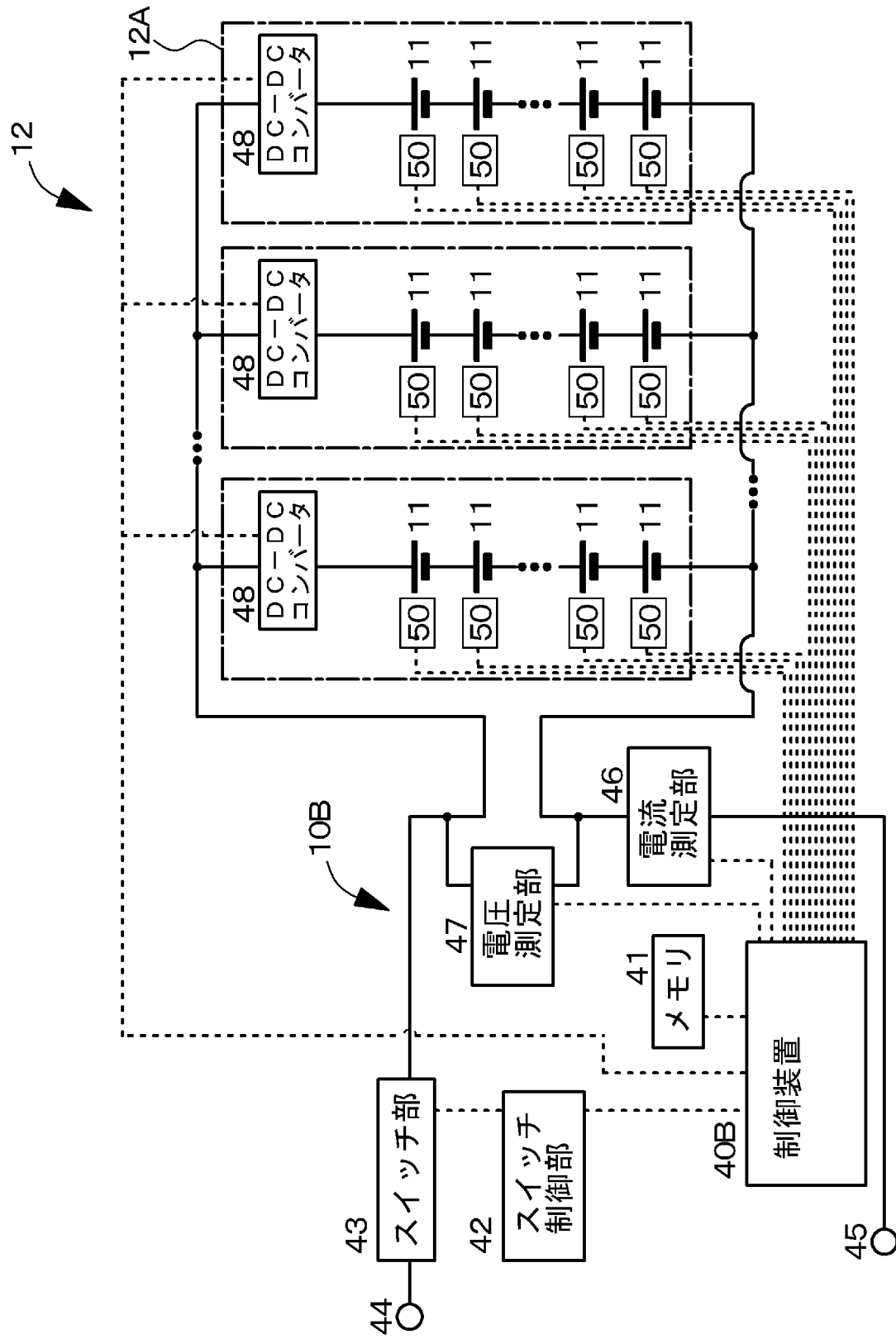
[図6]

図 6



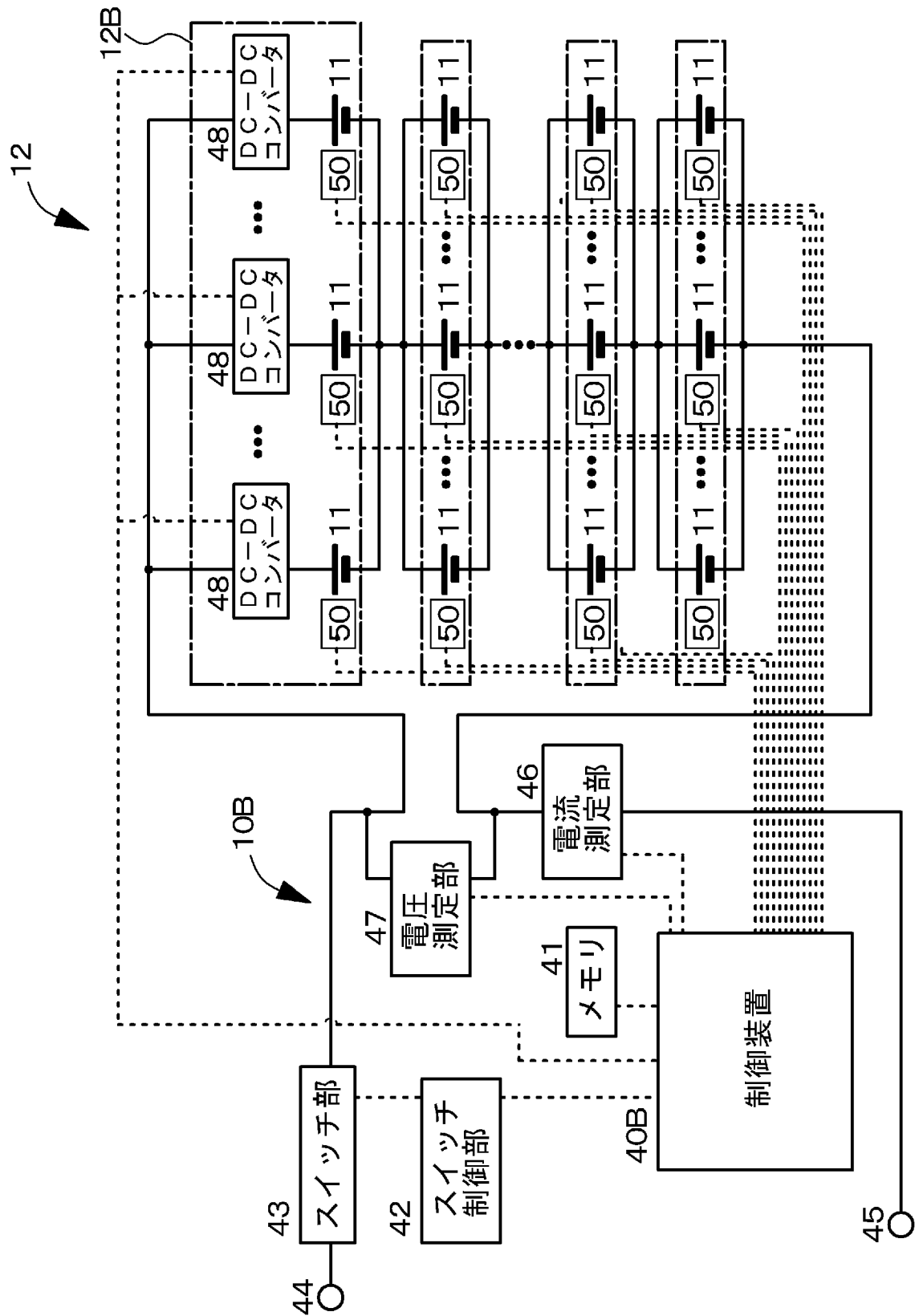
[図7]

図 7



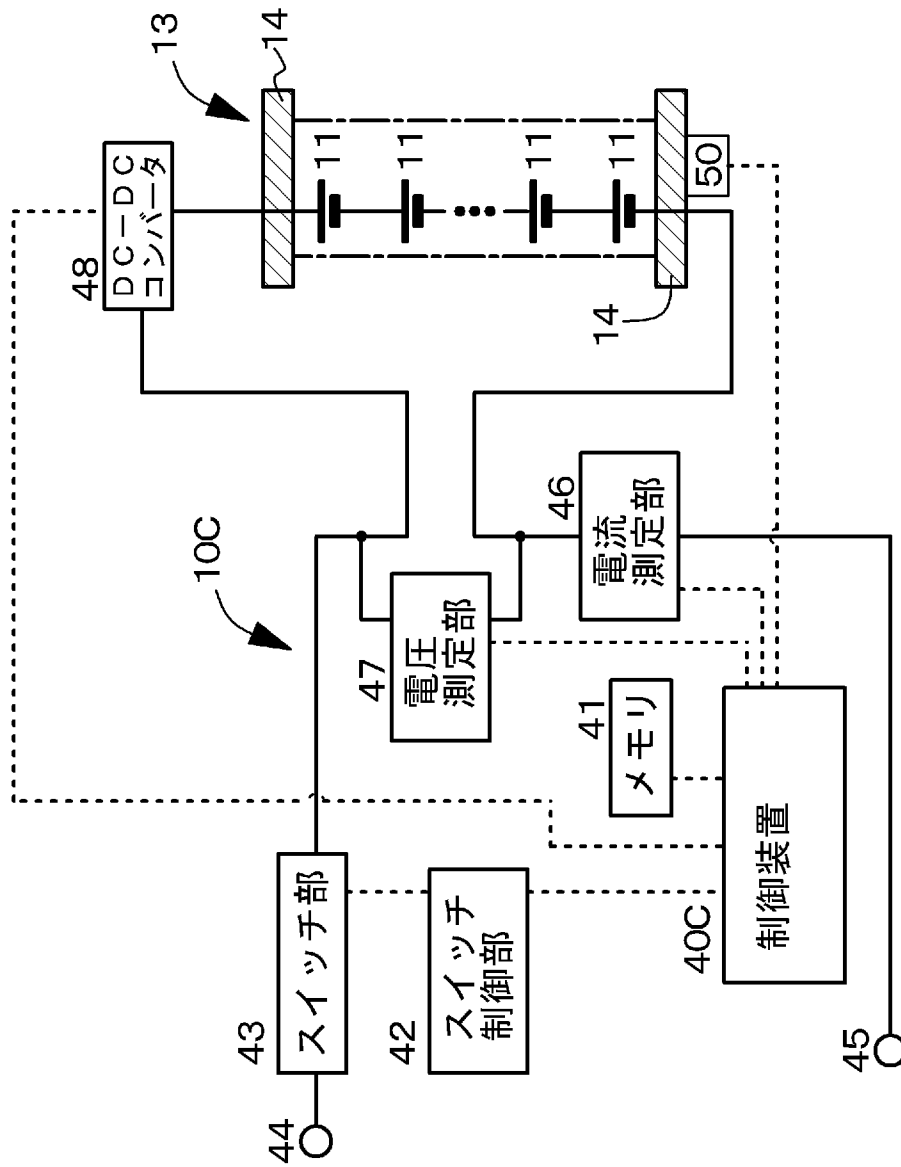
[図8]

図 8



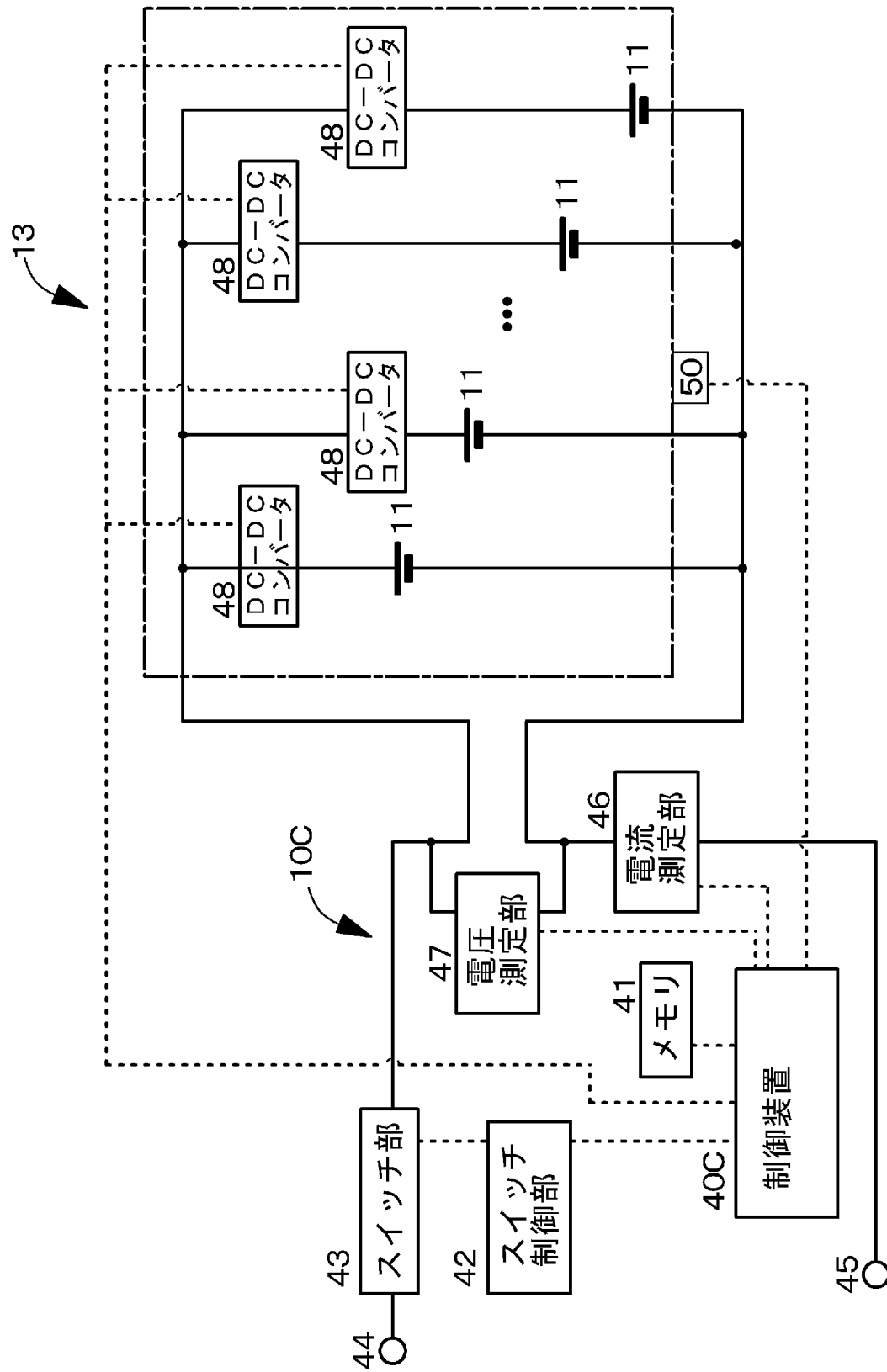
[図9]

図 9



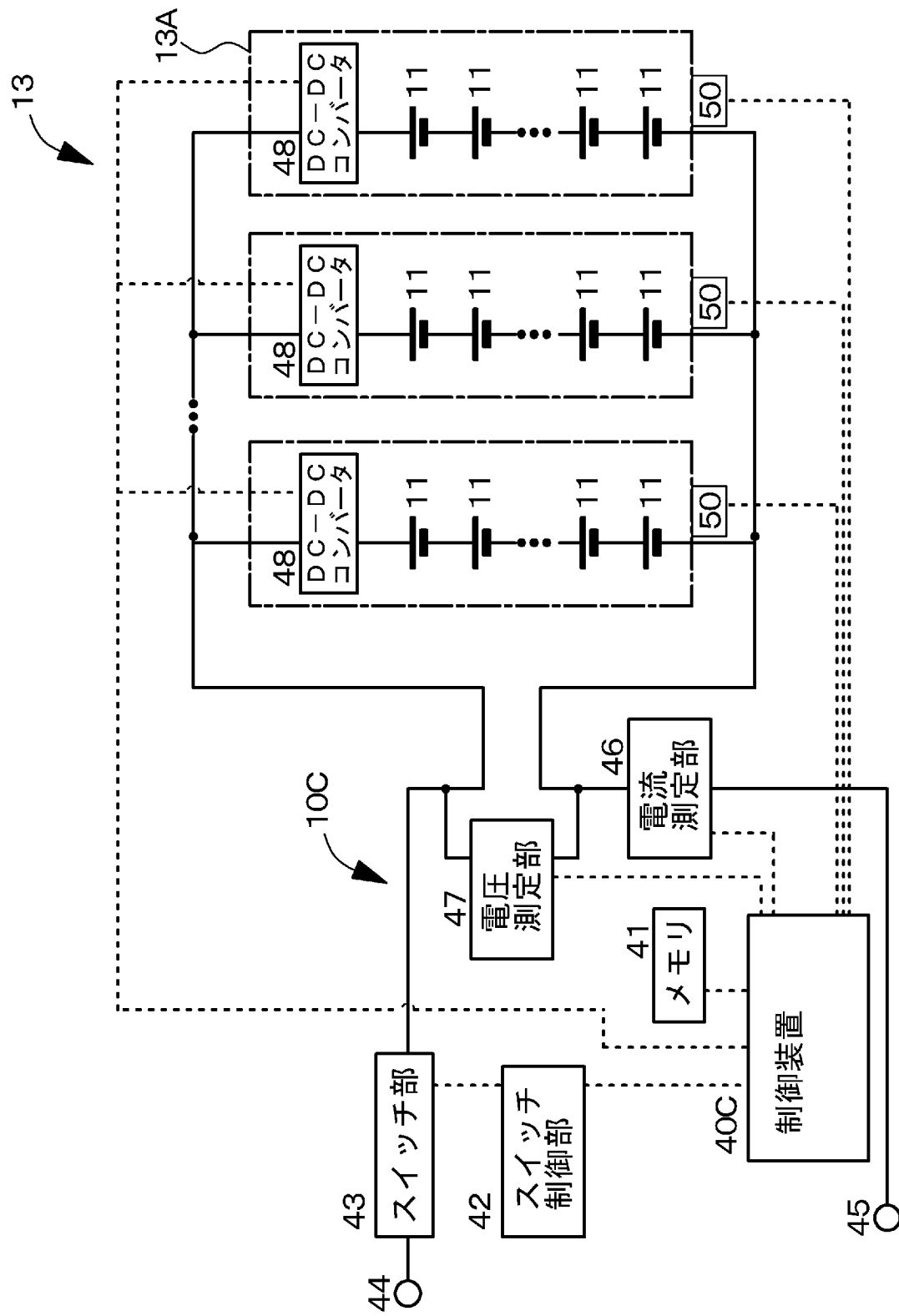
[図10]

図 10



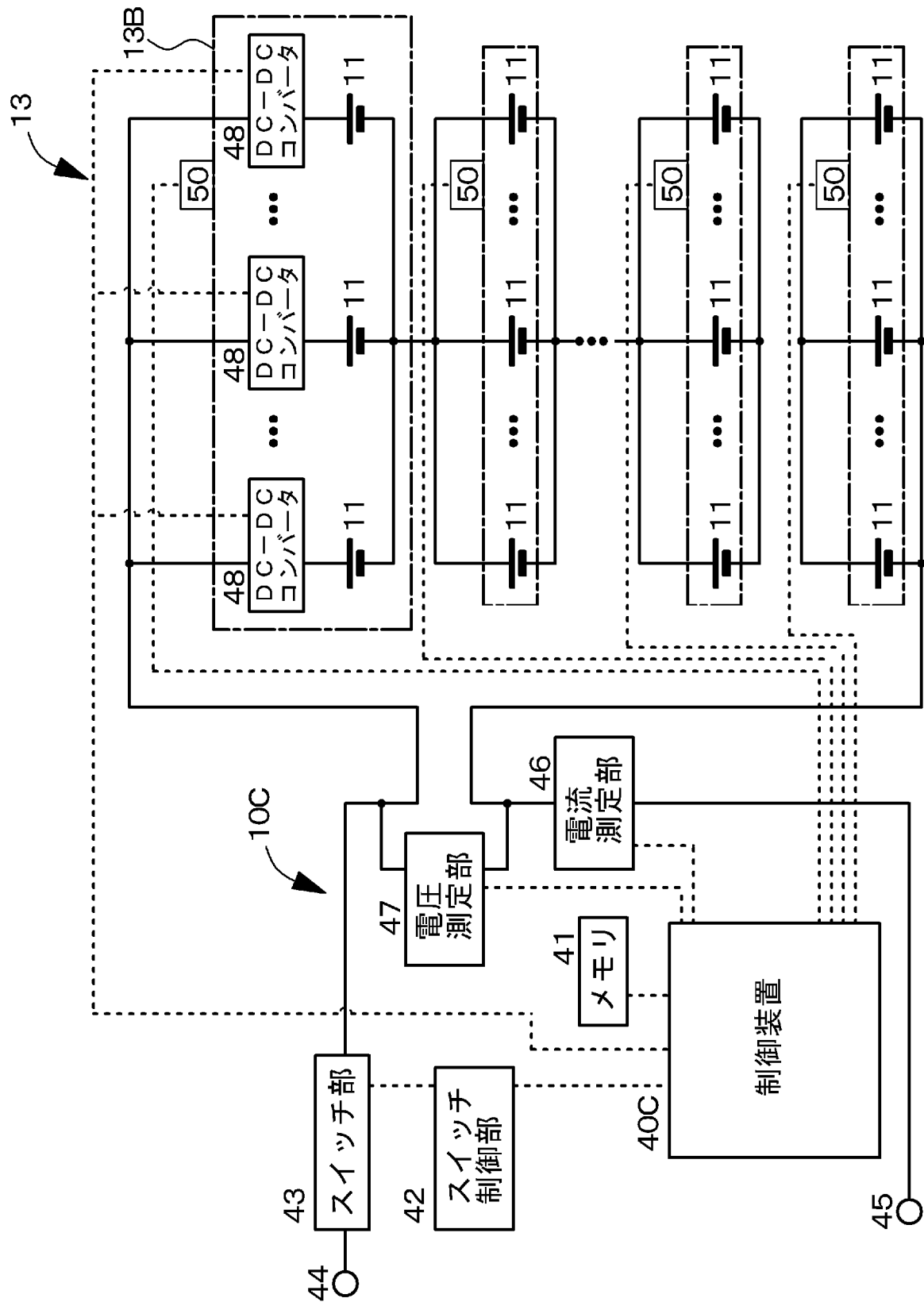
[図11]

図 1 1



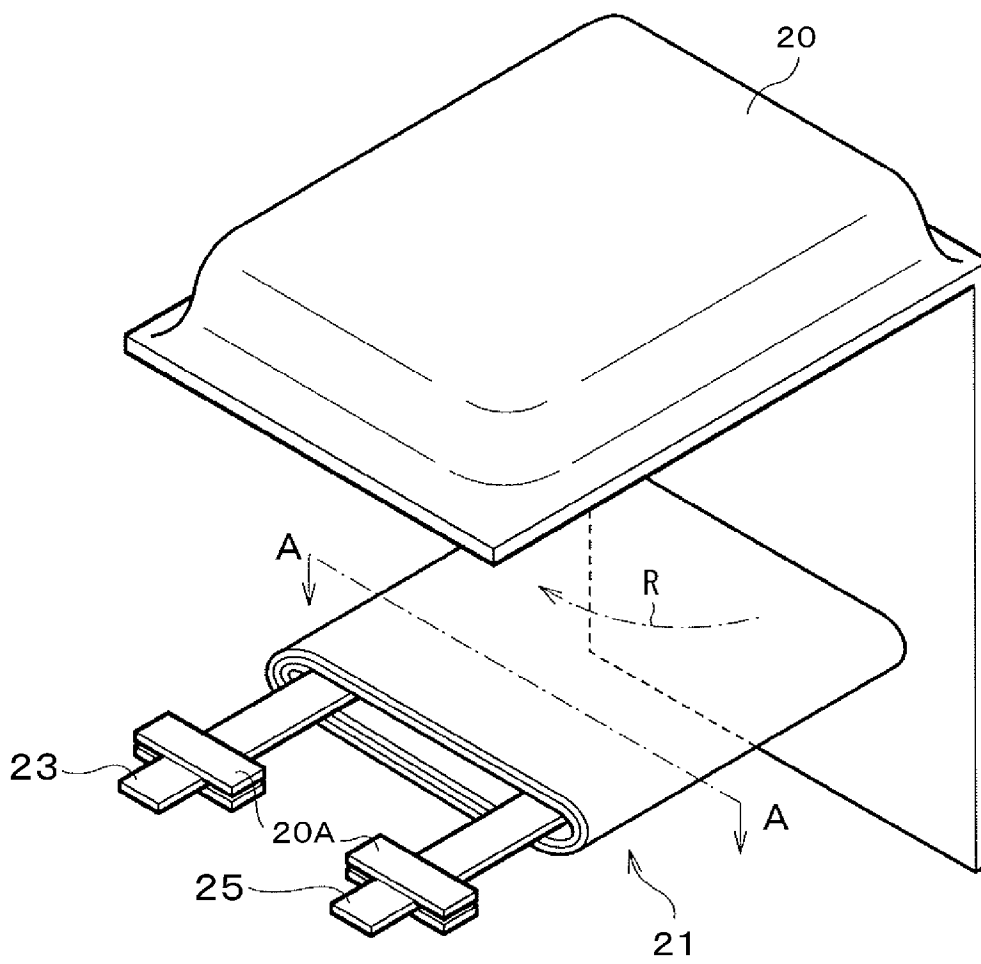
[図12]

図 1 2



[図13]

図13



[図14]

図14A

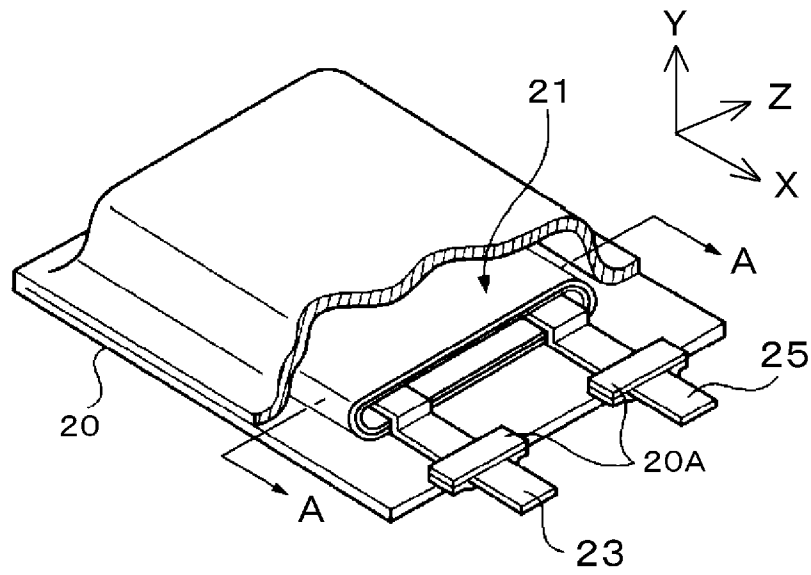
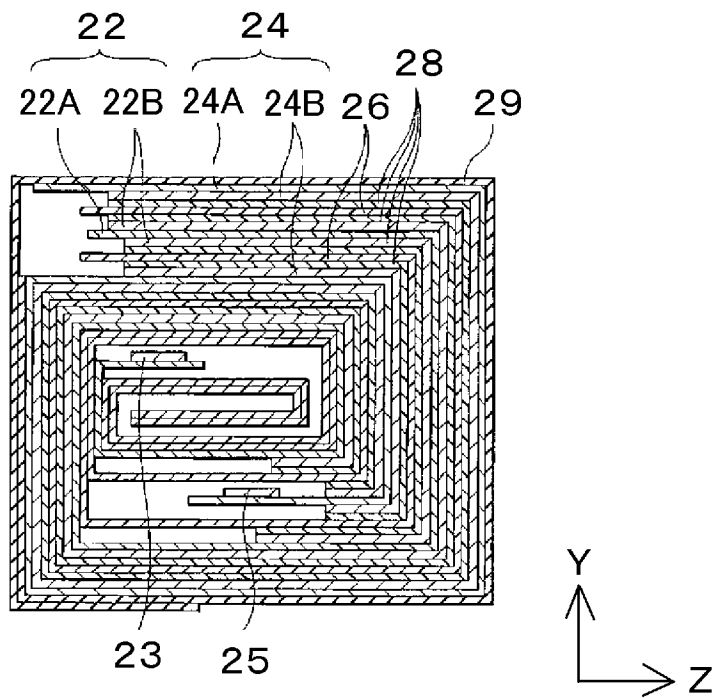
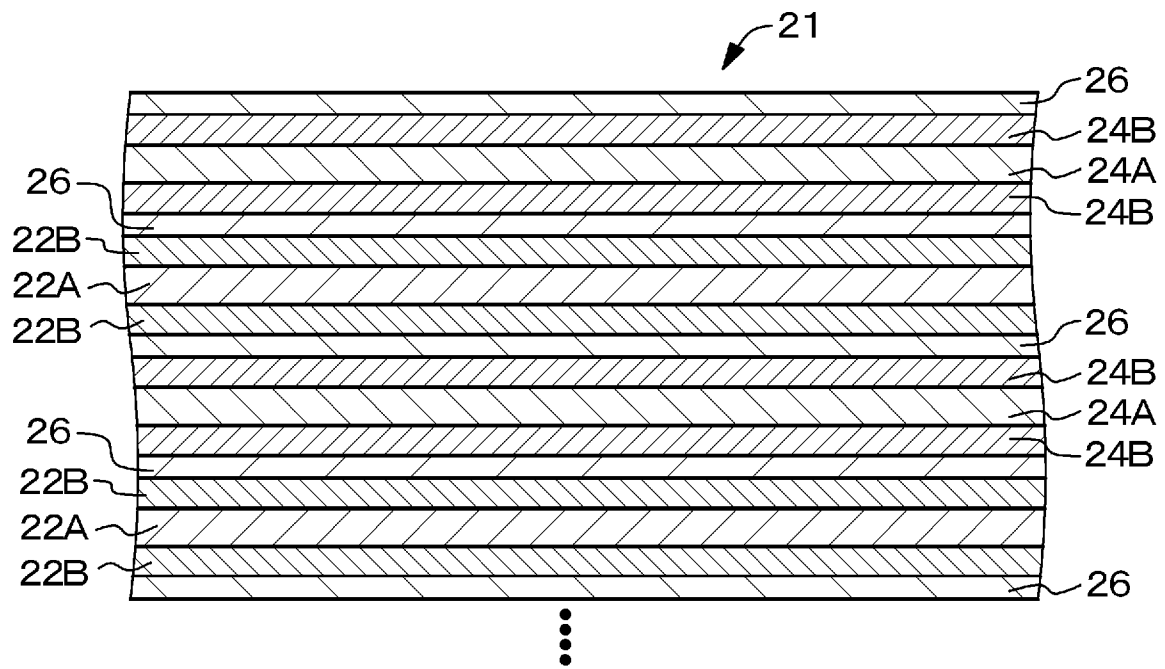


図14B



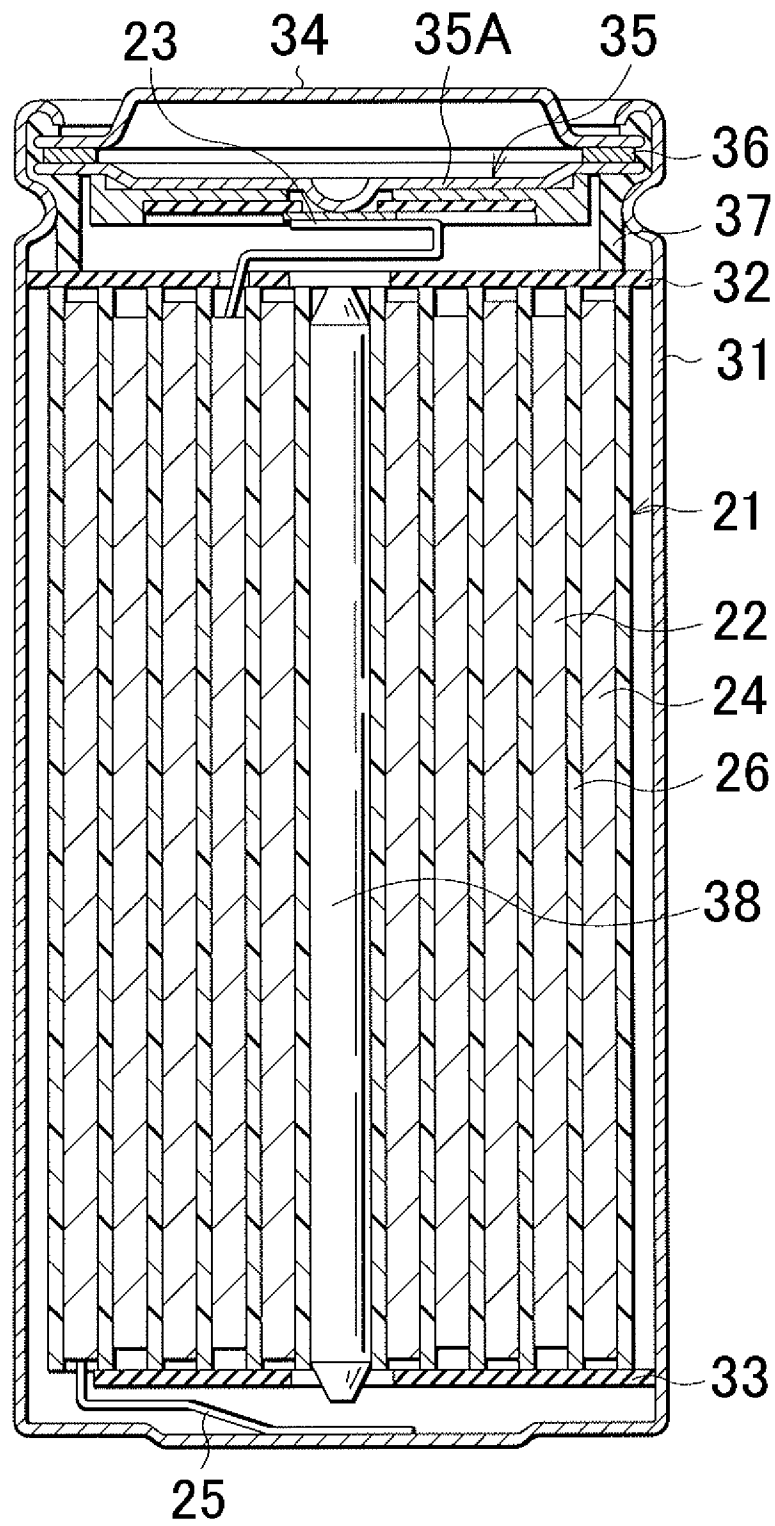
[図15]

図15



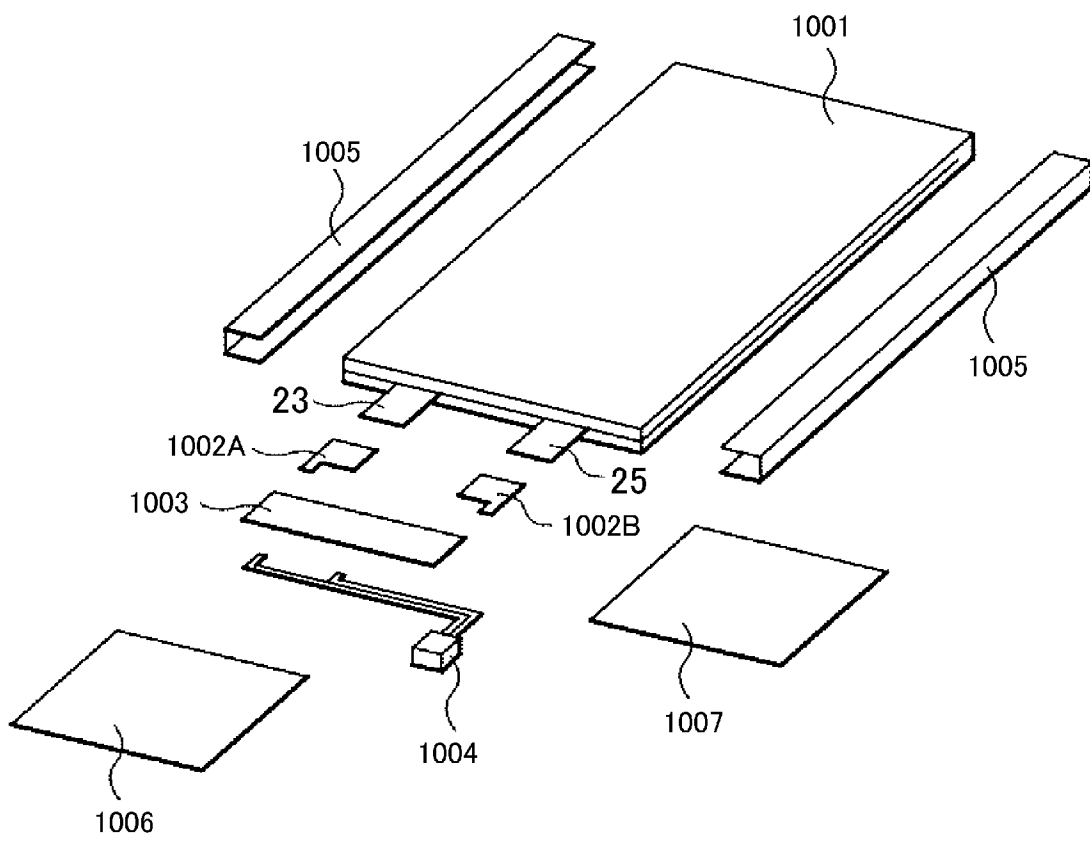
[図16]

図16



[図17]

図17



[図18]

図18A

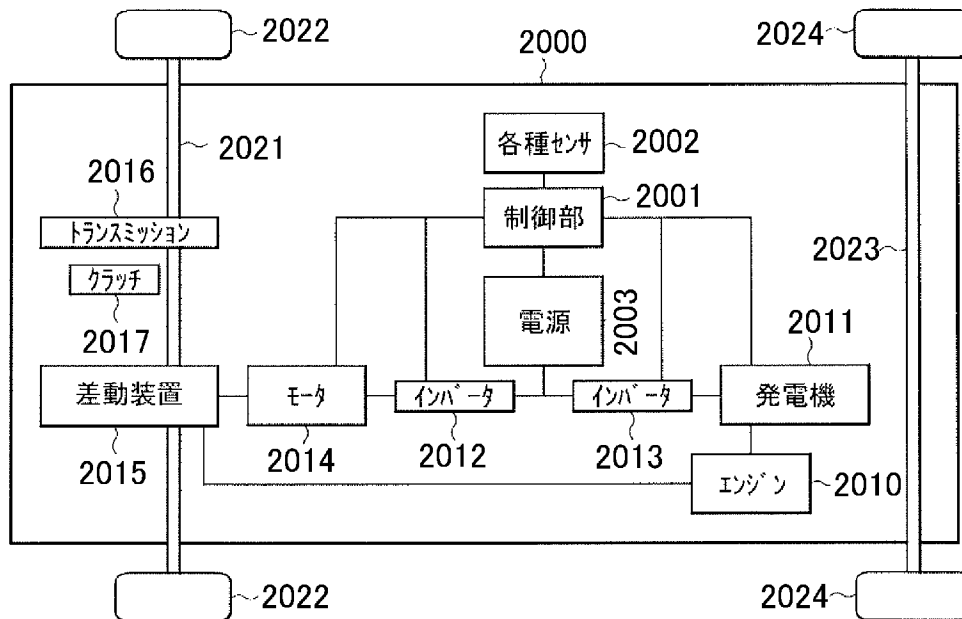


図18B

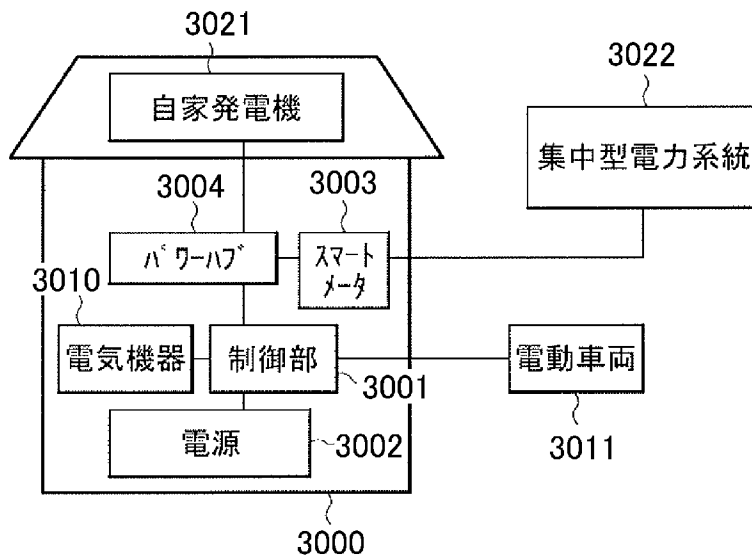
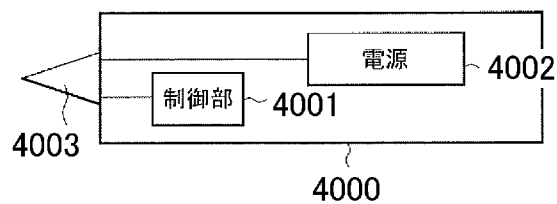
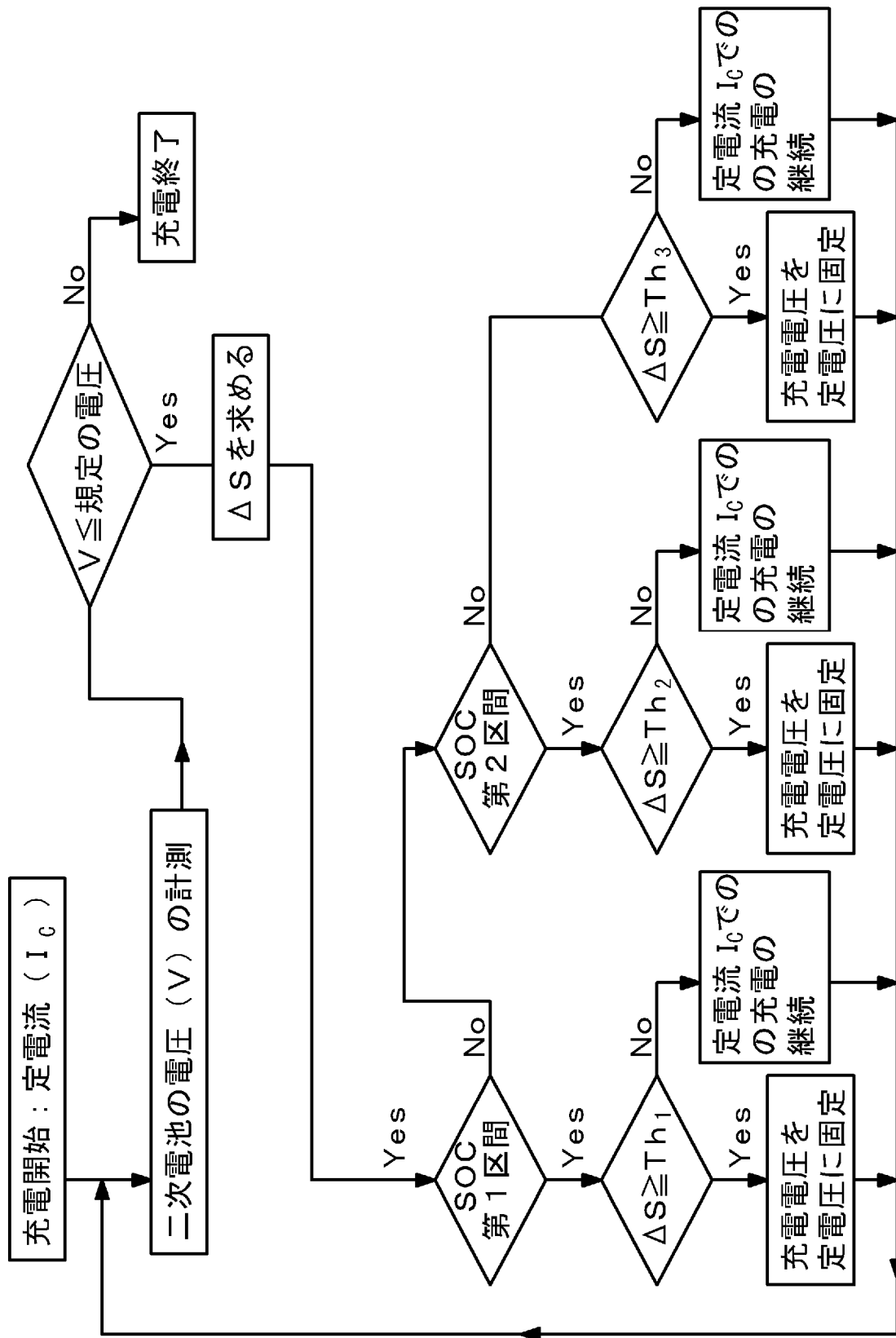


図18C



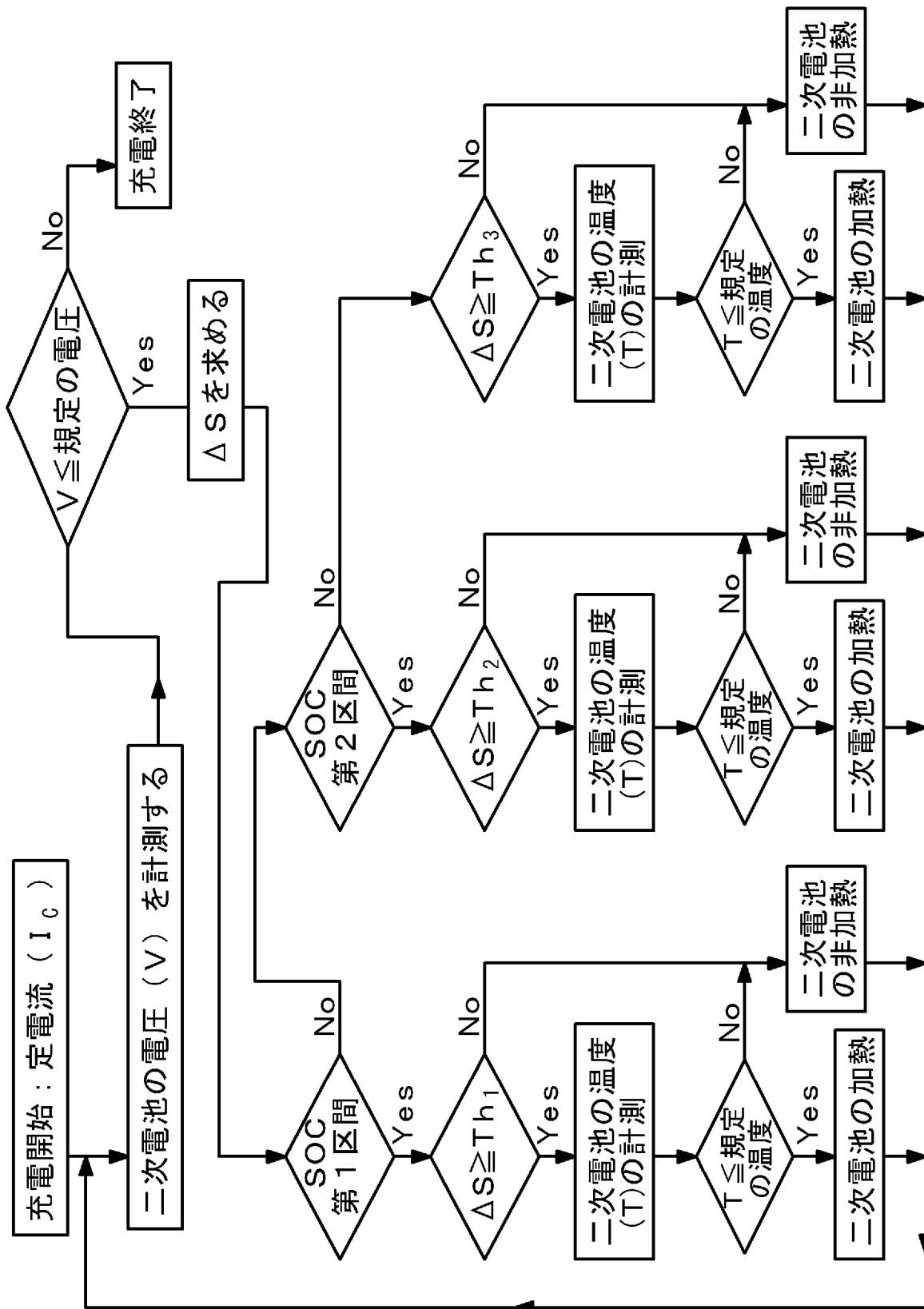
[図19]

図 19



[図20]

図 20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/035013

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M10/44(2006.01)i, G01R31/36(2006.01)i, H01M10/42(2006.01)i, H01M10/48(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M10/44, G01R31/36, H01M10/42, H01M10/48, H02J7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 4-281340 A (NEC Corp.), 06 October 1992 (06.10.1992), paragraphs [0010] to [0012]; fig. 1 (Family: none)	1, 2, 6, 8, 9 4 3
X Y A	JP 63-268445 A (NEC Home Electronics Ltd.), 07 November 1988 (07.11.1988), page 2, upper left column, line 11 to page 2, upper right column, line 14; fig. 1 (Family: none)	1, 2, 5-9 4 3
X Y A	JP 50-27181 B1 (Japan Storage Battery Co., Ltd.), 05 September 1975 (05.09.1975), page 1, right column, line 3 to page 2, left column, line 8; fig. 2 (Family: none)	1, 2, 6, 8, 9, 13 4 3



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
11 October 2017 (11.10.17)

Date of mailing of the international search report
24 October 2017 (24.10.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/035013

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2015-208218 A (Panasonic Corp.), 19 November 2015 (19.11.2015), paragraphs [0036], [0091]; fig. 1 & US 2015/0295431 A1 paragraphs [0064] to [0119]; fig. 1	1, 2, 5-9, 10 4 3
X Y A	JP 2006-24445 A (Toyota Motor Corp.), 26 January 2006 (26.01.2006), paragraphs [0025] to [0070]; fig. 1, 7 (Family: none)	1, 2, 5-9, 11 4 3
X Y	JP 2013-65515 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 11 April 2013 (11.04.2013), paragraphs [0061] to [0078]; fig. 10 (Family: none)	12 4, 10
Y	JP 2016-27539 A (Toyo Tire and Rubber Co., Ltd.), 18 February 2016 (18.02.2016), paragraphs [0026] to [0053]; fig. 1 & US 2017/0077561 A1 paragraphs [0040] to [0067]; fig. 1 & EP 3163672 A1	10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01M10/44(2006.01)i, G01R31/36(2006.01)i, H01M10/42(2006.01)i, H01M10/48(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01M10/44, G01R31/36, H01M10/42, H01M10/48, 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 7 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 7 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 7 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 4-281340 A（日本電気株式会社）1992.10.06, 段落[0010]－[0012]、図1（ファミリーなし）	1, 2, 6, 8, 9
Y		4
A		3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 1 . 1 0 . 2 0 1 7

国際調査報告の発送日

2 4 . 1 0 . 2 0 1 7

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

稲葉 崇

電話番号 03-3581-1101 内線 3568

5 T

3 8 5 9

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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	JP 63-268445 A (日本電気ホームエレクトロニクス株式会社) 1988. 11. 07, 2 頁左上欄第 1 1 行－2 頁右上欄第 1 4 行、第 1 図 (ファミリーなし)	1, 2, 5-9
Y		4
A		3
X	JP 50-27181 B1 (日本電池株式会社) 1975. 09. 05, 1 頁右欄第 3 行 －2 頁左欄第 8 行、第 2 図 (ファミリーなし)	1, 2, 6, 8, 9, 13
Y		4
A		3
X	JP 2015-208218 A (パナソニック株式会社) 2015. 11. 19, 段落[0036]、[0091]、図 1 & US 2015/0295431 A1, 段落[0064]－[0119]、図 1	1, 2, 5-9, 10
Y		4
A		3
X	JP 2006-24445 A (トヨタ自動車株式会社) 2006. 01. 26, 段落[0025]－[0070]、図 1、7 (ファミリーなし)	1, 2, 5-9, 11
Y		4
A		3
X	JP 2013-65515 A (日産自動車株式会社) 2013. 04. 11, 段落[0061]－[0078]、図 10 (ファミリーなし)	12
Y		4, 10
Y	JP 2016-27539 A (東洋ゴム工業株式会社) 2016. 02. 18, 段落[0026]－[0053]、図 1 & US 2017/0077561 A1, 段落[0040]－[0067]、図 1 & EP 3163672 A1	10