

(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  
2024年4月25日(25.04.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/085121 A1

(51) 国際特許分類:  
H01M 50/46 (2021.01) H01M 10/0587 (2010.01)  
H01M 10/04 (2006.01) H01M 50/489 (2021.01)  
H01M 10/052 (2010.01) H01M 50/494 (2021.01)  
H01M 10/0585 (2010.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/037445

(22) 国際出願日: 2023年10月16日(16.10.2023)

(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 2022-169415 2022年10月21日(21.10.2022) JP

(71) 出願人: 株式会社村田製作所  
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/

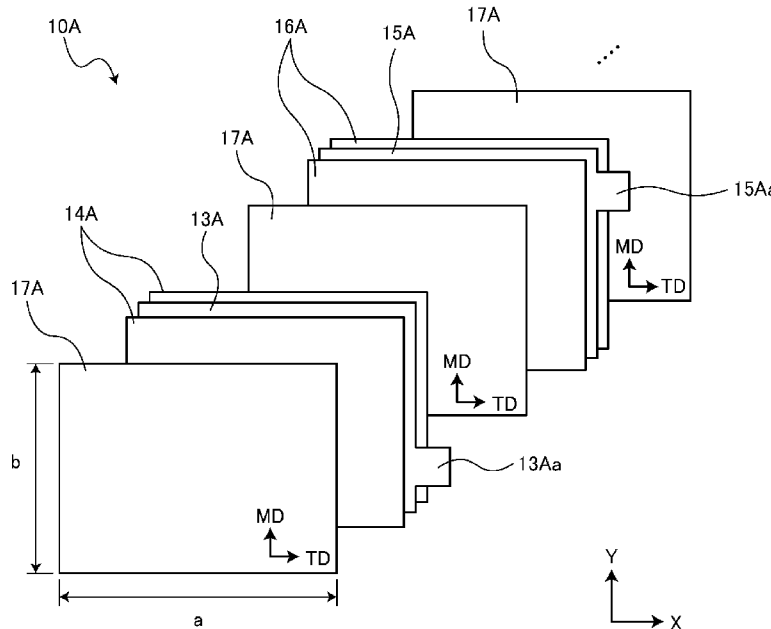
JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1  
丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 後藤 健太(GOTOU, Kenta); 〒6178555  
京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株式  
会社村田製作所内 Kyoto (JP). 田中 雅洋  
(TANAKA, Masatomo); 〒6178555 京都府長岡  
京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株式会社村田  
製作所内 Kyoto (JP). 守澤 和彦(MORIZAWA,  
Kazuhiko); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1  
丁目 10 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto  
(JP). 逢坂 哲彌(Osaka, Tetsuya); 〒1698050 東  
京都新宿区戸塚町 1 丁目 10 4 番地 学校  
法人早稲田大学内 Tokyo (JP).

(54) Title: BATTERY

(54) 発明の名称: 電池

[図2]



(57) Abstract: The present invention makes it possible to prevent short-circuiting between a positive electrode and a negative electrode when a separator has been damaged by an external force. The battery comprises an electrode assembly having a positive electrode, a negative electrode, and a film separator. The electrode assembly has a flat shape. When the shortest direction of the electrode assembly is defined as a first direction, the separator has a thickness in at least the first direction, and is provided between the positive electrode and the negative electrode in at least the first direction. When,

[続葉有]



(74) 代理人: 弁理士法人酒井国際特許事務所  
(SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE);  
〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1  
号 虎ノ門ダイビルイースト Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保  
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,  
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,  
CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,  
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,  
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,  
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,  
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,  
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,  
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,  
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

in a plan view taken in the first direction, a direction in which the distance of mutually opposing edges of the separator becomes the shortest is defined as a second direction, and a direction perpendicular to the first direction and the second direction is defined as a third direction, the angle formed, in a plan view taken in the first direction, between the second direction and a direction in which the tensile strength of the separator becomes the minimum is larger than the angle formed between the third direction and the direction in which the tensile strength of the separator becomes the minimum. In a plan view taken in the first direction, the ratio of the length of the separator in the third direction to the length of the separator in the second direction is 2.0 or more.

(57) 要約: 外力によりセパレータが破損した際、正極と負極とが短絡することを抑制する。電池は、正極と、負極と、フィルム状のセパレータと、を有する電極組立体を備え、電極組立体の形状は、扁平形状であり、電極組立体の最も短い方向を第1方向とした場合、セパレータは、少なくとも第1方向に厚さを有し、正極と負極との少なくとも第1方向の間に設けられる。第1方向に平面視して、セパレータの互いに対向する辺同士の距離が最小になる方向を第2方向、第1方向及び第2方向に垂直な方向を第3方向とした場合、第1方向に平面視して、セパレータの引張強度が最小になる方向と第2方向となす角は、セパレータの引張強度が最小になる方向と第3方向となす角より大きい。第1方向に平面視して、セパレータの第2方向の長さに対する、セパレータの第3方向の長さの比が、2.0以上である。

## 明 細 書

発明の名称：電池

### 技術分野

[0001] 本発明は、電池に関する。

### 背景技術

[0002] 電池において、正極と負極との間に、一軸方向に延伸して形成されたフィルム状のセパレータが設けられることがある。フィルム状のセパレータは、延伸方向であるMD (Machine Direction) と、前記延伸方向に垂直な方向であるTD (Transverse Direction) とを有する。

[0003] 特許文献1には、電池の短手方向とセパレータのTDを同じとしている二次電池が図示されている。

[0004] 特許文献2には、セパレータの熱収縮によって正極と負極とが接触して短絡することを抑制する目的で、セパレータの積層方向に平面視して、セパレータのTDが電槽缶の短手方向に沿う二次電池が開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2017-152199号公報

特許文献2：特開2016-58393号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1及び特許文献2に記載の電池では、電池の短手方向とセパレータのTDを同じとしている。そのため、外力によりセパレータが破損した際、正極と負極とが短絡することを十分に防止できない可能性がある。

#### 課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一側面に係る電池は、正極と、負極と、フィルム状のセパレータと、を有する電極組立体を備える電池であって、前記電極組立体の形状は、

扁平形状であり、前記電極組立体の最も短い方向を第1方向とした場合、前記セパレータは、少なくとも前記第1方向に厚さを有し、前記正極と前記負極との少なくとも前記第1方向の間に設けられ、前記第1方向に平面視して、前記セパレータの互いに対向する辺同士の間隔が最小になる方向を第2方向、前記第1方向及び前記第2方向に垂直な方向を第3方向とした場合、前記第1方向に平面視して、前記セパレータの引張強度が最小になる方向と前記第2方向となす角は、前記セパレータの引張強度が最小になる方向と前記第3方向となす角より大きく、前記第1方向に平面視して、前記セパレータの前記第2方向の長さに対する、前記セパレータの前記第3方向の長さの比が、2.0以上である。

### 発明の効果

[0008] 本発明によれば、外力によりセパレータが破損した際、正極と負極とが短絡することを抑制することができる。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、第1実施形態に係る電池の一例を示す切り欠き斜視図である。

[図2]図2は、第1実施形態に係る電極組立体の構成要素を示す分解平面図である。

[図3]図3は、セパレータの引張強度の測定方法を説明する模式的な図である。

[図4]図4は、セパレータ破断時の第1実施形態に係る電極組立体を示す模式的な平面図である。

[図5]図5は、図4に係る電極組立体の比較例を示す模式的な平面図である。

[図6]図6は、第1実施形態に係る電池の変形例に係る電極組立体を示す模式的な平面図である。

[図7]図7は、図6に係る電極組立体の比較例を示す模式的な平面図である。

[図8]図8は、第2実施形態に係る電池の一例を示す部分切り欠き図である。

[図9]図9は、図8のⅩ-Ⅹ線に沿った模式的な断面図である。

[図10]図10は、第2実施形態に係る電極組立体を示す模式的な平面図であ

る。

[図11]図 1 1 は、第 3 実施形態に係る電池の一例を示す斜視図である。

[図12]図 1 2 は、図 1 1 の X 1 1 - X 1 1 線に沿った断面図である。

[図13]図 1 3 は、第 3 実施形態に係る電池の変形例を示す断面図である。

[図14]図 1 4 は、実施例及び比較例に係る電池を示す模式的な平面図である。

[図15]図 1 5 は、突き刺し試験を説明する模式的な断面図である。

[図16]図 1 6 は、実施例 1 及び比較例 1 に係るセパレータの引張試験の結果を示す図である。

[図17]図 1 7 は、実施例 1 に係る突き刺し試験時の電池の電位差の時間変化を示す図である。

[図18]図 1 8 は、実施例 1 に係る突き刺し試験後の電池の X 線 C T 画像である。

[図19]図 1 9 は、比較例 1 に係る突き刺し試験時の電池の電位差の時間変化を示す図である。

[図20]図 2 0 は、比較例 1 に係る突き刺し試験後の電池の X 線 C T 画像である。

### 発明を実施するための形態

[0010] 以下に、本発明の実施の形態を説明する。なお、この実施の形態により本発明が限定されるものではない。各実施の形態は例示であり、異なる実施の形態で示した構成の部分的な置換又は組み合わせが可能であることは言うまでもない。

[0011] (第 1 実施形態)

図 1 は、第 1 実施形態に係る電池の一例を示す切り欠き斜視図である。図 1 に示すように、第 1 実施形態に係る電池は、正極リード 1 1 A と、負極リード 1 2 A と、電極組立体 1 0 A と、外装部材 2 1 と、密着材 2 2 とを備える。第 1 実施形態に係る電池 1 A は、電極組立体 1 0 A が外装部材 2 1 に収容される、いわゆるラミネート形リチウムイオン二次電池である。

- [0012] 正極リード１１Ａは、電極組立体１０Ａから外装部材２１の外部に引き出された端子である。すなわち、正極リード１１Ａは、電池１Ａのプラス極となる端子である。正極リード１１Ａは、後述するＺ方向と垂直な方向に延びるように設けられる。正極リード１１Ａは、導体からなる。
- [0013] 負極リード１２Ａは、電極組立体１０Ａから外装部材２１の外部に引き出された端子である。すなわち、負極リード１２Ａは、電池１Ａのマイナス極となる端子である。負極リード１２Ａは、後述するＺ方向と垂直な方向に延びるように設けられる。負極リード１２Ａは、導体からなる。
- [0014] 外装部材２１は、電極組立体１０Ａが収容されるケースである。外装部材２１は、絶縁層と、金属層と、最外層とを備える。外装部材２１は、内側、すなわち電極組立体１０Ａが設けられる側から、絶縁層、金属層、最外層の順に積層し、ラミネート加工により貼り合わせた構造となっている。外装部材２１の絶縁層は、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、エチレン又はプロピレンをモノマーとして含むポリオレフィン樹脂などの樹脂からなる。これにより、外装部材２１は、電池１Ａの水分透過性を低くすることができ、気密性を向上させることができる。外装部材２１の金属層は、アルミニウム、ステンレス、ニッケル、鉄などの金属板材又は箔である。最外層は、任意の材料としてよいが、例えば、絶縁層と同様の樹脂、ナイロンなど、強度が高い材料からなることが好ましい。これにより、外装部材２１は、破れや突き刺しなどに対する強度を向上できる。
- [0015] 密着材２２は、外装部材２１内を気密とする部材である。密着材２２は、正極リード１１Ａ及び負極リード１２Ａを取り囲むように設けられ、正極リード１１Ａ及び負極リード１２Ａと、外装部材２１との間を密封する。密着材２２の材料は、正極リード１１Ａ及び負極リード１２Ａに対して密着性を有するものが好ましい。例えば、正極リード１１Ａ及び負極リード１２Ａが金属材料からなる場合、密着材２２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などのポリオレフィン樹脂が用いられ

る。これにより、外装部材 2 1 と正極リード 1 1 A 及び負極リード 1 2 A の間の空隙を密閉することができるので、外装部材 2 1 内を気密とすることができる。

[0016] 図 2 は、第 1 実施形態に係る電極組立体の構成要素を示す分解平面図である。電極組立体 1 0 A は、正極と、負極と、セパレータ 1 7 A とを備える。図 2 に示すように、第 1 実施形態に係る電極組立体 1 0 A は、正極と、負極とが、セパレータ 1 7 A を介して交互に積層された電極積層体である。電極組立体 1 0 A は、扁平な形状であり、略板状の形状を有する。電極組立体 1 0 A は略直方体形状となっている。すなわち、電極組立体 1 0 A のある方向の長さが、他の方向と比べて短くなっている。

[0017] 以下の説明では、電極組立体 1 0 A の最も短い方向を Z 方向として説明する。また、Z 方向に平面視した場合において、後述するセパレータ 1 7 A の互いに対向する辺同士の距離が最小になる方向を Y 方向、Y 方向及び Z 方向に垂直な方向を X 方向として説明する。すなわち、電極組立体 1 0 A は、Y Z 方向に広がりを持つ、扁平な形状となっている。第 1 実施形態において、電極組立体 1 0 A では、正極と、負極とが、セパレータ 1 7 A は Z 方向に積層される。また、セパレータ 1 7 A は、Z 方向に厚さを有し、Z 方向に平面視して、Y 方向の長さより X 方向の長さが大きい。セパレータ 1 7 A の形状の詳細は、後述する。

[0018] (正極)

正極は、正極集電体層 1 3 A と正極活物質層 1 4 A とを備える。図 2 に示すように、正極は、正極集電体層 1 3 A の Z 方向の両側に正極活物質層 1 4 A が積層された積層体である。

[0019] 正極集電体層 1 3 A は、シート状の導体箔であり、例えばアルミニウム箔である。第 1 実施形態では、正極集電体層 1 3 A は、Z 方向に平面視して、矩形の突出部 1 3 A a を有する矩形となっている。正極集電体層 1 3 A の突出部 1 3 A a は、正極リード 1 1 A と接続される。

[0020] 正極活物質層 1 4 A は、正極活物質を含む層である。正極活物質層 1 4 A

は、正極集電体層 1 3 A を間に挟むように積層される。正極活物質層 1 4 A は、正極活物質と、導電剤と、結着剤とを含む。第 1 実施形態では、正極活物質層 1 4 A の形状は、Z 方向に平面視して、矩形である。なお、正極活物質層 1 4 A の含有物は、以上で挙げたものに限られず、例えば、分散剤を含んでいてもよい。

[0021] 正極活物質は、リチウム含有複合酸化物、リチウム含有リン酸化合物などのリチウム含有化合物であることが好ましい。リチウム含有複合酸化物は、リチウム及び 1 種類以上のリチウム以外の元素を構成元素として含む酸化物である。リチウム含有複合酸化物は、例えば、層状岩塩型又はスピネル型の結晶構造を有する。リチウム含有リン酸化合物は、リチウム及び 1 種類以上のリチウム以外の元素を構成元素として含むリン酸化合物である。リチウム含有リン酸化合物は、例えば、オリビン型などの結晶構造を有している。

[0022] 正極活物質層 1 4 A に含まれる結着剤は、任意の材料としてよく、例えば、合成ゴム及び高分子化合物などのうちのいずれか 1 種類以上を含む。合成ゴムは、例えば、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などである。高分子化合物は、例えば、ポリフッ化ビニリデン、ポリイミドなどである。

[0023] 正極活物質層 1 4 A に含まれる導電剤は、任意の材料としてよく、例えば、炭素を含む。炭素は、例えば、黒鉛、カーボンブラック、アセチレンブラック、ケッチェンブラックなどである。ただし、正極導電剤は、導電性を有する材料であれば、これらに限られず、金属材料、導電性高分子などでもよい。

[0024] (負極)

負極は、負極集電体層 1 5 A と負極活物質層 1 6 A とを備える。図 2 に示すように、負極は、負極集電体層 1 5 A の Z 方向の両側に 2 層の負極活物質層 1 6 A が積層された積層体である。

[0025] 負極集電体層 1 5 A は、シート状の導体箔であり、例えば、銅箔である。第 1 実施形態では、負極集電体層 1 5 A は、Z 方向に平面視して、矩形の突

出部 1 5 A a を有する矩形となっている。負極集電体層 1 5 A の突出部 1 5 A a は、負極リード 1 2 A と接続される。

[0026] 負極活物質層 1 6 A は、負極活物質を含む層である。負極活物質層 1 6 A は、正極活物質層 1 4 A と同様の、導電剤と結着剤とをさらに含んでもよい。

[0027] 負極活物質は、例えば、炭素材料、金属、半金属、ケイ素（S i）の合金又は化合物、スズ（S n）の合金又は化合物などのリチウム（L i）の吸蔵及び放出が可能な材料を含む。

[0028] 負極活物質として用いることができる炭素材料は、例えば、黒鉛、難黒鉛化性炭素、易黒鉛化炭素などが挙げられる。より具体的には、炭素材料は、例えば、熱分解炭素類、コークス類、ガラス状炭素繊維、有機高分子化合物焼成体、活性炭、カーボンブラック類などが含まれる。コークス類は、ピッチコークス、ニードルコークス、石油コークスなどが含まれる。ここで、有機高分子化合物焼成体は、フェノール樹脂、フラン樹脂などの高分子化合物を適当な温度で焼成し、炭素化したものである。

[0029] 負極活物質として用いることができる金属及び半金属としては、例えば、スズ、鉛（P b）、アルミニウム、インジウム（I n）、ケイ素、亜鉛（Z n）、アンチモン（S b）、ビスマス（B i）、カドミウム（C d）、マグネシウム（M g）、ホウ素（B）、ガリウム（G a）、ゲルマニウム（G e）、ヒ素（A s）、銀（A g）、ジルコニウム（Z r）、イットリウム（Y）及びハフニウム（H f）が挙げられる。中でも、ケイ素、ゲルマニウム、スズ及び鉛が好ましい。また、ケイ素及びスズは、リチウムを吸蔵及び放出する能力が大きく、高いエネルギー密度を得ることができるため、より好ましい。

[0030] 負極活物質として用いることができるケイ素の合金としては、例えば、ケイ素以外の第 2 の構成元素として、スズ、ニッケル、銅（C u）、鉄（F e）、コバルト（C o）、マンガン（M n）、亜鉛、インジウム、銀、チタン（T i）、ゲルマニウム、ビスマス、アンチモン及びクロム（C r）からな

る群のうち、少なくとも1種を含むものが挙げられる。また、負極活物質として用いることができるケイ素の化合物としては、例えば、酸素（O）又は炭素（C）を含むものが挙げられ、ケイ素に加えて、上述した第2の構成元素を含んでいてもよい。

[0031] 負極活物質として用いることができるスズの合金としては、例えば、スズ以外の第2の構成元素として、ケイ素、ニッケル、銅、鉄、コバルト、マンガ、亜鉛、インジウム、銀、チタン、ゲルマニウム、ビスマス、アンチモン及びクロムからなる群のうちの少なくとも1種を含むものが挙げられる。また、負極活物質として用いることができるスズの化合物としては、例えば、酸素又は炭素を含むものが挙げられ、スズに加えて、上述した第2の構成元素を含んでいてもよい。

[0032] （電解質）

電解質は、外装部材21内に充填される。電解質は、電解質塩と、この電解質塩を溶解する溶媒とを含む。電解質塩は、例えば、過塩素酸リチウム（ $\text{LiClO}_4$ ）、六フッ化リン酸リチウム（ $\text{LiPF}_6$ ）、四フッ化ホウ酸リチウム（ $\text{LiBF}_4$ ）、リチウムビス（トリフルオロメタンスルホニル）イミド（ $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2$ ）、リチウムビス（ペンタフルオロエタンスルホニル）イミド（ $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{C}_2\text{F}_5)_2$ ）、ヘキサフルオロヒ酸リチウム（ $\text{LiAsF}_6$ ）などのリチウム塩を含む。溶媒は、例えば、 $\gamma$ -ブチロラクトン、 $\gamma$ -バレロラクトン、 $\delta$ -バレロラクトン、 $\epsilon$ -カプロラクトンなどのラクトン系溶媒、炭酸エチレン、炭酸プロピレン、炭酸ブチレン、炭酸ビニレン、炭酸ジメチル、炭酸エチルメチル、炭酸ジエチルなどの炭酸エステル系溶媒、1,2-ジメトキシエタン、1-エトキシ-2-メトキシエタン、1,2-ジエトキシエタン、テトラヒドロフラン、2-メチルテトラヒドロフランなどのエーテル系溶媒、アセトニトリルなどのニトリル系溶媒、スルフォラン系溶媒、リン酸類、リン酸エステル溶媒、ピロリドン類などを含む非水溶媒である。

[0033] （セパレータ）

セパレータ 17A は、正極と負極とを絶縁する。セパレータ 17A は、正極と負極とが直接接触しないように設けられ、電極組立体 10A において、正極と負極との Z 方向の間に積層される。図 2 に示すように、第 1 実施形態では、セパレータ 17A は、複数設けられ、Z 方向に厚さを有する。

[0034] 第 1 実施形態では、セパレータ 17A は、Z 方向に平面視して、矩形である。すなわち、セパレータ 17A は、Z 方向に平面視して、Y 方向に平行な短辺と、X 方向に平行であって短辺より長い長辺とを有する。以下、セパレータ 17A の X 方向の長さを a、Y 方向の長さを b として説明することがある。なお、図 2 に示すセパレータ 17A は、Z 方向に平面視して、頂点が直角であるが、単なる一例であり、頂点が丸められてもよい。

[0035] 第 1 実施形態では、セパレータ 17A の X 方向の長さ a は、Y 方向の長さ b の 2.0 倍以上である。この範囲とすることで、外力によりセパレータ 17A が破損した際、セパレータ 17A に生じる亀裂を長辺まで到達させることができるので、正極と負極とが短絡することを抑制できる。セパレータ 17A に生じる亀裂による短絡抑制効果については、後述する。

[0036] セパレータ 17A は、電氣的に安定であり、正極活物質、負極活物質及び電解液に対して化学的に安定であり、かつ絶縁性を有する材料からなる。セパレータ 17A は、例えば、高分子の不織布、多孔質フィルム、ガラス又はセラミックスの繊維からなる層を用いることができる。また、セパレータ 17A は、複数の層が積層したものであってもよく、多孔質ポリオレフィンフィルム及びポリイミド、ガラス又はセラミックスの繊維を含む耐熱性の膜を複合させたものを用いてもよい。また、セパレータ 17A は、セラミック粒子などの粒子がフィルム表面にコーティングされたものであってもよいが、これに限られない。

[0037] セパレータ 17A は、一軸延伸法又は二軸延伸法により合成されたフィルムが用いられる。セパレータ 17A は、一軸延伸法で合成されたフィルムからなることが好ましい。これにより、コストを抑制することができる。セパレータ 17A として、一軸延伸法で合成されたフィルムを用いる場合、セパ

レータ 17A は、乾式延伸法で合成されることがより好ましい。これにより、コストをより抑制することができる。

[0038] セパレータ 17A は、MD (Machine Direction) と、TD (Transverse Direction) とを有する。MD とは、フィルムの流れ方向、すなわち、製造時においてフィルムが走行する方向を指す。TD は、セパレータ 17A のフィルムの横方向、すなわち、厚さ方向に平面視して、MD に垂直な方向を指す。一軸延伸法では、フィルムは MD のみに延伸される。一方で、二軸延伸法では、フィルムは、MD だけではなく TD にも延伸される。

[0039] セパレータ 17A の MD 及び TD は、SEM (Scanning Electron Microscope) などにより調べることができる。具体的には、セパレータ 17A の SEM 観察像で、繊維状の構造物が配向している方向を MD、配向方向及び厚さ方向に垂直な方向を TD とすることができる。

[0040] セパレータ 17A は、MD の引張強度と TD の引張強度とが異なっており、引張強度について異方性を有する。これは、セパレータ 17A の製造時において、MD に延伸されることにより、セパレータ 17A を構成する分子の配向が MD に傾くためである。ここで、セパレータ 17A の引張強度とは、セパレータ 17A が耐えうる最大の引張応力を指す。第 1 実施形態では、セパレータ 17A は、MD で引張強度が最大となり、TD で引張強度が最小となる。すなわち、第 1 実施形態では、セパレータ 17A の引張強度が最小になる方向は、TD である。セパレータ 17A の引張強度の異方性は、二軸延伸法で製造したフィルムより一軸延伸法で製造したフィルムで強く表れる。

[0041] 図 3 は、セパレータの引張強度の測定方法を説明する模式的な図である。図 3 に示すように、セパレータ 17A の引張強度は、インストロン型万能材料試験機で測定できる。具体的には、セパレータ 17A の試験片 17T の両端を引張治具 J1、J2 で固定して、下記の条件で引張試験を行うことで測定できる。ここで、セパレータ 17A の試験片 17T は、セパレータ 17A

に用いられるフィルム又はセパレータ 17 A から切り出した試験片である。  
また、試験片 17 T の幅  $w$  とは、試験開始時における試験片 17 T の引っ張り方向と垂直な方向の最大長さを指す。

- ・試験片 17 T の幅  $w$  : 12.5 mm
- ・試験片 17 T の引張治具 J 1、J 2 間の距離  $c$  : 30 mm
- ・引張速度 : 毎分 50 mm

[0042] ここで、セパレータ 17 A の引張強度が最小となる方向とは、セパレータ 17 A の厚さ方向に垂直な方向のうち、セパレータ 17 A の引張強度が最も小さくなる方向を指す。セパレータ 17 A の引っ張り強度が最小となる方向は、セパレータ 17 A の厚さ方向に垂直な方向を引っ張り方向として、先述した引張試験を行うことで測定できる。より具体的には、セパレータ 17 A の厚さ方向に垂直な複数の方向を引っ張り方向として引張試験を行った結果、引張強度が最も小さくなった方向を、セパレータ 17 A の引張強度が最小となる方向とすることができる。ここで、引張試験において引っ張り方向とする、セパレータ 17 A の厚さ方向に垂直な複数の方向は、セパレータ 17 A の厚さ方向に垂直な方向から選んだ 1 方向と、前記第 1 方向に垂直な方向と、前記 1 方向から前記垂直な方向まで  $5^\circ$  毎回転させた複数の方向とが含まれる。言い換えれば、セパレータ 17 A を  $5^\circ$  刻みで引っ張り方向を変えて引張試験を行うことで、セパレータ 17 A の引張強度が最小となる方向を決定することができる。

[0043] 第 1 実施形態では、セパレータ 17 A の MD の引張強度は、TD の引張強度の 1.05 倍以上である。この範囲とすることで、外力によりセパレータ 17 A が破損した際、セパレータ 17 A に亀裂が一定方向に発生するため、正極と負極とが短絡することを確実に抑制することができる。セパレータ 17 A に生じる亀裂の方向の詳細については、後述する。

[0044] 第 1 実施形態では、セパレータ 17 A の引張強度が最小になる方向、すなわち、セパレータ 17 A の TD は、X 方向に沿った方向である。ここで、X 方向に沿う方向とは、X 方向と完全に平行である方向とともに X 方向と実質

的に平行である方向を含む。2つの方向が実質的に平行とは、例えば、2つの方向のなす角の大きさが $0^{\circ}$ 以上 $10^{\circ}$ 以下であることをいう。これにより、外力によりセパレータ17Aが破損した際、正極と負極とが短絡することを抑制することができる。以下、この点について図4及び図5を用いて詳説する。

[0045] 図4は、セパレータ破断時の第1実施形態に係る電極組立体を示す模式的な平面図である。図4に係る電極組立体10A1では、TDは、X方向と同じである。図4に示すように、電極組立体10A1にZ方向に突き刺すように外力が加わると、セパレータ17A1に亀裂T1が生じる。亀裂T1は、セパレータ17A1の引張強度の異方性に依存して広がるため、引張強度の弱いTDにセパレータ17A1を裂くように、MDに亀裂T1が広がる。このとき、亀裂T1は、短手方向、すなわちY方向に広がるため、亀裂T1の端部E1は、セパレータ17A1の長辺に到達する。これにより、正極及び負極は、Z方向で接触する前にセパレータ17A1とともに破断するため、外力によりセパレータ17A1が破損した際、正極と負極とが短絡することを抑制することができる。

[0046] 図5は、図4に係る電極組立体の比較例を示す模式的な平面図である。図5に係る電極組立体10A2では、TDは、Y方向と同じである。図5に示すように、電極組立体10A2にZ方向に突き刺すように外力が加わると、セパレータ17A2に亀裂T2が生じる。亀裂T2は、図4と同様、引張強度の弱いTDにセパレータ17A2を裂くように、MDに亀裂T2が広がる。このとき、亀裂T2は、長手方向、すなわちX方向に広がるため、亀裂T2の端部E2は、セパレータ17A2の短辺に到達しない。これにより、電極組立体10A2がすりつぶされるように圧縮されるため、正極及び負極がZ方向で接触して、短絡してしまう。

[0047] 第1実施形態では、図2に示すように、セパレータ17AのTD、すなわち引張強度が最小になる方向は、複数のセパレータ17Aで同じである。これにより、外力によりセパレータ17Aが破損した際、亀裂がY方向に広が

りやすくなるため、正極と負極とが短絡することを抑制することができる。

[0048] 第1実施形態では、セパレータ17Aは、互いに溶着されていない。これにより、外力によりセパレータ17Aが破損した際、亀裂がY方向に広がりやすくなるため、正極と負極とが短絡することを抑制することができる。

[0049] 以上、第1実施形態に係る電池1Aについて説明したが、第1実施形態に係る電池は、図1に示す電池1Aに限られない。

[0050] 図6は、第1実施形態に係る電池の変形例に係る電極組立体を示す模式的な平面図である。図6に示すように、電極組立体10A3において、Z方向に平面視して、セパレータ17A3のTDは、X方向に沿う方向でなくてもよく、セパレータ17A3のTDとY方向とのなす角 $\beta_3$ が、セパレータ17A3のTDとX方向とのなす角 $\alpha_3$ より大きければよい。この場合でも、外力によりセパレータ17A3が破損した際、亀裂がセパレータ17A3の長辺に到達しやすくなり、正極及び負極は、Z方向で接触する前にセパレータ17A3とともに破断するため、正極と負極とが短絡することを抑制することができる。

[0051] 図7は、図6に係る電極組立体の比較例を示す模式的な平面図である。図7に示すように、電極組立体10A4において、Z方向に平面視して、セパレータ17A4のTDとY方向とのなす角 $\beta_4$ が、セパレータ17A4のTDとX方向とのなす角 $\alpha_4$ 以下である場合、亀裂がセパレータ17A4の長辺に到達しにくくなる。これにより、外力によりセパレータ17A4が破損した際、電極組立体10A4がすりつぶされるように圧縮されるため、正極及び負極がZ方向で接触して、短絡してしまう可能性がある。

[0052] また、電極組立体において、電解液の代わりに電解液を保持する高分子化合物からなるゲル状の電解質層が設けられてもよい。この場合、電解質層は、セパレータ17Aと、正極又は負極との間に設けられる。電解質層のゲルを構成する高分子化合物は、溶媒を吸収してゲル化するものであれば、特に限られない。電解質層のゲルを構成する高分子化合物は、例えば、ポリフッ化ビニリデン又はビニリデンフルオロライドと、ヘキサフルオロプロピレン

との共重合体などのフッ素系高分子化合物、ポリエチレンオキサイド又はポリエチレンオキサイドを含む架橋体などのエーテル系高分子化合物、モノマーとしてポリアクリロニトリル、ポリプロピレンオキサイド又はポリメチルメタクリレートを含む高分子化合物などが挙げられる。電解質層のゲルを構成する高分子化合物は、酸化還元反応に対する安定性の点から、フッ素系高分子化合物が好ましく、ビニリデンフルオライドとヘキサフルオロプロピレンとを成分として含む共重合体がより好ましい。なお、共重合体は、モノメチルマレイン酸エステルなどの不飽和二塩基酸のモノエステル、三フッ化塩化エチレンなどのハロゲン化エチレン、炭酸ビニレンなどの不飽和化合物の環状炭酸エステル、エポキシ基含有アクリルビニルモノマーなどを成分としてさらに含んでもよい。これにより、高いサイクル特性を得ることができる。

[0053] 以上説明したように、第1実施形態に係る電池1Aは、正極と、負極と、フィルム状のセパレータ17Aと、を有する電極組立体10Aを備える電池であって、電極組立体10Aの形状は、扁平形状であり、電極組立体10Aの最も短い方向を第1方向とした場合、セパレータ17Aは、少なくとも第1方向に厚さを有し、正極と負極との少なくとも第1方向の間に設けられ、第1方向に平面視して、セパレータ17Aの互いに対向する辺同士の距離が最小になる方向を第2方向、第1方向及び第2方向に垂直な方向を第3方向とした場合、第1方向に平面視して、セパレータ17Aの引張強度が最小になる方向(TD)と第2方向となす角は、セパレータ17Aの引張強度が最小になる方向と第3方向となす角より大きい。第1方向に平面視して、セパレータ17Aの第2方向の長さに対する、セパレータ17Aの第3方向の長さの比が、2.0以上である。

[0054] これにより、外力が加わった際、第1方向に平面視して、引張強度が最小になる方向にセパレータ17Aを裂くように、引張強度が最小になる方向に垂直な方向(MD)に亀裂T1が広がる。セパレータ17Aの引張強度が最小になる方向(TD)と第2方向となす角は、セパレータ17Aの引張強度

が最小になる方向と第3方向となす角より大きいため、亀裂T1の端部E1は、セパレータ17Aの短辺よりもセパレータ17Aの長辺に到達しやすくなる。これにより、正極及び負極は、Z方向で接触する前にセパレータ17Aとともに破断するため、正極と負極とが短絡することを抑制することができる。

[0055] 望ましい態様として、セパレータ17Aの引張強度が最小になる方向は、第3方向に沿う方向である。これにより、外力が加わった際、第1方向に平面視して、短手方向に亀裂T1が広がるため、亀裂T1の端部E1は、セパレータ17Aの長辺により確実に到達する。これにより、正極と負極とが短絡することをより確実に抑制することができる。

[0056] また、セパレータ17Aは、第1方向に平面視して、第2方向に平行な短辺と、第3方向に平行であって短辺より長い長辺とを有する。この場合でも、正極及び負極は、Z方向で接触する前にセパレータ17Aとともに破断するため、外力によりセパレータ17Aが破損した際の正極と負極とが短絡することを抑制することができる。

[0057] また、電極組立体10Aは、セパレータ17Aを介して、正極と、負極とが第1方向に積層された電極積層体である。この場合でも、正極及び負極は、Z方向で接触する前にセパレータ17Aとともに破断するため、外力によりセパレータ17Aが破損した際の正極と負極とが短絡することを抑制することができる。

[0058] 望ましい態様として、電極積層体は、複数のセパレータ17Aを有し、複数のセパレータ17Aは、引張強度が最小になる方向が全て同じである。これにより、外力によりセパレータ17Aが破損した際、引張強度が最小になる方向に垂直な方向に亀裂が広がりやすくなるため、正極と負極とが短絡することをより抑制することができる。

[0059] 望ましい態様として、セパレータ17Aの引張強度が最小になる方向のセパレータ17Aの引張強度に対する、セパレータ17Aの引張強度が最小になる方向に垂直な方向(MD)のセパレータ17Aの引張強度の比が、1.

05以上である。これにより、外力によりセパレータ17Aが破損した際、セパレータ17Aに亀裂が一定方向に発生するため、正極と負極とが短絡することをより抑制することができる。

[0060] (第2実施形態)

図8は、第2実施形態に係る電池の一例を示す部分切り欠き図である。図8に示すように、第2実施形態に係る電池1Bは、電極組立体10Bが、電極巻回体である点で第1実施形態と異なる。以下、図面を用いて第2実施形態に係る電池1Bを説明する。なお、第1実施形態と同じ構成については説明を省略する。

[0061] 図9は、図8のI-X-I-X線に沿った模式的な断面図である。図9に示すように、第2実施形態に係る電極組立体10Bは、正極集電体層13B及び正極活物質層14Bを備える正極と、負極集電体層15B及び負極活物質層16Bとを備える負極と、セパレータ17Bと、保護材18とを有する。図9に示すように、電極組立体10Bは、Z方向に垂直な方向に延びた、正極リード11B及び負極リード12Bを中心に、正極と負極とが、セパレータ17Bを介して積層された積層体が巻回された電極巻回体である。図9に示す例では、電極組立体10Bに係る、正極と、負極と、セパレータ17Bとを備える積層体は、X方向に垂直な方向に巻回される。すなわち、電極組立体10Bでは、正極と、負極と、セパレータ17Bとは、少なくともZ方向に平行な方向に積層され、セパレータ17Bは、少なくともZ方向に平行な方向に厚さを有するといえる。なお、図9に示す電極組立体10Bの巻回方向は、あくまでも一例であって、Y方向に垂直な方向に巻回されたものであってもよい。

[0062] 電極組立体10Bは、第1実施形態に係る電極組立体10Aと同様、扁平な形状である。すなわち、電極組立体10Bは、Z方向の長さが、X方向及びY方向と比べて短くなっている、板状の形状となっている。言い換えれば、電極組立体10Bの巻回軸に垂直な方向の長さは一定ではないので、電池1Bは、いわゆる円筒型電池ではない。円筒型電池では、Z方向に垂直な面

が曲面となるため、Z方向に突き刺すように外力が加わっても、セパレータの亀裂がMD方向に広がらないため、正極と負極とが短絡する可能性がある。

[0063] 電極組立体10Bは、外側、すなわち保護材18側から、負極集電体層15B、負極活物質層16B、セパレータ17B、正極活物質層14B、正極集電体層13B、正極活物質層14B、セパレータ17B、負極活物質層16Bの順に積層した構造となっている。電極組立体10Bは、正極リード11B及び負極リード12B付近では、負極集電体層15B、セパレータ17B、正極集電体層13B以外の層が設けられていない。この構造とすることで、正極集電体層13Bが正極リード11Bに接続され、負極集電体層15Bが負極リード12Bに接続される。

[0064] 保護材18は、電極組立体10Bの内部を保護する部材である。保護材18は、電極組立体10Bに巻き付くように設けられる。保護材18は、例えば、絶縁体のテープである。

[0065] 図10は、第2実施形態に係る電極組立体を示す模式的な平面図である。図10に示すように、第2実施形態では、セパレータ17Bの引張強度が最小になる方向、すなわちTDは、X方向に沿う方向である。これにより、外力によりセパレータ17Bが破損した際、電極組立体10Bに生じた亀裂は、巻回方向によらず、短手方向、すなわちY方向に広がるため、亀裂の端部は、セパレータ17Bの長辺に到達する。これにより、正極及び負極は、Z方向で接触する前にセパレータ17Bとともに破断するため、外力によりセパレータ17Bが破損した際、正極と負極とが短絡することを抑制することができる。

[0066] 以上、第2実施形態に係る電池1Bについて説明したが、第2実施形態に係る電池は、図8に示す電池1Bに限られない。例えば、第2実施形態に係る電池1Bでは、電解質は、第1実施形態と同様に外装部材21内に充填されるが、これに限られず、代わりに電解液を保持する高分子化合物からなるゲル状の電解質層が設けられてもよい。すなわち、電解質の代わりに、セパ

レータ 17B と、正極又は負極との間に電解質層を設けてもよい。

[0067] 以上説明したように、第2実施形態に係る電池では、電極組立体 10B は、セパレータ 17B を介して、正極と、負極とが積層され巻回された電極巻回体である。この場合でも、正極及び負極は、Z 方向で接触する前にセパレータ 17B とともに破断するため、外力によりセパレータ 17B が破壊された際の正極と負極とが短絡することを抑制することができる。

[0068] (第3実施形態)

図 11 は、第3実施形態に係る電池の一例を示す斜視図である。図 12 は、図 11 の X1-X1 線に沿った断面図である。図 11 及び図 12 に示すように、第3実施形態に係る電池 1C は、電極組立体 10C が、電槽缶 31 に收容される点で第1実施形態と異なる。すなわち、第3実施形態に係る電池 1C は、いわゆる角形リチウムイオン二次電池である。以下、図面を用いて第3実施形態に係る電池 1C を説明する。なお、第1実施形態及び第2実施形態と同様の構成については説明を省略する。

[0069] 電池 1C は、電極組立体 10C と、電槽缶 31 と、電極 32、33 と、密封材 34、35、36 とを備える。

[0070] 電槽缶 31 は、電極組立体 10C が收容される缶である。電槽缶 31 は、導体からなる扁平な直方体の缶である。

[0071] 電極 32 は、電槽缶 31 の内部から外部に引き出された端子である。電極 32 は、電池 1C のプラス極となる端子である。電極 32 は、導体からなる。電極 32 は、電極組立体 10C の正極集電体の突出部 13Ca と接続される。

[0072] 電極 33 は、電槽缶 31 の内部から外部に引き出された端子である。電極 33 は、電池 1C のマイナス極となる端子である。電極 33 は、導体からなる。電極 33 は、電極組立体 10C の負極集電体の突出部 15Ca と接続される。

[0073] 密封材 34 は、電極 32 を取り囲むように設けられ、電槽缶 31 内を密封する。密封材 34 は、絶縁体からなる。これにより、電槽缶 31 と電極 32

とが導通することを抑制できる。

[0074] 密封材 35 は、電極 33 を取り囲むように設けられ、電槽缶 31 内を密封する。密封材 35 は、絶縁体からなる。これにより、電槽缶 31 と電極 33 とが導通することを抑制できる。

[0075] 密封材 36 は、電槽缶 31 の内部を覆うように設けられる。密封材 35 は、絶縁体からなる。これにより、電極組立体 10C と電槽缶 31 とが導通することを抑制できる。

[0076] 電極組立体 10C は、正極と、負極とが、セパレータを介して交互に積層された電極積層体である。電極組立体 10C は、第 1 実施形態に係る電極組立体 10A と同様の電極積層体である。

[0077] 第 3 実施形態に係るセパレータ 17C は、第 1 実施形態と同様に、引張強度が最小になる方向、すなわち TD が、Z 方向に平面視して、X 方向に沿う方向である。これにより、外力によりセパレータが破損した際、正極と負極とが短絡することを抑制することができる。

[0078] 以上、第 3 実施形態に係る電池 1C について説明したが、第 3 実施形態に係る電池は、図 12 に係る電池 1C に限られない。例えば、電極組立体は、電極巻回体であってもよい。

[0079] 図 13 は、第 3 実施形態に係る電池の変形例を示す断面図である。第 3 実施形態の変形例に係る電池 1D では、電極組立体 10D が、Z 方向に垂直な方向に延びた正極リード 11D 及び負極リード 12D を中心に巻回された、電極巻回体である。正極リード 11D 及び負極リード 12D は、それぞれ電極 32、33 と接続される。電極組立体 10D は、第 2 実施形態に係る電極組立体 10B と同様の構成の電極巻回体である。図 13 に示す例では、電極組立体 10D に係る、正極と、負極と、セパレータとを備える積層体は、X 方向に垂直な方向に巻回される。すなわち、電極組立体 10D では、正極と、負極と、セパレータとは、少なくとも Z 方向に平行な方向に積層され、セパレータ 17B は、少なくとも Z 方向に平行な方向に厚さを有するといえる。電極組立体 10D では、第 1 実施形態と同様に、セパレータは、引張強度

が最小になる方向、すなわちＴＤが、Ｚ方向に平面視して、Ｘ方向に沿う方向である。したがって、この場合でも、外力によりセパレータが破損した際、正極と負極とが短絡することを抑制することができる。なお、図１３に示す電極組立体１０Ｂの巻回方向は、あくまでも一例であって、Ｙ方向に垂直な方向に巻回されたものであってもよい。

[0080] (実施例)

以下、実施例を説明する。なお、本発明は、以下に説明する実施例に限定されるものではない。

[0081] 図１４は、実施例及び比較例に係る電池を示す模式的な平面図である。図１５は、突き刺し試験を説明する模式的な断面図である。図１４に係る電池１Ｅは、図１５において、図１４のＸＶ－ＸＶ線に沿った断面で示している。試験では、図１４及び図１５に示す電池１Ｅを作製した。電池１Ｅは、ラミネート形積層型電池である。すなわち、図１４及び図１５に示すように、電池１Ｅは、正極リード１１Ｅと、負極リード１２Ｅと、電極組立体１０Ｅと、外装部材２１Ｅと、密着材２２とを備え、電極組立体１０Ｅが外装部材２１Ｅ内に收容される。ここで、電極組立体１０Ｅは、正極集電体層１３Ｅと正極活物質層１４Ｅとを有する正極と、負極集電体層１５Ｅと負極活物質層１６Ｅとを有する負極とが、セパレータ１７Ｅを介して積層された構造となっている。

[0082] 実施例１及び比較例１に係るセパレータ１７Ｅは、一軸延伸法で製造された、多孔質ポリオレフィンフィルムである。セパレータ１７Ｅは、Ｚ方向に平面視して矩形であり、Ｘ方向の長さ $a$ は、２５ｍｍ、セパレータ１７ＥのＹ方向の長さ $b$ は、７ｍｍである。すなわち、実施例１及び比較例１では、セパレータ１７ＥのＸ方向の長さ $a$ は、セパレータ１７ＥのＹ方向の長さ $b$ の３．５倍である。

[0083] ここで、実施例１及び比較例１に係るセパレータ１７Ｅに用いられるフィルムについて、下記の条件で引張試験を行った。なお、引張試験は、大気中で行った。

- ・測定装置：インストロン型万能材料試験機 5 5 6 4（インストロン）
- ・試験片の幅  $w$ ：1 2. 5 mm
- ・試験片の引張治具間の距離  $c$ ：3 0 mm
- ・引張速度：毎分 5 0 mm
- ・引っ張り方向：MD 又は TD

[0084] 図 1 6 は、実施例 1 及び比較例 1 に係るセパレータの引張試験の結果を示す図である。引張試験の結果、図 1 6 に示す荷重変位曲線を得た。図 1 6 の荷重変位曲線において、荷重の最大値が引張強度となるので、セパレータ 1 7 E の MD の引張強度は、TD の引張強度の 1 4 倍であることが分かる。

[0085] 電池 1 E には、電極組立体 1 0 E の Z 方向の両側に押さえ板 K がさらに設けられる。押さえ板 K は、外装部材 2 1 E 内に設けられる。押さえ板 K には、X 方向の中心に、Z 方向に平面視して、直径 6 mm の円状の凹み K a が設けられている。凹み K a は、突き刺し試験において、突き刺し試験に用いるピン L を電極組立体 1 0 E に誘導する凹みである。

[0086] 以上説明した、実施例及び比較例に係る電池 1 E に、突き刺し試験を行った。図 1 5 に示すように、突き刺し試験では、ピン L を、台 M 上の電池 1 E の押さえ板 K の凹み K a に向かって、Z 方向に秒速 2 0 0 mm で突き刺した。ここで、ピン L は、先端が直径 3 mm の球となっている。このとき、突き刺しの前後にわたって、正極リード 1 1 E と負極リード 1 2 E との間の電位差の時間変化を測定することにより、電池 1 E における正極と負極との短絡の有無を調べた。その後、電池 1 E に X 線 CT (Computed Tomography) を行い、電極組立体 1 0 E に生じた亀裂を観察した。

[0087] 実施例 1 に係る電池では、セパレータの TD は、全て X 方向と同じ方向である。すなわち、実施例 1 に係る電池の全てのセパレータの TD は、セパレータの長辺と平行である。

[0088] 図 1 7 は、実施例 1 に係る突き刺し試験時の電池の電位差の時間変化を示す図である。実施例 1 に係る突き刺し試験では、3 1 1 0 ms にピン L と電極組立体とが接触し、3 1 3 2 ms にピン L が電極組立体を貫通した。図 1

7に示すように、実施例1に係る電池では、突き刺しの前後で電位差がほとんど変わらなかった。したがって、実施例1に係る電池では、Z方向に外力が加わっても、正極と負極とが短絡していないことが分かる。

[0089] 図18は、実施例1に係る突き刺し試験後の電池のX線CT画像である。図18に係るX線CT画像は、実施例1に係る突き刺し試験後の電極組立体をZ方向に平面視した画像となっている。図18に示すように、突き刺し試験によって電極組立体に発生した亀裂は、電極組立体のY方向の両端に達していることがわかる。このことから、突き刺し時において、電極組立体の正極及び負極は、Z方向で接触する前にセパレータとともに破断したため、正極と負極とが短絡しなかったものと考えられる。

[0090] 比較例1に係る電池1Eでは、セパレータのTDは、全てY方向と同じ方向である。すなわち、実施例に係る電池1Eの全てのセパレータのTDは、セパレータの短辺と平行である。

[0091] 図19は、比較例1に係る突き刺し試験時の電池の電位差の時間変化を示す図である。比較例1に係る突き刺し試験では、2332msにピンLと電極組立体とが接触し、2350msにピンLが電極組立体を貫通した。図19に示すように、比較例1に係る電池では、電極組立体の貫通後に電位差が低下した。したがって、比較例1に係る電池では、Z方向に外力が加わった際、正極と負極とが短絡することが分かる。

[0092] 図20は、比較例1に係る突き刺し試験後の電池のX線CT画像である。図20に係るX線CT画像は、比較例1に係る突き刺し試験後の電極組立体をZ方向に平面視した画像となっている。図20に示すように、突き刺し試験によって電極組立体に発生した亀裂は、電極組立体のX方向の両端に達していないことがわかる。このことから、突き刺し時において、電極組立体がすりつぶされるように圧縮されるため、正極及び負極がZ方向で接触して正極と負極とが短絡するものと考えられる。

[0093] 実施例2では、セパレータ17EのY方向の長さbを、12mmとしたこと以外は実施例1と同様に電池1Eを作製し、突き刺し試験を行った。すな

わち、実施例2に係る電池1Eでは、セパレータのTDは、全てX方向と同じ方向であって、セパレータの長辺と平行である。また、実施例2では、セパレータ17EのX方向の長さaは、セパレータ17EのY方向の長さbの2.1倍である。実施例2に係る電池では、突き刺しの前後で電位差がほとんど変わらなかった。したがって、実施例2に係る電池では、Z方向に外力が加わっても、正極と負極とが短絡していないことが分かる。

[0094] 比較例2では、セパレータ17EのY方向の長さbが、12mmとしたこと以外は比較例1と同様に電池1Eを作製し、突き刺し試験を行った。すなわち、比較例2に係る電池1Eでは、セパレータのTDは、全てY方向と同じ方向であって、セパレータの短辺と平行である。また、比較例2では、セパレータ17EのX方向の長さaは、セパレータ17EのY方向の長さbの2.1倍である。比較例2に係る電池では、突き刺し試験後に電位差が低下した。したがって、比較例2に係る電池では、Z方向に外力が加わった際、正極と負極とが短絡することが分かる。

[0095] 比較例3では、セパレータ17EのY方向の長さbが、17mmであること以外は実施例1と同様に電池1Eを作製し、突き刺し試験を行った。すなわち、実施例3に係る電池1Eでは、セパレータのTDは、全てX方向と同じ方向であって、セパレータの長辺と平行である。また、比較例3では、セパレータ17EのX方向の長さaは、セパレータ17EのY方向の長さbの1.5倍である。比較例3に係る電池では、突き刺し試験後に電位差が低下した。したがって、比較例3に係る電池では、Z方向に外力が加わった際、正極と負極とが短絡することが分かる。

[0096] 以上の結果から、セパレータ17EのX方向の長さaを、セパレータ17EのY方向の長さbの2.0倍以上とした実施例1、2に係る電池は、セパレータ17EのX方向の長さaが、セパレータ17EのY方向の長さbの2.0倍未満である比較例3に係る電池に対し、正極と負極との短絡を抑制できることが分かる。

[0097] なお、上記した実施の形態は、本発明の理解を容易にするためのものであ

り、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更／改良され得るとともに、本開示にはその等価物も含まれる。

[0098] 請求項の記載に関して、本開示は以下の態様を採りうる。

(1)

正極と、負極と、フィルム状のセパレータと、を有する電極組立体を備える電池であって、

前記電極組立体の形状は、扁平形状であり、

前記電極組立体の最も短い方向を第1方向とした場合、前記セパレータは、少なくとも前記第1方向に厚さを有し、前記正極と前記負極との少なくとも前記第1方向の間に設けられ、

前記第1方向に平面視して、前記セパレータの互いに対向する辺同士の間隔が最小になる方向を第2方向、前記第1方向及び前記第2方向に垂直な方向を第3方向とした場合、前記第1方向に平面視して、前記セパレータの引張強度が最小になる方向と前記第2方向となす角は、前記セパレータの引張強度が最小になる方向と前記第3方向となす角より大きく、

前記第1方向に平面視して、前記セパレータの前記第2方向の長さに対する、前記セパレータの前記第3方向の長さの比が、2.0以上である、電池。

(2)

前記セパレータの引張強度が最小になる方向は、前記第3方向に沿う方向である、上記(1)に記載の電池。

(3)

前記セパレータは、前記第1方向に平面視して、前記第2方向に平行な短辺と、前記第3方向に平行であって前記短辺より長い長辺とを有する、上記(1)又は上記(2)に記載の電池。

(4)

前記電極組立体は、前記セパレータを介して、前記正極と、前記負極とが

前記第 1 方向に積層された電極積層体である、上記（１）から上記（３）のいずれか 1 つに記載の電池。

（５）

前記電極積層体は、複数のセパレータを有し、

前記複数のセパレータは、引張強度が最小になる方向が全て同じである、上記（４）に記載の電池。

（６）

前記電極組立体は、前記セパレータを介して、前記正極と、前記負極とが積層され巻回された電極巻回体である、上記（１）から上記（３）のいずれか 1 つに記載の電池。

（７）

前記セパレータの引張強度が最小になる方向の前記セパレータの引張強度に対する、前記セパレータの引張強度が最小になる方向に垂直な方向の前記セパレータの引張強度の比が、 $1.05$  以上である、上記（１）から上記（６）のいずれか 1 つに記載の電池。

## 符号の説明

- [0099] 1 A ～ 1 E 電池
- 1 0 A ～ 1 0 E、1 0 A 1 ～ 1 0 A 4 電極組立体
- 1 1 A、1 1 B、1 1 D、1 1 E 正極リード
- 1 2 A、1 2 B、1 2 D、1 2 E 負極リード
- 1 3 A、1 3 B、1 3 E 正極集電体層
- 1 3 A a、1 3 C a 突出部
- 1 4 A、1 4 B、1 4 E 正極活物質層
- 1 5 A、1 5 B、1 5 E 負極集電体層
- 1 5 A a、1 5 C a 突出部
- 1 6 A、1 6 B、1 6 E 負極活物質層
- 1 7 A、1 7 B、1 7 C、1 7 E、1 7 A 1 ～ 1 7 A 4 セパレータ
- 1 7 T 試験片

1 8 保護材

2 1、2 1 E 外装部材

2 2 密着材

3 1 電槽缶

3 2、3 3 電極

3 4、3 5、3 6 密封材

E 1、E 2 端部

J 1、J 2 引張治具

K 押さえ板

K a 凹み

L ピン

M 台

T 1、T 2 亀裂

w 幅

$\alpha$  3、 $\alpha$  4、 $\beta$  3、 $\beta$  4 角

## 請求の範囲

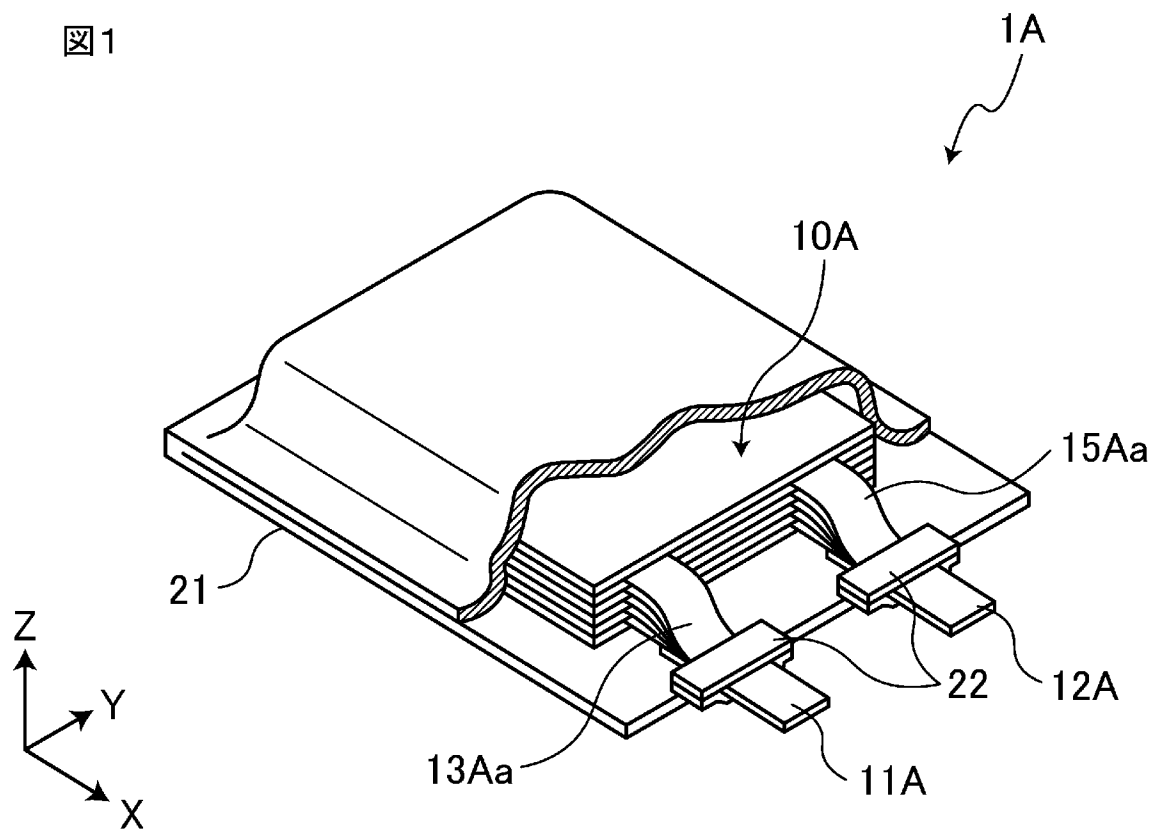
- [請求項1] 正極と、負極と、フィルム状のセパレータと、を有する電極組立体を備える電池であって、
- 前記電極組立体の形状は、扁平形状であり、
- 前記電極組立体の最も短い方向を第1方向とした場合、前記セパレータは、少なくとも前記第1方向に厚さを有し、前記正極と前記負極との少なくとも前記第1方向の間に設けられ、
- 前記第1方向に平面視して、前記セパレータの互いに対向する辺同士の距離が最小になる方向を第2方向、前記第1方向及び前記第2方向に垂直な方向を第3方向とした場合、前記第1方向に平面視して、前記セパレータの引張強度が最小になる方向と前記第2方向となす角は、前記セパレータの引張強度が最小になる方向と前記第3方向となす角より大きく、
- 前記第1方向に平面視して、前記セパレータの前記第2方向の長さに対する、前記セパレータの前記第3方向の長さの比が、2.0以上である、電池。
- [請求項2] 前記セパレータの引張強度が最小になる方向は、前記第3方向に沿う方向である、請求項1に記載の電池。
- [請求項3] 前記セパレータは、前記第1方向に平面視して、前記第2方向に平行な短辺と、前記第3方向に平行であって前記短辺より長い長辺とを有する、請求項1又は2に記載の電池。
- [請求項4] 前記電極組立体は、前記セパレータを介して、前記正極と、前記負極とが前記第1方向に積層された電極積層体である、請求項1から3のいずれか1項に記載の電池。
- [請求項5] 前記電極積層体は、複数のセパレータを有し、
- 前記複数のセパレータは、引張強度が最小になる方向が全て同じである、請求項4に記載の電池。
- [請求項6] 前記電極組立体は、前記セパレータを介して、前記正極と、前記負

極とが積層され巻回された電極巻回体である、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の電池。

[請求項7]       前記セパレータの引張強度が最小になる方向の前記セパレータの引張強度に対する、前記セパレータの引張強度が最小になる方向に垂直な方向の前記セパレータの引張強度の比が、1.05 以上である、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の電池。

[図1]

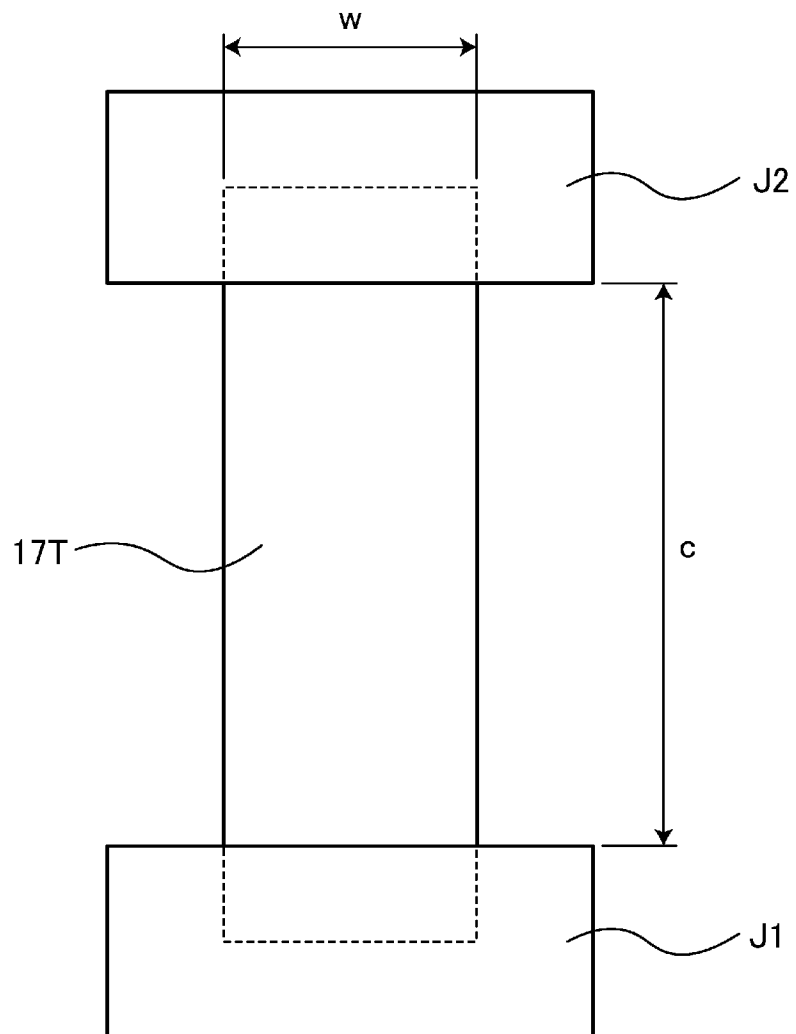
図1



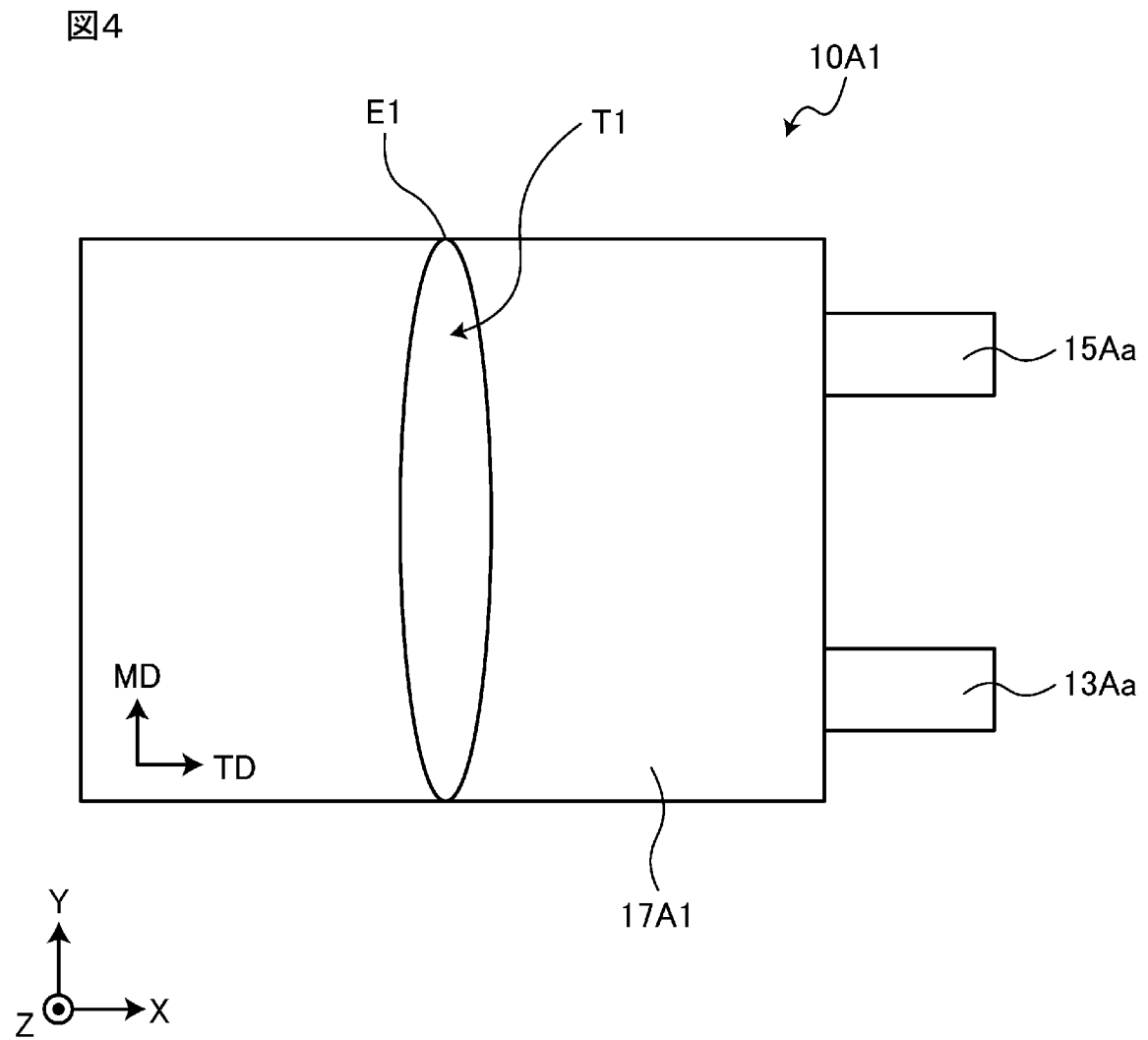


[図3]

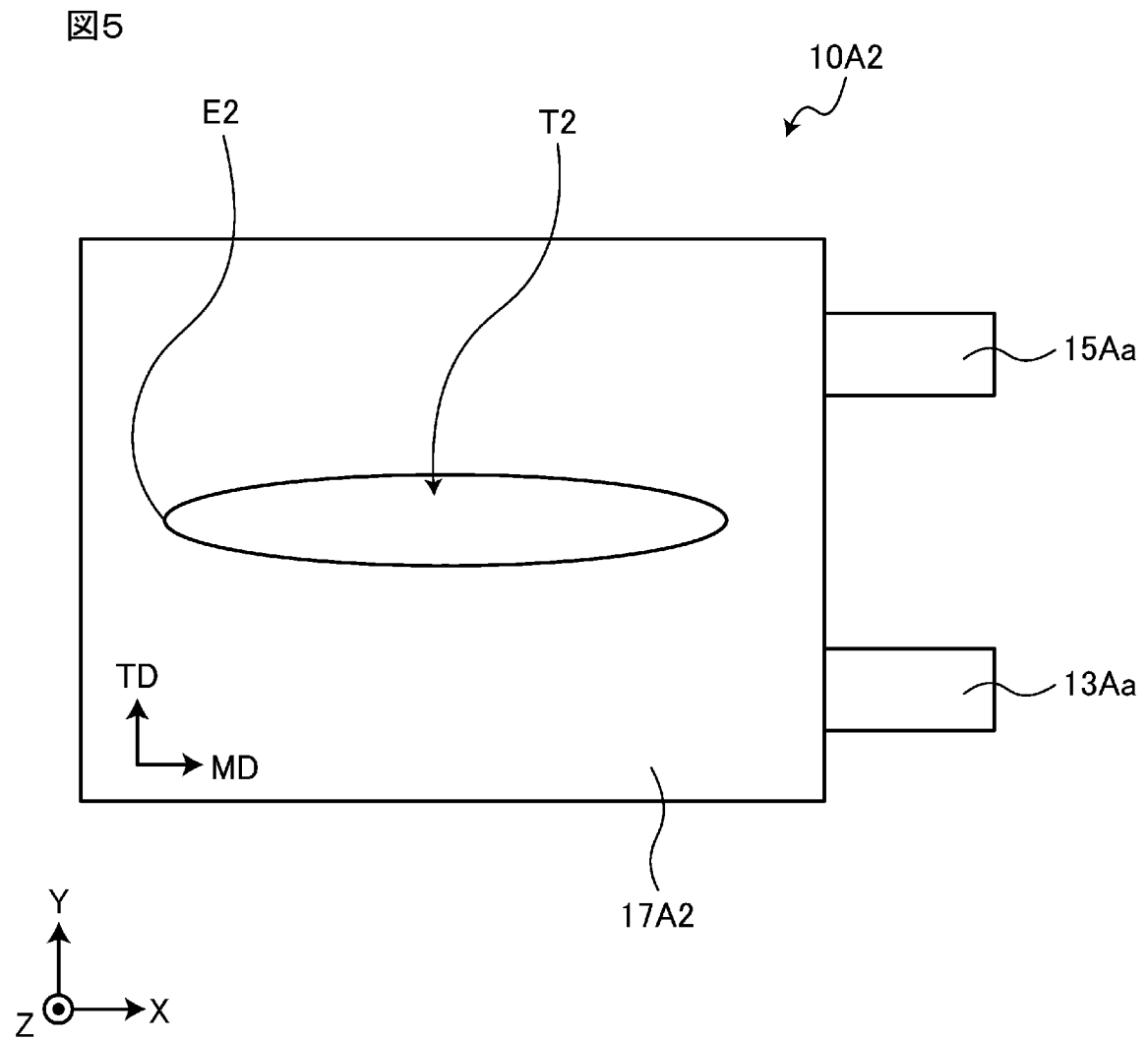
図3



[図4]

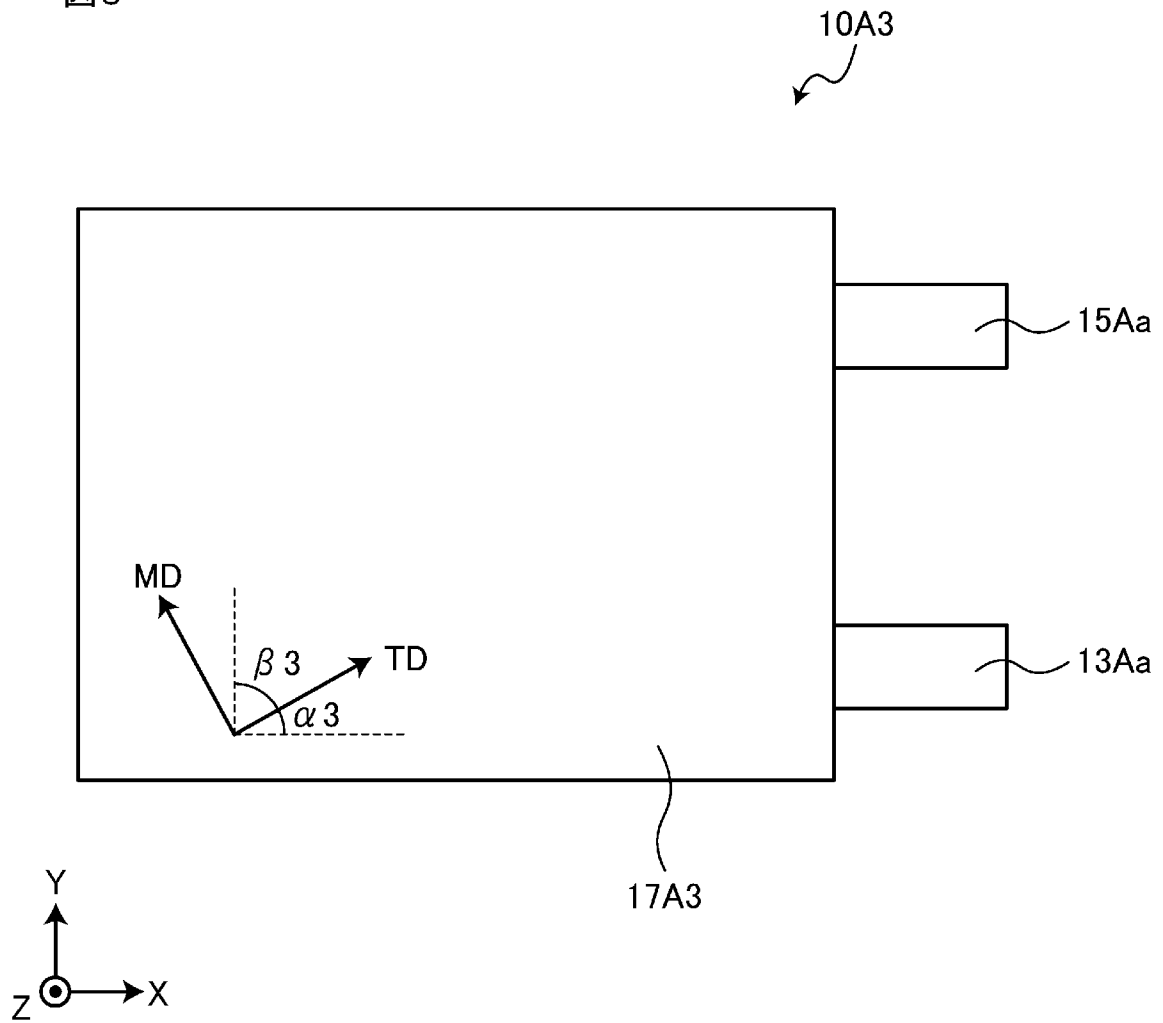


[図5]



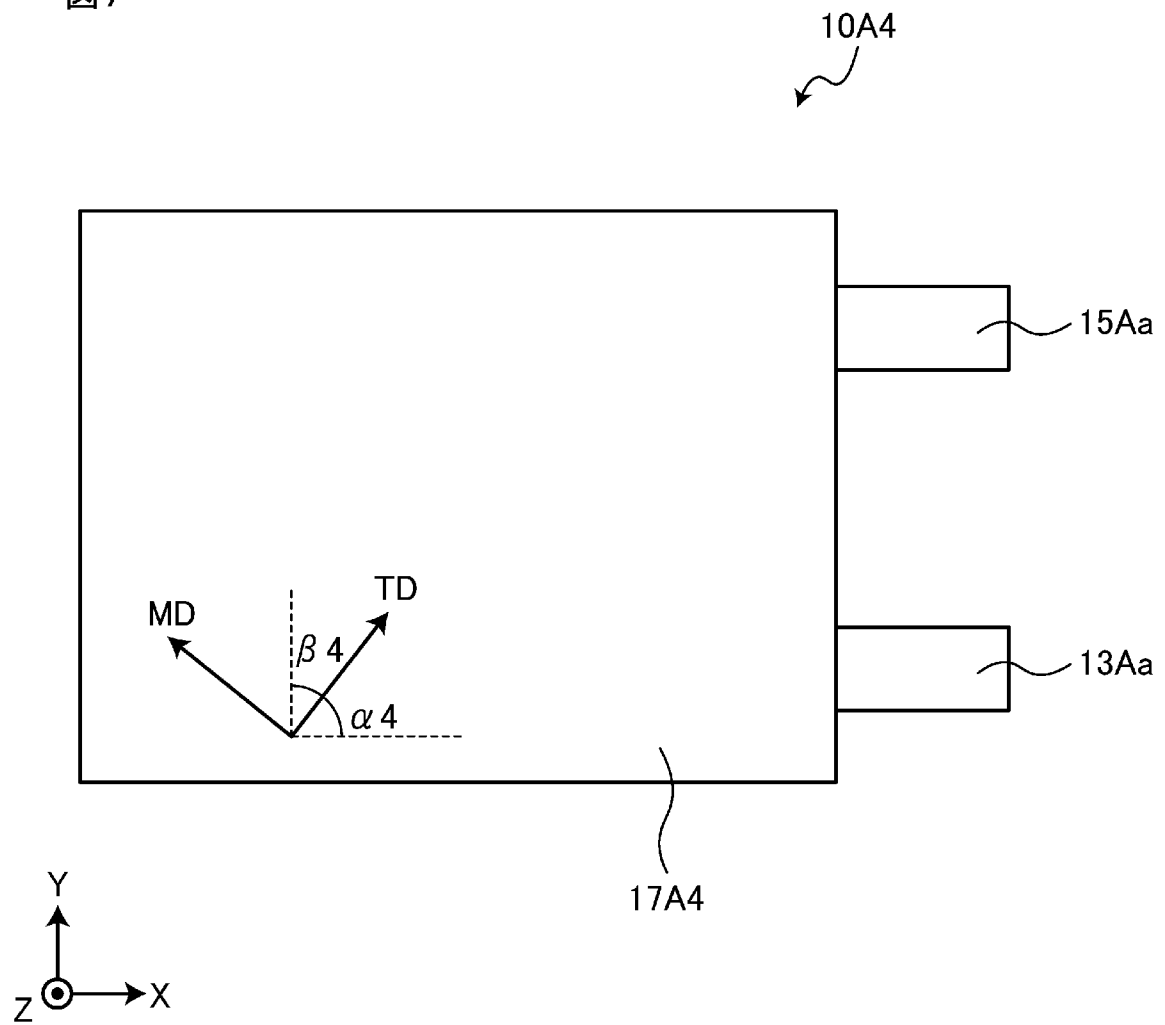
[図6]

図6

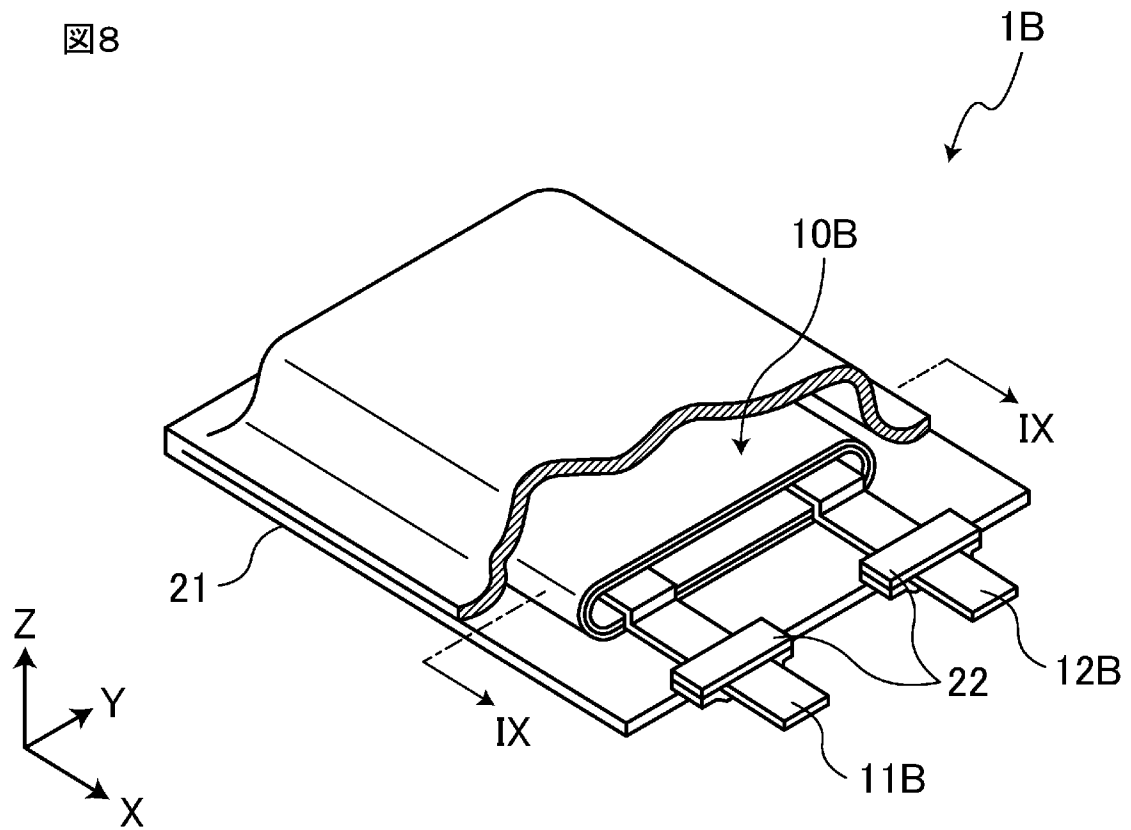


[図7]

図7

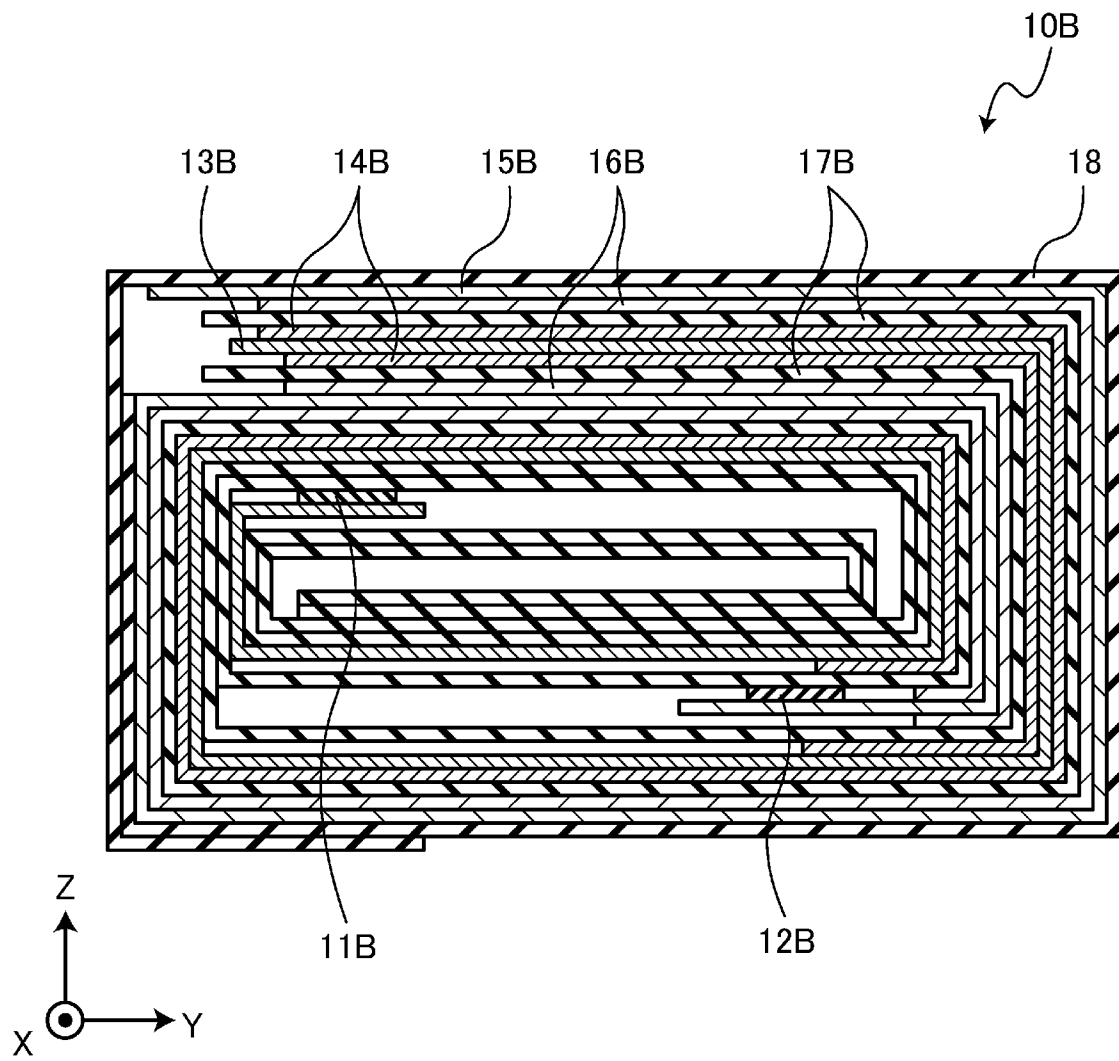


[図8]

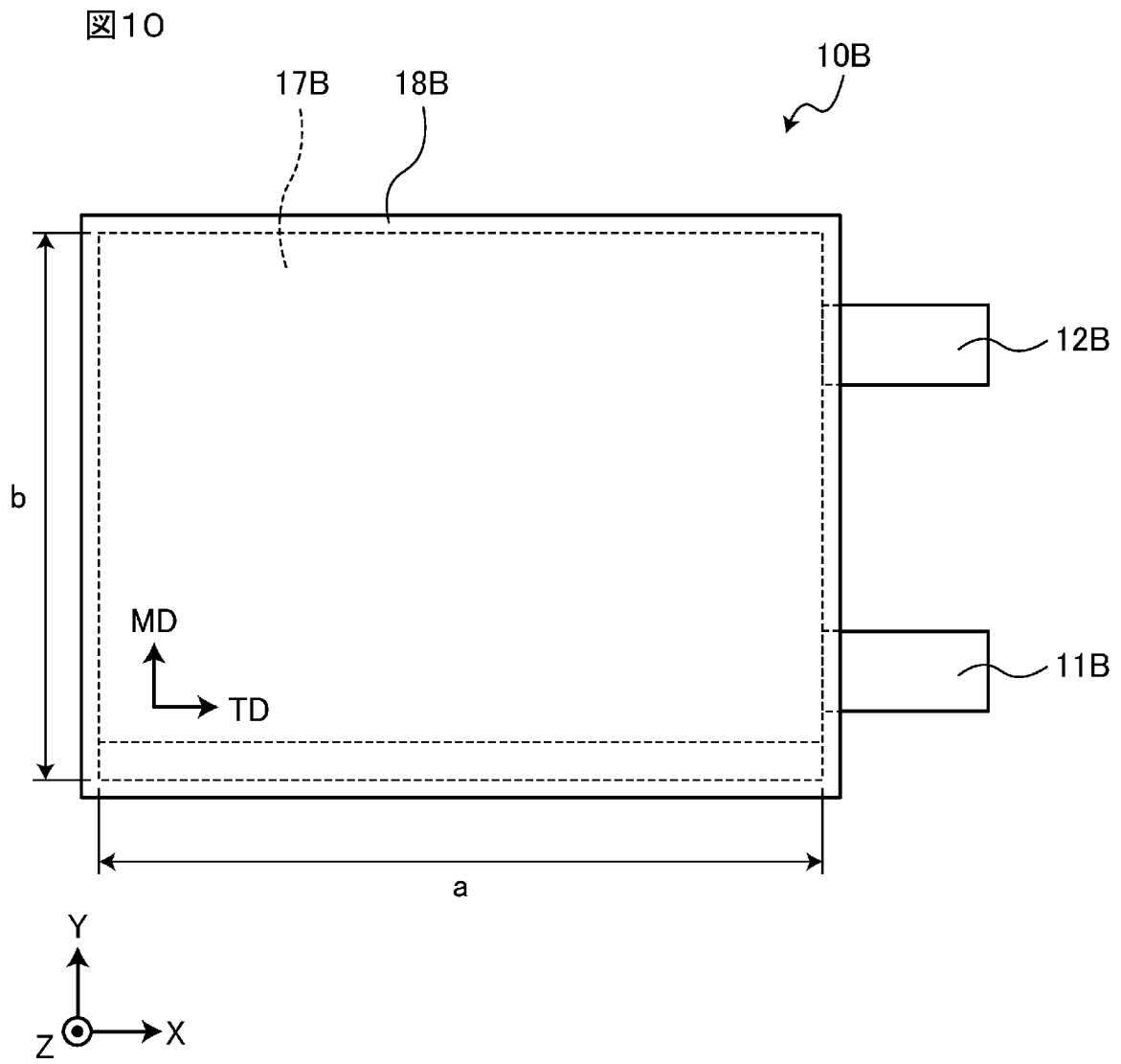


[図9]

図9

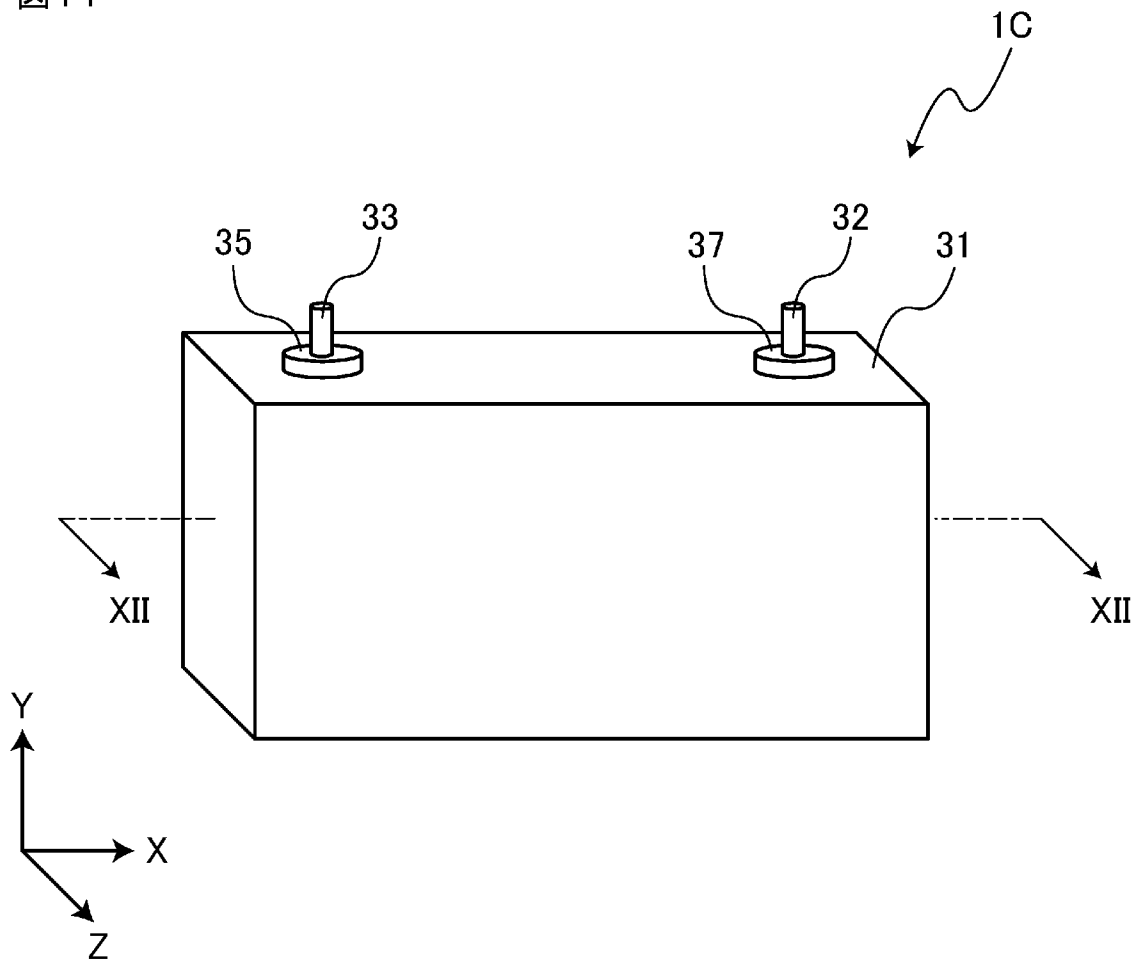


[図10]

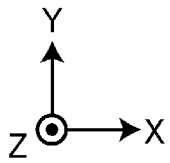
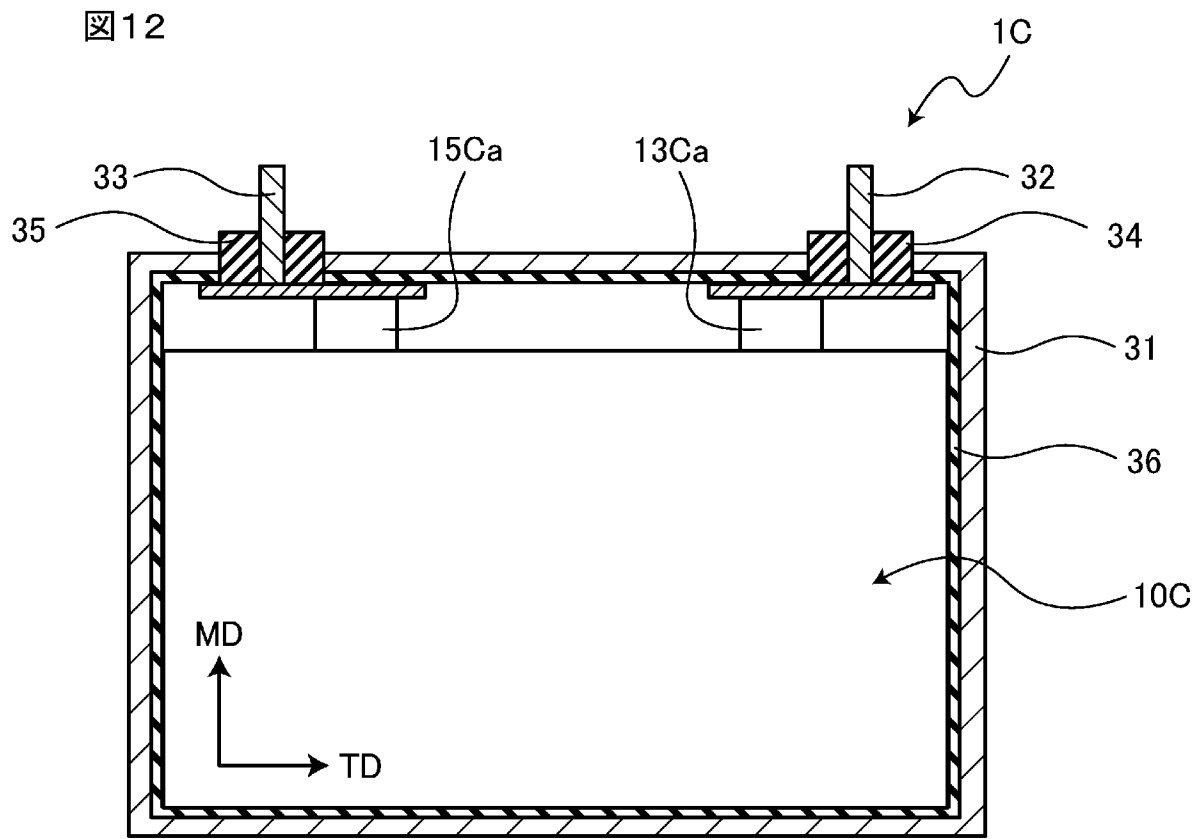


[図11]

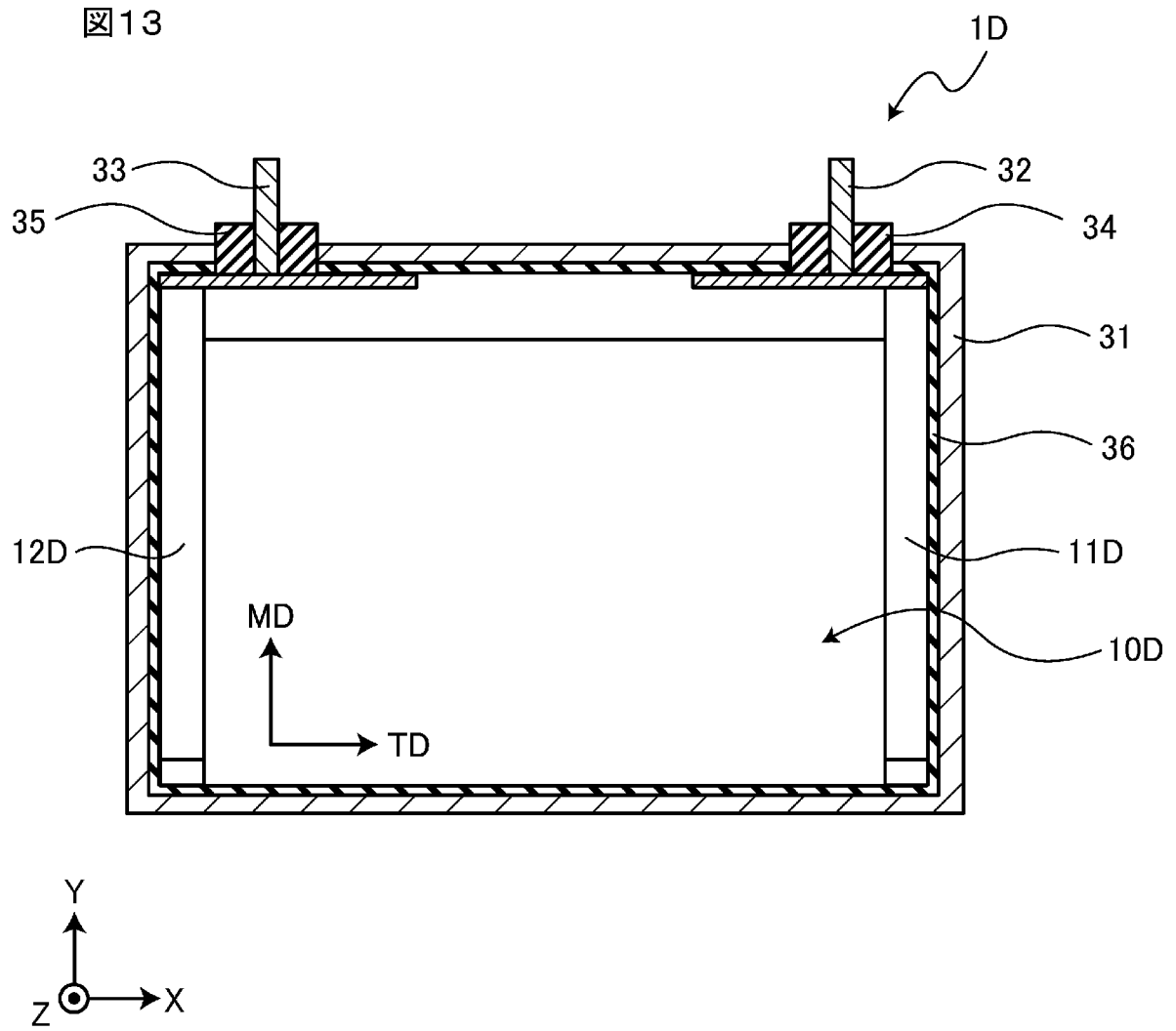
図 11



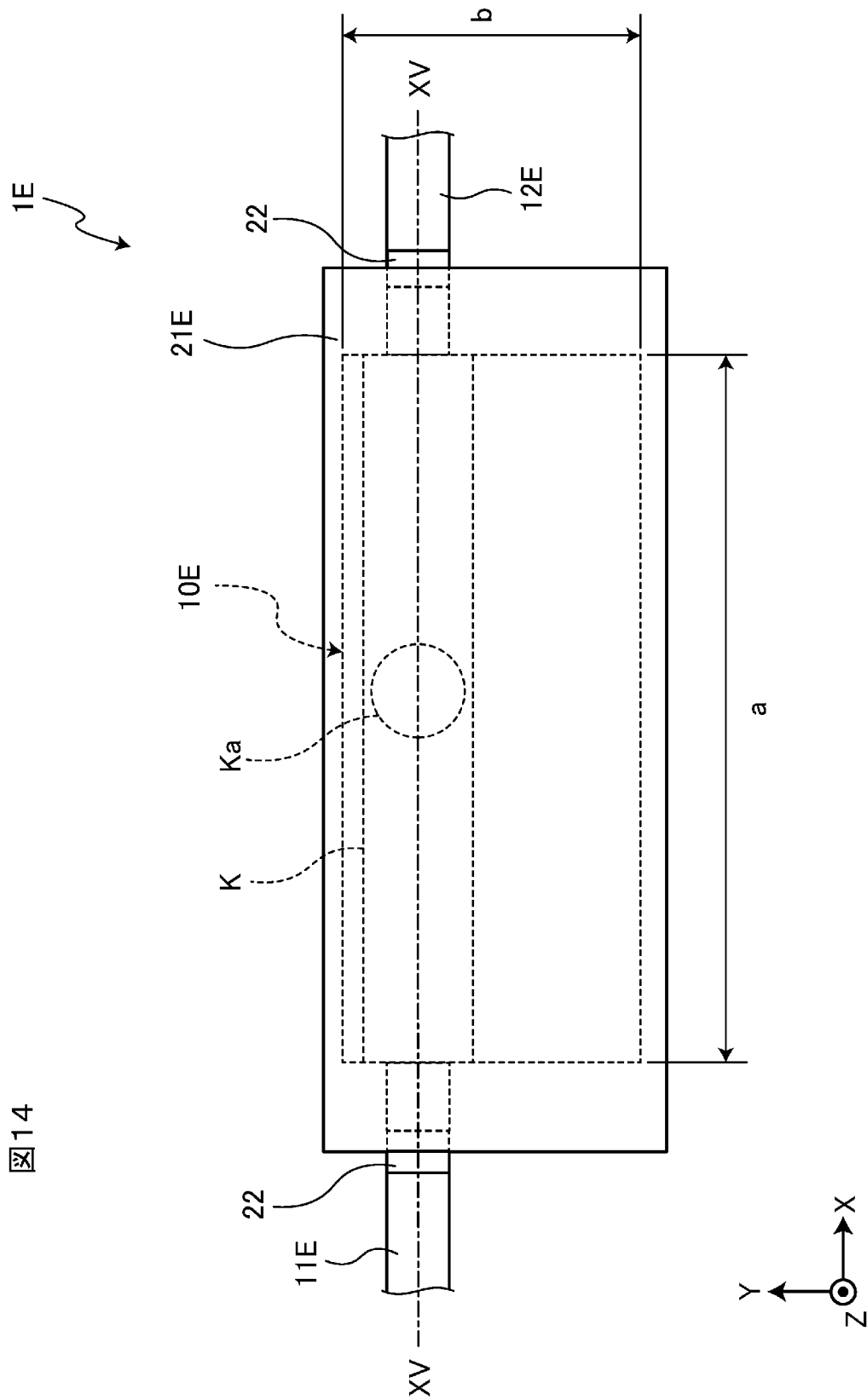
[図12]



[図13]



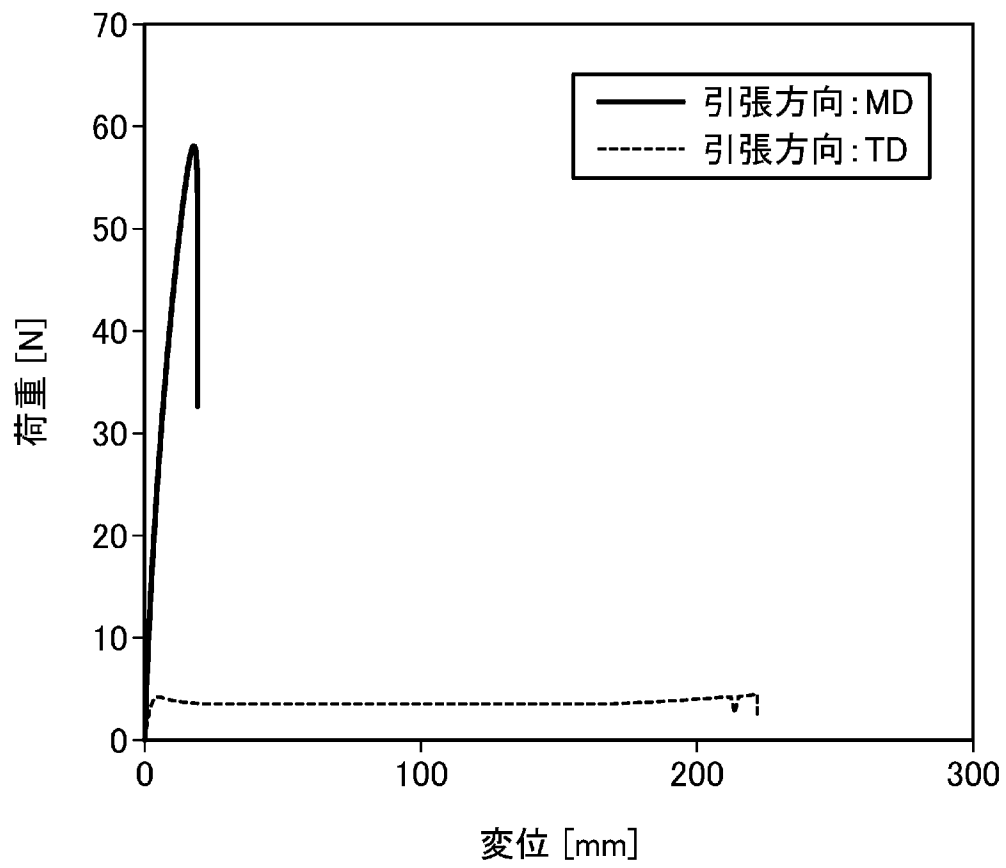
[図14]





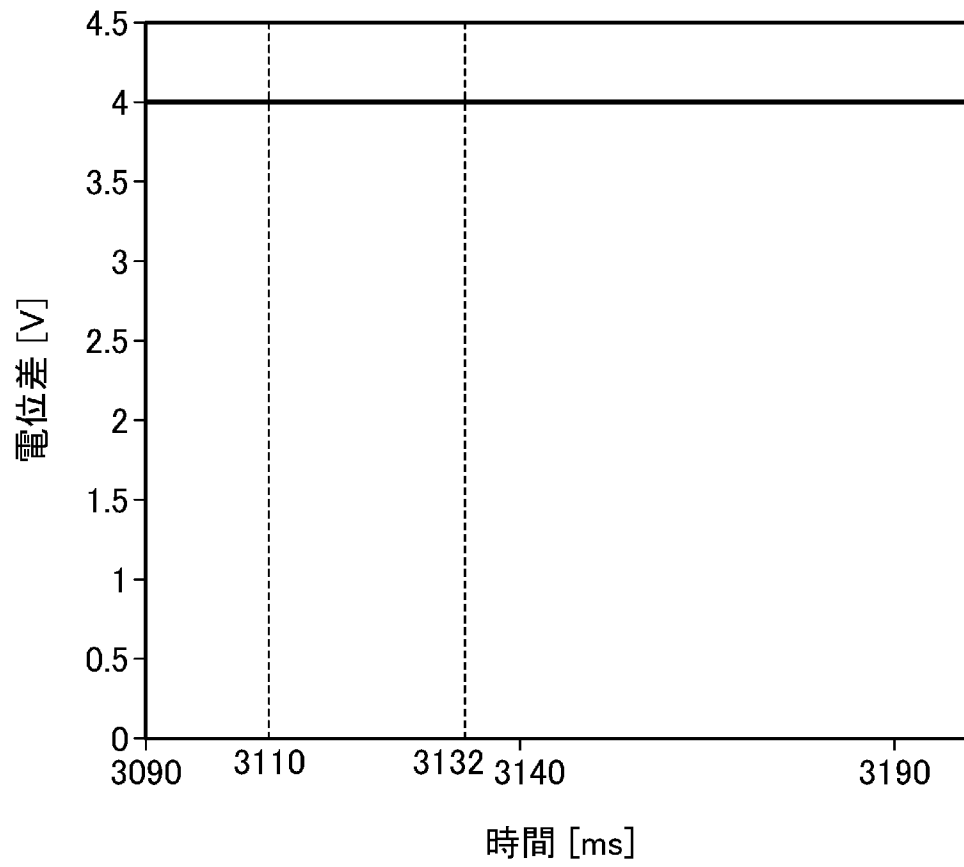
[図16]

図 16



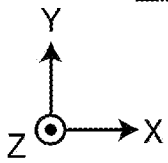
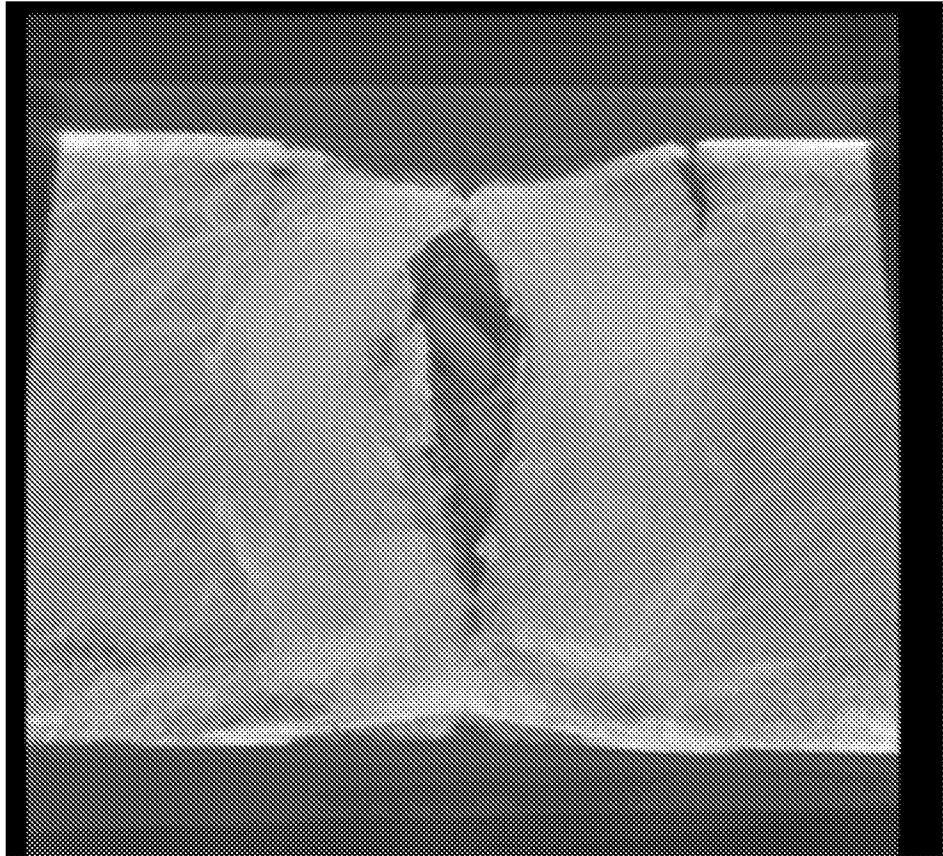
[図17]

図17



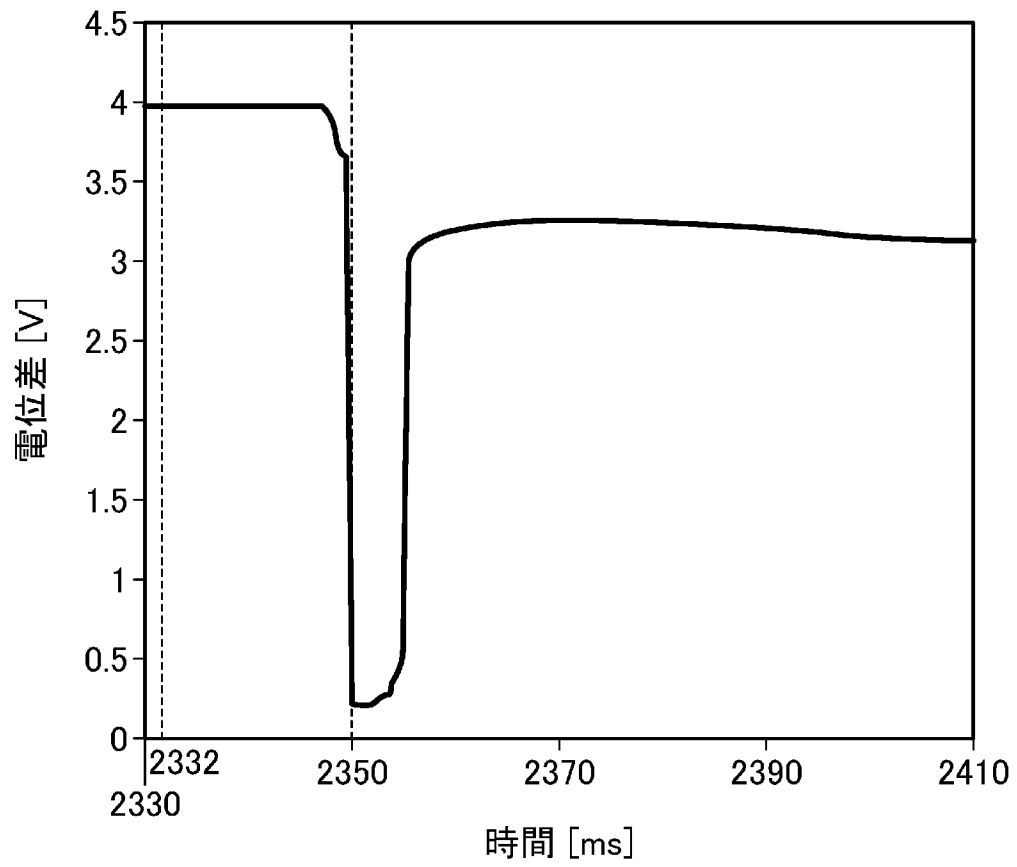
[図18]

図18



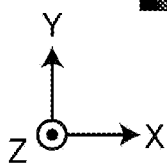
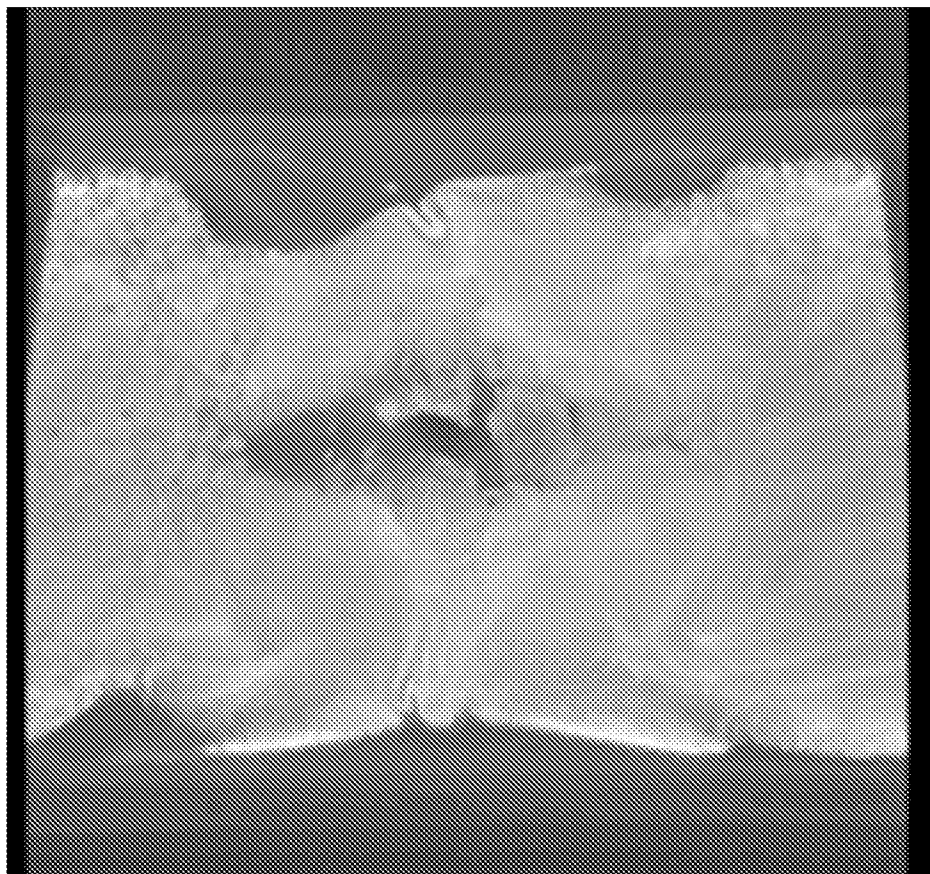
[図19]

図19



[図20]

図20



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/037445

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01M 50/46**(2021.01)i; **H01M 10/04**(2006.01)i; **H01M 10/052**(2010.01)i; **H01M 10/0585**(2010.01)i;**H01M 10/0587**(2010.01)i; **H01M 50/489**(2021.01)i; **H01M 50/494**(2021.01)i

FI: H01M50/46; H01M10/04 Z; H01M10/04 W; H01M50/494; H01M10/052; H01M10/0585; H01M10/0587; H01M50/489

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)

H01M50/46; H01M10/04; H01M10/052; H01M10/0585; H01M10/0587; H01M50/489; H01M50/494

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2016-62876 A (TOYOTA IND CORP) 25 April 2016 (2016-04-25)                       | 1-7                   |
| A         | JP 2016-72233 A (GS YUASA CORP) 09 May 2016 (2016-05-09)                           | 1-7                   |
| A         | CN 113078415 A (TIANNENG SHUAIFUDE ENERGY CO., LTD.) 06 July 2021 (2021-07-06)     | 1-7                   |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&amp;” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 December 2023

Date of mailing of the international search report

16 January 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.  
**PCT/JP2023/037445**

| Patent document<br>cited in search report |            |   | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|------------|---|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| JP                                        | 2016-62876 | A | 25 April 2016                        | (Family: none)          |                                      |
| JP                                        | 2016-72233 | A | 09 May 2016                          | US 2016/0093860         | A1                                   |
|                                           |            |   |                                      | DE 102015218693         | A1                                   |
|                                           |            |   |                                      | CN 105470433            | A                                    |
|                                           |            |   |                                      | KR 10-2016-0037803      | A                                    |
| CN                                        | 113078415  | A | 06 July 2021                         | (Family: none)          |                                      |

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

H01M 50/46(2021.01)i; H01M 10/04(2006.01)i; H01M 10/052(2010.01)i; H01M 10/0585(2010.01)i;  
H01M 10/0587(2010.01)i; H01M 50/489(2021.01)i; H01M 50/494(2021.01)i  
FI: H01M50/46; H01M10/04 Z; H01M10/04 W; H01M50/494; H01M10/052; H01M10/0585; H01M10/0587; H01M50/489

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））

H01M50/46; H01M10/04; H01M10/052; H01M10/0585; H01M10/0587; H01M50/489; H01M50/494

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報1922-1996年  
日本国公開実用新案公報1971-2023年  
日本国実用新案登録公報1996-2023年  
日本国登録実用新案公報1994-2023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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 2016-62876 A（株式会社豊田自動織機）25.04.2016（2016-04-25）                         | 1-7            |
| A               | JP 2016-72233 A（株式会社GSユアサ）09.05.2016（2016-05-09）                          | 1-7            |
| A               | CN 113078415 A（TIANNENG SHUAIFUDE ENERGY CO., LTD.）06.07.2021（2021-07-06） | 1-7            |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの

“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  
28.12.2023

国際調査報告の発送日  
16.01.2024

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

権限のある職員（特許庁審査官）  
  
渡部 朋也 4X 3641  
  
電話番号 03-3581-1101 内線 3477

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/JP2023/037445

| 引用文献 |            |   | 公表日        | パテントファミリー文献        | 公表日 |
|------|------------|---|------------|--------------------|-----|
| JP   | 2016-62876 | A | 25.04.2016 | (ファミリーなし)          |     |
| JP   | 2016-72233 | A | 09.05.2016 | US 2016/0093860    | A1  |
|      |            |   |            | DE 102015218693    | A1  |
|      |            |   |            | CN 105470433       | A   |
|      |            |   |            | KR 10-2016-0037803 | A   |
| CN   | 113078415  | A | 06.07.2021 | (ファミリーなし)          |     |