

(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
2016年6月30日(30.06.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/103127 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 10/04 (2006.01) *H01M 4/62* (2006.01)
H01M 2/02 (2006.01) *H01M 10/0585* (2010.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/IB2015/059759
- (22) 国際出願日: 2015年12月18日(18.12.2015)
- (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 2014-262569 2014年12月25日(25.12.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社半導体エネルギー研究所
(SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO.,
LTD.) [JP/JP]; 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398
Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 田島亮太(TAJIMA, Ryota); 〒2430036 神奈
川県厚木市長谷398 株式会社半導体エネ
ルギー研究所内 Kanagawa (JP). 三宅裕之(MIYAKE,
Hiroyuki).
- (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

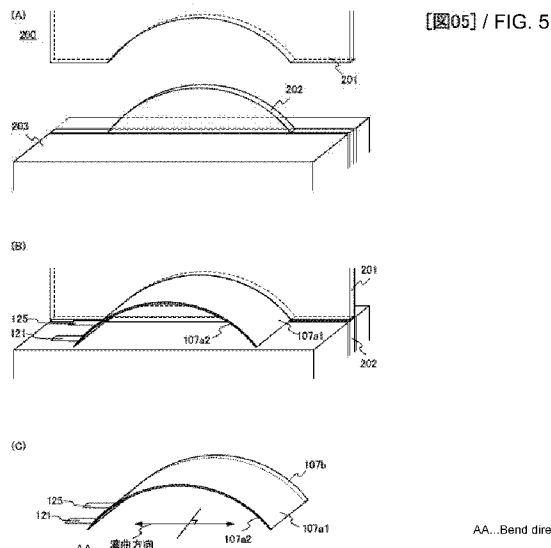
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, 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))
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正
を受理した際には再公開される。(規則48.2(h))

(54) Title: SECONDARY BATTERY, METHOD FOR MANUFACTURING SECONDARY BATTERY, AND DEVICE FOR
MANUFACTURING SECONDARY BATTERY

(54) 発明の名称: 二次電池、二次電池の作製方法および二次電池作製のための装置



(57) Abstract: When curving secondary batteries, the outer casing is one of the areas that is most susceptible to causing defects in the secondary battery. In the outer casing of curved secondary batteries, the stress that acts on the outer diameter and the inner diameter of the curve is different, and defects such as cracks and fractures can easily occur. In the present invention, when manufacturing a curved secondary battery, compositional elements of the secondary battery, such as a positive electrode, a negative electrode and outer casing films, are curved into the desired shape, after which the films are bonded so as to form the outer casing of the secondary battery. Alternatively, after covering a flat positive electrode and negative electrode with outer casing films and bonding the outer casing films, the film that will be at the inner diameter-side of the curve is bonded at a higher temperature than the film that will be at the outer diameter-side of the curve.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/103127 A1



二次電池を湾曲させる場合、最も二次電池の不良の原因になりやすい箇所のひとつとして、外装体がある。湾曲させた二次電池の外装体には、湾曲の内径と外径で異なる応力がかかり、亀裂や破断等の不良が生じやすい。湾曲した二次電池を作製する際、二次電池が有する正極、負極、外装体用フィルム等の二次電池の構成要素を、所望する形状に湾曲してから、フィルムを接着して二次電池の外装体とする。または、平坦な正極および負極を外装体用フィルムで覆って外装体用フィルムを接着する際、湾曲の内径側になるフィルムの方が、外径側になるフィルムよりも温度が高い状態で接着する。

明細書

発明の名称

二次電池、二次電池の作製方法および二次電池作製のための装置

技術分野

[0001]

本発明は、物、方法、または、製造方法に関する。または、本発明は、プロセス、マシン、マニュファクチャ、または、組成物（コンポジション・オブ・マター）に関する。特に、本発明の一態様は、半導体装置、表示装置、発光装置、蓄電装置、撮像装置、それらの駆動方法、または、それらの製造方法に関する。特に、本発明の一態様は、二次電池および二次電池の作製方法に関する。

背景技術

[0002]

近年、ウェアラブルデバイスが盛んに開発されている。ウェアラブルデバイスは身に着けるという性質から、身体の曲面に沿った形状であることが好ましい。そのため、ウェアラブルデバイスに搭載する二次電池も、ディスプレイやそのほかの筐体と同様に、身体の曲面に沿った形状にすることが求められている。

[0003]

例えば、特許文献1および特許文献2には、湾曲した形状を有する二次電池が開示されている。

[先行技術文献]

[特許文献]

[0004]

[特許文献1] 米国特許出願公開第2013/0108907号明細書

[特許文献2] 特開2012-151110号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]

湾曲した二次電池の場合、通常、外装体には、アルミニウムラミネートフィルムをはじめとする可撓性を有する材料を用いる。しかしながら、このような二次電池を湾曲させる場合、最も二次電池の不良の原因になりやすい箇所のひとつとして、外装体が挙げられる。湾曲させた二次電池の外装体には、湾曲の内径と外径で異なる応力がかかり、亀裂や破断等の不良が生じやすい。

[0006]

そのため、本発明の一態様では、新規な構造の二次電池、および該二次電池の作製方法を提供する。具体的には、湾曲を有する新規な構造の二次電池、および該二次電池の作製方法を提供する。

[0007]

または、本発明の一態様は、新規な蓄電装置、新規な二次電池を搭載した電子機器などを提供することを課題とする。なお、これらの課題の記載は、他の課題の存在を妨げるものではない。なお、本発明の一態様は、必ずしも、これらの課題の全てを解決する必要はない。なお、これら以外の課題は、明細書、図面、請求項などの記載から、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、これら以外の課題を抽出することが可能である。

課題を解決するための手段

[0008]

上記目的を達成するために、本発明の一態様では、湾曲した二次電池を作製する際、二次電池が有する正極、負極、外装体用フィルム等の二次電池の構成要素を、所望する形状に湾曲してから、フィルムを接着して二次電池の外装体とする。

[0009]

または、平坦な正極および負極を外装体用フィルムで覆って外装体用フィルムを接着する際、湾曲の内径側になるフィルムの方が、外径側になるフィルムよりも温度が高い状態で接着する。より具体的には、湾曲の内径側になるフィルムを加熱しながら、または加熱した後に接着する。または、湾曲の外径側になるフィルムを冷却しながら、または冷却した後に接着する。

[0010]

このような工程とすることで、通常の工程で平坦な二次電池を作製してから湾曲させる場合よりも、外装体にかかる応力を減少させることができる。

[0011]

本発明の一態様は、正極と、負極と、を積層する工程と、正極および負極を、フィルムで覆う工程と、正極、負極およびフィルムを湾曲する工程と、湾曲したフィルム同士を接着することで、フィルムを二次電池の外装体とする工程と、を有する二次電池の作製方法である。

[0012]

また、本発明の一態様は、正極と、負極と、を積層する工程と、正極および負極を、第1のフィルムおよび第2のフィルムで挟む工程と、第1のフィルムの温度が、第2のフィルムの温度よりも高い状態で、第1のフィルムと、第2のフィルムを接着することで、第1のフィルムおよび第2のフィルムを二次電池の外装体とする工程と、を有する二次電池の作製方法である。

[0013]

また、本発明の一態様は、上記の作製工程に用いることができる、二次電池の作製のための装置である。より具体的には、上部ヒーターと、下部ヒーターと、を有するラミネートシーラーであって、上部ヒーターは、円弧状の凹部を有し、下部ヒーターは、円弧状の凸部を有し、上部ヒーターと下部ヒーターは嵌合することを特徴とする、ラミネートシーラーである。

発明の効果

[0014]

新規な構造の二次電池、および該二次電池の作製方法を提供することができる。具体的には、湾曲を有する新規な構造の二次電池、および該二次電池の作製方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0015]

[図1] 二次電池の構成の例を説明する斜視図、上面図および断面図。

[図2] 二次電池の作製方法の例を説明する図。

[図3] 二次電池の作製方法の例を説明する図。

[図4] 二次電池の作製方法の例を説明する図。

[図5] 二次電池の作製方法の例を説明する図。

[図6] 二次電池の作製方法の例を説明する図。

- [図 7] 二次電池の作製方法の例を説明する図。
- [図 8] 二次電池の作製方法の例を説明する図。
- [図 9] 二次電池の構成の例を説明する斜視図、上面図および断面図。
- [図 10] 二次電池の構成の例を説明する上面図および断面図。
- [図 11] 二次電池の構成の例を説明する斜視図、上面図および断面図。
- [図 12] 二次電池の作製方法の例を説明する図。
- [図 13] 二次電池の構成の例を説明する斜視図、上面図および断面図。
- [図 14] 二次電池の作製方法の例を説明する図。
- [図 15] 二次電池の構成の例を説明する断面図。
- [図 16] 二次電池に用いることのできる導電助剤等を説明する断面図。
- [図 17] 二次電池に用いることのできる正極活物質を説明する断面図。
- [図 18] 蓄電装置の電池制御ユニットを説明するブロック図。
- [図 19] 蓄電装置の電池制御ユニットを説明する概念図。
- [図 20] 蓄電装置の電池制御ユニットを説明する回路図。
- [図 21] 蓄電装置の電池制御ユニットを説明する回路図。
- [図 22] 蓄電装置の電池制御ユニットを説明する概念図。
- [図 23] 蓄電装置の電池制御ユニットを説明するブロック図。
- [図 24] 蓄電装置の電池制御ユニットを説明するフローチャート。
- [図 25] 電子デバイスの例を説明する図。
- [図 26] 電子デバイスの例を説明する図。
- [図 27] 電子デバイスの例を説明する図。
- [図 28] 電子デバイスの例を説明する図。
- [図 29] 電子機器の例を説明する図。
- [図 30] 電子機器の例を説明する図。
- [図 31] 導電助剤等の従来例を説明する断面図。

発明を実施するための形態

[0016]

以下では、本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。ただし、本発明は以下の説明に限定されず、その形態および詳細を様々に変更し得ることは、当業者であれば容易に理解される。また、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

[0017]

「電氣的に接続」には、「何らかの電氣的作用を有するもの」を介して接続されている場合が含まれる。ここで、「何らかの電氣的作用を有するもの」は、接続対象間での電気信号の授受を可能とするものであれば、特に制限はない。

[0018]

図面等において示す各構成の、位置、大きさ、範囲などは、理解を容易にするため、実際の位置、大きさ、範囲などを表していない場合がある。このため、開示する発明は、必ずしも、図面等を開示された位置、大きさ、範囲などに限定されない。

[0019]

「第1」、「第2」、「第3」などの序数詞は、構成要素の混同を避けるために付すものである。

[0020]

なお、「膜」という言葉と、「層」という言葉とは、場合によっては、または、状況に応じて、互いに入れ替えることが可能である。例えば、「導電層」という用語を、「導電膜」という用語に変更することが可能な場合がある。または、例えば、「絶縁膜」という用語を、「絶縁層」という用語に変更することが可能な場合がある。

[0021]

(実施の形態1)

本実施の形態では、図1乃至図8を用いて、本発明の一態様に係る二次電池の構成の例および該二次電池の作製方法の例について説明する。

[0022]

[1. 代表的な構成]

図1(A)、(B)および(C)に二次電池100の構成の例を示す。図1(A)は二次電池100の斜視図、図1(B)は二次電池100の上面図である。図1(C)は、図1(A)および図1(B)の一点破線A1-A2における断面図である。

[0023]

図1に示す二次電池100は、複数の正極111、複数の正極111と電氣的に接続された正極リード121、複数の負極115、複数の負極115と電氣的に接続された負極リード125を有する。また、正極111はそれぞれ、セパレータ103で覆われている。また二次電池100は、複数の正極111、複数の負極115および複数のセパレータ103を覆う外装体107を有する。また、正極リード121および負極リード125は、封止層120を有する。また二次電池100は、外装体107で覆われた領域に、電解液104を有する。

[0024]

また図示するように、二次電池100は単軸方向に湾曲を有する二次電池である。

[0025]

なお、本明細書等において、あるものが湾曲を有する場合、あるものが、曲がる、凹面を有する、凸面を有する、反る、変形する等と換言することができる。また、そのもの全体にこれらの特徴があることに限られず、少なくとも一部にこれらの特徴があればよい。

[0026]

なお、図1の二次電池100は、正極集電体101の片面に正極活物質層102が形成された正極111を3枚、負極集電体105の片面に負極活物質層106が形成された負極115を3枚有している。これらの電極を、正極活物質層102と負極活物質層106が、セパレータ103を介して対向するように配置する。また、負極115の負極活物質層106が形成されていない面同士が接するように配置する。

[0027]

このような配置とすることで、負極115の負極活物質層106を有さない面同士の接触面、つまり金属同士の接触面をつくることができる。金属同士の接触面は、活物質層とセパレータ103との接触面と比較して摩擦係数を小さくすることができる。

[0028]

そのため、正極１１１および負極１１５を湾曲したとき、負極１１５の負極活物質層１０６を有さない面同士が滑ることで、湾曲の内径と外径の差により生じる応力を逃がすことができる。そのため、正極１１１および負極１１５の劣化を抑制することができる。また、信頼性の高い二次電池１００とすることができる。

[００２９]

なお、正極１１１および負極１１５を、１枚または２枚ずつ積層した二次電池１００としてもよい。積層数を減らすことで、より薄く、湾曲しやすい二次電池１００とすることができる。また正極１１１および負極１１５を、それぞれ４枚以上積層してもよい。積層数を増やすことで、二次電池１００の容量を大きくすることができる。

[００３０]

また、図１の二次電池１００ではセパレータ１０３が正極１１１を覆う例について説明したが、本発明の一態様はこれに限らない。セパレータ１０３が負極１１５を覆う構成としてもよい。またセパレータ１０３は、正極活物質層１０２および負極活物質層１０６の間に設けられればよい。また、正極１１１または負極１１５を覆わない構成としてもよい。

[００３１]

また、二次電池１００が有する電極（正極１１１および負極１１５）は、湾曲の内径側に位置するものより、外径側に位置するものの方が、湾曲方向について長いことが好ましい。なお、ここで湾曲方向とは、図１（Ａ）の一点破線Ａ１－Ａ２または図５（Ｃ）に示すように、二次電池を湾曲させた際の端部を結ぶ方向を指す。このような構成とすることで、図１（Ｃ）に示すように、二次電池１００をある曲率で湾曲させた際、正極１１１および負極１１５の端部をそろえることができる。すなわち、正極１１１が有する正極活物質層１０２のすべての領域を、負極１１５の有する負極活物質層１０６と対向して配置することができる。そのため正極１１１が有する正極活物質を無駄なく電池反応に寄与させることができる。そのため、二次電池１００の体積当たりの容量を大きくすることができる。この構成は、二次電池１００を使用する際に二次電池１００の曲率が固定される場合に特に有効である。

[００３２]

[２． 作製方法１]

次に図１の二次電池１００の作製方法の一例について説明する。より具体的には、外装体に用いるフィルム１０７ａ１およびフィルム１０７ａ２を、湾曲させてから接着する作製方法について説明する。

[００３３]

[２． １． 正極を用意し、セパレータで覆う]

まず、正極集電体１０１上に正極活物質層１０２を形成し、正極１１１の形状に加工する。次いで、折り曲げたセパレータ１０３で正極１１１を挟む（図２（Ａ））。

[００３４]

そして正極１１１の外側の、セパレータ１０３の外周部分を接着して、袋状のセパレータ１０３を形成する（図２（Ｂ））。セパレータ１０３の外周部分の接着は、接着材などを用いて行ってもよいし、超音波溶接や、加熱による融着により行ってもよい。

[００３５]

本実施の形態では、セパレータ１０３としてポリプロピレンを用いて、セパレータ１０３の外周部分

を加熱により接着する。図2（B）に接着部分を、領域103aとして示す。このようにして、正極111をセパレータ103で覆うことができる。セパレータ103は、正極活物質層102を覆うように形成すればよく、正極111の全体を覆う必要は無い。

[0036]

なお、図2（A）では、セパレータ103を折り曲げているが、本発明の一態様は、これに限定されない。例えば、2枚のセパレータで正極111を挟んで形成してもよい。その場合、領域103aが4辺のほとんどを囲う形で形成されていてもよい。

[0037]

また、セパレータ103の外周部分の接着は、断続的に行ってもよいし、図2（B）のように一定間隔毎の点状として接着してもよい。

[0038]

または、外周部分の1辺にのみ、接着を行ってもよい。または、外周部分の2辺にのみ、接合を行ってもよい。または、外周部分の4辺に、接合を行ってもよい。これにより、4辺を均等な状態にすることが出来る。

[0039]

[2. 2. 負極を用意する]

次に、負極集電体105上に負極活物質層106を形成し、負極115の形状に加工する(図2(C))。

[0040]

[2. 3. 正極と負極を積み重ねる]

次に、正極111および負極115を積み重ねる(図3(A))。本実施の形態では、片面に正極活物質層102を形成した正極111を3枚、片面に負極活物質層106を形成した負極115を3枚積層することとする。これらを、正極活物質層102と負極活物質層106が、セパレータ103を介して対向するように配置する。また、負極115の負極活物質層106が形成されていない面同士が接するように配置する。

[0041]

[2. 4. 正極リードと負極リードを接続する]

次に、複数の正極集電体101の正極タブと、封止層120を有する正極リード121を、圧力を加えながら超音波を照射して電氣的に接続する(超音波溶接)。

[0042]

また、リード電極は、蓄電体の作製後に外から力が加えられて生じる応力により、ヒビや切断が生じやすい。そこで、正極リード121を超音波溶接する際、突起を有するボンディングダイで挟み、正極タブに接続領域は別に湾曲部を形成してもよい。湾曲部を設けることによって、二次電池100の作製後に外から力が加えられて生じる応力を緩和することができる。よって、二次電池100の信頼性を高めることができる。

[0043]

また、正極タブに湾曲部を形成することに限定されず、正極集電体の材料をステンレス、チタンなどの強度のあるものとし、正極集電体の膜厚を10 μ m以下とすることで二次電池の作製後に外から外力が加えられ生じる応力を緩和しやすくする構成としてもよい。

[0044]

勿論、これらを複数組み合わせることで正極タブの応力集中を緩和してもよいことは言うまでもない。

[0045]

そして正極集電体101と同様に、複数の負極集電体105の負極タブと、封止層120を有する負極リード125を超音波溶接により電氣的に接続する(図3(B))。

[0046]

[2.5. 正極と負極をフィルムで挟み、一部を接着する]

次に、外装体に用いる2枚のフィルム107a、より詳細には後の工程で湾曲の外径側になるフィルム107a1および湾曲の内径側になるフィルム107a2で、それぞれ電氣的に接続された正極111と負極115を挟む(図3(B))。なお、本実施の形態では外装体に2枚のフィルム107a1およびフィルム107a2を用いる例について説明するが、本発明の一態様はこれに限らない。1枚のフィルム107aを折り曲げて正極111と負極115を挟み、後の工程で封止することで外装体107としてもよい。

[0047]

次に、2枚のフィルム107aの一部、ここでは正極リード121および負極リード125と重畳する一辺を接着する(図4(A))。フィルム107aの接着は、例えば熱溶着により行うことができる。図4(A)に、接着された領域を領域107bとして示す。

[0048]

[2.6. 正極、負極およびフィルムを湾曲させる]

次に、正極111、負極115および外装体に用いるフィルム107a(フィルム107a1およびフィルム107a2)を、所望の形状に湾曲させる(図4(B))。

[0049]

[2.7. シーラー]

ここで、フィルム107aの湾曲した部分を封止するための、ラミネートシーラー200について説明する。本発明の一態様の作製方法には、図5(A)に示すようなシーラー200を用いることが好ましい。なお、本明細書等において、ラミネートシーラーとは、金属箔にプラスチックフィルムを積層したラミネートフィルムを接着可能な、加熱および加圧する機能を有するシーラーとする。

[0050]

シーラー200は、上部の第1の型201と、下部の第2の型202を有する。第1の型201および第2の型202は、それぞれ内部にヒーターを有する。また第2の型は台203に取り付けられていることが好ましい。第1の型201および第2の型202は、二次電池100の所望の形状に沿って嵌合する。換言すれば、第1の型201と、第2の型202型は湾曲を有し、第1の型201の湾曲と第2の型202の湾曲は嵌合する。例えば図5(A)では、第1の型201が円弧状の凹部を有し、第2の型202が円弧状の凸部を有する。

[0051]

また、図示していないが、シーラー200は、フィルム107aの湾曲形状を支える湾曲台座を台203上に有していてもよい。

[0052]

加熱した第1の型201および第2の型202で、外装体に用いるフィルム107aを挟むことで、フィルム107aを、湾曲させたまま熱溶着することができる。

[0053]

[2. 8. フィルムの一部を接着する]

上記のシーラー200を用いて、フィルム107aの湾曲した一边を熱溶着する(図5(B))。図5(C)に、接着された領域を領域107bとして示す。フィルム107aの湾曲した他の一边も同様にシーラー200を用いて熱溶着する。

[0054]

上記のようなシーラー200を用いると、湾曲させたままフィルム107aを接着することができるため、湾曲した二次電池100の外装体107に不要な応力がかからない。そのため外装体107の亀裂や破断等の不良を抑制でき、信頼性の高い二次電池100とすることができる。

[0055]

[2. 9. 電解液を注入する]

次に、フィルム107aが接着されていない部分から、フィルム107aで覆われた領域に、電解液104を注入する(図6(A))。

[0056]

[2. 10. 封止する]

そして真空引きを行いながら、加熱および加圧によりフィルム107aの残りの辺を接着し、封止された外装体107とする。これらの操作は、グローブボックスを用いるなどして酸素や水を排除した環境にて行う。真空引きは、脱気シーラー、注液シーラー等を用いて行うとよい。またシーラーが有する加熱可能な2本のバーで挟むことにより、加熱および加圧を行うことができる。それぞれの条件は、例えば真空度は60kPa、加熱は190℃、加圧は0.1MPaにおいて3秒とすることができる。このとき、フィルム107aの上から正極および負極を加圧してもよい。加圧により、電解液注入の際に混入した気泡を正極と負極の間から排除することができる。

[0057]

上記の工程で、二次電池100を作製することができる(図6(B))。

[0058]

なお上記の工程により作製された二次電池100は、外装体に用いるフィルム107aを湾曲させてから接着しているため、二次電池100の湾曲の内径側に位置するフィルム107a2よりも、外径側に位置するフィルム107a1の方が、湾曲方向について長くなる。

[0059]

[2. 11. エージング後、ガス抜きをして再封止する]

なお上記の工程で二次電池100を作製した後、さらにエージングの充放電を行うことが好ましい。さらに、エージングの際に電解液の分解等で生じたガスを抜いてから再封止することがより好ましい。

[0060]

[3. 作製方法2]

図2乃至図6では、外装体に用いるフィルム107aを湾曲させてから接着する方法について説明したが、本発明の一態様はこれに限られない。湾曲した二次電池100の外装体107にかかる応力を減少させることができればよい。以下に、図1の二次電池100の作製方法の他の一例について説明する。より具体的には、外装体に用いるフィルム107aの一方を加熱しながら接着する作製方法について説明する。

[0061]

[3. 1. 正極および負極を用意し、積み重ね、正極リードおよび負極リードを接続する]

正極を用意しセパレータで覆う工程、負極を用意する工程、正極と負極を積み重ねる工程、および正極リードおよび負極リードを接続する工程については、図2および図3についての記載を参酌することができる。

[0062]

[3. 2. 正極と負極をフィルムで覆い、一部を接着する]

上記工程の後、外装体に用いる2枚のフィルム107aで、それぞれ電氣的に接続された正極111と負極115を挟む。次に、2枚のフィルム107aの一部、ここでは正極リード121および負極リード125と重畳する一辺を接着する(図7(A))。

[0063]

[3. 3. シーラー]

ここで、外装体に用いるフィルム107aの一方を加熱しながら接着するためのラミネートシーラー210について説明する。

[0064]

図7(B)に示すシーラー210は、上部のバー211と、下部のバー212を有する。上部のバー211および下部のバー212は、それぞれ内部にヒーターを有する。また下部のバー212が取り付けられている台213も、内部にヒーターを有する。

[0065]

[3. 4. フィルムの一部を接着する]

上記のシーラー210を用いて、フィルム107a2を台213で加熱しながら、フィルム107aの一辺を熱溶着する(図7(C))。図7(D)に、接着された領域を領域107bとして示す。フィルム107aの他の一辺も同様に熱溶着する。この工程において、加熱する一方のフィルム107a2は、後の工程で湾曲した際に湾曲の内径側になるフィルムである。

[0066]

外装体に用いるフィルム107a2を加熱しながら熱溶着するため、熱溶着後、冷却に伴って、フィルム107a2に収縮が生じる。加熱しなかった湾曲の外径側のフィルム107a1よりも、加熱した湾曲の内径側のフィルム107a2の収縮がより大きくなるため、二次電池100を湾曲させた際に、外装体107に生じる応力を減少させることができる。

[0067]

なお、上記ではフィルム107a2を加熱する方法について説明したが、本発明の一態様はこれに限らない。フィルム107a2の方が、フィルム107a1よりも温度が高い状態で接着されればよい。

[0068]

そのため、フィルム107a2を他の手段で加熱した後、すぐにフィルム107a1とフィルム107a2を接着してもよい。また、湾曲の外径側のフィルム107a1を冷却しながら、または冷却した後すぐにフィルム107a1とフィルム107a2を接着してもよい。

[0069]

[3. 5. 電解液を注入する]

次に、フィルム107aが接着されていない部分から、フィルム107aで覆われた領域に、電解液

104を注入する(図8(A))。

[0070]

[3.6.封止する]

そして真空引きを行いながら、加熱および加圧によりフィルム107aの残りの辺を接着し、封止された外装体107とする(図8(B))。これらの操作は、グローブボックスを用いるなどして酸素や水を排除した環境にて行う。真空引きは、脱気シーラー、注液シーラー等を用いて行うとよい。またシーラーが有する加熱可能な2本のバーで挟むことにより、加熱および加圧を行うことができる。それぞれの条件は、例えば真空度は60kPa、加熱は190℃、加圧は0.1MPaにおいて3秒とすることができる。このとき、フィルム107aの上から正極および負極を加圧してもよい。加圧により、電解液注入の際に混入した気泡を正極と負極の間から排除することができる。

[0071]

[3.7.湾曲する]

次に、正極111、負極115および外装体107を所望の形状に湾曲する。上記の工程で、湾曲した二次電池100を作製することができる(図8(C))。

[0072]

[3.8.エージング後、ガス抜きをして再封止する]

なお上記の工程で二次電池100を作製した後、さらにエージングの充放電を行うことが好ましい。さらに、エージングの際に電解液の分解等で生じたガスを抜いてから再封止することがより好ましい。

[0073]

なお、本実施の形態において、本発明の一態様について述べた。または、他の実施の形態において、本発明の一態様について述べる。ただし、本発明の一態様は、これらに限定されない。例えば、本発明の一態様として、湾曲した二次電池について示したが、本発明の一態様はこれに限定されない。場合によっては、または、状況に応じて、本発明の一態様では、蓄電装置を、曲げる、伸ばす等、随時変形してもよいし、何らかの形状のままに固定してもよい。または例えば、場合によっては、または、状況に応じて、本発明の一態様では、蓄電装置を、湾曲させないままの状態としてもよい。例えば、本発明の一態様として、リチウムイオン二次電池に適用した場合の例を示したが、本発明の一態様は、これに限定されない。場合によっては、または、状況に応じて、本発明の一態様は、様々な二次電池、鉛蓄電池、リチウムイオンポリマー二次電池、ニッケル・水素蓄電池、ニッケル・カドミウム蓄電池、ニッケル・鉄蓄電池、ニッケル・亜鉛蓄電池、酸化銀・亜鉛蓄電池、固体電池、空気電池、亜鉛空気電池、一次電池、キャパシタ、または、電気二重層キャパシタ、ウルトラ・キャパシタ、スーパー・キャパシタ、リチウムイオンキャパシタ、などに適用してもよい。または例えば、場合によっては、または、状況に応じて、本発明の一態様は、リチウムイオン二次電池に適用しなくてもよい。

[0074]

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

[0075]

(実施の形態2)

本実施の形態では、図9乃至図15を用いて、本発明の一態様の二次電池の変形例について説明する。

[0076]

[1. 変形例 1]

図 9 に、図 1 と異なる二次電池 1 0 0 a を示す。図 9 (A) は二次電池 1 0 0 a の斜視図、図 9 (B) は二次電池 1 0 0 a の上面図である。図 9 (C) は、図 9 (B) における一点破線 B 1 - B 2 における断面図である。

[0 0 7 7]

図 9 の二次電池 1 0 0 a は、正極リード 1 2 1 および負極リード 1 2 5 の位置、および正極 1 1 1、負極 1 1 5 およびセパレータ 1 0 3 の形状が、図 1 の二次電池 1 0 0 と異なる。

[0 0 7 8]

図 9 の二次電池 1 0 0 a では、正極リード 1 2 1 および負極リード 1 2 5 が、それぞれ外装体 1 0 7 の対向する辺から引き出されている。また、正極リード 1 2 1 および負極リード 1 2 5 を結んだ線は、二次電池 1 0 0 a の湾曲の軸と平行にならない。このような構成とすることで、正極リード 1 2 1 および負極リード 1 2 5 と電氣的に接続される、正極 1 1 1 のタブ部分および負極 1 1 5 のタブ部分を、湾曲の影響の比較的少ない箇所に設けることができる。正極 1 1 1 のタブおよび負極 1 1 5 のタブは、細く伸びた形状であり、また活物質が形成された電極部に比べて薄く、湾曲に弱くなりがちである。正極 1 1 1 のタブおよび負極 1 1 5 のタブを、湾曲の影響の少ない箇所に設けることで、より信頼性の高い二次電池 1 0 0 a とすることができる。

[0 0 7 9]

二次電池 1 0 0 a の、正極リード 1 2 1 および負極リード 1 2 5 の位置、および正極 1 1 1、負極 1 1 5 およびセパレータ 1 0 3 の形状以外の構成は、実施の形態 1 の記載を参酌することができる。また図 9 の二次電池 1 0 0 a の作製方法は、実施の形態 1 に記載の作製方法を参酌することができる。

[0 0 8 0]

[2. 変形例 2]

図 1 0 (A) に、図 9 と異なる二次電池 1 0 0 b の上面図を示す。

[0 0 8 1]

図 1 0 (A) の二次電池 1 0 0 b は、正極 1 1 1、負極 1 1 5、セパレータ 1 0 3 および外装体 1 0 7 の形状が図 9 の二次電池 1 0 0 a と異なる。図 1 0 (A) の二次電池 1 0 0 b の正極 1 1 1、負極 1 1 5、セパレータ 1 0 3 および外装体 1 0 7 は、湾曲の軸の方向よりも、正極 1 1 1 のタブ部分と負極 1 1 5 のタブ部分を結ぶ方向の方が長い。このような構造の二次電池 1 0 0 b としても、正極 1 1 1 のタブおよび負極 1 1 5 のタブを、湾曲の影響が比較的少ない箇所に設けることができる。

[0 0 8 2]

二次電池 1 0 0 b の、正極 1 1 1、負極 1 1 5、セパレータ 1 0 3 および外装体 1 0 7 の形状、正極リード 1 2 1 および負極リード 1 2 5 の位置形状以外の構成は、実施の形態 1 の記載を参酌することができる。また図 1 0 (A) の二次電池 1 0 0 b の作製方法は、実施の形態 1 に記載の作製方法を参酌することができる。

[0 0 8 3]

[3. 変形例 3]

図 1 0 (B) - 1 および図 1 0 (B) - 2 に、図 9 と異なる二次電池 1 0 0 c を示す。図 1 0 (B) - 1 は二次電池 1 0 0 c の上面図である。図 1 0 (B) - 2 は、図 1 0 (B) - 1 の一点破線 C 1 - C 2 における断面図である。

[0084]

図10(B)－1および図10(B)－2の二次電池100cは、正極111、負極115、セパレータ103および外装体107に、複数の穴221を有する。図10(B)－1および図10(B)－2に示す二次電池100cは、穴221を有する構成であるため、穴が必要な電子デバイス、例えば腕時計型デバイスのバンド部分にも配置することができる。そのため二次電池100cの容量を大きくすることができる。

[0085]

二次電池100cの、正極111、負極115、セパレータ103および外装体107の形状、正極リード121および負極リード125の位置形状以外の構成は、実施の形態1の記載を参酌することができる。また二次電池100cの作製方法は、実施の形態1に記載の作製方法を参酌することができる。

[0086]

[4. 変形例4]

図11に、図9と異なる二次電池100dを示す。図11(A)は二次電池100dの斜視図、図11(B)は二次電池100dの上面図である。図11(C)は、図11(B)の一点破線D1－D2における断面図である。なお、図11(C)では図を明瞭にするため、正極111、負極115、セパレータ103、正極リード121、負極リード125、および封止層120を抜粋して示す。

[0087]

図11に示す二次電池100dは、外装体107の3辺を接着することで封止している点で、図1の二次電池100と異なる。また正極リード121および負極リード125の位置、および正極111、負極115およびセパレータ103の形状も、図1の二次電池100と異なる。

[0088]

図11に示す二次電池100dのように、外装体107の3辺を接着することで封止する場合でも、実施の形態1で説明した作製方法を適用することで、外装体107にかかる応力を軽減することができる。

[0089]

ここで図12を用いて、図11に示す二次電池100dの作製方法の一部について説明する。

[0090]

まずセパレータ103上に、負極115を配置する(図12(A))。このとき、負極115が有する負極活物質層が、セパレータ103と重畳するように配置する。

[0091]

次に、セパレータ103を折り曲げ、負極115の上にセパレータ103を重ねる。次に、セパレータ103の上に、正極111を重ねる(図12(B))。このとき、正極111が有する正極活物質層102が、セパレータ103および負極活物質層106と重畳するように配置する。なお、集電体の片面に活物質層が形成されている電極を用いる場合は、正極111の正極活物質層102と、負極115の負極活物質層106がセパレータ103を介して対向するように配置する。

[0092]

セパレータ103にポリプロピレン等の熱溶着が可能な材料を用いている場合は、セパレータ103同士が重畳している領域を熱溶着してから次の電極を重ねることで、作製工程中に電極がずれること

を抑制できる。具体的には、負極１１５または正極１１１と重畳しておらず、セパレータ１０３同士が重畳している領域、たとえば図１２（Ｂ）の領域１０３ａで示す領域を熱溶着することが好ましい。

[００９３]

この工程を繰り返すことで、図１２（Ｃ）に示すように、セパレータ１０３を挟んで正極１１１および負極１１５を積み重ねることができる。

[００９４]

なお、あらかじめ繰り返し折り曲げたセパレータ１０３に、複数の負極１１５および複数の正極１１１を交互に挟むように配置してもよい。

[００９５]

次に、図１２（Ｃ）に示すように、セパレータ１０３で複数の正極１１１および複数の負極１１５を覆う。

[００９６]

さらに、図１２（Ｄ）に示すように、セパレータ１０３同士が重畳している領域、例えば図１２（Ｄ）に示す領域１０３ｂを熱溶着することで、複数の正極１１１と複数の負極１１５を、セパレータ１０３によって覆い、結束する。

[００９７]

なお、複数の正極１１１、複数の負極１１５およびセパレータ１０３を、結束材を用いて結束してもよい。

[００９８]

このような工程で正極１１１および負極１１５を積み重ねるため、セパレータ１０３は、１枚のセパレータ１０３の中で、複数の正極１１１と複数の負極１１５に挟まれている領域と、複数の正極１１１と複数の負極１１５を覆うように配置されている領域とを有する。

[００９９]

換言すれば、図１１の二次電池１００ｄが有するセパレータ１０３は、一部が折りたたまれた１枚のセパレータである。セパレータ１０３の折りたたまれた領域に、複数の正極１１１と、複数の負極１１５が挟まれている。

[０１００]

二次電池１００ｄの、外装体１０７の接着領域、および正極１１１、負極１１５、セパレータ１０３および外装体１０７の形状、正極リード１２１および負極リード１２５の位置形状以外の構成は、実施の形態１の記載を参酌することができる。また、正極１１１および負極１１５を積み重ねる工程以外の二次電池１００ｄの作製方法は、実施の形態１に記載の作製方法を参酌することができる。

[０１０１]

[５．変形例５]

図１３に、図１１と異なる二次電池１００ｅを示す。図１３（Ａ）は二次電池１００ｅの斜視図、図１３（Ｂ）は二次電池１００ｅの上面図である。図１３（Ｃ）－１は第１の電極組立体１３０、図１３（Ｃ）－２は第２の電極組立体１３１の断面図である。図１３（Ｄ）は、図１３（Ｂ）の一点破線Ｅ１－Ｅ２における断面図である。なお、図１３（Ｄ）では図を明瞭にするため、第１の電極組立体１３０、電極組立体１３１およびセパレータ１０３を抜粋して示す。

[０１０２]

図 1 3 に示す二次電池 1 0 0 e は、正極 1 1 1 と負極 1 1 5 の配置、およびセパレータ 1 0 3 の配置が図 1 1 の二次電池 1 0 0 d と異なる。

[0 1 0 3]

図 1 3 (D) に示すように、二次電池 1 0 0 e は、複数の第 1 の電極組立体 1 3 0 および複数の電極組立体 1 3 1 を有する。

[0 1 0 4]

図 1 3 (C) - 1 に示すように、第 1 の電極組立体 1 3 0 では、正極集電体 1 0 1 の両面に正極活物質層 1 0 2 を有する正極 1 1 1 a、セパレータ 1 0 3、負極集電体 1 0 5 の両面に負極活物質層 1 0 6 を有する負極 1 1 5 a、セパレータ 1 0 3、正極集電体 1 0 1 の両面に正極活物質層 1 0 2 を有する正極 1 1 1 a がこの順に積層されている。また図 1 3 (C) - 2 に示すように、第 2 の電極組立体 1 3 1 では、負極集電体 1 0 5 の両面に負極活物質層 1 0 6 を有する負極 1 1 5 a、セパレータ 1 0 3、正極集電体 1 0 1 の両面に正極活物質層 1 0 2 を有する正極 1 1 1 a、セパレータ 1 0 3、負極集電体 1 0 5 の両面に負極活物質層 1 0 6 を有する負極 1 1 5 a がこの順に積層されている。

[0 1 0 5]

さらに図 1 3 (D) に示すように、複数の第 1 の電極組立体 1 3 0 および複数の電極組立体 1 3 1 は、巻回したセパレータ 1 0 3 によって覆われている。

[0 1 0 6]

ここで図 1 4 を用いて、図 1 3 に示す二次電池 1 0 0 e の作製方法の一部について説明する。

[0 1 0 7]

まずセパレータ 1 0 3 上に、第 1 の電極組立体 1 3 0 を配置する (図 1 4 (A))。

[0 1 0 8]

次に、セパレータ 1 0 3 を折り曲げ、第 1 の電極組立体 1 3 0 の上にセパレータ 1 0 3 を重ねる。次に、第 1 の電極組立体 1 3 0 の上下に、セパレータ 1 0 3 を介して、2 組の第 2 の電極組立体 1 3 1 を重ねる (図 1 4 (B))。

[0 1 0 9]

次に、セパレータ 1 0 3 を、2 組の第 2 の電極組立体 1 3 1 を覆うように巻回させる。さらに、2 組の第 2 の電極組立体 1 3 1 の上下に、セパレータ 1 0 3 を介して、2 組の第 1 の電極組立体 1 3 0 を重ねる (図 1 4 (C))。

[0 1 1 0]

次に、セパレータ 1 0 3 を、2 組の第 1 の電極組立体 1 3 0 を覆うように巻回させる (図 1 4 (D))。

[0 1 1 1]

このような工程で複数の第 1 の電極組立体 1 3 0 および複数の電極組立体 1 3 1 を積み重ねるため、これらの電極組立体は、渦巻き状に巻回されたセパレータ 1 0 3 の間に配置される。

[0 1 1 2]

なお、最も外側に配置される電極組立体 1 3 0 の正極 1 1 1 a は、外側には正極活物質層 1 0 2 を設けないことが好ましい。

[0 1 1 3]

また図 1 3 (C 1) および (C 2) では、電極組立体が電極 3 枚とセパレータ 2 枚を有する構成を示したが、本発明の一態様はこれに限らない。電極を 4 枚以上、セパレータを 3 枚以上有する構成とし

てもよい。電極を増やすことで、二次電池 100e の容量をより向上させることができる。また電極を 2 枚、セパレータを 1 枚有する構成としてもよい。電極が少ない場合、より湾曲に強い二次電池 100e とすることができる。また図 13 (D) では、二次電池 100e が第 1 の電極組立体 130 を 3 組、第 2 の電極組立体を 2 組有する構成を示したが、本発明の一態様はこれに限らない。さらに多くの電極組立体を有する構成としてもよい。電極組立体を増やすことで、二次電池 100e の容量をより向上させることができる。またより少なり電極組立体を有する構成としてもよい。電極組立体が少ない場合、より湾曲に強い二次電池 100e とすることができる。

[0114]

二次電池 100e の、正極 111 と負極 115 の配置、およびセパレータ 103 の配置の他は、図 11 についての記載を参酌することができる。

[0115]

[6. 変形例 6]

図 15 (A) に、図 1 と異なる正極 111 と負極 115 およびこれら積層の例を示す。図 15 (A) では、正極集電体 101 の両面に正極活物質層 102 を有する正極 111a を 2 枚、負極集電体 105 の片面に負極活物質層 106 を有する負極 115 を 4 枚積層している。図 15 (A) のような構成としても、負極 115 の負極活物質層 106 を有さない面同士の接触面、つまり金属同士の接触面をつくることができる。同時に、正極集電体 101a の両面に活物質層を設けることで、二次電池 100 の単位体積あたりの容量を大きくすることができる。

[0116]

正極 111a と負極 115 およびこれら積層順の他は、実施の形態 1 についての記載を参酌することができる。

[0117]

[7. 変形例 7]

図 15 (B) に、図 1 と異なる正極 111a と負極 115a およびこれら積層の例を示す。図 15 (B) では、正極集電体 101 の両面に正極活物質層 102 を有する正極 111a を 2 枚、負極集電体 105 の片面に負極活物質層 106 を有する負極 115 を 2 枚、負極集電体 105 の両面に負極活物質層を有する負極 115a を 1 枚積層している。図 15 (B) のように集電体の両面に活物質層を設けることで、二次電池 100 の単位体積あたりの容量を大きくすることができる。

[0118]

正極 111a、負極 115、負極 115a およびこれら積層順の他は、実施の形態 1 についての記載を参酌することができる。

[0119]

[8. 変形例 8]

図 15 (C) に、図 1 と異なる正極 111 と負極 115 およびこれら積層の例を示す。図 15 (C) では、電解液 104 としてポリマーを有する電解液を用い、一組の正極 111、負極 115、セパレータ 103 を電解液 104 で貼りあわせている。このような構成とすることで、二次電池 100 を湾曲したとき、電池反応が行われる正極 111 と負極 115 の間が滑ることを抑制できる。

[0120]

また、正極 111 の正極活物質層 102 を有さない面同士、および負極 115 の負極活物質層 106

を有さない面同士という、金属同士の接触面を多くつくることができる。そのため二次電池 100 を湾曲したとき、これらの接触面がすべることで、湾曲の内径と外径の差により生じる応力を逃がすことができる。

[0121]

そのため、より二次電池 100 の劣化を抑制することができる。また、より信頼性の高い二次電池 100 とすることができる。

[0122]

図 15 (C) の例で電解液 104 が有するポリマーとしては、例えば、ポリエチレンオキシド系、ポリアクリロニトリル系、ポリフッ化ビニリデン系、ポリアクリレート系、ポリメタクリレート系ポリマーを用いることができる。また、常温（例えば 25℃）で電解液 104 をゲル化できるポリマーを用いることが好ましい。なお本明細書等において、例えばポリフッ化ビニリデン系ポリマーとは、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）を含むポリマーを意味し、ポリ（フッ化ビニリデン-ヘキサフルオロプロピレン）共重合体等を含む。

[0123]

なお FT-IR（フーリエ変換赤外分光光度計）等を用いることで、上記のポリマーを定性分析することができる。例えばポリフッ化ビニリデン系ポリマーは、FT-IR で得たスペクトルに、C-F 結合を示す吸収を有する。またポリアクリロニトリル系ポリマーは、FT-IR で得たスペクトルに、C≡N 結合を示す吸収を有する。

[0124]

なお正極 111 と負極 115 およびこれら積層順の他は、実施の形態 1 についての記載を参酌することができる。

[0125]

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることで実施することが可能である。また本実施の形態の変形例は、他の変形例と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

[0126]

（実施の形態 3）

本実施の形態では、図 16、図 17 および図 31 を用いて、本発明の一態様の二次電池に用いることができる材料の詳細について説明する。

[0127]

[1. 正極]

正極 111 は、正極集電体 101 と、正極集電体 101 上に形成された正極活物質層 102 などにより構成される。

[0128]

正極集電体 101 には、ステンレス、金、白金、アルミニウム、チタン等の金属、及びこれらの合金など、導電性が高く、正極の電位で溶出しにくい材料を用いることができる。また、シリコン、チタン、ネオジム、スカンジウム、モリブデンなどの耐熱性を向上させる元素が添加されたアルミニウム合金を用いることができる。また、シリコンと反応してシリサイドを形成する金属元素で形成してもよい。シリコンと反応してシリサイドを形成する金属元素としては、ジルコニウム、チタン、ハフニウム、バナジウム、ニオブ、タンタル、クロム、モリブデン、タングステン、コバルト、ニッケル等がある。

正極集電体101は、箔状、板状（シート状）、網状、パンチングメタル状、エキスパンドメタル状等の形状を適宜用いることができる。正極集電体101は、厚みが $5\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下のものを用いるとよい。また、正極集電体101の表面に、グラファイトなどを用いてアンダーコート層を設けてもよい。

[0129]

正極活物質層102は、正極活物質の他、正極活物質の密着性を高めるための結着剤（バインダ）、正極活物質層102の導電性を高めるための導電助剤等を有してもよい。

[0130]

正極活物質層102に用いる正極活物質としては、オリビン型の結晶構造、層状岩塩型の結晶構造、またはスピネル型の結晶構造を有する複合酸化物等がある。正極活物質として、例えば、 LiFeO_2 、 LiCoO_2 、 LiNiO_2 、 LiMn_2O_4 、 V_2O_5 、 Cr_2O_5 、 MnO_2 等の化合物を用いる。

[0131]

特に、 LiCoO_2 は、容量が大きいこと、 LiNiO_2 に比べて大気中で安定であること、 LiNiO_2 に比べて熱的に安定であること等の利点があるため、好ましい。

[0132]

また、 LiMn_2O_4 等のマンガンを含むスピネル型の結晶構造を有するリチウム含有材料に、少量のニッケル酸リチウム（ LiNiO_2 や $\text{LiNi}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_2$ （ $0 < x < 1$ ）（ $\text{M} = \text{Co}$ 、 Al 等））を混合すると、これを用いた二次電池の特性を向上させることができ好ましい。

[0133]

また、正極活物質として、組成式 $\text{Li}_a\text{Mn}_b\text{M}_c\text{O}_d$ で表すことができるリチウムマンガン複合酸化物を用いることができる。ここで、元素Mは、リチウム、マンガン以外から選ばれた金属元素、またはシリコン、リンを用いることが好ましく、ニッケルであることがさらに好ましい。また、リチウムマンガン複合酸化物の粒子全体を測定する場合、放電時に $0 < a / (b + c) < 2$ 、かつ $c > 0$ 、かつ $0.26 \leq (b + c) / d < 0.5$ を満たすことが好ましい。なお、リチウムマンガン複合酸化物の粒子全体の金属、シリコン、リン等の組成は、例えばICP-MS（誘導結合プラズマ質量分析計）を用いて測定することができる。またリチウムマンガン複合酸化物の粒子全体の酸素の組成は、例えばEDX（エネルギー分散型X線分析法）を用いて測定することが可能である。また、ICP-MS分析と併用して、融解ガス分析、XAFS（X線吸収微細構造）分析の価数評価を用いることで求めることができる。なお、リチウムマンガン複合酸化物とは、少なくともリチウムとマンガンを含む酸化物をいい、クロム、コバルト、アルミニウム、ニッケル、鉄、マグネシウム、モリブデン、亜鉛、インジウム、ガリウム、銅、チタン、ニオブ、シリコン、およびリンなどからなる群から選ばれる少なくとも一種の元素を含んでいてもよい。

[0134]

なお、高容量を発現させるために、表層部と中心部で、結晶構造、結晶方位または酸素含有量が異なる領域を有するリチウムマンガン複合酸化物とすることが好ましい。このようなリチウムマンガン複合酸化物とするために、組成式が $\text{Li}_a\text{Mn}_b\text{Ni}_c\text{O}_d$ （ $1.6 \leq a \leq 1.848$ 、 $0.19 \leq c / b \leq 0.935$ 、 $2.5 \leq d \leq 3$ ）の範囲とすることが好ましい。さらに、 $\text{Li}_{1.68}\text{Mn}_{0.8062}\text{Ni}_{0.318}\text{O}_3$ の組成式であらわされるリチウムマンガン複合酸化物を用いることが特に好ましい。本明細書等において、 $\text{Li}_{1.68}\text{Mn}_{0.8062}\text{Ni}_{0.318}\text{O}_3$ の組成式であらわされるリチウムマンガ

ン複合酸化物とは、原料材料の量の割合（モル比）を、 $\text{Li}_2\text{CO}_3:\text{MnCO}_3:\text{NiO}=0.84:0.8062:0.318$ とすることにより形成したリチウムマンガン複合酸化物をいう。そのため該リチウムマンガン複合酸化物は、組成式 $\text{Li}_{1.68}\text{Mn}_{0.8062}\text{Ni}_{0.318}\text{O}_3$ で表されるが、この組成からずれることもある。

[0135]

結晶構造、結晶方位または酸素含有量が異なる領域を有するリチウムマンガン複合酸化物の粒子の断面図の例を図16に示す。

[0136]

図16（A）に示すように、結晶構造、結晶方位または酸素含有量が異なる領域を有するリチウムマンガン複合酸化物は、第1の領域331と、第2の領域332と、第3の領域333を有することが好ましい。第2の領域は、第1の領域の外側の少なくとも一部に接する。ここで、外側とは、粒子の表面により近いことを示す。また、第3の領域は、リチウムマンガン複合酸化物を有する粒子の、表面と一致する領域を有することが好ましい。

[0137]

また、図16（B）に示すように、第1の領域331は、第2の領域332に覆われない領域を有してもよい。また、第2の領域332は、第3の領域333に覆われない領域を有してもよい。また、例えば第1の領域331に第3の領域333が接する領域を有してもよい。また、第1の領域331は、第2の領域332および第3の領域333のいずれにも覆われない領域を有してもよい。

[0138]

第2の領域は、第1の領域と異なる組成を有することが好ましい。

[0139]

例えば、第1の領域と第2の領域の組成を分けて測定し、第1の領域がリチウム、マンガン、元素Mおよび酸素を有し、第2の領域がリチウム、マンガン、元素Mおよび酸素を有し、第1の領域のリチウム、マンガン、元素M、および酸素の原子数比は $a_1:b_1:c_1:d_1$ で表され、第2の領域のリチウム、マンガン、元素M、および酸素の原子数比は $a_2:b_2:c_2:d_2$ で表される場合について説明する。なお、第1の領域と第2の領域のそれぞれの組成は、例えばTEM（透過型電子顕微鏡）を用いたEDX（エネルギー分散型X線分析法）で測定することができる。EDXを用いた測定では、リチウムの組成の測定が困難な場合がある。そのため、以下では、第1の領域と第2の領域の組成の違いは、リチウム以外の元素について述べる。ここで、 $d_1/(b_1+c_1)$ は2.2以上が好ましく、2.3以上であることがより好ましく、2.35以上3以下であることがさらに好ましい。また、 $d_2/(b_2+c_2)$ は2.2未満であることが好ましく、2.1未満であることがより好ましく、1.1以上1.9以下であることがさらに好ましい。またこの場合でも、第1の領域と第2の領域を含むリチウムマンガン複合酸化物粒子全体の組成は、前述の $0.26 \leq (b+c)/d < 0.5$ を満たすことが好ましい。

[0140]

また、第2の領域が有するマンガンは、第1の領域が有するマンガンと異なる価数を有してもよい。また、第2の領域が有する元素Mは、第1の領域が有する元素Mと異なる価数を有してもよい。

[0141]

より具体的には、第1の領域331は、層状岩塩型の結晶構造を有するリチウムマンガン複合酸化物

であることが好ましい。また第2の領域332は、スピネル型の結晶構造を有するリチウムマンガン複合酸化物であることが好ましい。

[0142]

ここで、各領域の組成や、元素の価数に空間的な分布がある場合には、例えば複数の箇所についてその組成や価数を評価し、その平均値を算出し、該領域の組成や価数としてもよい。

[0143]

また、第2の領域と第1の領域との間に、遷移層を有してもよい。ここで遷移層とは、例えば組成が連続的、あるいは段階的に変化する領域である。または、遷移層とは、結晶構造が連続的、あるいは段階的に変化する領域である。または、遷移層とは、結晶の格子定数が連続的、あるいは段階的に変化する領域である。または、第2の領域と第1の領域との間に、混合層を有してもよい。ここで混合層とは、例えば異なる結晶方位を有する2以上の結晶が混合する場合を指す。あるいは、混合層とは、例えば異なる結晶構造を有する2以上の結晶が混合する場合を指す。あるいは、混合層とは、例えば異なる組成を有する2以上の結晶が混合する場合を指す。

[0144]

第3の領域には、炭素または金属化合物を用いることができる。ここで、金属としては例えばコバルト、アルミニウム、ニッケル、鉄、マンガン、チタン、亜鉛、リチウム等が挙げられる。金属化合物の一例として、第3の領域はこれらの金属との酸化物や、フッ化物などを有してもよい。

[0145]

第3の領域は、上記の中でも、炭素を有することが特に好ましい。炭素は導電性が高いため、炭素で被覆された粒子を蓄電池の電極に用いることにより、例えば電極の抵抗を低くすることができる。また、第3の領域が炭素を有することで、第3の領域と接する第2の領域を酸化することができる。また、第3の領域はグラフェンを有してもよく、酸化グラフェンを有してもよく、還元した酸化グラフェンを有してもよい。グラフェンおよび還元された酸化グラフェンは、高い導電性を有するという優れた電気特性、および柔軟性並びに機械的強度が高いという優れた物理特性を有する。またリチウムマンガン複合酸化物の粒子を効率よく被覆することができる。

[0146]

第3の領域が、グラフェンをはじめとする炭素を有することで、リチウムマンガン複合酸化物を正極材料に用いた二次電池の、サイクル特性を向上させることができる。

[0147]

炭素を含む層の膜厚は、0.4 nm以上40 nm以下とすることが好ましい。

[0148]

また、リチウムマンガン複合酸化物は、例えば、一次粒子の平均粒子径が、5 nm以上50 μ m以下であることが好ましく、100 nm以上500 nm以下であることがより好ましい。また比表面積が5 m²/g以上15 m²/g以下であることが好ましい。また、二次粒子の平均粒子径は、5 μ m以上50 μ m以下であることが好ましい。なお平均粒子径は、SEM（走査型電子顕微鏡）またはTEMによる観察、またはレーザ回折・散乱法を用いた粒度分布計等によって測定することができる。また比表面積は、ガス吸着法により測定することができる。

[0149]

または、正極活物質として、複合材料（一般式LiMPO₄（Mは、Fe（II）、Mn（II）、C

o (I I)、Ni (I I) の一以上)) を用いることができる。一般式 LiMPO_4 の代表例としては、 LiFePO_4 、 LiNiPO_4 、 LiCoPO_4 、 LiMnPO_4 、 $\text{LiFe}_a\text{Ni}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_a\text{Co}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_a\text{Mn}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiNi}_a\text{Co}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiNi}_a\text{Mn}_b\text{PO}_4$ ($a+b$ は 1 以下、 $0 < a < 1$ 、 $0 < b < 1$)、 $\text{LiFe}_c\text{Ni}_d\text{Co}_e\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_c\text{Ni}_d\text{Mn}_e\text{PO}_4$ 、 $\text{LiNi}_c\text{Co}_d\text{Mn}_e\text{PO}_4$ ($c+d+e$ は 1 以下、 $0 < c < 1$ 、 $0 < d < 1$ 、 $0 < e < 1$)、 $\text{LiFe}_f\text{Ni}_g\text{Co}_h\text{Mn}_i\text{PO}_4$ ($f+g+h+i$ は 1 以下、 $0 < f < 1$ 、 $0 < g < 1$ 、 $0 < h < 1$ 、 $0 < i < 1$) 等のリチウム化合物を材料として用いることができる。

[0150]

特に LiFePO_4 は、安全性、安定性、高容量密度、初期酸化（充電）時に引き抜けるリチウムイオンの存在等、正極活物質に求められる事項をバランスよく満たしているため、好ましい。

[0151]

または、一般式 $\text{Li}_{(2-j)}\text{MSiO}_4$ (M は、Fe (I I)、Mn (I I)、Co (I I)、Ni (I I) の一以上、 $0 \leq j \leq 2$) 等の複合材料を用いることができる。一般式 $\text{Li}_{(2-j)}\text{MSiO}_4$ の代表例としては、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{FeSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{NiSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{CoSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{MnSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Ni}_l\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Co}_l\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Mn}_l\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_k\text{Co}_l\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_k\text{Mn}_l\text{SiO}_4$ ($k+l$ は 1 以下、 $0 < k < 1$ 、 $0 < l < 1$)、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_m\text{Ni}_n\text{Co}_q\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_m\text{Ni}_n\text{Mn}_q\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_m\text{Co}_n\text{Mn}_q\text{SiO}_4$ ($m+n+q$ は 1 以下、 $0 < m < 1$ 、 $0 < n < 1$ 、 $0 < q < 1$)、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_r\text{Ni}_s\text{Co}_t\text{Mn}_u\text{SiO}_4$ ($r+s+t+u$ は 1 以下、 $0 < r < 1$ 、 $0 < s < 1$ 、 $0 < t < 1$ 、 $0 < u < 1$) 等のリチウム化合物を材料として用いることができる。

[0152]

また、正極活物質として、 $\text{A}_x\text{M}_2(\text{XO}_4)_3$ ($\text{A} = \text{Li}$ 、 Na 、 Mg 、 $\text{M} = \text{Fe}$ 、 Mn 、 Ti 、 V 、 Nb 、 $\text{X} = \text{S}$ 、 P 、 Mo 、 W 、 As 、 Si) の一般式で表されるナシコン型化合物を用いることができる。ナシコン型化合物としては、 $\text{Fe}_2(\text{MnO}_4)_3$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{Li}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ 等がある。また、正極活物質として、 $\text{Li}_2\text{MPO}_4\text{F}$ 、 $\text{Li}_2\text{MP}_2\text{O}_7$ 、 Li_5MO_4 ($\text{M} = \text{Fe}$ 、 Mn) の一般式で表される化合物、 NaFeF_3 、 FeF_3 等のペロブスカイト型フッ化物、 TiS_2 、 MoS_2 等の金属カルコゲナイド（硫化物、セレン化物、テルル化物）、 LiMVO_4 等の逆スピネル型の結晶構造を有する酸化物、バナジウム酸化物系 (V_2O_5 、 V_6O_{13} 、 LiV_3O_8 等)、マンガン酸化物、有機硫黄化合物等の材料を用いることができる。

[0153]

なお、キャリアイオンが、リチウムイオン以外のアルカリ金属イオンや、アルカリ土類金属イオンの場合、正極活物質として、リチウムの代わりに、アルカリ金属（例えば、ナトリウムやカリウム等）、アルカリ土類金属（例えば、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、ベリリウム、マグネシウム等）を用いてもよい。例えば、 NaFeO_2 や、 $\text{Na}_{2/3}[\text{Fe}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ などのナトリウム含有層状酸化物を正極活物質として用いることができる。

[0154]

なお、図示しないが、正極活物質層 102 の表面に炭素層などの導電性材料を設けてもよい。炭素層などの導電性材料を設けることで、電極の導電性を向上させることができる。例えば、正極活物質層 102 への炭素層の被覆は、正極活物質の焼成時にグルコース等の炭水化物を混合することで形成す

ることができる。

[0155]

粒状の正極活物質層102の一次粒子の平均粒子径は、50nm以上100 μ m以下のものを用いるとよい。

[0156]

導電助剤としては、例えば炭素材料、金属材料、又は導電性セラミックス材料等を用いることができる。また、導電助剤として繊維状の材料を用いてもよい。活物質層の総量に対する導電助剤の含有量は、1wt%以上10wt%以下が好ましく、1wt%以上5wt%以下がより好ましい。

[0157]

導電助剤により、電極中に電気伝導のネットワークを形成することができる。導電助剤により、正極活物質どうしの電気伝導の経路を維持することができる。活物質層中に導電助剤を添加することにより、高い電気伝導性を有する活物質層を実現することができる。

[0158]

導電助剤としては、例えば天然黒鉛、メソカーボンマイクロビーズ等の人造黒鉛、炭素繊維などを用いることができる。炭素繊維としては、例えばメソフェーズピッチ系炭素繊維、等方性ピッチ系炭素繊維等の炭素繊維を用いることができる。また炭素繊維として、カーボンナノファイバーやカーボンナノチューブなどを用いることができる。カーボンナノチューブは、例えば気相成長法などで作製することができる。また、導電助剤として、例えばカーボンブラック（アセチレンブラック（AB）など）、グラファイト（黒鉛）粒子、グラフェン、フラーレンなどの炭素材料を用いることができる。また、例えば、銅、ニッケル、アルミニウム、銀、金などの金属粉末や金属繊維、導電性セラミックス材料等を用いることができる。

[0159]

薄片状のグラフェンは、高い導電性を有するという優れた電気特性、及び柔軟性並びに機械的強度という優れた物理特性を有する。そのため、グラフェンを、導電助剤として用いることにより、活物質同士の接触点や、接触面積を増大させることができる。

[0160]

なお、本明細書において、グラフェンは、単層のグラフェン、又は2層以上100層以下の多層グラフェンを含む。単層グラフェンとは、 π 結合を有する1原子層の炭素分子のシートのことをいう。また、酸化グラフェンとは、上記グラフェンが酸化された化合物のことをいう。なお、酸化グラフェンを還元してグラフェンを形成する場合、酸化グラフェンに含まれる酸素は全て脱離されずに、一部の酸素はグラフェンに残存する。グラフェンに酸素が含まれる場合、酸素の割合は、XPSで測定した場合にグラフェン全体の2atomic%以上11atomic%以下、好ましくは3atomic%以上10atomic%以下である。

[0161]

グラフェンは、接触抵抗の低い面接触を可能とするものであり、また、薄くても導電性が非常に高く、少ない量でも効率よく活物質層内で導電パスを形成することができる。

[0162]

平均粒子径の小さい活物質、例えば1 μ m以下の活物質を用いる場合には、活物質の比表面積が大きく、活物質同士を繋ぐ導電パスがより多く必要となる。このような場合には、導電性が非常に高く少

ない量でも効率よく導電パスを形成することができるグラフェンを用いることが、特に好ましい。

[0163]

以下では、正極活物質層に、導電助剤としてグラフェンを用いる場合の断面構成例を説明する。なお、負極活物質層に導電助剤としてグラフェンを用いてもよい。

[0164]

図17(A)に、正極活物質層102および正極集電体101の縦断面図を示す。正極活物質層102は、粒状の正極活物質322と、導電助剤としてのグラフェン321と、結着剤（バインダともいう。図示せず）と、を含む。

[0165]

正極活物質層102の縦断面においては、図17(A)に示すように、正極活物質層102の内部において概略均一にシート状のグラフェン321が分散する。図17(A)においてはグラフェン321を模式的に太線で表しているが、実際には炭素分子の単層又は多層の厚みを有する薄膜である。複数のグラフェン321は、複数の粒状の正極活物質322を包むように、覆うように、あるいは複数の粒状の正極活物質322の表面上に張り付くように形成されているため、互いに面接触している。また、グラフェン321どうしも互いに面接触することで、複数のグラフェン321により三次元的な電気伝導のネットワークを形成している。

[0166]

これはグラフェン321の形成に、極性溶媒中での分散性が極めて高い酸化グラフェンを用いるためである。均一に分散した酸化グラフェンを含有する懸濁液から分散媒を揮発除去し、酸化グラフェンを還元してグラフェンとするため、正極活物質層102に残留するグラフェン321は部分的に重なり合い、互いに面接触する程度に分散していることで電気伝導の経路を形成している。なお、酸化グラフェンの還元は、例えば熱処理により行ってもよいし、還元剤を用いて行ってもよい。

[0167]

従って、活物質と点接触するアセチレンブラック等の粒状の導電助剤と異なり、グラフェン321は接触抵抗の低い面接触を可能とするものであるから、導電助剤の量を増加させることなく、粒状の正極活物質322とグラフェン321との電気伝導性を向上させることができる。よって、正極活物質322の正極活物質層102における比率を増加させることができる。これにより、蓄電装置の放電容量を増加させることができる。

[0168]

また、グラフェン同士が結合することにより、網目状のグラフェン（以下グラフェンネットと呼ぶ）を形成することができる。活物質をグラフェンネットが被覆する場合に、グラフェンネットは粒子間を結合するバインダとしても機能することができる。よって、バインダの量を少なくすることができる、又は使用しないことができるため、電極体積や電極重量に占める活物質の比率を向上させることができる。すなわち、蓄電装置の容量を増加させることができる。

[0169]

上記のような、正極活物質層または負極活物質層に、導電助剤としてグラフェンを用いる構成は、湾曲または可撓性を有する二次電池において特に有効である。

[0170]

図31(A)に、従来例として、導電助剤にアセチレンブラックをはじめとする粒子状の導電助剤3

23を用いた場合の正極活物質層102および正極集電体101の縦断面図を示す。正極活物質322同士は、粒子状の導電助剤323との接触によって電気伝導のネットワークが形成されている。

[0171]

図31(B)に、図31(A)の正極活物質層102および正極集電体101を湾曲させた場合を示す。図31(B)のように、導電助剤に粒子状の導電助剤323を用いると、正極活物質層102の湾曲に伴って、正極活物質322同士の距離が変化し、正極活物質322同士の電気伝導のネットワークの一部が切れてしまう恐れがある。

[0172]

一方、導電助剤としてグラフェンを用いた図17(A)の正極活物質層102および正極集電体101を湾曲させた場合を図17(B)に示す。グラフェンは柔軟性を有するシートであるため、図17(B)のように正極活物質層102の湾曲に伴って、正極活物質322同士の距離が変化しても、電気伝導のネットワークを維持することができる。

[0173]

本発明の一態様の二次電池に用いる電極は様々な方法で作製することができる。例えば、塗布法を用いて集電体上に活物質層を形成する場合は、活物質とバインダと導電助剤と分散媒（溶媒ともいう）を混合してペーストを作製し、集電体上にペーストを塗布して、分散媒を気化させればよい。その後、必要があれば、ロールプレス法や平板プレス法等の圧縮方法によりプレスして圧密化してもよい。

[0174]

分散媒としては、例えば、水や、N-メチルピロリドン（NMP）やジメチルホルムアミド等の極性を有する有機溶媒等を用いることができる。安全性とコストの観点から、水を用いることが好ましい。

[0175]

バインダとしては、例えば水溶性の高分子を含むことが好ましい。水溶性の高分子としては、例えば多糖類などを用いることができる。多糖類としては、カルボキシメチルセルロース（CMC）、メチルセルロース、エチルセルロース、ヒドロキシプロピルセルロース、ジアセチルセルロース、再生セルロースなどのセルロース誘導体や、澱粉などを用いることができる。

[0176]

また、バインダとしては、スチレン-ブタジエンゴム（SBR）、スチレン・イソプレン・スチレンゴム、アクリロニトリル・ブタジエンゴム、ブタジエンゴム、フッ素ゴム、エチレン・プロピレン・ジエン共重合体などのゴム材料を用いることが好ましい。これらのゴム材料は、前述の水溶性の高分子と併用して用いると、さらに好ましい。

[0177]

または、バインダとしては、ポリスチレン、ポリアクリル酸メチル、ポリメタクリル酸メチル（PMMA）、ポリアクリル酸ナトリウム、ポリビニルアルコール（PVA）、ポリエチレンオキシド（PEO）、ポリプロピレンオキシド、ポリイミド、ポリ塩化ビニル、ポリテトラフルオロエチレン、ポリエチレン、ポリプロピレン、イソブチレン、ポリエチレンテレフタレート、ナイロン、ポリフッ化ビニリデン（PVdF）、ポリアクリロニトリル（PAN）、ポリビニルクロライド、エチレンプロピレンジエンポリマー、ポリ酢酸ビニル、ポリメチルメタクリレート、ニトロセルロース等の材料を用いることが好ましい。

[0178]

バインダは上記のうち二種類以上を組み合わせて使用してもよい。

[0179]

正極活物質層102の総量に対するバインダの含有量は、1wt%以上10wt%以下が好ましく、2wt%以上8wt%以下がより好ましく、3wt%以上5wt%以下がさらに好ましい。また、正極活物質層102の総量に対する導電助剤の含有量は、1wt%以上10wt%以下が好ましく、1wt%以上5wt%以下がより好ましい。

[0180]

塗布法を用いて正極活物質層102を形成する場合は、正極活物質とバインダと導電助剤を混合して正極ペースト（スラリー）を作製し、正極集電体101上に塗布して乾燥させればよい。

[0181]

[2. 負極]

負極115は、負極集電体105と、負極集電体105上に形成された負極活物質層106などにより構成される。

[0182]

負極集電体105には、ステンレス、金、白金、鉄、銅、チタン等の金属、及びこれらの合金など、導電性の高く、リチウム等のキャリアイオンと合金化しない材料を用いることができる。また、シリコン、チタン、ネオジム、スカンジウム、モリブデンなどの耐熱性を向上させる元素が添加されたアルミニウム合金を用いることができる。負極集電体105は、箔状、板状（シート状）、網状、パンチングメタル状、エキスパンドメタル状等の形状を適宜用いることができる。負極集電体105は、厚みが5 μ m以上30 μ m以下のものを用いるとよい。また、負極集電体105の表面に、グラファイトなどを用いてアンダーコート層を設けてもよい。

[0183]

なお、負極集電体の材料をステンレス、チタンなどの強度のあるものとする、負極活物質層の膨張に伴う負極集電体の変形に耐えることができ、好ましい。これは、負極活物質として、ケイ素を含む材料をはじめとする充放電に伴う体積の変化が大きい材料を用いる場合に特に好適である。

[0184]

負極活物質層106は、負極活物質の他、負極活物質の密着性を高めるための結着剤（バインダ）、負極活物質層106の導電性を高めるための導電助剤等を有してもよい。負極活物質層に用いるバインダおよび導電助剤の材料は、正極活物質層に用いるバインダおよび導電助剤の材料を参酌することができる。

[0185]

負極活物質としては、リチウムの溶解・析出、又はリチウムイオンとの可逆的な反応が可能な材料を用いることができ、リチウム金属、炭素系材料、合金系材料等を用いることができる。

[0186]

リチウム金属は、酸化還元電位が低く（標準水素電極に対して-3.045V）、重量及び体積当たりの比容量が大きい（それぞれ3860mAh/g、2062mAh/cm³）ため、好ましい。

[0187]

炭素系材料としては、黒鉛、易黒鉛化性炭素（ソフトカーボン）、難黒鉛化性炭素（ハードカーボン）、カーボンナノチューブ、グラフェン、カーボンブラック等がある。

[0188]

黒鉛としては、メソカーボンマイクロビーズ (MCMB)、コークス系人造黒鉛、ピッチ系人造黒鉛等の人造黒鉛や、球状化天然黒鉛等の天然黒鉛がある。

[0189]

黒鉛はリチウムイオンが黒鉛に挿入されたとき (リチウム-黒鉛層間化合物の生成時) にリチウム金属と同程度に卑な電位を示す ($0.1 \sim 0.3 \text{ V vs. Li/Li}^+$)。これにより、リチウムイオン二次電池は高い作動電圧を示すことができる。さらに、黒鉛は、単位体積当たりの容量が比較的高い、体積膨張が小さい、安価である、リチウム金属に比べて安全性が高い等の利点を有するため、好ましい。

[0190]

また、負極活物質には上述の炭素材の他、キャリアイオンとの合金化、脱合金化反応により充放電反応を行うことが可能な合金系材料を用いることができる。キャリアイオンがリチウムイオンである場合、合金系材料としては、例えば、 Mg 、 Ca 、 Al 、 Si 、 Ge 、 Sn 、 Pb 、 As 、 Sb 、 Bi 、 Ag 、 Au 、 Zn 、 Cd 、 Hg 、及び In 等のうちの少なくとも一つを含む材料を用いることができる。このような元素は炭素に対して容量が大きく、特にシリコンは理論容量が 4200 mAh/g と飛躍的に高い。このため、負極活物質にシリコンを用いることが好ましい。このような元素を用いた合金系材料としては、例えば、 Mg_2Si 、 Mg_2Ge 、 Mg_2Sn 、 SnS_2 、 V_2Sn_3 、 FeSn_2 、 CoSn_2 、 Ni_3Sn_2 、 Cu_6Sn_5 、 Ag_3Sn 、 Ag_3Sb 、 Ni_2MnSb 、 CeSb_3 、 LaSn_3 、 $\text{La}_3\text{Co}_2\text{Sn}_7$ 、 CoSb_3 、 InSb 、 SbSn 等がある。

[0191]

また、負極活物質として、 SiO 、 SnO 、 SnO_2 、二酸化チタン (TiO_2)、リチウムチタン酸化物 ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$)、リチウム-黒鉛層間化合物 (Li_xC_6)、五酸化ニオブ (Nb_2O_5)、酸化タングステン (WO_2)、酸化モリブデン (MoO_2) 等の酸化物を用いることができる。

[0192]

なお、 SiO とは、ケイ素リッチの部分を含むケイ素酸化物の粉末を指しており、 SiO_y ($2 > y > 0$) と表記できる。例えば SiO は、 Si_2O_3 、 Si_3O_4 、または Si_2O から選ばれた単数または複数を含む材料や、 Si の粉末と二酸化ケイ素 (SiO_2) の混合物も含む。また、 SiO は他の元素 (炭素、窒素、鉄、アルミニウム、銅、チタン、カルシウム、マンガンなど) を含む場合もある。即ち、単結晶 Si 、アモルファス Si 、多結晶 Si 、 Si_2O_3 、 Si_3O_4 、 Si_2O 、 SiO_2 から選ばれる複数を含む材料を指しており、 SiO は有色材料である。 SiO ではない SiO_x (X は2以上) であれば無色透明、或いは白色であり、区別することができる。ただし、二次電池の材料として SiO を用いて二次電池を作製した後、充放電を繰り返すなどによって、 SiO が酸化した場合には、 SiO_2 に変質する場合もある。

[0193]

また、負極活物質として、リチウムと遷移金属の複窒化物である、 Li_3N 型構造をもつ $\text{Li}_{3-x}\text{M}_x\text{N}$ ($\text{M}=\text{Co}$ 、 Ni 、 Cu) を用いることができる。例えば、 $\text{Li}_{2.6}\text{Co}_{0.4}\text{N}_3$ は大きな充放電容量 (900 mAh/g 、 1890 mAh/cm^3) を示し好ましい。

[0194]

リチウムと遷移金属の複窒化物を用いると、負極活物質中にリチウムイオンを含むため、正極活物質

としてリチウムイオンを含まない V_2O_5 、 Cr_3O_8 等の材料と組み合わせることができ好ましい。なお、正極活物質にリチウムイオンを含む材料を用いる場合でも、あらかじめ正極活物質に含まれるリチウムイオンを脱離させておくことで負極活物質としてリチウムと遷移金属の複窒化物を用いることができる。

[0195]

また、コンバージョン反応が生じる材料を負極活物質として用いることもできる。例えば、酸化コバルト(CoO)、酸化ニッケル(NiO)、酸化鉄(FeO)等の、リチウムと合金化反応を行わない遷移金属酸化物を負極活物質に用いてもよい。コンバージョン反応が生じる材料としては、さらに、 Fe_2O_3 、 CuO 、 Cu_2O 、 RuO_2 、 Cr_2O_3 等の酸化物、 $CoS_{0.89}$ 、 NiS 、 CuS 等の硫化物、 Zn_3N_2 、 Cu_3N 、 Ge_3N_4 等の窒化物、 NiP_2 、 FeP_2 、 CoP_3 等のリン化物、 FeF_3 、 BiF_3 等のフッ化物でも起こる。なお、上記フッ化物の電位は高いため、正極活物質として用いてもよい。

[0196]

塗布法を用いて負極活物質層106を形成する場合は、負極活物質と結着剤を混合して負極ペースト(スラリー)を作製し、負極集電体105上に塗布して乾燥させればよい。

[0197]

また、負極活物質層106の表面に、グラフェンを形成してもよい。例えば、負極活物質をシリコンとした場合、充放電サイクルにおけるキャリアイオンの吸蔵・放出に伴う体積の変化が大きいため、負極集電体105と負極活物質層106との密着性が低下し、充放電により電池特性が劣化してしまう。そこで、シリコンを含む負極活物質層106の表面にグラフェンを形成すると、充放電サイクルにおいて、シリコンの体積が変化したとしても、負極集電体105と負極活物質層106との密着性の低下を抑制することができ、電池特性の劣化が低減されるため好ましい。

[0198]

また、負極活物質層106の表面に、酸化物等の被膜を形成してもよい。充電時において電解液の分解等により形成される被膜は、その形成時に消費された電荷量を放出することができず、不可逆容量を形成する。これに対し、酸化物等の被膜をあらかじめ負極活物質層106の表面に設けておくことで、不可逆容量の発生を抑制又は防止することができる。

[0199]

このような負極活物質層106を被覆する被膜には、ニオブ、チタン、バナジウム、タンタル、タングステン、ジルコニウム、モリブデン、ハフニウム、クロム、アルミニウム若しくはシリコンのいずれか一の酸化膜、又はこれら元素のいずれか一とリチウムとを含む酸化膜を用いることができる。このような被膜は、従来の電解液の分解生成物により負極表面に形成される被膜に比べ、十分緻密な膜である。

[0200]

例えば、酸化ニオブ(Nb_2O_5)は、電気伝導度が $10^{-9} S/cm$ と低く、高い絶縁性を示す。このため、酸化ニオブ膜は負極活物質と電解液との電気化学的な分解反応を阻害する。一方で、酸化ニオブのリチウム拡散係数は $10^{-9} cm^2/sec$ であり、高いリチウムイオン伝導性を有する。このため、リチウムイオンを透過させることが可能である。また、酸化シリコンや酸化アルミニウムを用いてもよい。

[0201]

負極活物質層106を被覆する被膜の形成には、例えばゾルーゲル法を用いることができる。ゾルーゲル法とは、金属アルコキシドや金属塩等からなる溶液を、加水分解反応・重縮合反応により流動性を失ったゲルとし、このゲルを焼成して薄膜を形成する方法である。ゾルーゲル法は液相から薄膜を形成する方法であるから、原料を分子レベルで均質に混合することができる。このため、溶媒の段階の金属酸化膜の原料に、黒鉛等の負極活物質を加えることで、容易にゲル中に活物質を分散させることができる。このようにして、負極活物質層106の表面に被膜を形成することができる。当該被膜を用いることで、蓄電体の容量の低下を防止することができる。

[0202]

[3. セパレータ]

セパレータ103を形成するための材料として、セルロースや、ポリプロピレン (PP)、ポリエチレン (PE)、ポリブテン、ナイロン、ポリエステル、ポリスルホン、ポリアクリロニトリル、ポリフッ化ビニリデン、テトラフルオロエチレン等の多孔性絶縁体を用いることができる。また、ガラス繊維等の不織布や、ガラス繊維と高分子繊維を複合した隔膜を用いてもよい。また、耐熱性を高めるために、ポリエステル不織布に、セラミック塗布やアラミドのコーティングを行ったセパレータを用いてもよい。

[0203]

[4. 電解液]

二次電池100に用いる電解液104の溶媒としては、非プロトン性有機溶媒が好ましく、例えば、エチレンカーボネート (EC)、プロピレンカーボネート (PC)、ブチレンカーボネート、クロロエチレンカーボネート、ビニレンカーボネート、 γ -ブチロラクトン、 γ -バレロラクトン、ジメチルカーボネート (DMC)、ジエチルカーボネート (DEC)、エチルメチルカーボネート (EMC)、ギ酸メチル、酢酸メチル、酪酸メチル、1, 3-ジオキサン、1, 4-ジオキサン、ジメトキシエタン (DME)、ジメチルスルホキシド、ジエチルエーテル、メチルジグリム、アセトニトリル、ベンゾニトリル、テトラヒドロフラン、スルホラン、スルトン等の1種、又はこれらのうちの2種以上を任意の組み合わせ及び比率で用いることができる。

[0204]

また、電解液の溶媒としてゲル化される高分子材料を用いることで、漏液性に対する安全性が高まる。また、二次電池の薄型化及び軽量化が可能である。ゲル化される高分子材料の代表例としては、シリコーンゲル、アクリル系ゲル、アクリロニトリルゲル、ポリエチレンオキサイド系ゲル、ポリプロピレンオキサイド系ゲル、フッ素系ポリマーのゲル等がある。

[0205]

また、電解液の溶媒として、難燃性及び難揮発性であるイオン液体（常温溶融塩）を一つ又は複数用いることで、蓄電体の内部短絡や、過充電等によって内部温度が上昇しても、二次電池の破裂や発火などを防ぐことができる。

[0206]

また、上記の溶媒に溶解させる電解質としては、キャリアにリチウムイオンを用いる場合、例えば LiPF_6 、 LiClO_4 、 LiAsF_6 、 LiBF_4 、 LiAlCl_4 、 LiSCN 、 LiBr 、 LiI 、 Li_2SO_4 、 $\text{Li}_2\text{B}_{10}\text{C}_{110}$ 、 $\text{Li}_2\text{B}_{12}\text{C}_{112}$ 、 LiCF_3SO_3 、 $\text{LiC}_4\text{F}_9\text{SO}_3$ 、 Li

$\text{C}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3$ 、 $\text{LiC}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_3$ 、 $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ 、 $\text{LiN}(\text{C}_4\text{F}_9\text{SO}_2)(\text{CF}_3\text{SO}_2)$ 、 $\text{LiN}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2$ 等のリチウム塩を一種、又はこれらのうちの二種以上を任意の組み合わせ及び比率で用いることができる。

[0207]

また、二次電池に用いる電解液は、粒状のごみや電解液の構成元素以外の元素（以下、単に「不純物」ともいう。）の含有量が少ない高純度化された電解液を用いることが好ましい。具体的には、電解液に対する不純物の重量比を1%以下、好ましくは0.1%以下、より好ましくは0.01%以下とすることが好ましい。また、電解液にビニレンカーボネートなどの添加剤を加えてもよい。

[0208]

[5. 外装体]

二次電池の構造としては、様々な構造があるが、本実施の形態では、外装体107の形成にフィルムを用いる。なお、外装体107を形成するためのフィルムは金属フィルム（アルミニウム、ステンレス、ニッケル銅など）、有機材料からなるプラスチックフィルム、有機材料（有機樹脂や繊維など）と無機材料（セラミックなど）とを含むハイブリッド材料フィルム、炭素含有無機フィルム（カーボンフィルム、グラファイトフィルムなど）から選ばれる単層フィルムまたはこれら複数からなる積層フィルムを用いる。金属フィルムは、エンボス加工を行いやすく、エンボス加工を行って凹部または凸部を形成すると外気に触れる外装体107の表面積が増大するため、放熱効果に優れている。

[0209]

また、外部から力を加えて二次電池100の形状を変化させた場合、二次電池100の外装体107に外部から曲げ応力が加わり、外装体107の一部が変形または一部破壊が生じる恐れがある。外装体107に凹部または凸部を形成することにより、外装体107に加えられた応力によって生じるひずみを緩和することができる。よって、二次電池100の信頼性を高めることができる。なお、ひずみとは物体の基準（初期状態）長さに対する物体内の物質点の変位を示す変形の尺度である。外装体107に凹部または凸部を形成することにより、二次電池の外部から力を加えて生じるひずみによる影響を許容範囲内に抑えることができる。よって、信頼性の良い二次電池を提供することができる。

[0210]

本実施の形態は、他の実施の形態および実施例と適宜組み合わせて実施することが可能である。

[0211]

（実施の形態4）

上記実施の形態で説明した負極を含む二次電池と組み合わせて用いることができる電池制御ユニット（Battery Management Unit: BMU）、及び該電池制御ユニットを構成する回路に適したトランジスタについて、図18乃至図24を参照して説明する。本実施の形態では、特に直列に接続された電池セルを有する蓄電装置の電池制御ユニットについて説明する。

[0212]

直列に接続された複数の電池セルに対して充放電を繰り返していくと、電池セル間において、充放電特性にばらつきが生じて、各電池セルの容量（出力電圧）が異なってくる。直列に接続された電池セルでは、全体の放電時の容量が、容量の小さい電池セルに依存する。各電池セルの容量にばらつきがあると放電時の電池全体の容量が小さくなる。また、容量が小さい電池セルを基準にして充電を行うと、充電不足となる虞がある。また、容量の大きい電池セルを基準にして充電を行うと、過充電とな

る虞がある。

[0213]

そのため、直列に接続された電池セルを有する蓄電装置の電池制御ユニットは、充電不足や、過充電の原因となる、電池セル間の容量のばらつきを低減する機能を有する。電池セル間の容量のばらつきを揃える回路構成には、抵抗方式、キャパシタ方式、あるいはインダクタ方式等あるが、ここではオフ電流の小さいトランジスタを利用して容量のばらつきを揃えることのできる回路構成を一例として挙げて説明する。

[0214]

オフ電流の小さいトランジスタとしては、チャネル形成領域に酸化物半導体を有するトランジスタ（OSトランジスタ）が好ましい。オフ電流の小さいOSトランジスタを蓄電装置の電池制御ユニットの回路構成に用いることで、電池から漏洩する電荷量を減らし、時間の経過による容量の低下を抑制することができる。

[0215]

チャネル形成領域に用いる酸化物半導体は、 $In-M-Zn$ 酸化物（Mは、Ga、Sn、Y、Zr、La、Ce、またはNd）を用いる。酸化物半導体膜を成膜するために用いるターゲットにおいて、金属元素の原子数比を $In:M:Zn = x_1:y_1:z_1$ とすると、 x_1/y_1 は、 $1/3$ 以上6以下、さらには1以上6以下であって、 z_1/y_1 は、 $1/3$ 以上6以下、さらには1以上6以下であることが好ましい。なお、 z_1/y_1 を1以上6以下とすることで、酸化物半導体膜としてCAAC-OS膜が形成されやすくなる。

[0216]

ここで、CAAC-OS膜について説明する。

[0217]

CAAC-OS膜は、 c 軸配向した複数の結晶部を有する酸化物半導体膜の一つである。

[0218]

透過型電子顕微鏡(TEM: Transmission Electron Microscope)によって、CAAC-OS膜の明視野像および回折パターンの複合解析像（高分解能TEM像ともいう。）を観察することで複数の結晶部を確認することができる。一方、高分解能TEM像によっても明確な結晶部同士の境界、即ち結晶粒界（グレインバウンダリーともいう。）を確認することができない。そのため、CAAC-OS膜は、結晶粒界に起因する電子移動度の低下が起こりにくいといえる。

[0219]

試料面と略平行な方向から、CAAC-OS膜の断面の高分解能TEM像を観察すると、結晶部において、金属原子が層状に配列していることを確認できる。金属原子の各層は、CAAC-OS膜の膜を形成する面（被形成面ともいう。）または上面の凹凸を反映した形状であり、CAAC-OS膜の被形成面または上面と平行に配列する。

[0220]

一方、試料面と略垂直な方向から、CAAC-OS膜の平面の高分解能TEM像を観察すると、結晶部において、金属原子が三角形状または六角形状に配列していることを確認できる。しかしながら、異なる結晶部間で、金属原子の配列に規則性は見られない。

[0221]

CAAC-OS膜に対し、X線回折（XRD：X-Ray Diffraction）装置を用いて構造解析を行うと、例えばInGaZnO₄の結晶を有するCAAC-OS膜のout-of-plane法による解析では、回折角（2θ）が31°近傍にピークが現れる場合がある。このピークは、InGaZnO₄の結晶の（009）面に帰属されることから、CAAC-OS膜の結晶がc軸配向性を有し、c軸が被形成面または上面に略垂直な方向を向いていることが確認できる。

[0222]

なお、InGaZnO₄の結晶を有するCAAC-OS膜のout-of-plane法による解析では、2θが31°近傍のピークの他に、2θが36°近傍にもピークが現れる場合がある。2θが36°近傍のピークは、CAAC-OS膜中の一部に、c軸配向性を有さない結晶が含まれることを示している。CAAC-OS膜は、2θが31°近傍にピークを示し、2θが36°近傍にピークを示さないことが好ましい。

[0223]

CAAC-OS膜は、不純物濃度の低い酸化物半導体膜である。不純物は、水素、炭素、シリコン、遷移金属元素などの酸化物半導体膜の主成分以外の元素である。特に、シリコンなどの、酸化物半導体膜を構成する金属元素よりも酸素との結合力の強い元素は、酸化物半導体膜から酸素を奪うことで酸化物半導体膜の原子配列を乱し、結晶性を低下させる要因となる。また、鉄やニッケルなどの重金属、アルゴン、二酸化炭素などは、原子半径（または分子半径）が大きいため、酸化物半導体膜内部に含まれると、酸化物半導体膜の原子配列を乱し、結晶性を低下させる要因となる。なお、酸化物半導体膜に含まれる不純物は、キャリアトラップやキャリア発生源となる場合がある。

[0224]

また、CAAC-OS膜は、欠陥準位密度の低い酸化物半導体膜である。例えば、酸化物半導体膜中の酸素欠損は、キャリアトラップとなることや、水素を捕獲することによってキャリア発生源となることがある。

[0225]

不純物濃度が低く、欠陥準位密度が低い（酸素欠損の少ない）ことを、高純度真性または実質的に高純度真性と呼ぶ。高純度真性または実質的に高純度真性である酸化物半導体膜は、キャリア発生源が少ないため、キャリア密度を低くすることができる。したがって、当該酸化物半導体膜を用いたトランジスタは、しきい値電圧がマイナスとなる電気特性（ノーマリーオンともいう。）になることが少ない。また、高純度真性または実質的に高純度真性である酸化物半導体膜は、キャリアトラップが少ない。そのため、当該酸化物半導体膜を用いたトランジスタは、電気特性の変動が小さく、信頼性の高いトランジスタとなる。なお、酸化物半導体膜のキャリアトラップに捕獲された電荷は、放出するまでに要する時間が長く、あたかも固定電荷のように振る舞うことがある。そのため、不純物濃度が高く、欠陥準位密度が高い酸化物半導体膜を用いたトランジスタは、電気特性が不安定となる場合がある。

[0226]

また、CAAC-OS膜を用いたトランジスタは、可視光や紫外光の照射による電気特性の変動が小さい。

[0227]

なお、OSトランジスタは、チャネル形成領域にシリコンを有するトランジスタ(Siトランジスタ)に比べてバンドギャップが大きいので、高電圧を印加した際の絶縁破壊が生じにくい。直列に電池セルを接続する場合、数100Vの電圧が生じることになるが、このような電池セルに適用される蓄電装置の電池制御ユニットの回路構成には、前述のOSトランジスタで構成することが適している。

[0228]

図18には、蓄電装置のブロック図の一例を示す。図18に示す蓄電装置BT00は、端子対BT01と、端子対BT02と、切り替え制御回路BT03と、切り替え回路BT04と、切り替え回路BT05と、変圧制御回路BT06と、変圧回路BT07と、直列に接続された複数の電池セルBT09を含む電池部BT08と、を有する。

[0229]

また、図18の蓄電装置BT00において、端子対BT01と、端子対BT02と、切り替え制御回路BT03と、切り替え回路BT04と、切り替え回路BT05と、変圧制御回路BT06と、変圧回路BT07とにより構成される部分を、電池制御ユニットと呼ぶことができる。

[0230]

切り替え制御回路BT03は、切り替え回路BT04及び切り替え回路BT05の動作を制御する。具体的には、切り替え制御回路BT03は、電池セルBT09毎に測定された電圧に基づいて、放電する電池セル（放電電池セル群）、及び充電する電池セル（充電電池セル群）を決定する。

[0231]

さらに、切り替え制御回路BT03は、当該決定された放電電池セル群及び充電電池セル群に基づいて、制御信号S1及び制御信号S2を出力する。制御信号S1は、切り替え回路BT04へ出力される。この制御信号S1は、端子対BT01と放電電池セル群とを接続させるように切り替え回路BT04を制御する信号である。また、制御信号S2は、切り替え回路BT05へ出力される。この制御信号S2は、端子対BT02と充電電池セル群とを接続させるように切り替え回路BT05を制御する信号である。

[0232]

また、切り替え制御回路BT03は、切り替え回路BT04、切り替え回路BT05、及び変圧回路BT07の構成を踏まえ、端子対BT01と放電電池セル群との間、または端子対BT02と充電電池セル群との間で、同じ極性の端子同士が接続されるように、制御信号S1及び制御信号S2を生成する。

[0233]

切り替え制御回路BT03の動作の詳細について述べる。

[0234]

まず、切り替え制御回路BT03は、複数の電池セルBT09毎の電圧を測定する。そして、切り替え制御回路BT03は、例えば、所定の閾値以上の電圧の電池セルBT09を高電圧の電池セル（高電圧セル）、所定の閾値未満の電圧の電池セルBT09を低電圧の電池セル（低電圧セル）と判断する。

[0235]

なお、高電圧セル及び低電圧セルを判断する方法については、様々な方法を用いることができる。例えば、切り替え制御回路BT03は、複数の電池セルBT09の中で、最も電圧の高い、又は最も電

圧の低い電池セルB T O 9の電圧を基準として、各電池セルB T O 9が高電圧セルか低電圧セルかを判断してもよい。この場合、切り替え制御回路B T O 3は、各電池セルB T O 9の電圧が基準となる電圧に対して所定の割合以上か否かを判定する等して、各電池セルB T O 9が高電圧セルか低電圧セルかを判断することができる。そして、切り替え制御回路B T O 3は、この判断結果に基づいて、放電電池セル群と充電電池セル群とを決定する。

[0236]

なお、複数の電池セルB T O 9の中には、高電圧セルと低電圧セルが様々な状態で混在し得る。例えば、切り替え制御回路B T O 3は、高電圧セルと低電圧セルが混在する中で、高電圧セルが最も多く連続して直列に接続された部分を放電電池セル群とする。また、切り替え制御回路B T O 3は、低電圧セルが最も多く連続して直列に接続された部分を充電電池セル群とする。また、切り替え制御回路B T O 3は、過充電又は過放電に近い電池セルB T O 9を、放電電池セル群又は充電電池セル群として優先的に選択するようにしてもよい。

[0237]

ここで、本実施形態における切り替え制御回路B T O 3の動作例を、図19を用いて説明する。図19は、切り替え制御回路B T O 3の動作例を説明するための図である。なお、説明の便宜上、図19では4個の電池セルB T O 9が直列に接続されている場合を例に説明する。

[0238]

まず、図19(A)の例では、電池セルa乃至dの電圧を電圧V a乃至電圧V dとすると、 $V a = V b = V c > V d$ の関係にある場合を示している。つまり、連続する3つの高電圧セルa乃至cと、1つの低電圧セルdとが直列に接続されている。この場合、切り替え制御回路B T O 3は、連続する3つの高電圧セルa乃至cを放電電池セル群として決定する。また、切り替え制御回路B T O 3は、低電圧セルdを充電電池セル群として決定する。

[0239]

次に、図19(B)の例では、 $V c > V a = V b > V d$ の関係にある場合を示している。つまり、連続する2つの低電圧セルa、bと、1つの高電圧セルcと、1つの過放電間近の低電圧セルdとが直列に接続されている。この場合、切り替え制御回路B T O 3は、高電圧セルcを放電電池セル群として決定する。また、切り替え制御回路B T O 3は、低電圧セルdが過放電間近であるため、連続する2つの低電圧セルa及びbではなく、低電圧セルdを充電電池セル群として優先的に決定する。

[0240]

最後に、図19(C)の例では、 $V a > V b = V c = V d$ の関係にある場合を示している。つまり、1つの高電圧セルaと、連続する3つの低電圧セルb乃至dとが直列に接続されている。この場合、切り替え制御回路B T O 3は、高電圧セルaを放電電池セル群と決定する。また、切り替え制御回路B T O 3は、連続する3つの低電圧セルb乃至dを充電電池セル群として決定する。

[0241]

切り替え制御回路B T O 3は、上記図19(A)乃至(C)の例のように決定された結果に基づいて、切り替え回路B T O 4の接続先である放電電池セル群を示す情報が設定された制御信号S 1と、切り替え回路B T O 5の接続先である充電電池セル群を示す情報が設定された制御信号S 2を、切り替え回路B T O 4及び切り替え回路B T O 5に対してそれぞれ出力する。

[0242]

以上が、切り替え制御回路B T O 3の動作の詳細に関する説明である。

[0243]

切り替え回路B T O 4は、切り替え制御回路B T O 3から出力される制御信号S 1に応じて、端子対B T O 1の接続先を、切り替え制御回路B T O 3により決定された放電電池セル群に設定する。

[0244]

端子対B T O 1は、対を成す端子A 1及びA 2により構成される。切り替え回路B T O 4は、この端子A 1及びA 2のうち、いずれか一方を放電電池セル群の中で最も上流（高電位側）に位置する電池セルB T O 9の正極端子と接続し、他方を放電電池セル群の中で最も下流（低電位側）に位置する電池セルB T O 9の負極端子と接続することにより、端子対B T O 1の接続先を設定する。なお、切り替え回路B T O 4は、制御信号S 1に設定された情報を用いて放電電池セル群の位置を認識することができる。

[0245]

切り替え回路B T O 5は、切り替え制御回路B T O 3から出力される制御信号S 2に応じて、端子対B T O 2の接続先を、切り替え制御回路B T O 3により決定された充電電池セル群に設定する。

[0246]

端子対B T O 2は、対を成す端子B 1及びB 2により構成される。切り替え回路B T O 5は、この端子B 1及びB 2のうち、いずれか一方を充電電池セル群の中で最も上流（高電位側）に位置する電池セルB T O 9の正極端子と接続し、他方を充電電池セル群の中で最も下流（低電位側）に位置する電池セルB T O 9の負極端子と接続することにより、端子対B T O 2の接続先を設定する。なお、切り替え回路B T O 5は、制御信号S 2に設定された情報を用いて充電電池セル群の位置を認識することができる。

[0247]

切り替え回路B T O 4及び切り替え回路B T O 5の構成例を示す回路図を図20及び図21に示す。

[0248]

図20では、切り替え回路B T O 4は、複数のトランジスタB T 10と、バスB T 11及びB T 12とを有する。バスB T 11は、端子A 1と接続されている。また、バスB T 12は、端子A 2と接続されている。複数のトランジスタB T 10のソース又はドレインの一方は、それぞれ1つおきに交互に、バスB T 11及びB T 12と接続されている。また、複数のトランジスタB T 10のソース又はドレインの他方は、それぞれ隣接する2つの電池セルB T O 9の間に接続されている。

[0249]

なお、複数のトランジスタB T 10のうち、最上流に位置するトランジスタB T 10のソース又はドレインの他方は、電池部B T O 8の最上流に位置する電池セルB T O 9の正極端子と接続されている。また、複数のトランジスタB T 10のうち、最下流に位置するトランジスタB T 10のソース又はドレインの他方は、電池部B T O 8の最下流に位置する電池セルB T O 9の負極端子と接続されている。

[0250]

切り替え回路B T O 4は、複数のトランジスタB T 10のゲートに与える制御信号S 1に応じて、バスB T 11に接続される複数のトランジスタB T 10のうちの1つと、バスB T 12に接続される複数のトランジスタB T 10のうちの1つとをそれぞれ導通状態にすることにより、放電電池セル群と端子対B T O 1とを接続する。これにより、放電電池セル群の中で最も上流に位置する電池セルB T

09の正極端子は、端子対の端子A1又はA2のいずれか一方と接続される。また、放電電池セル群の中で最も下流に位置する電池セルBT09の負極端子は、端子対の端子A1又はA2のいずれか他方、すなわち正極端子と接続されていない方の端子に接続される。

[0251]

トランジスタBT10には、OSトランジスタを用いることが好ましい。OSトランジスタはオフ電流が小さいため、放電電池セル群に属しない電池セルから漏洩する電荷量を減らし、時間の経過による容量の低下を抑制することができる。またOSトランジスタは高電圧を印加した際の絶縁破壊が生じにくい。そのため、放電電池セル群の出力電圧が大きくても、非導通状態とするトランジスタBT10が接続された電池セルBT09と端子対BT01とを絶縁状態とすることができる。

[0252]

また、図20では、切り替え回路BT05は、複数のトランジスタBT13と、電流制御スイッチBT14と、バスBT15と、バスBT16とを有する。バスBT15及びBT16は、複数のトランジスタBT13と、電流制御スイッチBT14との間に配置される。複数のトランジスタBT13のソース又はドレインの一方は、それぞれ1つおきに交互に、バスBT15及びBT16と接続されている。また、複数のトランジスタBT13のソース又はドレインの他方は、それぞれ隣接する2つの電池セルBT09の間に接続されている。

[0253]

なお、複数のトランジスタBT13のうち、最上流に位置するトランジスタBT13のソース又はドレインの他方は、電池部BT08の最上流に位置する電池セルBT09の正極端子と接続されている。また、複数のトランジスタBT13のうち、最下流に位置するトランジスタBT13のソース又はドレインの他方は、電池部BT08の最下流に位置する電池セルBT09の負極端子と接続されている。

[0254]

トランジスタBT13には、トランジスタBT10と同様に、OSトランジスタを用いることが好ましい。OSトランジスタはオフ電流が小さいため、充電電池セル群に属しない電池セルから漏洩する電荷量を減らし、時間の経過による容量の低下を抑制することができる。またOSトランジスタは高電圧を印加した際の絶縁破壊が生じにくい。そのため、充電電池セル群を充電するための電圧が大きくても、非導通状態とするトランジスタBT13が接続された電池セルBT09と端子対BT02とを絶縁状態とすることができる。

[0255]

電流制御スイッチBT14は、スイッチ対BT17とスイッチ対BT18とを有する。スイッチ対BT17の一端は、端子B1に接続されている。また、スイッチ対BT17の他端は2つのスイッチで分岐しており、一方のスイッチはバスBT15に接続され、他方のスイッチはバスBT16に接続されている。スイッチ対BT18の一端は、端子B2に接続されている。また、スイッチ対BT18の他端は2つのスイッチで分岐しており、一方のスイッチはバスBT15に接続され、他方のスイッチはバスBT16に接続されている。

[0256]

スイッチ対BT17及びスイッチ対BT18が有するスイッチは、トランジスタBT10及びトランジスタBT13と同様に、OSトランジスタを用いることが好ましい。

[0257]

切り替え回路B T 0 5は、制御信号S 2に応じて、トランジスタB T 1 3、及び電流制御スイッチB T 1 4のオン／オフ状態の組み合わせを制御することにより、充電電池セル群と端子対B T 0 2とを接続する。

[0 2 5 8]

切り替え回路B T 0 5は、一例として、以下のようにして充電電池セル群と端子対B T 0 2とを接続する。

[0 2 5 9]

切り替え回路B T 0 5は、複数のトランジスタB T 1 3のゲートに与える制御信号S 2に応じて、充電電池セル群の中で最も上流に位置する電池セルB T 0 9の正極端子と接続されているトランジスタB T 1 3を導通状態にする。また、切り替え回路B T 0 5は、複数のトランジスタB T 1 3のゲートに与える制御信号S 2に応じて、充電電池セル群の中で最も下流に位置する電池セルB T 0 9の負極端子に接続されている切り替えトランジスタB T 1 3を導通状態にする。

[0 2 6 0]

端子対B T 0 2に印加される電圧の極性は、端子対B T 0 1と接続される放電電池セル群、及び変圧回路B T 0 7の構成によって変わり得る。また、充電電池セル群を充電する方向に電流を流すためには、端子対B T 0 2と充電電池セル群との間で、同じ極性の端子同士を接続する必要がある。そこで、電流制御スイッチB T 1 4は、制御信号S 2により、端子対B T 0 2に印加される電圧の極性に応じてスイッチ対B T 1 7及びスイッチ対B T 1 8の接続先をそれぞれ切り替えるように制御される。

[0 2 6 1]

一例として、端子B 1が正極、端子B 2が負極となるような電圧が端子対B T 0 2に印加されている状態を挙げて説明する。この時、電池部B T 0 8の最下流の電池セルB T 0 9が充電電池セル群である場合、スイッチ対B T 1 7は、制御信号S 2により、当該電池セルB T 0 9の正極端子と接続されるように制御される。すなわち、スイッチ対B T 1 7のバスB T 1 6に接続されるスイッチがオン状態となり、スイッチ対B T 1 7のバスB T 1 5に接続されるスイッチがオフ状態となる。一方、スイッチ対B T 1 8は、制御信号S 2により、当該電池セルB T 0 9の負極端子と接続されるように制御される。すなわち、スイッチ対B T 1 8のバスB T 1 5に接続されるスイッチがオン状態となり、スイッチ対B T 1 8のバスB T 1 6に接続されるスイッチがオフ状態となる。このようにして、端子対B T 0 2と充電電池セル群との間で、同じ極性をもつ端子同士が接続される。そして、端子対B T 0 2から流れる電流の方向が、充電電池セル群を充電する方向となるように制御される。

[0 2 6 2]

また、電流制御スイッチB T 1 4は、切り替え回路B T 0 5ではなく、切り替え回路B T 0 4に含まれていてもよい。この場合、電流制御スイッチB T 1 4、制御信号S 1に応じて、端子対B T 0 1に印加される電圧の極性を制御することにより、端子対B T 0 2に印加される電圧の極性を制御する。そして、電流制御スイッチB T 1 4は、端子対B T 0 2から充電電池セル群に流れる電流の向きを制御する。

[0 2 6 3]

図2 1は、図2 0とは異なる、切り替え回路B T 0 4及び切り替え回路B T 0 5の構成例を示す回路図である。

[0 2 6 4]

図 21 では、切り替え回路 BT04 は、複数のトランジスタ対 BT21 と、バス BT24 及びバス BT25 とを有する。バス BT24 は、端子 A1 と接続されている。また、バス BT25 は、端子 A2 と接続されている。複数のトランジスタ対 BT21 の一端は、それぞれトランジスタ BT22 とトランジスタ BT23 とにより分岐している。トランジスタ BT22 のソース又はドレインの一方は、バス BT24 と接続されている。また、トランジスタ BT23 のソース又はドレインの一方は、バス BT25 と接続されている。また、複数のトランジスタ対 BT21 の他端は、それぞれ隣接する 2 つの電池セル BT09 の間に接続されている。なお、複数のトランジスタ対 BT21 のうち、最上流に位置するトランジスタ対 BT21 の他端は、電池部 BT08 の最上流に位置する電池セル BT09 の正極端子と接続されている。また、複数のトランジスタ対 BT21 のうち、最下流に位置するトランジスタ対 BT21 の他端は、電池部 BT08 の最下流に位置する電池セル BT09 の負極端子と接続されている。

[0265]

切り替え回路 BT04 は、制御信号 S1 に応じてトランジスタ BT22 及びトランジスタ BT23 の導通／非導通状態を切り換えることにより、当該トランジスタ対 BT21 の接続先を、端子 A1 又は端子 A2 のいずれか一方に切り替える。詳細には、トランジスタ BT22 が導通状態であれば、トランジスタ BT23 は非導通状態となり、その接続先は端子 A1 になる。一方、トランジスタ BT23 が導通状態であれば、トランジスタ BT22 は非導通状態となり、その接続先は端子 A2 になる。トランジスタ BT22 及びトランジスタ BT23 のどちらが導通状態になるかは、制御信号 S1 によって決定される。

[0266]

端子対 BT01 と放電電池セル群とを接続するには、2 つのトランジスタ対 BT21 が用いられる。詳細には、制御信号 S1 に基づいて、2 つのトランジスタ対 BT21 の接続先がそれぞれ決定されることにより、放電電池セル群と端子対 BT01 とが接続される。2 つのトランジスタ対 BT21 のそれぞれの接続先は、一方が端子 A1 となり、他方が端子 A2 となるように、制御信号 S1 によって制御される。

[0267]

切り替え回路 BT05 は、複数のトランジスタ対 BT31 と、バス BT34 及びバス BT35 とを有する。バス BT34 は、端子 B1 と接続されている。また、バス BT35 は、端子 B2 と接続されている。複数のトランジスタ対 BT31 の一端は、それぞれトランジスタ BT32 とトランジスタ BT33 とにより分岐している。トランジスタ BT32 により分岐する一端は、バス BT34 と接続されている。また、トランジスタ BT33 により分岐する一端は、バス BT35 と接続されている。また、複数のトランジスタ対 BT31 の他端は、それぞれ隣接する 2 つの電池セル BT09 の間に接続されている。なお、複数の切り替えスイッチ対 BT31 のうち、最上流に位置する切り替えスイッチ対 BT31 の他端は、電池部 BT08 の最上流に位置する電池セル BT09 の正極端子と接続されている。また、複数のトランジスタ対 BT31 のうち、最下流に位置するトランジスタ対 BT31 の他端は、電池部 BT08 の最下流に位置する電池セル BT09 の負極端子と接続されている。

[0268]

切り替え回路 BT05 は、制御信号 S2 に応じてトランジスタ BT32 及びトランジスタ BT33 の導通／非導通状態を切り換えることにより、当該トランジスタ対 BT31 の接続先を、端子 B1 又は

端子B 2のいずれか一方に切り替える。詳細には、トランジスタBT 3 2が導通状態であれば、トランジスタBT 3 3は非導通状態となり、その接続先は端子B 1になる。逆に、トランジスタBT 3 3が導通状態であれば、トランジスタBT 3 2は非導通状態となり、その接続先は端子B 2になる。トランジスタBT 3 2及びトランジスタBT 3 3のどちらが導通状態となるかは、制御信号S 2によって決定される。

[0269]

端子対BT 0 2と充電電池セル群とを接続するには、2つのトランジスタ対BT 3 1が用いられる。詳細には、制御信号S 2に基づいて、2つのトランジスタ対BT 3 1の接続先がそれぞれ決定されることにより、充電電池セル群と端子対BT 0 2とが接続される。2つのトランジスタ対BT 3 1のそれぞれの接続先は、一方が端子B 1となり、他方が端子B 2となるように、制御信号S 2によって制御される。

[0270]

また、2つのトランジスタ対BT 3 1のそれぞれの接続先は、端子対BT 0 2に印加される電圧の極性によって決定される。具体的には、端子B 1が正極、端子B 2が負極となるような電圧が端子対BT 0 2に印加されている場合、上流側のトランジスタ対BT 3 1は、トランジスタBT 3 2が導通状態となり、トランジスタBT 3 3が非導通状態となるように、制御信号S 2によって制御される。一方、下流側のトランジスタ対BT 3 1は、トランジスタBT 3 3が導通状態、トランジスタBT 3 2が非導通状態となるように、制御信号S 2によって制御される。また、端子B 1が負極、端子B 2が正極となるような電圧が端子対BT 0 2に印加されている場合は、上流側のトランジスタ対BT 3 1は、トランジスタBT 3 3が導通状態となり、トランジスタBT 3 2が非導通状態となるように、制御信号S 2によって制御される。一方、下流側のトランジスタ対BT 3 1は、トランジスタBT 3 2が導通状態、トランジスタBT 3 3が非導通状態となるように、制御信号S 2によって制御される。このようにして、端子対BT 0 2と充電電池セル群との間で、同じ極性をもつ端子同士が接続される。そして、端子対BT 0 2から流れる電流の方向が、充電電池セル群を充電する方向となるように制御される。

[0271]

変圧制御回路BT 0 6は、変圧回路BT 0 7の動作を制御する。変圧制御回路BT 0 6は、放電電池セル群に含まれる電池セルBT 0 9の個数と、充電電池セル群に含まれる電池セルBT 0 9の個数とに基づいて、変圧回路BT 0 7の動作を制御する変圧信号S 3を生成し、変圧回路BT 0 7へ出力する。

[0272]

なお、放電電池セル群に含まれる電池セルBT 0 9の個数が充電電池セル群に含まれる電池セルBT 0 9の個数よりも多い場合は、充電電池セル群に対して過剰に大きな充電電圧が印加されることを防止する必要がある。そのため、変圧制御回路BT 0 6は、充電電池セル群を充電できる範囲で放電電圧(V d i s)を降圧させるように変圧回路BT 0 7を制御する変圧信号S 3を出力する。

[0273]

また、放電電池セル群に含まれる電池セルBT 0 9の個数が、充電電池セル群に含まれる電池セルBT 0 9の個数以下である場合は、充電電池セル群を充電するために必要な充電電圧を確保する必要がある。そのため、変圧制御回路BT 0 6は、充電電池セル群に過剰な充電電圧が印加されない範囲で

放電電圧 (V d i s) を昇圧させるように変圧回路 B T 0 7 を制御する変圧信号 S 3 を出力する。

[0274]

なお、過剰な充電電圧とする電圧値は、電池部 B T 0 8 で使用される電池セル B T 0 9 の製品仕様等に鑑みて決定することができる。また、変圧回路 B T 0 7 により昇圧及び降圧された電圧は、充電電圧 (V c h a) として端子対 B T 0 2 に印加される。

[0275]

ここで、本実施形態における変圧制御回路 B T 0 6 の動作例を、図 2 2 (A) 乃至 (C) を用いて説明する。図 2 2 (A) 乃至 (C) は、図 1 9 (A) 乃至 (C) で説明した放電電池セル群及び充電電池セル群に対応させた、変圧制御回路 B T 0 6 の動作例を説明するための概念図である。なお図 2 2 (A) 乃至 (C) は、電池制御ユニット B T 4 1 を図示している。電池制御ユニット B T 4 1 は、上述したように、端子対 B T 0 1 と、端子対 B T 0 2 と、切り替え制御回路 B T 0 3 と、切り替え回路 B T 0 4 と、切り替え回路 B T 0 5 と、変圧制御回路 B T 0 6 と、変圧回路 B T 0 7 とにより構成される。

[0276]

図 2 2 (A) に示される例では、図 1 9 (A) で説明したように、連続する 3 つの高電圧セル a 乃至 c と、1 つの低電圧セル d とが直列に接続されている。この場合、図 1 9 (A) を用いて説明したように、切り替え制御回路 B T 0 3 は、高電圧セル a 乃至 c を放電電池セル群として決定し、低電圧セル d を充電電池セル群として決定する。そして、変圧制御回路 B T 0 6 は、放電電池セル群に含まれる電池セル B T 0 9 の個数を基準とした時の、充電電池セル群に含まれる電池セル B T 0 9 の個数の比に基づいて、放電電圧 (V d i s) から充電電圧 (V c h a) への変換比 N を算出する。

[0277]

なお放電電池セル群に含まれる電池セル B T 0 9 の個数が、充電電池セル群に含まれる電池セル B T 0 9 の個数よりも多い場合に、放電電圧を変圧せずに端子対 B T 0 2 にそのまま印加すると、充電電池セル群に含まれる電池セル B T 0 9 に、端子対 B T 0 2 を介して過剰な電圧が印加される可能性がある。そのため、図 2 2 (A) に示されるような場合では、端子対 B T 0 2 に印加される充電電圧 (V c h a) を、放電電圧よりも降圧させる必要がある。さらに、充電電池セル群を充電するためには、充電電圧は、充電電池セル群に含まれる電池セル B T 0 9 の合計電圧より大きい必要がある。そのため、変圧制御回路 B T 0 6 は、放電電池セル群に含まれる電池セル B T 0 9 の個数を基準とした時の、充電電池セル群に含まれる電池セル B T 0 9 の個数の比よりも、変換比 N を大きく設定する。

[0278]

変圧制御回路 B T 0 6 は、放電電池セル群に含まれる電池セル B T 0 9 の個数を基準とした時の、充電電池セル群に含まれる電池セル B T 0 9 の個数の比に対して、変換比 N を 1 乃至 1 0 % 程度大きくするのが好ましい。この時、充電電圧は充電電池セル群の電圧よりも大きくなるが、実際には充電電圧は充電電池セル群の電圧と等しくなる。ただし、変圧制御回路 B T 0 6 は変換比 N に従い充電電池セル群の電圧を充電電圧と等しくするために、充電電池セル群を充電する電流を流すこととなる。この電流は変圧制御回路 B T 0 6 に設定された値となる。

[0279]

図 2 2 (A) に示される例では、放電電池セル群に含まれる電池セル B T 0 9 の個数が 3 個で、充電電池セル群に含まれる電池セル B T 0 9 の数が 1 個であるため、変圧制御回路 B T 0 6 は、 $1/3$ よ

り少し大きい値を変換比 N として算出する。そして、変圧制御回路 $BT06$ は、放電電圧を当該変換比 N に応じて降圧し、充電電圧に変換する変圧信号 $S3$ を変圧回路 $BT07$ に出力する。そして、変圧回路 $BT07$ は、変圧信号 $S3$ に応じて変圧された充電電圧を、端子対 $BT02$ に印加する。そして、端子対 $BT02$ に印加される充電電圧によって、充電電池セル群に含まれる電池セル $BT09$ が充電される。

[0280]

また、図22(B)や図22(B)に示される例でも、図22(A)と同様に、変換比 N が算出される。図22(B)や図22(C)に示される例では、放電電池セル群に含まれる電池セル $BT09$ の個数が、充電電池セル群に含まれる電池セル $BT09$ の個数以下であるため、変換比 N は1以上となる。よって、この場合は、変圧制御回路 $BT06$ は、放電電圧を昇圧して充電電圧に変換する変圧信号 $S3$ を出力する。

[0281]

変圧回路 $BT07$ は、変圧信号 $S3$ に基づいて、端子対 $BT01$ に印加される放電電圧を充電電圧に変換する。そして、変圧回路 $BT07$ は、変換された充電電圧を端子対 $BT02$ に印加する。ここで、変圧回路 $BT07$ は、端子対 $BT01$ と端子対 $BT02$ との間を電氣的に絶縁している。これにより、変圧回路 $BT07$ は、放電電池セル群の中で最も下流に位置する電池セル $BT09$ の負極端子の絶対電圧と、充電電池セル群の中で最も下流に位置する電池セル $BT09$ の負極端子の絶対電圧との差異による短絡を防止する。さらに、変圧回路 $BT07$ は、上述したように、変圧信号 $S3$ に基づいて放電電池セル群の合計電圧である放電電圧を充電電圧に変換する。

[0282]

また、変圧回路 $BT07$ は、例えば絶縁型DC(Direct Current)－DCコンバータ等を用いることができる。この場合、変圧制御回路 $BT06$ は、絶縁型DC－DCコンバータのオン／オフ比(デューティ比)を制御する信号を変圧信号 $S3$ として出力することにより、変圧回路 $BT07$ で変換される充電電圧を制御する。

[0283]

なお、絶縁型DC－DCコンバータには、フライバック方式、フォワード方式、RCC(Ringing Choke Converter)方式、プッシュプル方式、ハーフブリッジ方式、及びフルブリッジ方式等が存在するが、目的とする出力電圧の大きさに応じて適切な方式が選択される。

[0284]

絶縁型DC－DCコンバータを用いた変圧回路 $BT07$ の構成を図23に示す。絶縁型DC－DCコンバータ $BT51$ は、スイッチ部 $BT52$ とトランス部 $BT53$ とを有する。スイッチ部 $BT52$ は、絶縁型DC－DCコンバータの動作のオン／オフを切り替えるスイッチであり、例えば、MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)やバイポーラ型トランジスタ等を用いて実現される。また、スイッチ部 $BT52$ は、変圧制御回路 $BT06$ から出力される、オン／オフ比を制御する変圧信号 $S3$ に基づいて、絶縁型DC－DCコンバータ $BT51$ のオン状態とオフ状態を周期的に切り替える。なお、スイッチ部 $BT52$ は、使用される絶縁型DC－DCコンバータの方式によって様々な構成を取り得る。トランス部 $BT53$ は、端子対 $BT01$ から印加される放電電圧を充電電圧に変換する。詳細には、トランス部 $BT53$ は、スイッチ部 $BT52$ のオン／オフ状態と同期して動作し、そのオン／オフ比に応じて放電

電圧を充電電圧に変換する。この充電電圧は、スイッチ部BT52のスイッチング周期において、オン状態となる時間が長いほど大きくなる。一方、充電電圧は、スイッチ部BT52のスイッチング周期において、オン状態となる時間が短いほど小さくなる。なお、絶縁型DC-DCコンバータを用いる場合、トランス部BT53の内部で、端子対BT01と端子対BT02は互いに絶縁することができる。

[0285]

本実施形態における蓄電装置BT00の処理の流れを、図24を用いて説明する。図24は、蓄電装置BT00の処理の流れを示すフローチャートである。

[0286]

まず、蓄電装置BT00は、複数の電池セルBT09毎に測定された電圧を取得する（ステップS001）。そして、蓄電装置BT00は、複数の電池セルBT09の電圧を揃える動作の開始条件を満たすか否かを判定する（ステップS002）。この開始条件は、例えば、複数の電池セルBT09毎に測定された電圧の最大値と最小値との差分が、所定の閾値以上か否か等とすることができる。この開始条件を満たさない場合は（ステップS002：NO）、各電池セルBT09の電圧のバランスが取れている状態であるため、蓄電装置BT00は、以降の処理を実行しない。一方、開始条件を満たす場合は（ステップS002：YES）、蓄電装置BT00は、各電池セルBT09の電圧を揃える処理を実行する。この処理において、蓄電装置BT00は、測定されたセル毎の電圧に基づいて、各電池セルBT09が高電圧セルか低電圧セルかを判定する（ステップS003）。そして、蓄電装置BT00は、判定結果に基づいて、放電電池セル群及び充電電池セル群を決定する（ステップS004）。さらに、蓄電装置BT00は、決定された放電電池セル群を端子対BT01の接続先に設定する制御信号S1、及び決定された充電電池セル群を端子対BT02の接続先に設定する制御信号S2を生成する（ステップS005）。蓄電装置BT00は、生成された制御信号S1及び制御信号S2を、切り替え回路BT04及び切り替え回路BT05へそれぞれ出力する。そして、切り替え回路BT04により、端子対BT01と放電電池セル群とが接続され、切り替え回路BT05により、端子対BT02と放電電池セル群とが接続される（ステップS006）。また、蓄電装置BT00は、放電電池セル群に含まれる電池セルBT09の個数と、充電電池セル群に含まれる電池セルBT09の個数とに基づいて、変圧信号S3を生成する（ステップS007）。そして、蓄電装置BT00は、変圧信号S3に基づいて、端子対BT01に印加される放電電圧を充電電圧に変換し、端子対BT02に印加する（ステップS008）。これにより、放電電池セル群の電荷が充電電池セル群へ移動される。

[0287]

また、図24のフローチャートでは、複数のステップが順番に記載されているが、各ステップの実行順序は、その記載の順番に制限されない。

[0288]

以上、本実施形態によれば、放電電池セル群から充電電池セル群へ電荷を移動させる際、キャパシタ方式のように、放電電池セル群からの電荷を一旦蓄積し、その後充電電池セル群へ放出させるような構成を必要としない。これにより、単位時間あたりの電荷移動効率を向上させることができる。また、切り替え回路BT04及び切り替え回路BT05により、放電電池セル群及び充電電池セル群のうち、変圧回路と接続する電池セルを、個別に切り替えられる。

[0289]

さらに、変圧回路B T 0 7により、放電電池セル群に含まれる電池セルB T 0 9の個数と充電電池セル群に含まれる電池セルB T 0 9群の個数とに基づいて、端子対B T 0 1に印加される放電電圧が充電電圧に変換され、端子対B T 0 2に印加される。これにより、放電側及び充電側の電池セルB T 0 9がどのように選択されても、問題なく電荷の移動を実現できる。

[0290]

さらに、トランジスタB T 1 0及びトランジスタB T 1 3にO Sトランジスタを用いることにより、充電電池セル群及び放電電池セル群に属しない電池セルB T 0 9から漏洩する電荷量を減らすことができる。これにより、充電及び放電に寄与しない電池セルB T 0 9の容量の低下を抑制することができる。また、O Sトランジスタは、S iトランジスタに比べて熱に対する特性の変動が小さい。これにより、電池セルB T 0 9の温度が上昇しても、制御信号S 1、S 2に応じた導通状態と非導通状態の切り替えといった、正常な動作をさせることができる。

[0291]

(実施の形態5)

本実施の形態では、実施の形態1で説明した二次電池を電子機器に実装する例について説明する。

[0292]

可撓性を有する二次電池を、腕章型の電子機器に実装する例を図25に示す。図25に示す腕章型デバイス7300は、腕7301に装着することが可能であり、曲面を有する表示部と、曲げることのできる二次電池とを有する。

[0293]

なお、表示部において、表示素子、表示素子を有する装置である表示装置、発光素子、及び発光素子を有する装置である発光装置は、様々な形態を用いること、又は様々な素子を有することが出来る。表示素子、表示装置、発光素子又は発光装置は、例えば、E L (エレクトロルミネッセンス) 素子 (有機物及び無機物を含むE L素子、有機E L素子、無機E L素子)、L E D (白色L E D、赤色L E D、緑色L E D、青色L E Dなど)、トランジスタ (電流に応じて発光するトランジスタ)、電子放出素子、液晶素子、電子インク、電気泳動素子、グレーティングライトバルブ (G L V)、プラズマディスプレイ (P D P)、M E M S (マイクロ・エレクトロ・メカニカル・システム) を用いた表示素子、デジタルマイクロミラーデバイス (D M D)、D M S (デジタル・マイクロ・シャッター)、M I R A S O L (登録商標)、I M O D (インターフェアレンス・モジュレーション) 素子、シャッター方式のM E M S表示素子、光干渉方式のM E M S表示素子、エレクトロウェットティング素子、圧電セラミックディスプレイ、または、カーボンナノチューブを用いた表示素子、などの少なくとも一つを有している。これらの他にも、表示素子、表示装置、発光素子又は発光装置は、電氣的または磁氣的作用により、コントラスト、輝度、反射率、透過率などが変化する表示媒体を有する場合がある。E L素子を用いた表示装置の一例としては、E Lディスプレイなどがある。電子放出素子を用いた表示装置の一例としては、フィールドエミッションディスプレイ (F E D) 又はS E D方式平面型ディスプレイ (S E D: S u r f a c e - c o n d u c t i o n E l e c t r o n - e m i t t e r D i s p l a y) などがある。液晶素子を用いた表示装置の一例としては、液晶ディスプレイ (透過型液晶ディスプレイ、半透過型液晶ディスプレイ、反射型液晶ディスプレイ、直視型液晶ディスプレイ、投射型液晶ディスプレイ) などがある。電子インク、電子粉流体 (登録商標)、又は電気泳動素子を用い

た表示装置の一例としては、電子ペーパーなどがある。なお、半透過型液晶ディスプレイや反射型液晶ディスプレイを実現する場合には、画素電極の一部、または、全部が、反射電極としての機能を有するようにすればよい。例えば、画素電極の一部、または、全部が、アルミニウム、銀、などを有するようにすればよい。さらに、その場合、反射電極の下に、SRAMなどの記憶回路を設けることも可能である。これにより、さらに、消費電力を低減することができる。なお、LEDを用いる場合、LEDの電極や窒化物半導体の下に、グラフェンやグラファイトを配置してもよい。グラフェンやグラファイトは、複数の層を重ねて、多層膜としてもよい。このように、グラフェンやグラファイトを設けることにより、その上に、窒化物半導体、例えば、結晶を有するn型GaN半導体層などを容易に成膜することができる。さらに、その上に、結晶を有するp型GaN半導体層などを設けて、LEDを構成することができる。なお、グラフェンやグラファイトと、結晶を有するn型GaN半導体層との間に、AlN層を設けてもよい。なお、LEDが有するGaN半導体層は、MOCVDで成膜してもよい。ただし、グラフェンを設けることにより、LEDが有するGaN半導体層は、スパッタ法で成膜することも可能である。

[0294]

さらに、腕章型デバイス7300は機能素子を1つまたは複数有することが好ましく、例えばセンサとして、力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、に問い又は赤外線を測定する機能を含むものを用いることができる。また、タッチパネル、アンテナ、発電素子、スピーカなどの機能素子を有してもよい。

[0295]

例えば、夜間において腕章型デバイス7300を使用者の腕に装着して表示部を発光させれば、交通の安全効果が得られる。また、軍人や警備員などが上腕部に腕章型デバイス7300を装着し、ほふく前進を行いながら、上官の指示をリアルタイムで受信して上腕部の新規デバイスの表示部に表示された表示を確認することができる。軍人や警備員が作業を実行する上で頭部にヘルメットをかぶり、両手には武器や道具を有しており、無線器や携帯電話や頭部に装着するデバイスでは使用が困難である。軍人や警備員が上腕部に新規デバイスを装着し、両手がふさがったままでもマイクなどの音声入力部への音声入力などによって腕章型デバイス7300の操作を行えることは有用である。

[0296]

また、スポーツ分野においても腕章型デバイス7300を有用に使用できる。例えば、マラソンなどの場合、選手は時間を腕時計で確認するが、腕の振りを一度止めないと時間を確認することが困難である。腕の振りを止めてしまうとリズムが乱れ、競技に支障をきたすおそれがある。腕章型デバイス7300は、上腕部に装着することで、腕の振りを止めなくとも時間の確認を可能とし、さらに他の情報(コースの自分の位置情報や、自分の健康状態など)もディスプレイに表示させることができる。さらに、選手が両手を使うことなく音声入力などによって新規デバイスの操作を行い、通信機能によって、コーチに指示を仰ぎ、その指示をスピーカなどの音声出力部による音声出力や表示によって選手が確認できる機能も備えていると有用である。

[0297]

また、工事現場等においてもヘルメットを装着した作業者が、腕章型デバイス7300を腕に装着し、操作することで安全に作業を行えるよう通信や他の人の位置情報を容易に取得することができる。

[0298]

可撓性を有する二次電池をその他の電子機器に実装する例を図26に示す。フレキシブルな形状を備える二次電池を適用した電子機器として、例えば、テレビジョン装置（テレビ、又はテレビジョン受信機ともいう）、コンピュータ用などのモニタ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機（携帯電話、携帯電話装置ともいう）、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。

[0299]

また、フレキシブルな形状を備える二次電池を、家屋やビルの内壁または外壁や、自動車の内装または外装の曲面に沿って組み込むことも可能である。

[0300]

図26（A）は、携帯電話機の一例を示している。携帯電話機7400は、筐体7401に組み込まれた表示部7402の他、操作ボタン7403、外部接続ポート7404、スピーカ7405、マイク7406などを備えている。なお、携帯電話機7400は、二次電池7407を有している。

[0301]

図26（B）は、携帯電話機7400を湾曲させた状態を示している。携帯電話機7400を外部の力により変形させて全体を湾曲させると、その内部に設けられている二次電池7407も湾曲される。また、その時、曲げられた二次電池7407の状態を図26（C）に示す。二次電池7407は薄型の二次電池である。二次電池7407は曲げられた状態で固定されている。なお、二次電池7407は集電体と電氣的に接続されたリード電極7408を有している。それによって、二次電池7407が曲げられた状態での信頼性が高い構成となっている。

[0302]

図26（D）は、バングル型の表示装置の一例を示している。携帯表示装置7100は、筐体7101、表示部7102、操作ボタン7103、及び二次電池7104を備える。また、図26（E）に曲げられた二次電池7104の状態を示す。二次電池7104は曲げられた状態で使用者の腕への装着時に、筐体に変形して二次電池7104の一部または全部の曲率が変化する。なお、曲線の任意の点における曲がり具合を相当する円の半径の値で表したものを曲率半径であり、曲率半径の逆数を曲率と呼ぶ。具体的には、曲率半径が40mm以上150mm以下の範囲内で筐体または二次電池7104の主表面の一部または全部が変化する。二次電池7104の主表面における曲率半径が40mm以上150mm以下の範囲であれば、高い信頼性を維持できる。

[0303]

また、湾曲可能な二次電池は、様々な電子機器において空間効率よく搭載することができる。例えば図26（F）に示すストーブ7500は、本体7512にモジュール7511が取り付けられ、モジュール7511は、二次電池7501、モーター、ファン、送風口7511a、熱電発電装置を有する。ストーブ7500では、開口部7512aから燃料を投入、着火した後、二次電池7501の電力を用いてモジュール7511のモーターとファンを回転させ、送風口7511aから外気をストーブ7500の内部に送ることができる。このように外気を効率よく取り込めるため火力の強いストーブとすることが可能である。さらに、燃料の燃焼に得た熱エネルギーを用いて、上部のグリル7513において調理することが可能である。また該熱エネルギーをモジュール7511の熱電発電装置により電力に変換し、二次電池7501に充電することができる。さらに、二次電池7501に充電さ

れた電力を外部端子 7 5 1 1 b より出力することができる。

[0304]

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することが可能である。

[0305]

(実施の形態 6)

本実施の形態では、実施の形態 1 で説明した二次電池を搭載することのできる電子機器の他の例を示す。

[0306]

図 27 (A) および図 27 (B) に、2つ折り可能なタブレット型端末の一例を示す。図 27 (A) および図 27 (B) に示すタブレット型端末 9 6 0 0 は、筐体 9 6 3 0 a、筐体 9 6 3 0 b、筐体 9 6 3 0 a と筐体 9 6 3 0 b を接続する可動部 9 6 4 0、表示部 9 6 3 1 a と表示部 9 6 3 1 b を有する表示部 9 6 3 1、表示モード切り替えスイッチ 9 6 2 6、電源スイッチ 9 6 2 7、省電力モード切り替えスイッチ 9 6 2 5、留め具 9 6 2 9、操作スイッチ 9 6 2 8、を有する。図 27 (A) は、タブレット型端末 9 6 0 0 を開いた状態を示し、図 27 (B) は、タブレット型端末 9 6 0 0 を閉じた状態を示している。

[0307]

また、タブレット型端末 9 6 0 0 は、筐体 9 6 3 0 a および筐体 9 6 3 0 b の内部に二次電池 9 6 3 5 を有する。二次電池 9 6 3 5 は、可動部 9 6 4 0 を通り、筐体 9 6 3 0 a と筐体 9 6 3 0 b に渡って設けられている。

[0308]

表示部 9 6 3 1 a は、一部をタッチパネルの領域 9 6 3 2 a とすることができ、表示された操作キー 9 6 3 8 にふれることでデータ入力を行うことができる。なお、表示部 9 6 3 1 a においては、一例として半分の領域が表示のみの機能を有する構成、もう半分の領域がタッチパネルの機能を有する構成を示しているが該構成に限定されない。表示部 9 6 3 1 a の全ての領域がタッチパネルの機能を有する構成としても良い。例えば、表示部 9 6 3 1 a の全面をキーボードボタン表示させてタッチパネルとし、表示部 9 6 3 1 b を表示画面として用いることができる。

[0309]

また、表示部 9 6 3 1 b においても表示部 9 6 3 1 a と同様に、表示部 9 6 3 1 b の一部をタッチパネルの領域 9 6 3 2 b とすることができ、また、タッチパネルのキーボード表示切り替えボタン 9 6 3 9 が表示されている位置に指やスタイラスなどでふれることで表示部 9 6 3 1 b にキーボードボタン表示することができる。

[0310]

また、タッチパネルの領域 9 6 3 2 a とタッチパネルの領域 9 6 3 2 b に対して同時にタッチ入力することもできる。

[0311]

また、表示モード切り替えスイッチ 9 6 2 6 は、縦表示又は横表示などの表示の向きを切り替え、白黒表示やカラー表示の切り替えなどを選択できる。省電力モード切り替えスイッチ 9 6 2 5 は、タブレット型端末 9 6 0 0 に内蔵している光センサで検出される使用時の外光の光量に応じて表示の輝度を最適なものとすることができる。タブレット型端末は光センサだけでなく、ジャイロ、加速度セ

ンサ等の傾きを検出するセンサなどの他の検出装置を内蔵させてもよい。

[0312]

また、図27(A)では表示部9631bと表示部9631aの表示面積が同じ例を示しているが特に限定されず、一方のサイズともう一方のサイズが異なってもよく、表示の品質も異なってもよい。例えば一方が他方よりも高精細な表示を行える表示パネルとしてもよい。

[0313]

図27(B)は、閉じた状態であり、タブレット型端末は、筐体9630、太陽電池9633、DCDCコンバータ9636を含む充放電制御回路9634を有する。また、二次電池9635として、本発明の一態様の二次電池を用いる。

[0314]

なお、タブレット型端末9600は2つ折り可能なため、未使用時に筐体9630aおよび筐体9630bを重ね合せるように折りたたむことができる。折りたたむことにより、表示部9631a、表示部9631bを保護できるため、タブレット型端末9600の耐久性を高めることができる。また、本発明の一態様の二次電池を用いた二次電池9635は可撓性を有し、曲げ伸ばしを繰り返しても充放電容量が低下しにくい。よって、信頼性の優れたタブレット型端末を提供できる。

[0315]

また、この他にも図27(A)および図27(B)に示したタブレット型端末は、様々な情報(静止画、動画、テキスト画像など)を表示する機能、カレンダー、日付又は時刻などを表示部に表示する機能、表示部に表示した情報をタッチ入力操作又は編集するタッチ入力機能、様々なソフトウェア(プログラム)によって処理を制御する機能、等を有することができる。

[0316]

タブレット型端末の表面に装着された太陽電池9633によって、電力をタッチパネル、表示部、又は映像信号処理部等に供給することができる。なお、太陽電池9633は、筐体9630の一面又は二面に設けることができ、二次電池9635の充電を効率的に行う構成とすることができる。なお二次電池9635としては、本発明の一態様の二次電池を用いると、充放電の繰り返しの伴う放電容量の低下を抑制することができるため、長期にわたって使用することのできるタブレット型端末とすることができる。

[0317]

また、図27(B)に示す充放電制御回路9634の構成、および動作について図27(C)にブロック図を示し説明する。図27(C)には、太陽電池9633、二次電池9635、DCDCコンバータ9636、コンバータ9637、スイッチSW1乃至SW3、表示部9631について示しており、二次電池9635、DCDCコンバータ9636、コンバータ9637、スイッチSW1乃至SW3が、図27(B)に示す充放電制御回路9634に対応する箇所となる。

[0318]

まず外光により太陽電池9633により発電がされる場合の動作の例について説明する。太陽電池で発電した電力は、二次電池9635を充電するための電圧となるようDCDCコンバータ9636で昇圧又は降圧がなされる。そして、表示部9631の動作に太陽電池9633からの電力が用いられる際にはスイッチSW1をオンにし、コンバータ9637で表示部9631に必要な電圧に昇圧又は降圧をすることとなる。また、表示部9631での表示を行わない際には、SW1をオフにし、SW

2をオンにして二次電池9635の充電を行う構成とすればよい。

[0319]

なお太陽電池9633については、発電手段の一例として示したが、特に限定されず、圧電素子（ピエゾ素子）や熱電変換素子（ペルティエ素子）などの他の発電手段による二次電池9635の充電を行う構成であってもよい。例えば、無線（非接触）で電力を送受信して充電する無接点電力伝送モジュールや、また他の充電手段を組み合わせる構成としてもよい。

[0320]

また、図28に示すようなウェアラブルデバイスに実施の形態1で説明した二次電池を搭載することができる。

[0321]

例えば、図28（A）に示すような眼鏡型デバイス400に搭載することができる。眼鏡型デバイス400は、フレーム400aと、表示部400bを有する。湾曲を有するフレーム400aのテンプル部に二次電池を搭載することで、重量バランスがよく継続使用時間の長い眼鏡型デバイス400とすることができる。

[0322]

また、ヘッドセット型デバイス401に搭載することができる。ヘッドセット型デバイス401は、少なくともマイク部401aと、フレキシブルパイプ401bと、イヤフォン部401cを有する。フレキシブルパイプ401b内やイヤフォン部401c内に二次電池を設けることができる。

[0323]

また、身体に直接取り付け可能なデバイス402に搭載することができる。デバイス402の薄型の筐体402aの中に、二次電池402bを設けることができる。

[0324]

また、衣服に取り付け可能なデバイス403に搭載することができる。デバイス403の薄型の筐体403aの中に、二次電池403bを設けることができる。

[0325]

また、腕時計型デバイス405に搭載することができる。腕時計型デバイス405は表示部405aおよびベルト部405bを有し、表示部405aまたはベルト部405bに、二次電池を設けることができる。

[0326]

また、ベルト型デバイス406に搭載することができる。ベルト型デバイス406は、ベルト部406aおよびワイヤレス給電受電部406bを有し、ベルト部406aの内部に、二次電池を搭載することができる。

[0327]

また、図28（B1）に示すような腕輪型デバイス407に実施の形態1で説明した二次電池を搭載することができる。腕輪型デバイス407は、ケース407aの中に、2つの湾曲した二次電池407bを有する。またケース407aの表面には湾曲した表示部407cが設けられている。表示部407cに用いることのできる表示部については、図25の表示部についての記載を参酌することができる。腕輪型デバイス407は、接続部407dとヒンジ部407eを有し、ヒンジ部407eを中心に接続部407dまでを動かすことができる。また接続部407dに設けられた外部端子を介して

充電等を行うことができる。

[0328]

また、図28(B2)に示すようなウェアラブルデバイス410に実施の形態1で説明した二次電池を搭載することができる。ウェアラブルデバイス410は、本体411の中に、湾曲した二次電池412とセンサ部413を有する。またウェアラブルデバイス410は、表示部415とバンド部414を有し、例えば手首に着用することができる。表示部415に用いることのできる表示部については、図25の表示部についての記載を参酌することができる。

[0329]

図29に、他の電子機器の例を示す。図29において、表示装置8000は、本発明の一態様に係る二次電池8004を用いた電子機器の一例である。具体的に、表示装置8000は、TV放送受信用の表示装置に相当し、筐体8001、表示部8002、スピーカ部8003、二次電池8004等を有する。本発明の一態様に係る二次電池8004は、筐体8001の内部に設けられている。表示装置8000は、商用電源から電力の供給を受けることもできるし、二次電池8004に蓄積された電力を用いることもできる。よって、停電などにより商用電源から電力の供給が受けられない時でも、本発明の一態様に係る二次電池8004を無停電電源として用いることで、表示装置8000の利用が可能となる。

[0330]

表示部8002には、液晶表示装置、有機EL素子などの発光素子を各画素に備えた発光装置、電気泳動表示装置、DMD(Digital Micromirror Device)、PDP(Plasma Display Panel)、FED(Field Emission Display)などの、半導体表示装置を用いることができる。

[0331]

なお、表示装置には、TV放送受信用の他、パーソナルコンピュータ用、広告表示用など、全ての情報表示用表示装置が含まれる。

[0332]

図29において、据え付け型の照明装置8100は、本発明の一態様に係る二次電池8103を用いた電子機器の一例である。具体的に、照明装置8100は、筐体8101、光源8102、二次電池8103等を有する。図29では、二次電池8103が、筐体8101及び光源8102が据え付けられた天井8104の内部に設けられている場合を例示しているが、二次電池8103は、筐体8101の内部に設けられていても良い。照明装置8100は、商用電源から電力の供給を受けることもできるし、二次電池8103に蓄積された電力を用いることもできる。よって、停電などにより商用電源から電力の供給が受けられない時でも、本発明の一態様に係る二次電池8103を無停電電源として用いることで、照明装置8100の利用が可能となる。

[0333]

なお、図29では天井8104に設けられた据え付け型の照明装置8100を例示しているが、本発明の一態様に係る二次電池は、天井8104以外、例えば側壁8105、床8106、窓8107等に設けられた据え付け型の照明装置に用いることもできるし、卓上型の照明装置などに用いることもできる。

[0334]

また、光源 8 1 0 2 には、電力を利用して人工的に光を得る人工光源を用いることができる。具体的には、白熱電球、蛍光灯などの放電ランプ、LED や有機 EL 素子などの発光素子が、上記人工光源の一例として挙げられる。

[0335]

図 29 において、室内機 8 2 0 0 及び室外機 8 2 0 4 を有するエアコンディショナーは、本発明の一態様に係る二次電池 8 2 0 3 を用いた電子機器の一例である。具体的に、室内機 8 2 0 0 は、筐体 8 2 0 1、送風口 8 2 0 2、二次電池 8 2 0 3 等を有する。図 29 では、二次電池 8 2 0 3 が、室内機 8 2 0 0 に設けられている場合を例示しているが、二次電池 8 2 0 3 は室外機 8 2 0 4 に設けられていても良い。或いは、室内機 8 2 0 0 と室外機 8 2 0 4 の両方に、二次電池 8 2 0 3 が設けられていても良い。エアコンディショナーは、商用電源から電力の供給を受けることもできるし、二次電池 8 2 0 3 に蓄積された電力を用いることもできる。特に、室内機 8 2 0 0 と室外機 8 2 0 4 の両方に二次電池 8 2 0 3 が設けられている場合、停電などにより商用電源から電力の供給が受けられない時でも、本発明の一態様に係る二次電池 8 2 0 3 を無停電電源として用いることで、エアコンディショナーの利用が可能となる。

[0336]

なお、図 29 では、室内機と室外機で構成されるセパレート型のエアコンディショナーを例示しているが、室内機の機能と室外機の機能とを 1 つの筐体に有する一体型のエアコンディショナーに、本発明の一態様に係る二次電池を用いることもできる。

[0337]

図 29 において、電気冷凍冷蔵庫 8 3 0 0 は、本発明の一態様に係る二次電池 8 3 0 4 を用いた電子機器の一例である。具体的に、電気冷凍冷蔵庫 8 3 0 0 は、筐体 8 3 0 1、冷蔵室用扉 8 3 0 2、冷凍室用扉 8 3 0 3、二次電池 8 3 0 4 等を有する。図 29 では、二次電池 8 3 0 4 が、筐体 8 3 0 1 の内部に設けられている。電気冷凍冷蔵庫 8 3 0 0 は、商用電源から電力の供給を受けることもできるし、二次電池 8 3 0 4 に蓄積された電力を用いることもできる。よって、停電などにより商用電源から電力の供給が受けられない時でも、本発明の一態様に係る二次電池 8 3 0 4 を無停電電源として用いることで、電気冷凍冷蔵庫 8 3 0 0 の利用が可能となる。

[0338]

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

[0339]

(実施の形態 7)

本実施の形態では、車両に実施の形態 1 で説明した二次電池を搭載する例を示す。

[0340]

また、二次電池を車両に搭載すると、ハイブリッド車 (HEV)、電気自動車 (EV)、又はプラグインハイブリッド車 (PHEV) 等の次世代クリーンエネルギー自動車を実現できる。

[0341]

図 30 において、本発明の一態様を用いた車両を例示する。図 30 (A) に示す自動車 8 4 0 0 は、走行のための動力源として電気モーターを用いる電気自動車である。または、走行のための動力源として電気モーターとエンジンを適宜選択して用いることが可能なハイブリッド自動車である。本発明の一態様を用いることで、航続距離の長い車両を実現することができる。また、自動車 8 4 0 0 は二

次電池を有する。二次電池は電気モーターを駆動するだけでなく、ヘッドライト 8401 やルームライト（図示せず）などの発光装置に電力を供給することができる。

[0342]

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

[0343]

図 30 (B) に示す自動車 8500 は、自動車 8500 が有する二次電池にプラグイン方式や非接触給電方式等により外部の充電設備から電力供給を受けて、充電することができる。図 30 (B) に、地上設置型の充電装置 8021 から自動車 8500 に搭載された蓄電装置に、ケーブル 8022 を介して充電を行っている状態を示す。充電に際しては、充電方法やコネクタの規格等は CHAd eMO（登録商標）やコンボ等の所定の方式で適宜行えばよい。充電装置 8021 は、商用施設に設けられた充電ステーションでもよく、また家庭の電源であつてもよい。例えば、プラグイン技術によって、外部からの電力供給により自動車 8500 に搭載された二次電池を充電することができる。充電は、ACDC コンバータ等の変換装置を介して、交流電力を直流電力に変換して行うことができる。

[0344]

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

[0345]

また、車両に搭載した二次電池を車両以外の電力供給源として用いることもできる。この場合、電力需要のピーク時に商用電源を用いることを回避することができる。

[0346]

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することが可能である。

[実施例 1]

[0347]

以下、本発明の一態様について実施例を用いて具体的に説明する。本実施例では、実施の形態 3 で示した正極活物質について実際に作製した結果について説明する。なお、本発明は以下の実施例のみに限定されるものではない。

[0348]

まず、正極活物質として $\text{Li}_a\text{Mn}_b\text{Ni}_c\text{O}_d$ で表されるリチウムマンガンを複合酸化物の合成を行った。具体的には、出発材料として Li_2CO_3 と MnCO_3 と NiO を用い、 $\text{Li}_a\text{Mn}_b\text{Ni}_c\text{O}_d$ で表され、それぞれ組成が異なる試料 A～試料 N の合成を行った。

[0349]

試料 A～試料 N の作製方法について以下に述べる。まず、表 1 に示す組成となるように、試料 A～試料 N についてそれぞれ出発材料の秤量をした。

[0350]

次に、NiOの粉末にエタノールを加えた後、ボールミルで周速12m/秒、粉砕時間0.5時間で粉砕し、これに上記秤量した Li_2CO_3 と MnCO_3 とNiOを混合し、周速10m/秒、粉砕時間0.5時間で粉砕した。

[0351]

次いで、上記NiO、 Li_2CO_3 および MnCO_3 の混合材料のエタノールを揮発させた後、坩堝に入れ、材料を合成した。ここでは1000℃、10時間の条件で焼成を行った。焼成の雰囲気は空気とし、ガス流量は10L/分とした。

[0352]

次いで、焼成した粒子の焼結を解くために解砕処理を行った。解砕処理は、エタノールを加えた後、ボールミルで周速12m/秒、解砕時間10時間で行った。

[0353]

次いで、解砕処理後にエタノールを揮発させるための加熱を行い、正極活物質としてニッケルを有するリチウムマンガン複合酸化物である試料A～試料Nを得た。

[0354]

次いで、上記の工程で得られた正極活物質試料A～試料Nと、バインダとしてPVdFと、導電助剤としてアセチレンブラック(AB)を用いてそれぞれ電極を作製した。

[0355]

具体的にはまず、PVdFと、ABとを極性溶媒であるNMP(N-メチル-2-ピロリドン)とを混練した。混練の回転数は、2000rpm、混練の時間は1回を5分とした。さらに、正極活物質を添加して混練した。混練の回転数は、2000rpm、混練の時間は1回を5分として、5回繰り返した。さらに、NMPを添加して混練した。混練の回転数は、2000rpm、混練の時間は1回を10分として、2回繰り返した。以上の工程により、スラリー状の電極合剤組成物を得た。電極合剤組成物の配合は、重量比で正極活物質：AB：PVdF=90：5：5とした。

[0356]

そして上記電極合剤組成物を集電体上に塗工し、正極活物質層とした。

[0357]

以上の工程で、正極を作製した。得られた正極を用いてハーフセルを作製し、初期容量を測定した。測定結果については、表1の通りである。

[0358]

[表 1]

試料	Li	Mn	Ni	初回 放電容量
試料A	1.68	0.844	0.281	253.39
試料B	1.68	0.8062	0.318	242.81
試料C	1.6	0.8062	0.318	239.73
試料D	1.68	0.8812	0.243	228.04
試料E	1.83	0.8	0.26	226.63
試料F	1.848	0.8062	0.318	218.03
試料G	1.83	0.89	0.17	211.91
試料H	1.68	0.619	0.506	209.9
試料I	1.68	0.694	0.431	209.27
試料J	1.68	0.581	0.543	199.17
試料K	1.68	0.506	0.618	176.09
試料L	1.84	0.883	0.16	172.21
試料M	1.5675	1.125	0.12	155.94
試料N	1.5675	1.0313	0.21375	102

[0359]

上記結果から、組成式が $\text{Li}_a\text{Mn}_b\text{Ni}_c\text{O}_d$ ($1.6 \leq a \leq 1.848$ 、 $0.19 \leq c/b \leq 0.935$ 、 $2.5 \leq d \leq 3$) の範囲内であれば、高容量を発現するリチウムマンガン複合酸化物とすることができると明らかとなった。

[符号の説明]

[0360]

- 100 二次電池
- 100a 二次電池
- 100b 二次電池
- 100c 二次電池
- 100d 二次電池
- 100e 二次電池
- 101 正極集電体
- 101a 正極集電体
- 102 正極活物質層
- 103 セパレータ
- 103a 領域
- 103b 領域
- 104 電解液

1 0 5 負極集電体
1 0 6 負極活物質層
1 0 7 外装体
1 0 7 a フィルム
1 0 7 a 1 フィルム
1 0 7 a 2 フィルム
1 0 7 b 領域
1 1 1 正極
1 1 1 a 正極
1 1 3 負極
1 1 5 負極
1 1 5 a 負極
1 2 0 封止層
1 2 1 正極リード
1 2 5 負極リード
1 3 0 電極組立体
1 3 1 電極組立体
1 5 1 スイッチ
1 5 2 電流制御スイッチ
1 5 4 スイッチ対
2 0 0 シーラー
2 0 1 型
2 0 2 型
2 0 3 台
2 1 0 シーラー
2 1 1 バー
2 1 2 バー
2 1 3 台
2 2 1 穴
3 2 1 グラフェン
3 2 2 正極活物質
3 2 3 導電助剤
3 3 1 領域
3 3 2 領域
3 3 3 領域
4 0 0 眼鏡型デバイス
4 0 0 a フレーム
4 0 0 b 表示部
4 0 1 ヘッドセット型デバイス

4 0 1 a マイク部
4 0 1 b フレキシブルパイプ
4 0 1 c イヤフォン部
4 0 2 デバイス
4 0 2 a 筐体
4 0 2 b 二次電池
4 0 3 デバイス
4 0 3 a 筐体
4 0 3 b 二次電池
4 0 5 腕時計型デバイス
4 0 5 a 表示部
4 0 5 b ベルト部
4 0 6 ベルト型デバイス
4 0 6 a ベルト部
4 0 6 b ワイヤレス給電受電部
4 0 7 腕輪型デバイス
4 0 7 a ケース
4 0 7 b 二次電池
4 0 7 c 表示部
4 0 7 d 接続部
4 0 7 e ヒンジ部
4 1 0 ウェアラブルデバイス
4 1 1 本体
4 1 2 二次電池
4 1 3 センサ部
4 1 4 バンド部
4 1 5 表示部
7 1 0 0 携帯表示装置
7 1 0 1 筐体
7 1 0 2 表示部
7 1 0 3 操作ボタン
7 1 0 4 二次電池
7 3 0 0 腕章型デバイス
7 3 0 1 腕
7 4 0 0 携帯電話機
7 4 0 1 筐体
7 4 0 2 表示部
7 4 0 3 操作ボタン
7 4 0 4 外部接続ポート

7 4 0 5	スピーカ
7 4 0 6	マイク
7 4 0 7	二次電池
7 4 0 8	リード電極
7 4 0 9	集電体
7 5 0 0	ストーブ
7 5 0 1	二次電池
7 5 1 1	モジュール
7 5 1 1 a	送風口
7 5 1 1 b	外部端子
7 5 1 2	本体
7 5 1 2 a	開口部
7 5 1 3	グリル
8 0 0 0	表示装置
8 0 0 1	筐体
8 0 0 2	表示部
8 0 0 3	スピーカ部
8 0 0 4	二次電池
8 0 2 1	充電装置
8 0 2 2	ケーブル
8 1 0 0	照明装置
8 1 0 1	筐体
8 1 0 2	光源
8 1 0 3	二次電池
8 1 0 4	天井
8 1 0 5	側壁
8 1 0 6	床
8 1 0 7	窓
8 2 0 0	室内機
8 2 0 1	筐体
8 2 0 2	送風口
8 2 0 3	二次電池
8 2 0 4	室外機
8 3 0 0	電気冷凍冷蔵庫
8 3 0 1	筐体
8 3 0 2	冷蔵室用扉
8 3 0 3	冷凍室用扉
8 3 0 4	二次電池
8 4 0 0	自動車

8 4 0 1	ヘッドライト
8 5 0 0	自動車
9 6 0 0	タブレット型端末
9 6 2 5	スイッチ
9 6 2 6	スイッチ
9 6 2 7	電源スイッチ
9 6 2 8	操作スイッチ
9 6 2 9	具
9 6 3 0	筐体
9 6 3 0 a	筐体
9 6 3 0 b	筐体
9 6 3 1	表示部
9 6 3 1 a	表示部
9 6 3 1 b	表示部
9 6 3 2 a	領域
9 6 3 2 b	領域
9 6 3 3	太陽電池
9 6 3 4	充放電制御回路
9 6 3 5	二次電池
9 6 3 6	D C D C コンバータ
9 6 3 7	コンバータ
9 6 3 8	操作キー
9 6 3 9	ボタン
9 6 4 0	可動部
B T 0 0	蓄電装置
B T 0 1	端子対
B T 0 2	端子対
B T 0 3	制御回路
B T 0 4	回路
B T 0 5	回路
B T 0 6	変圧制御回路
B T 0 7	変圧回路
B T 0 8	電池部
B T 0 9	電池セル
B T 1 0	トランジスタ
B T 1 1	バス
B T 1 2	バス
B T 1 3	トランジスタ
B T 1 4	電流制御スイッチ

B T 1 5	バス
B T 1 6	バス
B T 1 7	スイッチ対
B T 1 8	スイッチ対
B T 2 1	トランジスタ対
B T 2 2	トランジスタ
B T 2 3	トランジスタ
B T 2 4	バス
B T 2 5	バス
B T 3 1	トランジスタ対
B T 3 2	トランジスタ
B T 3 3	トランジスタ
B T 3 4	バス
B T 3 5	バス
B T 4 1	電池制御ユニット
B T 5 1	絶縁型DC-DCコンバータ
B T 5 2	スイッチ部
B T 5 3	トランス部
S 1	制御信号
S 2	制御信号
S 3	変圧信号
SW 1	スイッチ
SW 3	スイッチ

請求の範囲

[請求項 1]

正極と、負極と、を積層する工程と、
前記正極および前記負極を、第 1 のフィルムおよび第 2 のフィルムで挟む工程と、
前記正極、前記負極、前記第 1 のフィルム及び前記第 2 のフィルムの少なくとも一部を湾曲する工程と、
前記第 1 のフィルムと前記第 2 のフィルム同士を接着する工程と、を有する二次電池の作製方法。

[請求項 2]

請求項 1 に記載の二次電池の作製方法であって、
前記第 1 のフィルムの温度が、前記第 2 のフィルムの温度よりも高い状態で、前記第 1 のフィルムと、前記第 2 のフィルムを接着することを特徴とする。

[請求項 3]

請求項 1 に記載の二次電池の作製方法であって、
前記第 1 のフィルムと前記第 2 のフィルム同士を接着する工程の前に、前記第 1 のフィルムを加熱する工程を有することを特徴とする。

[請求項 4]

請求項 1 に記載の二次電池の作製方法であって、
前記第 1 のフィルムと前記第 2 のフィルム同士を接着する工程の前に、前記第 2 のフィルムを冷却する工程を有することを特徴とする。

[請求項 5]

正極と、負極と、第 1 のフィルムと、第 2 のフィルムと、を有する二次電池であって、
前記二次電池は、湾曲を有し、
前記第 1 のフィルムは、二次電池の湾曲の内径側に位置する外装体であり、
前記第 2 のフィルムは、二次電池の湾曲の外径側に位置する外装体であり、
前記第 1 のフィルムよりも、前記第 2 のフィルムの方が、湾曲方向について長いことを特徴とする二次電池。

[請求項 6]

請求項 5 に記載の二次電池であって、
前記正極および前記負極は湾曲の内径側に位置するものより、外径側に位置するものの方が、湾曲方向について長いことを特徴とする。

[請求項 7]

請求項 5 に記載の二次電池であって、
前記正極および前記負極は端部がそろっていることを特徴とする。

[請求項 8]

請求項 5 に記載の二次電池であって、
前記正極または前記負極は、
導電助剤としてグラフェンを含むことを特徴とする。

[請求項 9]

ヒーターを有する第 1 の型と、ヒーターを有する第 2 の型と、を有するラミネートシーラーであって、

前記第 1 の型および前記第 2 の型は湾曲を有し、

前記第 1 の型の湾曲と、前記第 2 の型の湾曲は嵌合することを特徴とする、ラミネートシーラー。

[請求項 10]

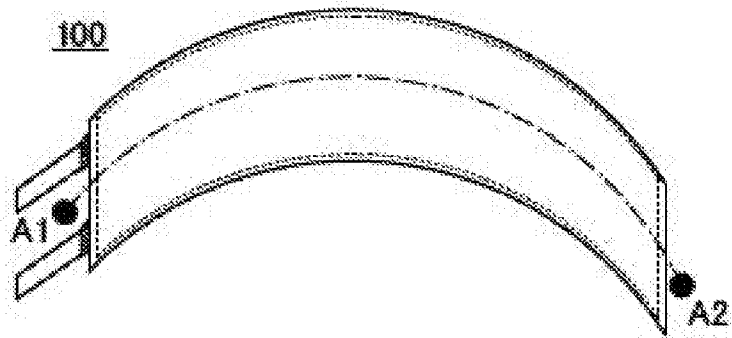
請求項 9 に記載のラミネートシーラーであって、

前記前記第 2 の型は円弧状の凸部を有し、冷却機構を有することを特徴とする。

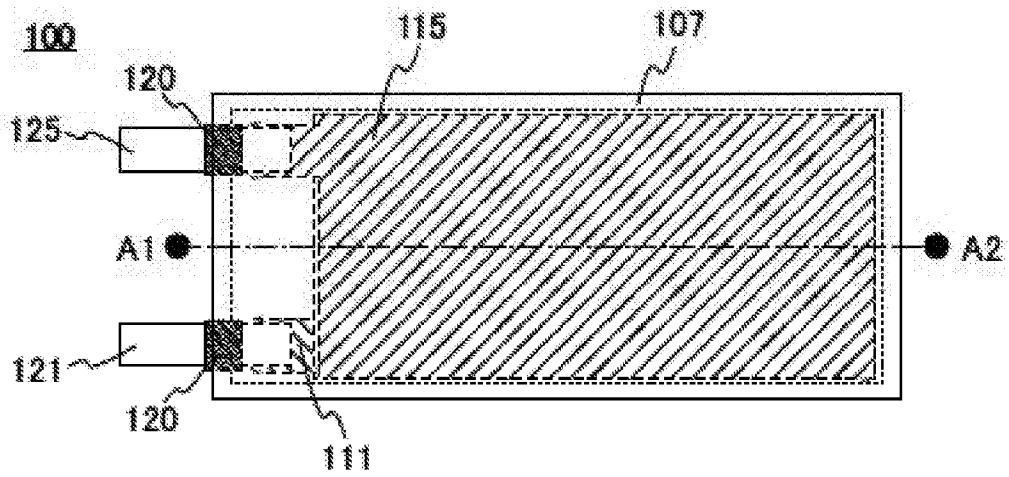
1/31

[図01]

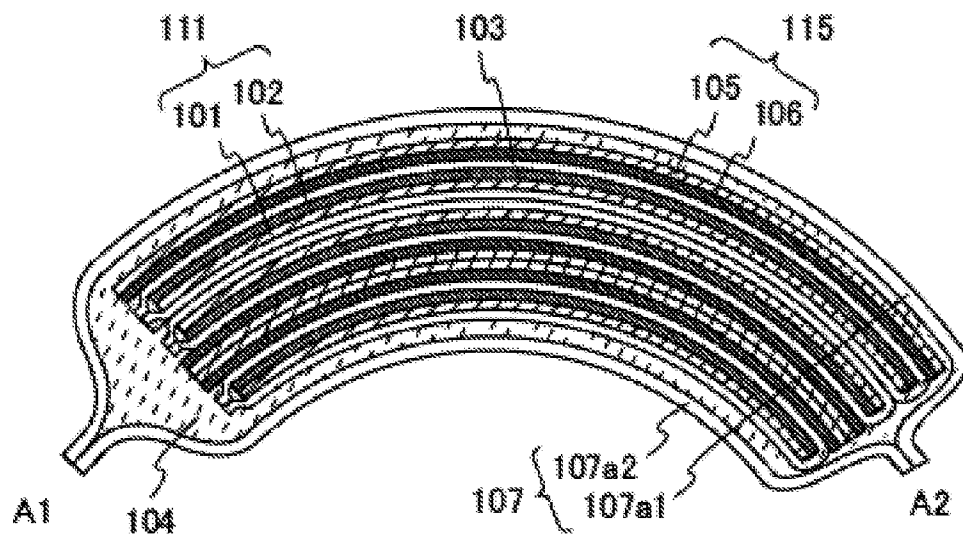
(A)



(B)



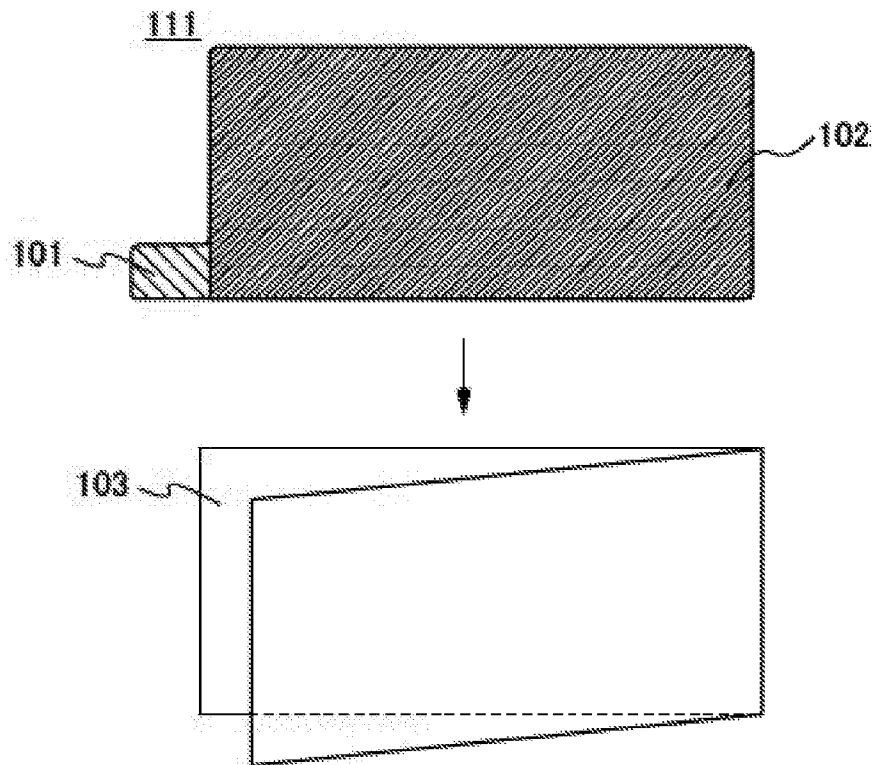
(C)



[図02]

2/31

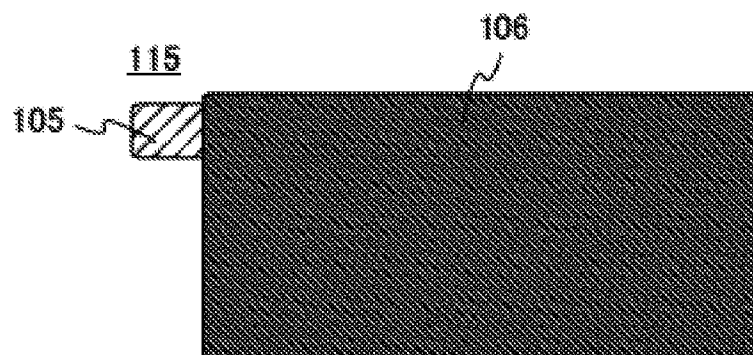
(A)



(B)

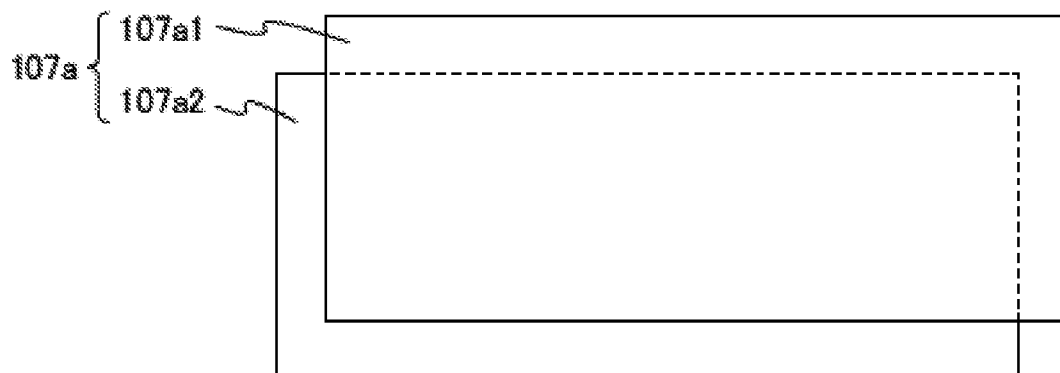
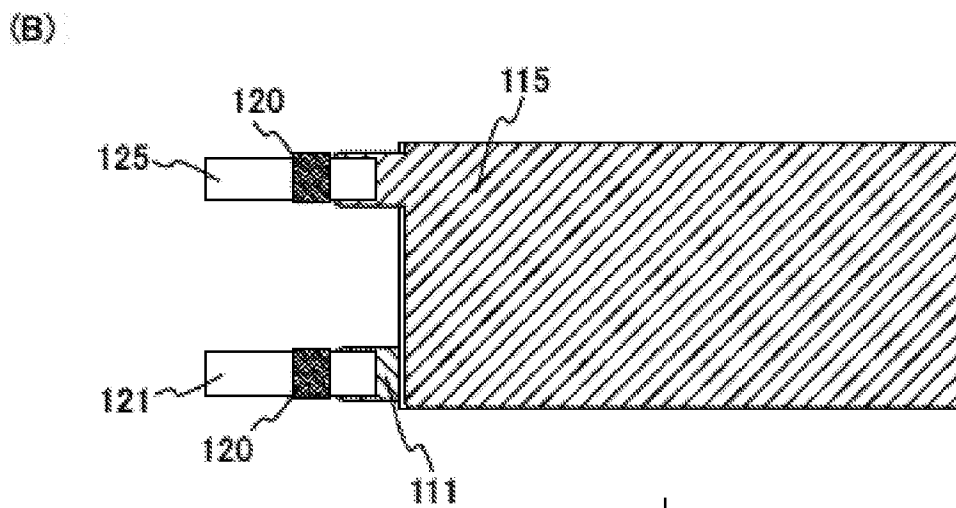
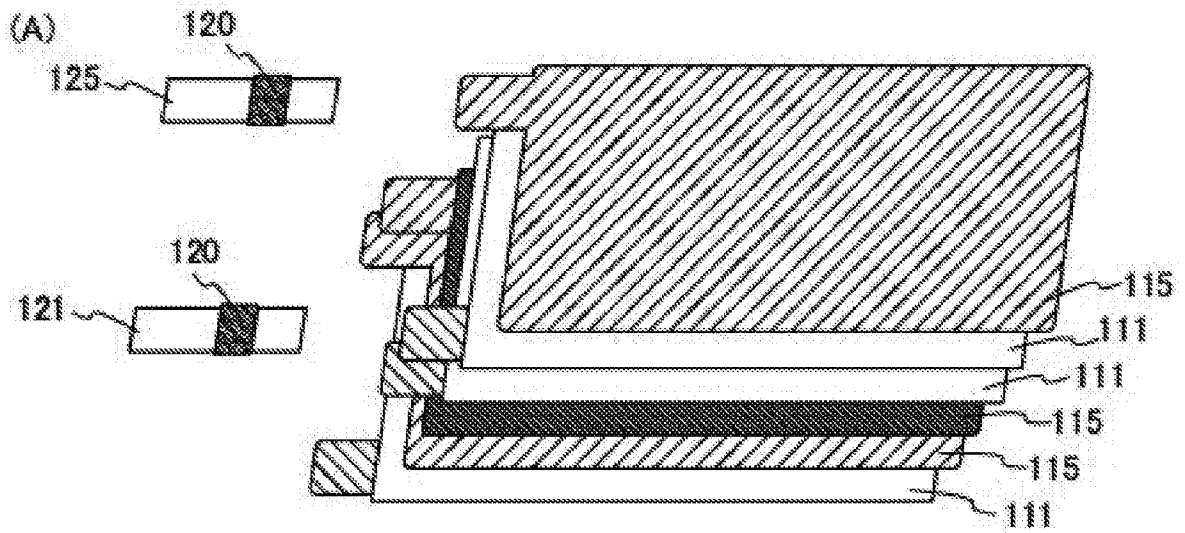


(C)



[図03]

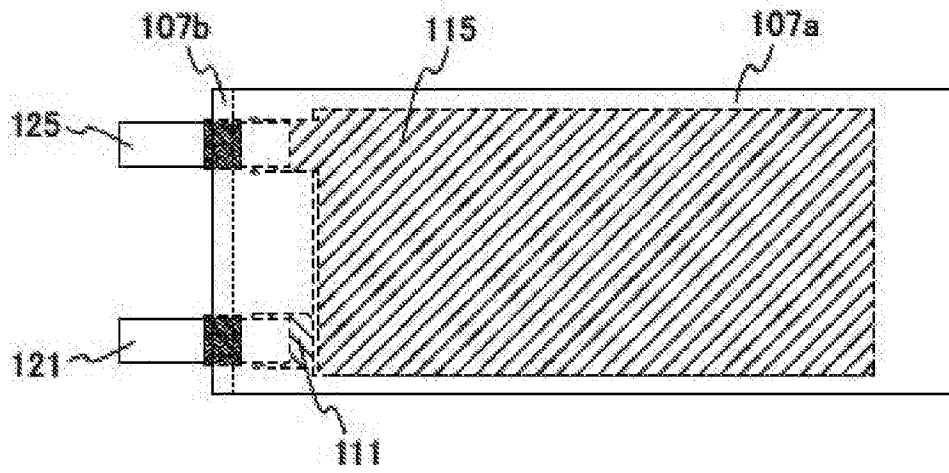
3/31



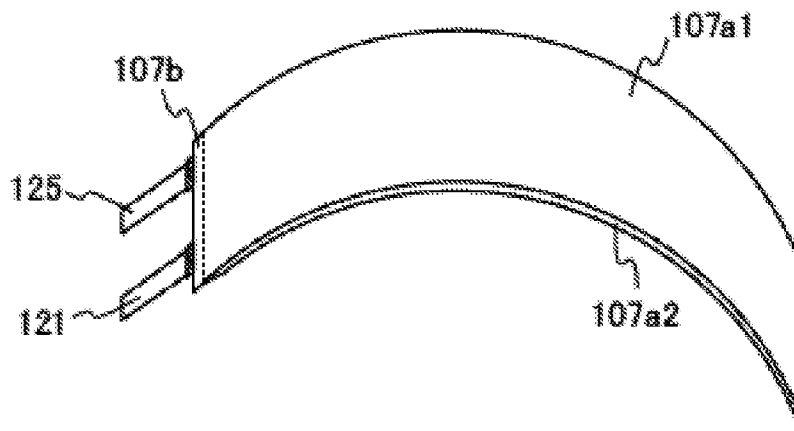
[図04]

4/31

(A)

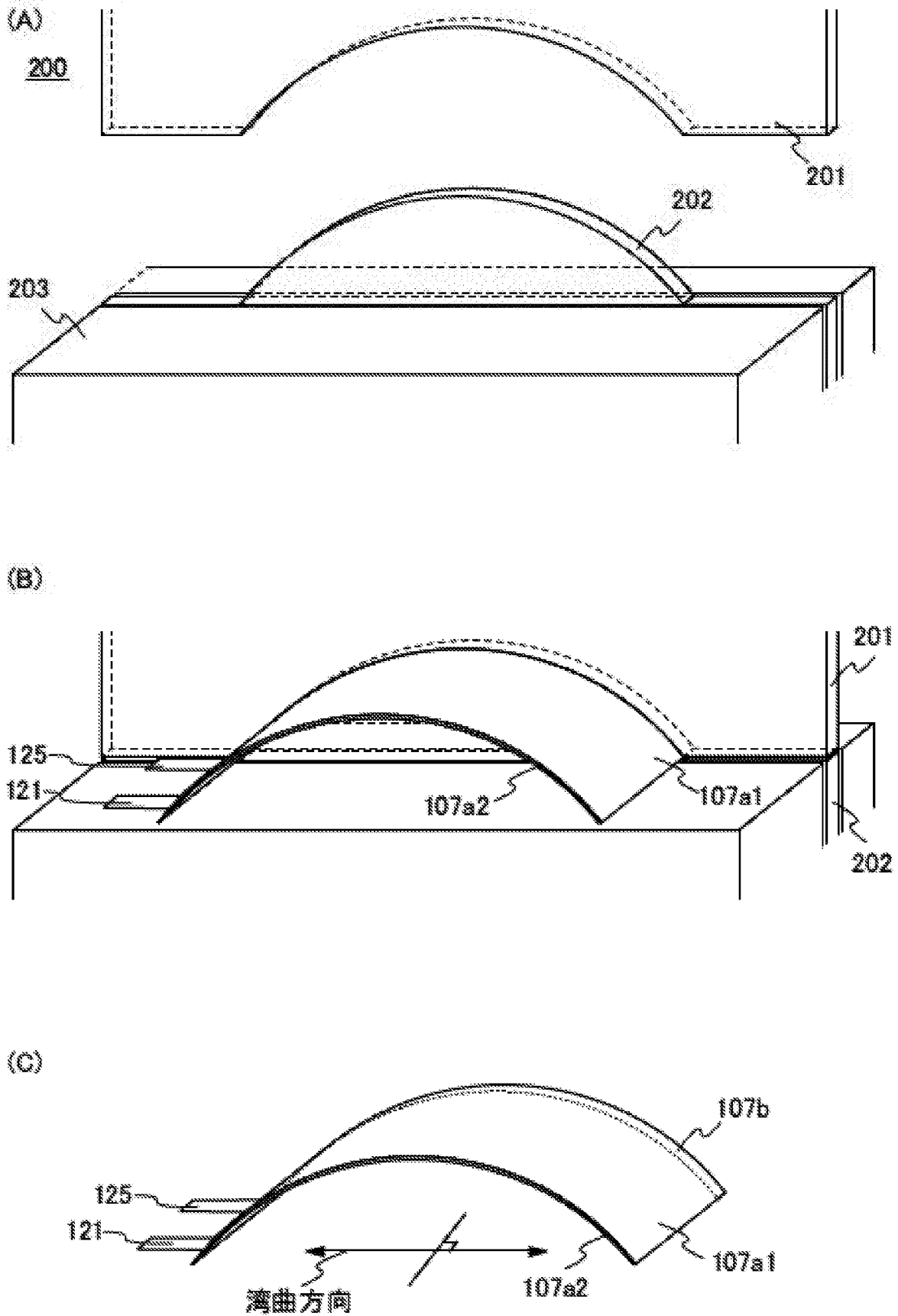


(B)



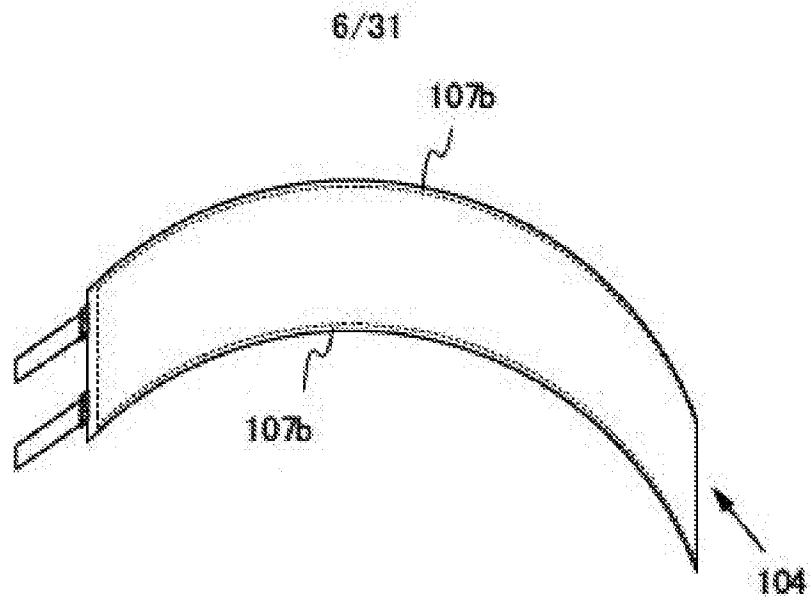
[図05]

5/31

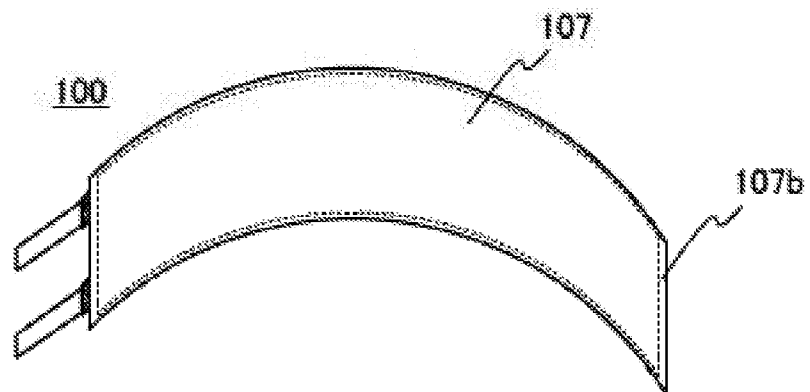


[図06]

(A)

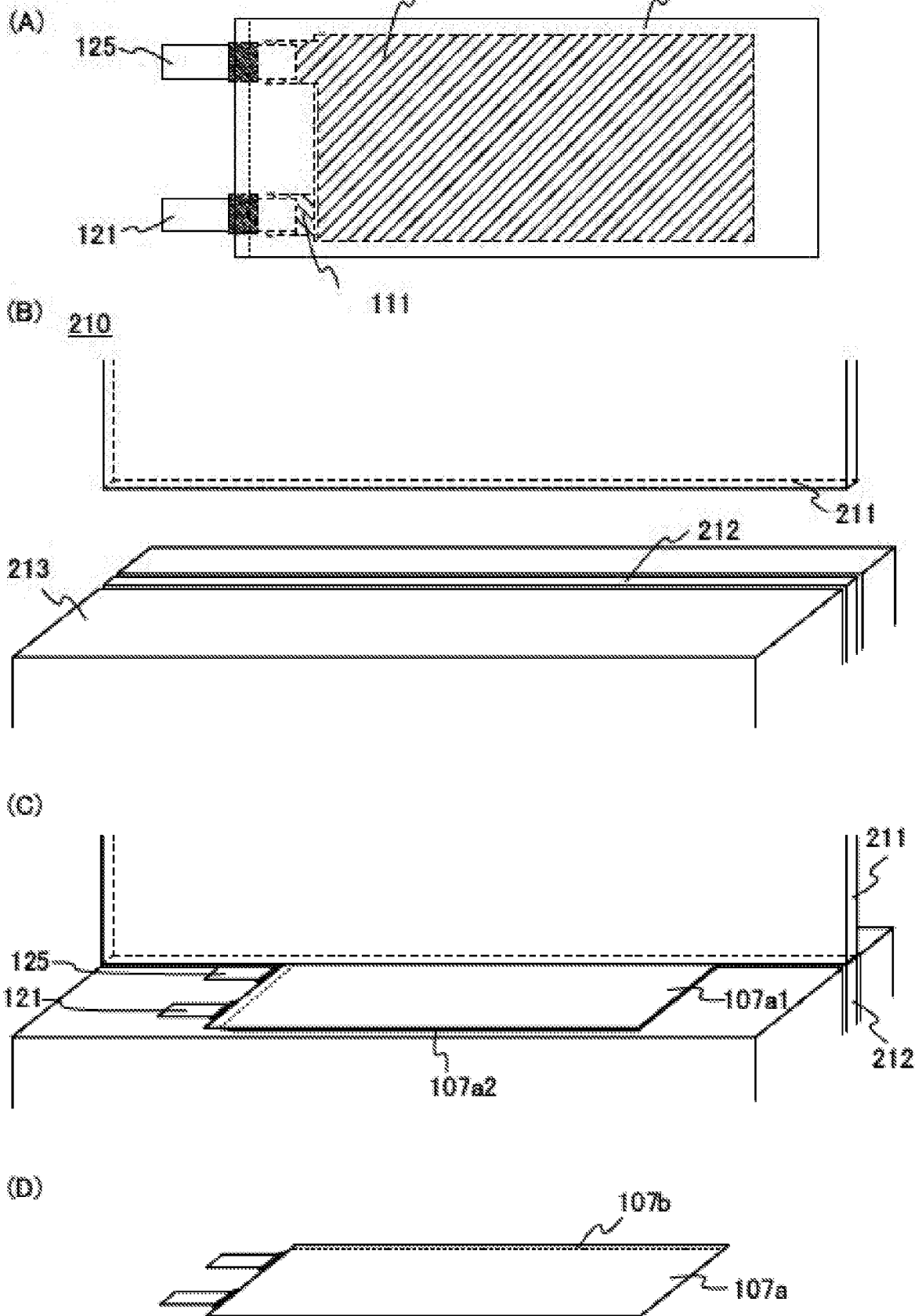


(B)



7/31

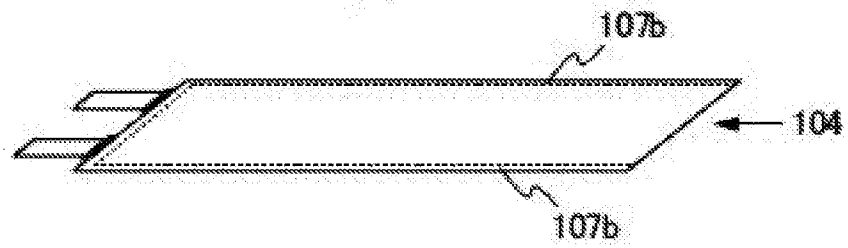
[図07]



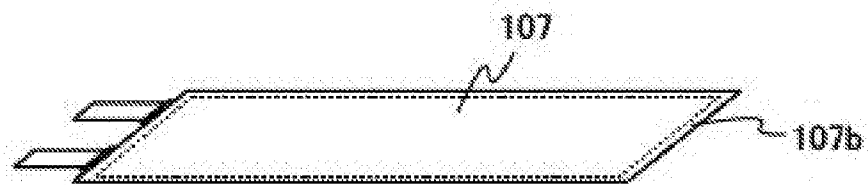
[08]

8/31

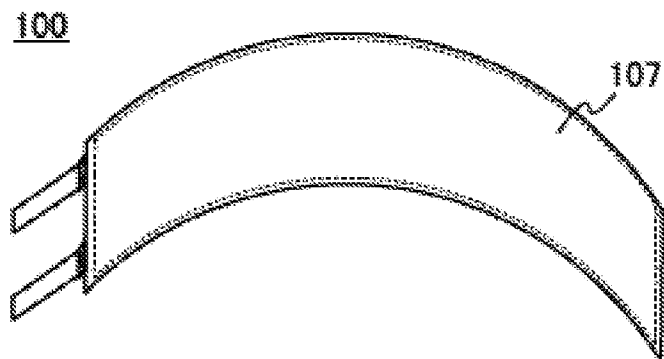
(A)



(B)



(C)

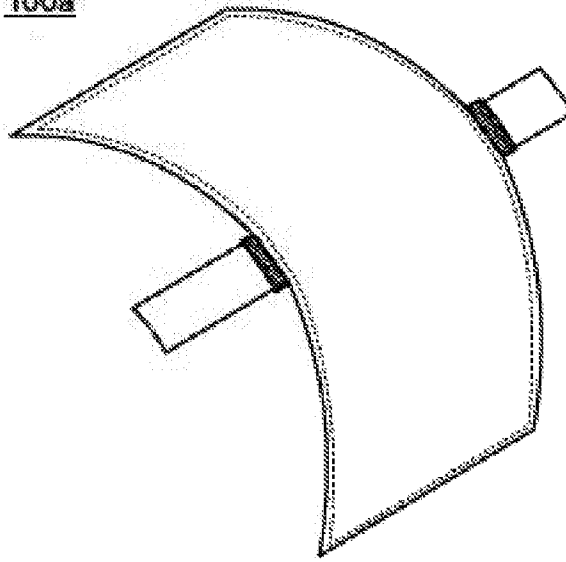


[09]

9/31

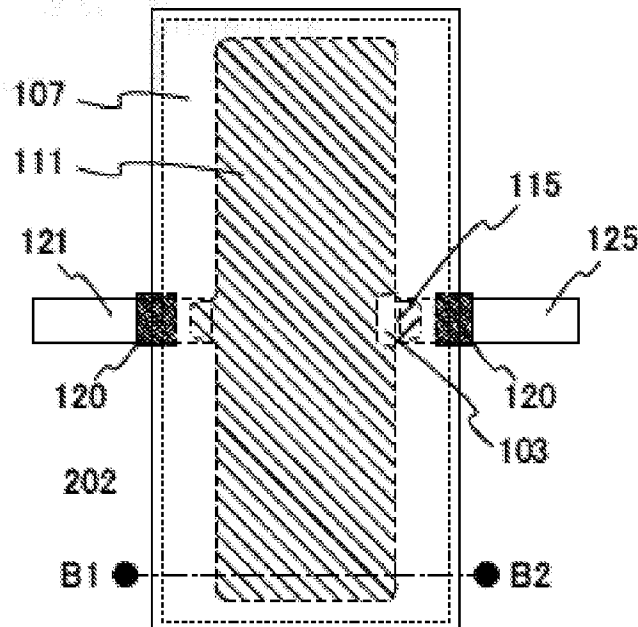
100a

(A)

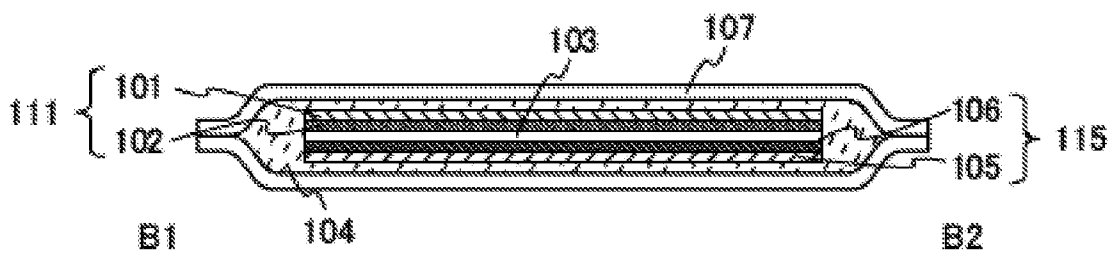


(B)

100a



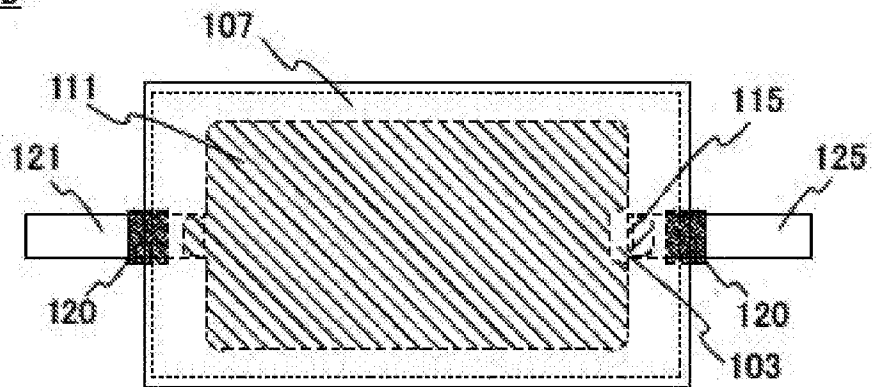
(C)



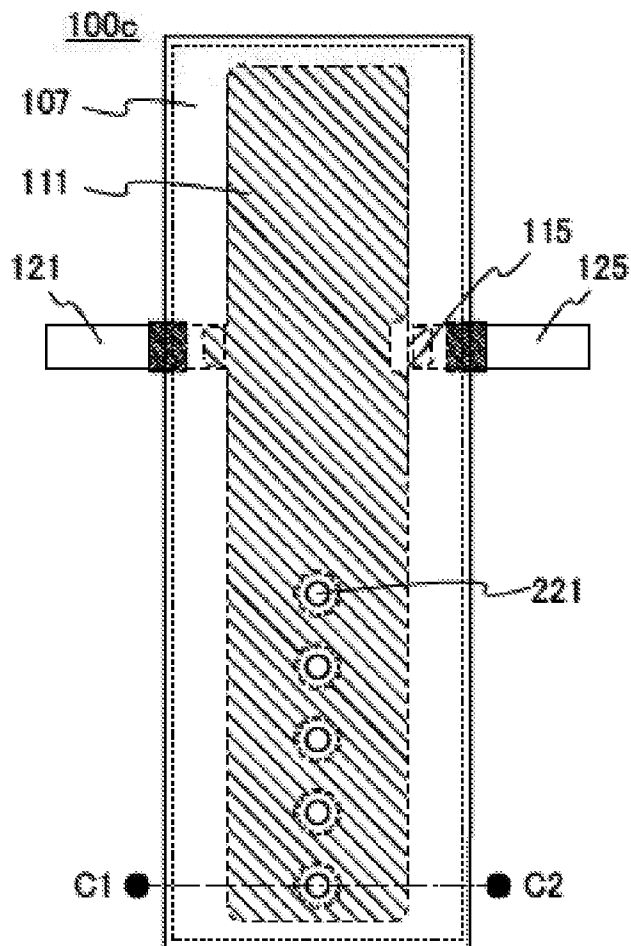
[] 10

10/31

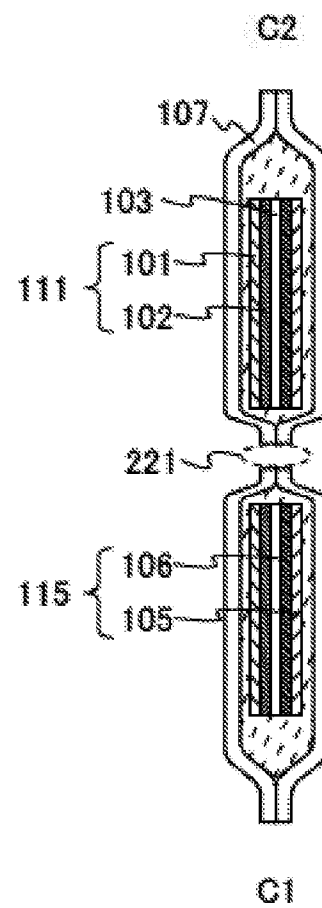
(A) 100b



(B)-1



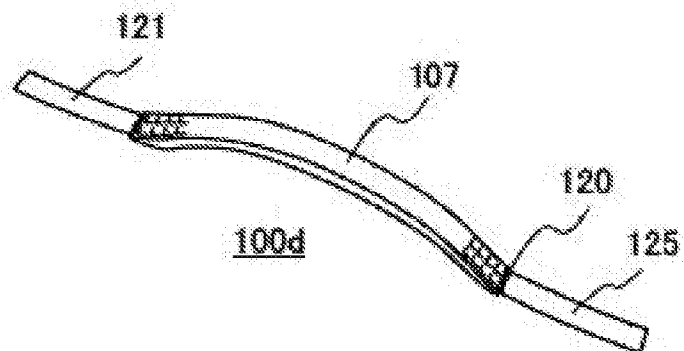
(B)-2



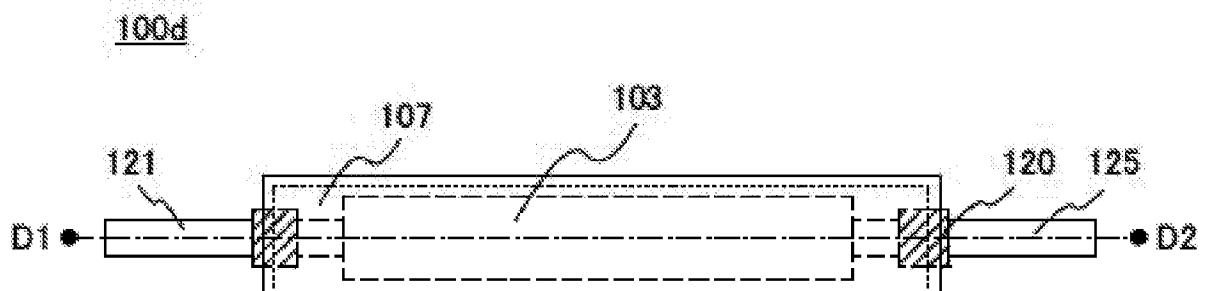
[ 11]

11/31

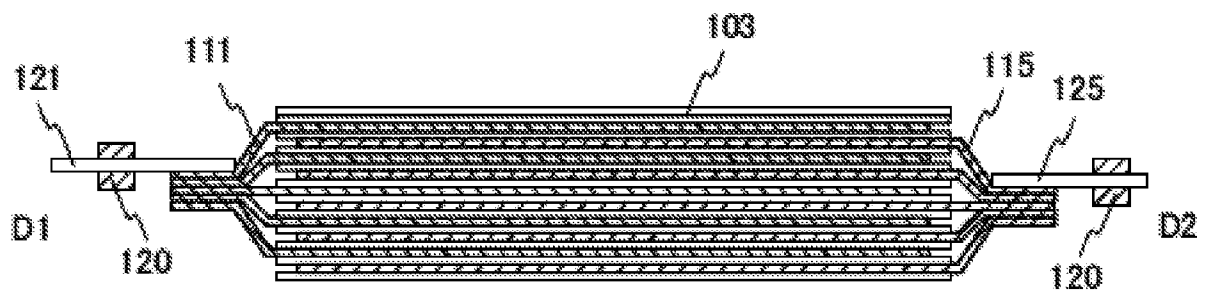
(A)



(B)



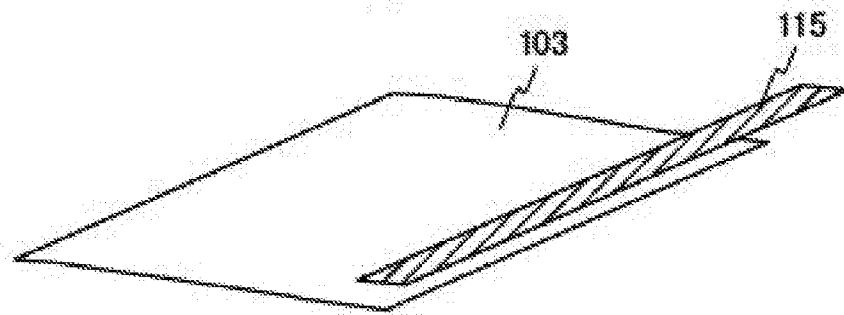
(C)



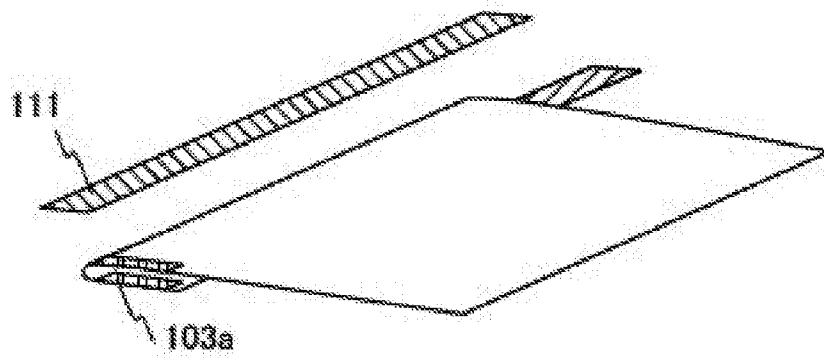
[ 12]

12/31

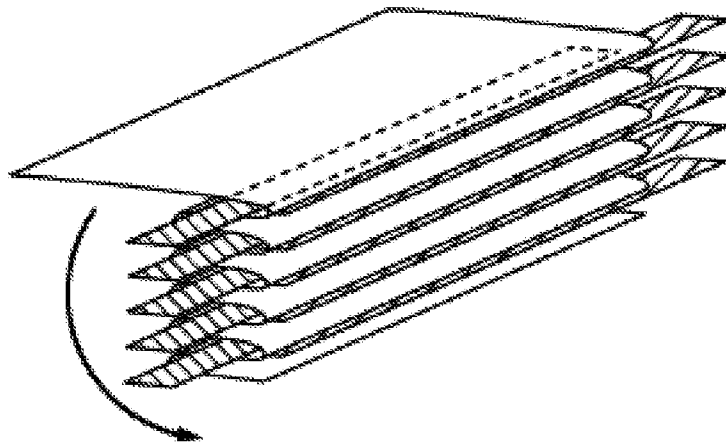
(A)



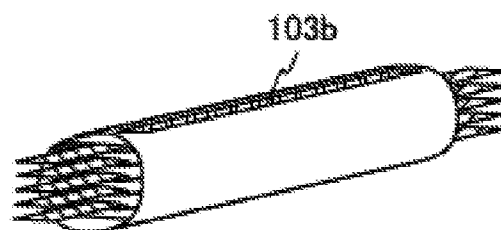
(B)

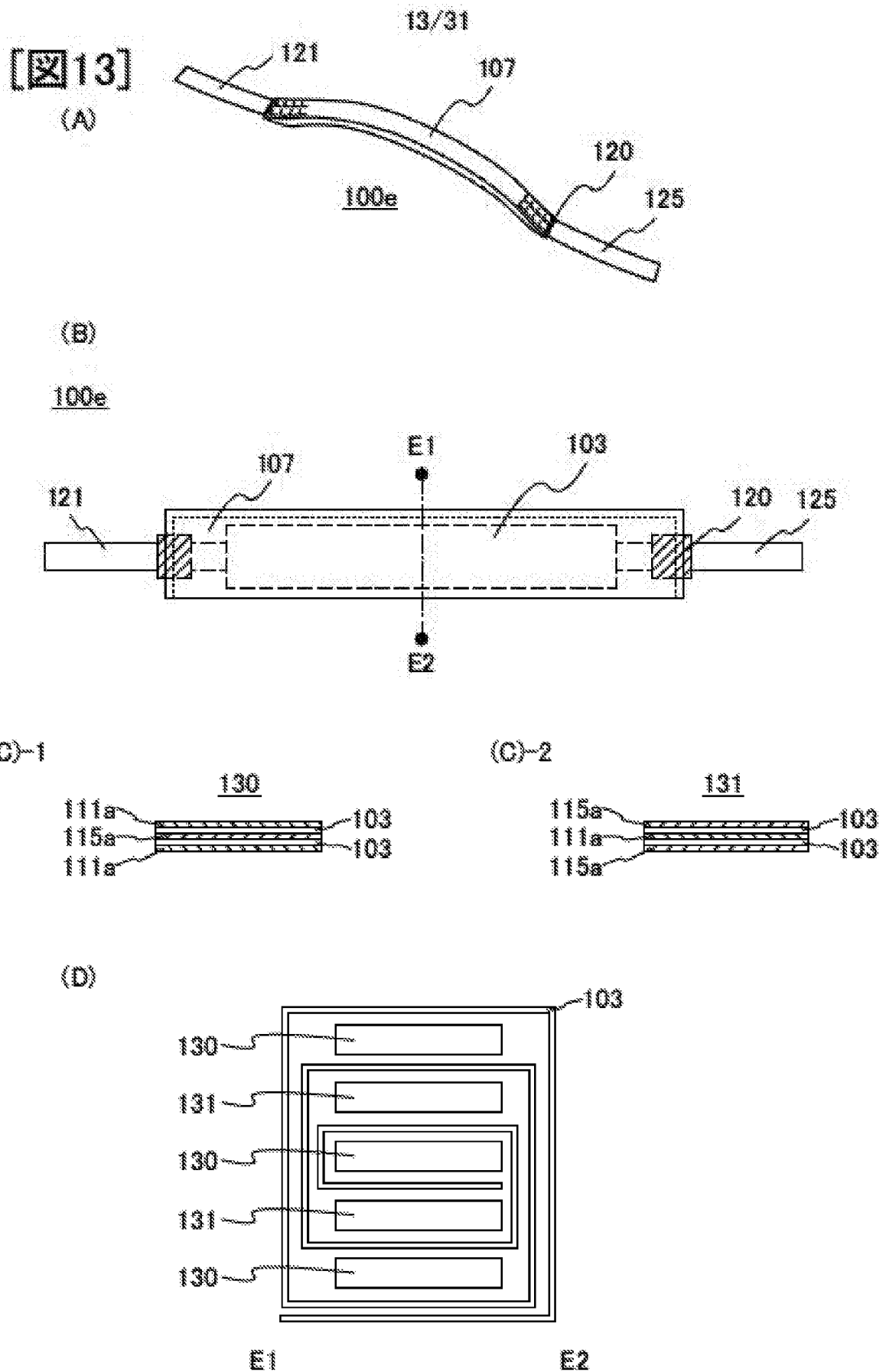


(C)



(D)

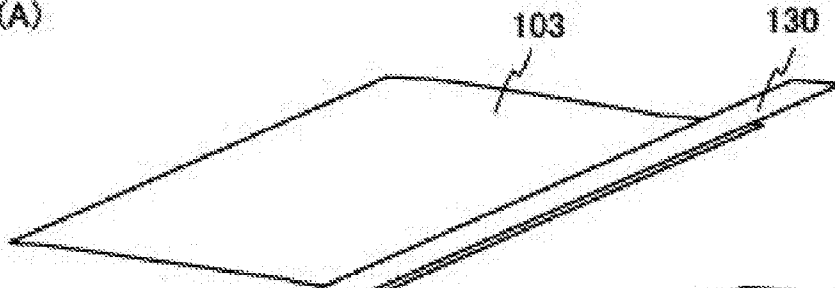




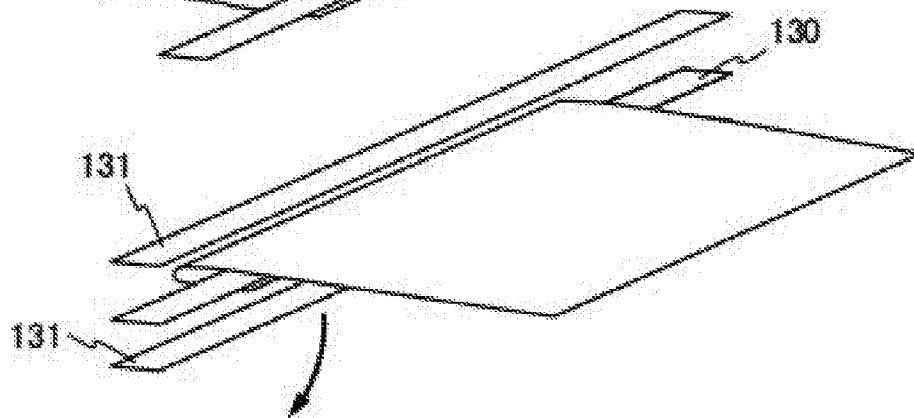
14/31

[ 14]

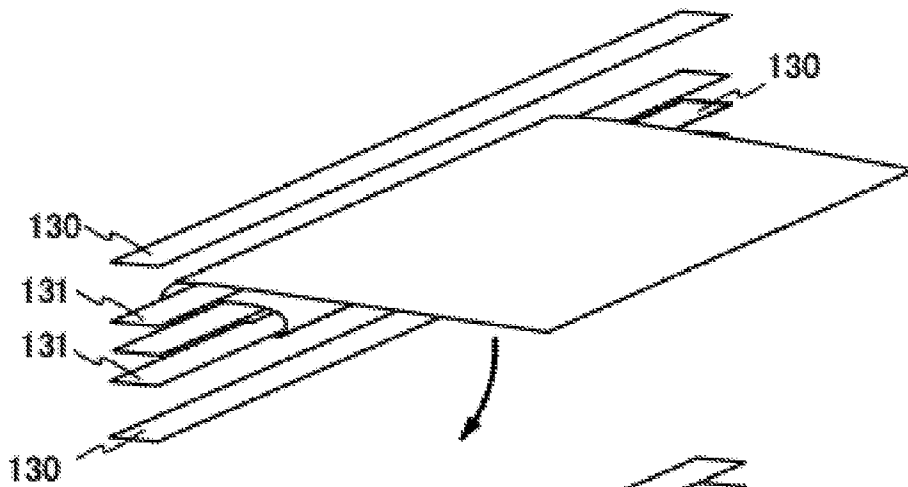
(A)



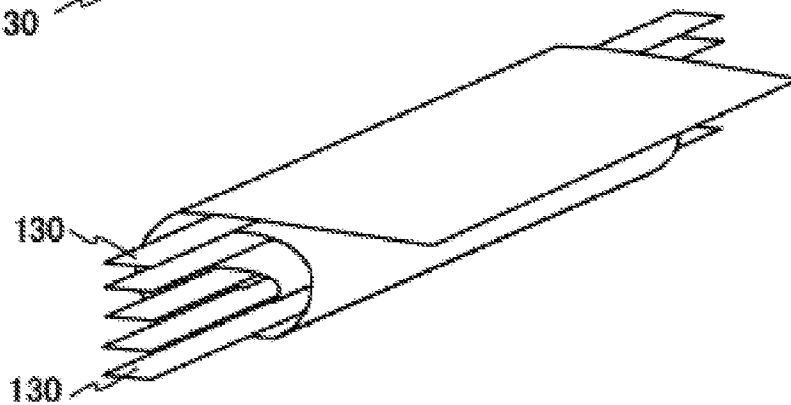
(B)



(C)



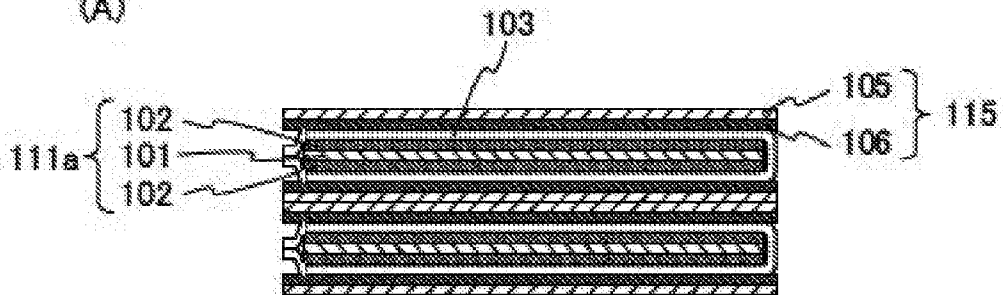
(D)



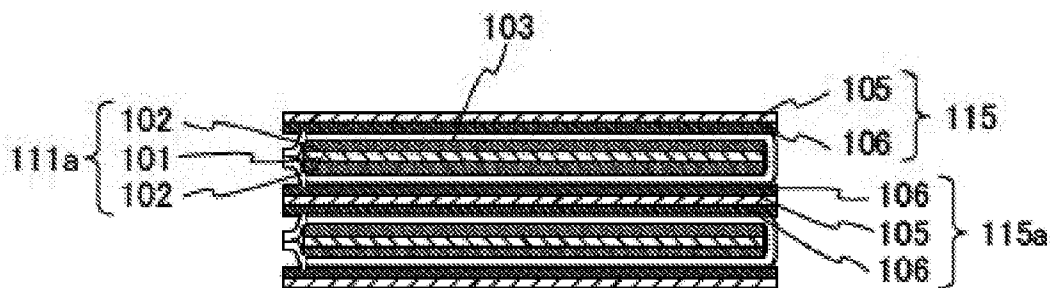
15/31

[図15]

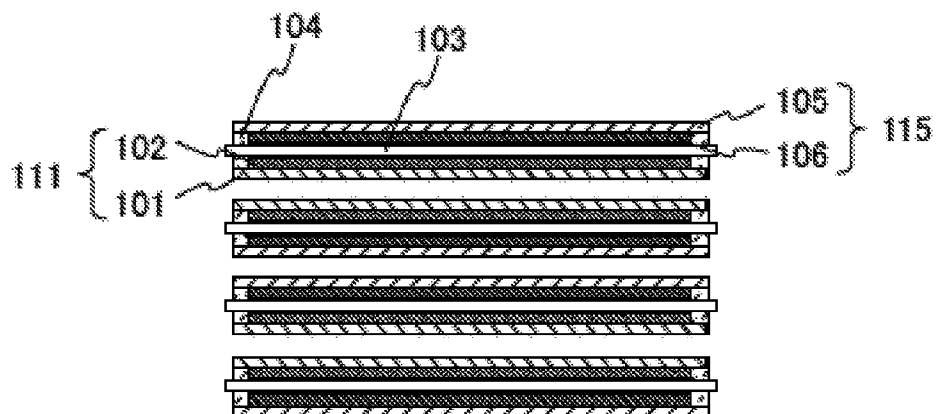
(A)



(B)



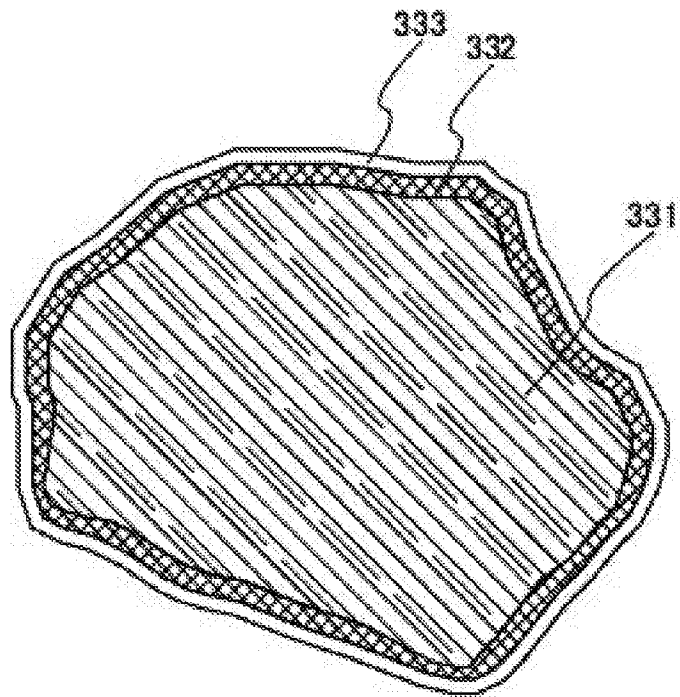
(C)



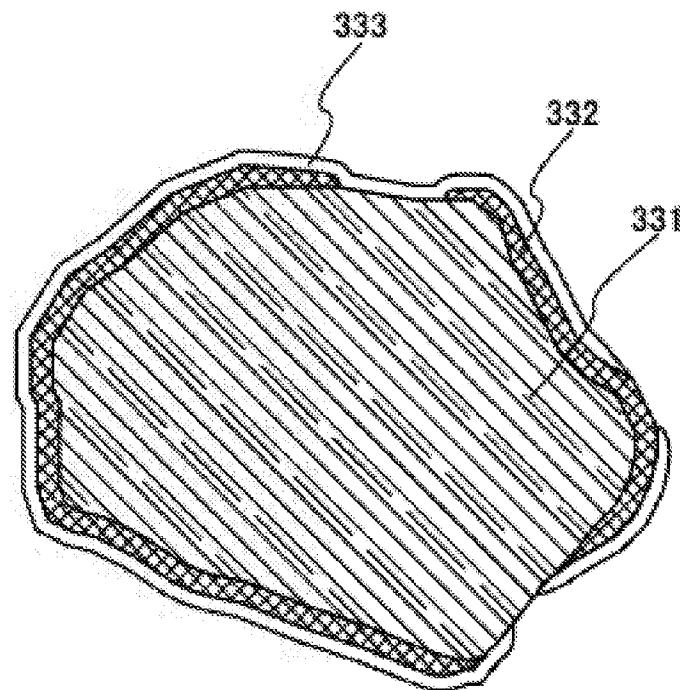
16/31

[16]

(A)



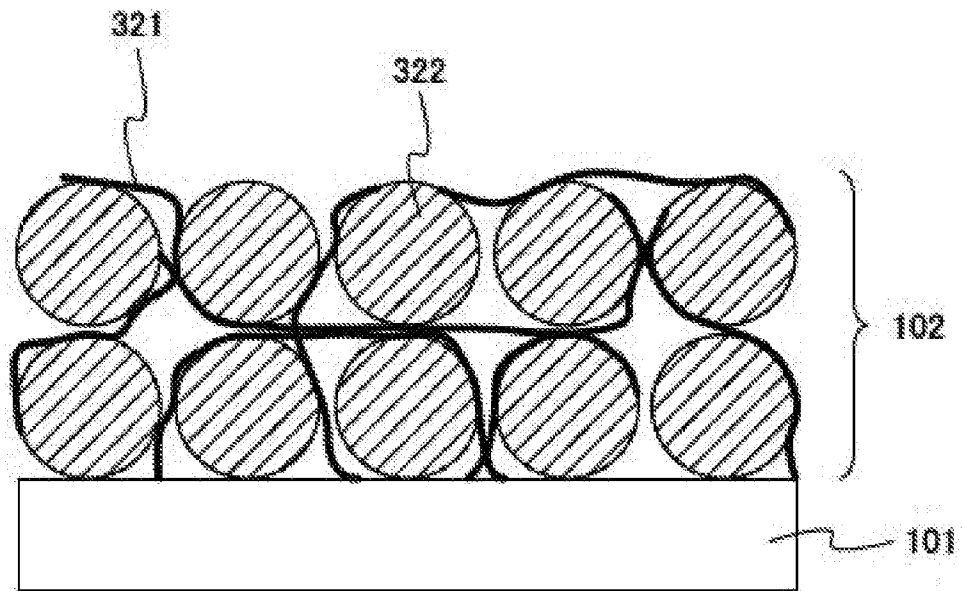
(B)



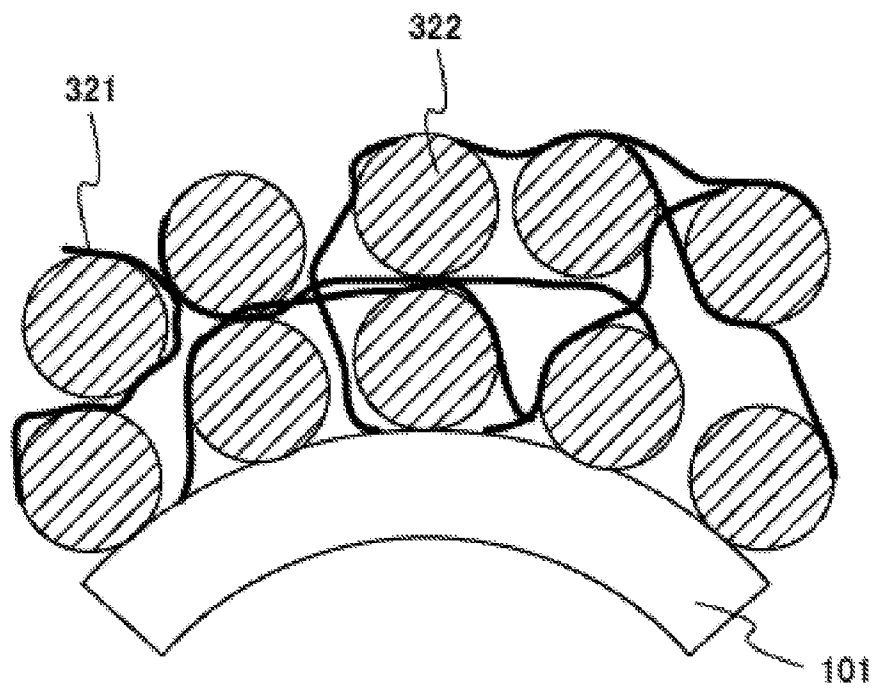
17/31

[ 17]

(A)



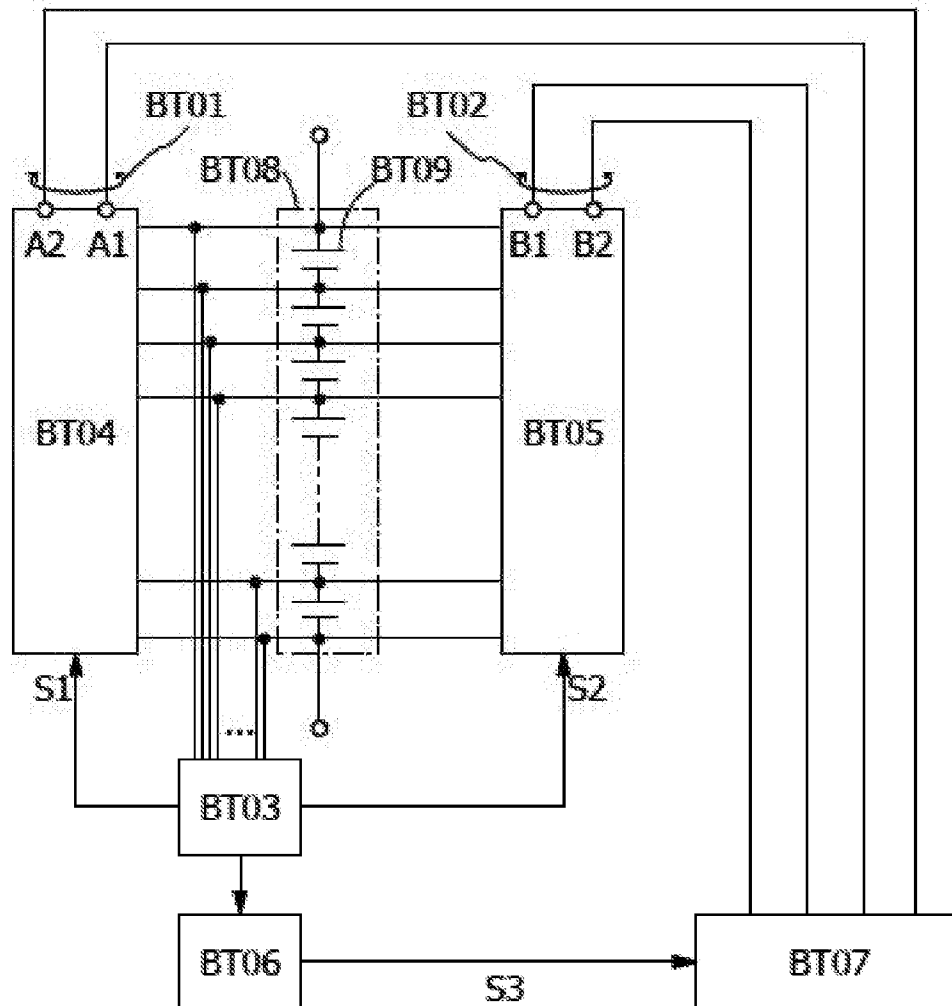
(B)



[] 18]

18/31

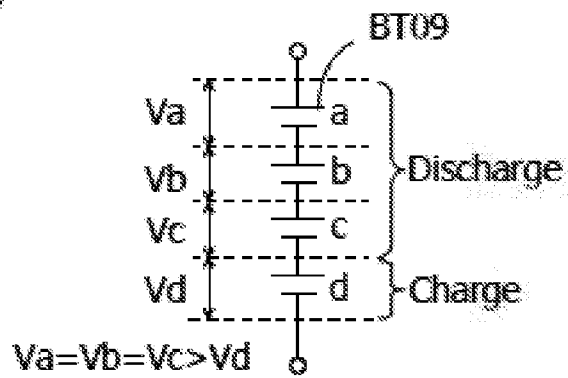
BT00



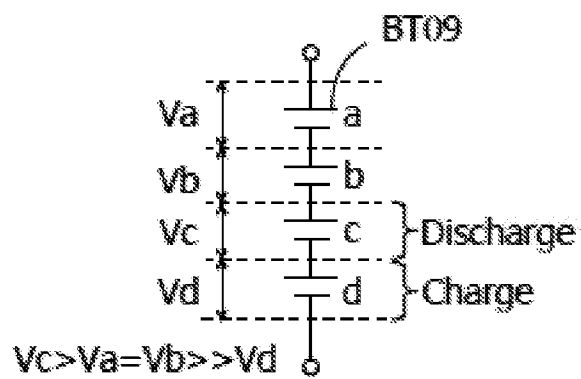
[] 19]

19/31

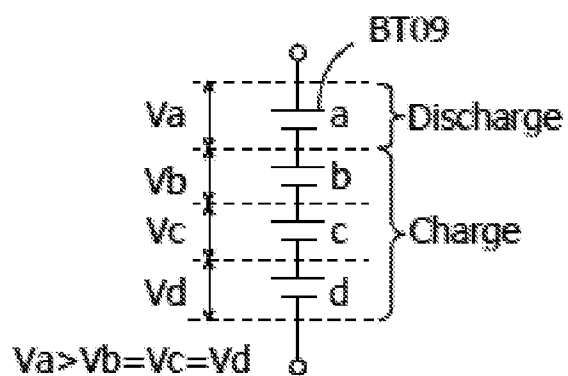
(A)



(B)

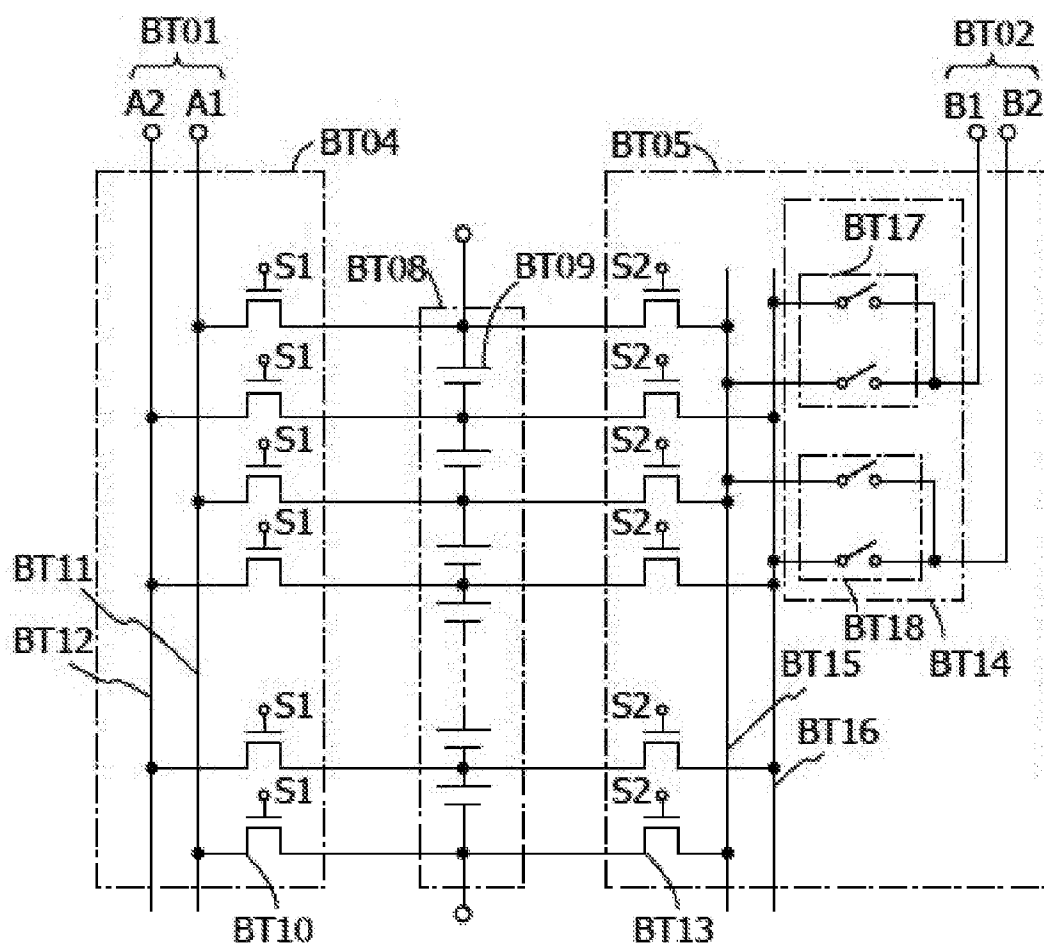


(C)



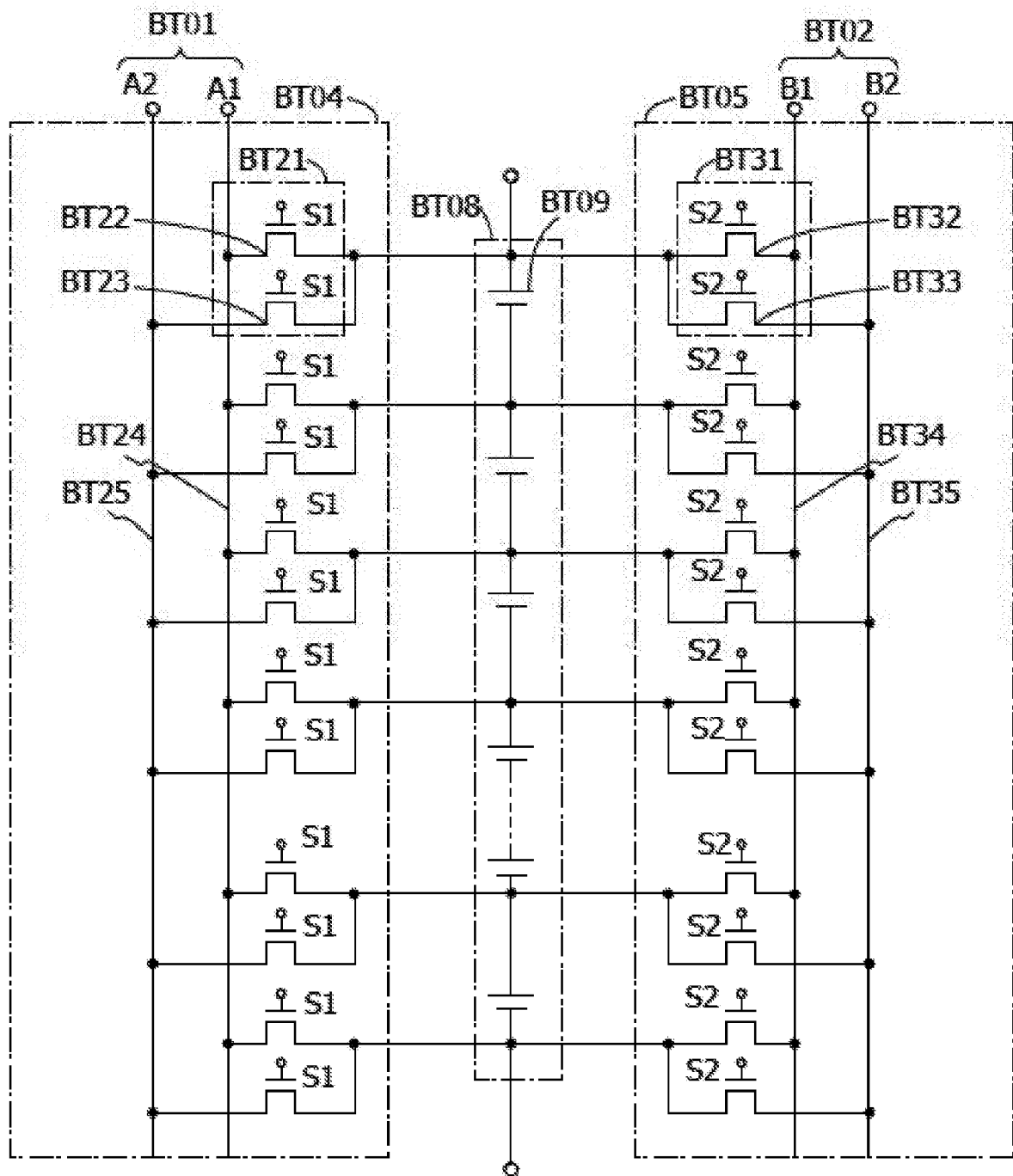
[X] 20

2021



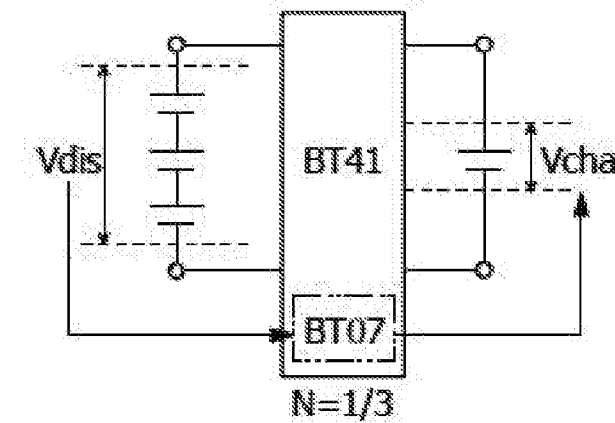
[図21]

21/31

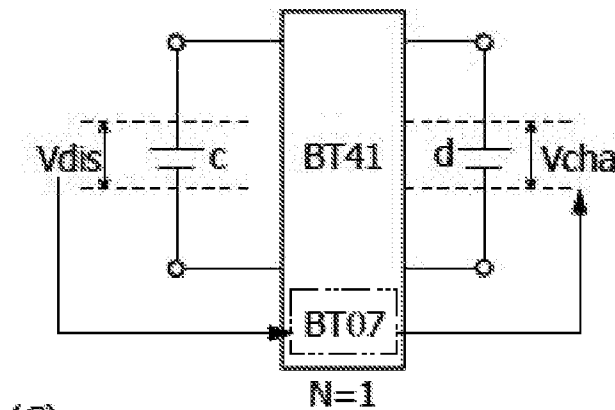


[圖22] (A)

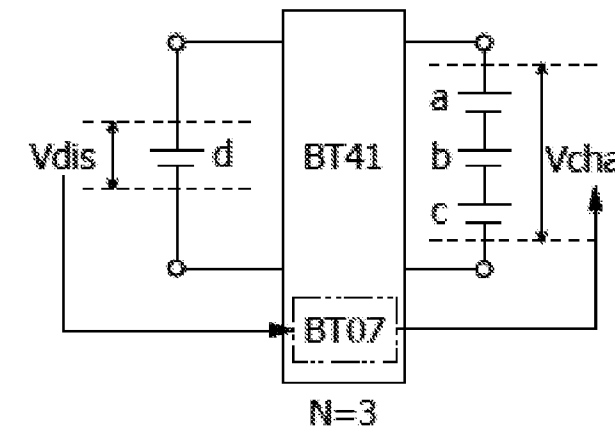
22/31



(B)

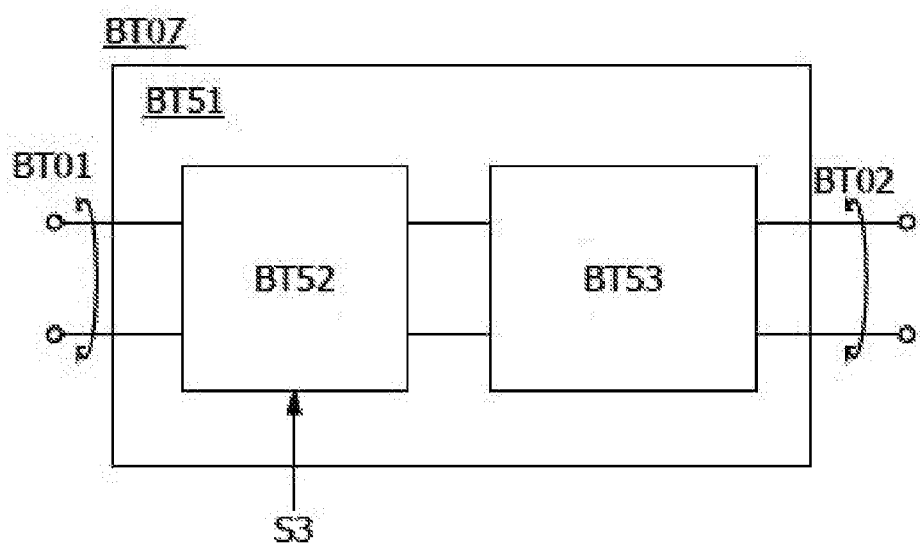


(C)



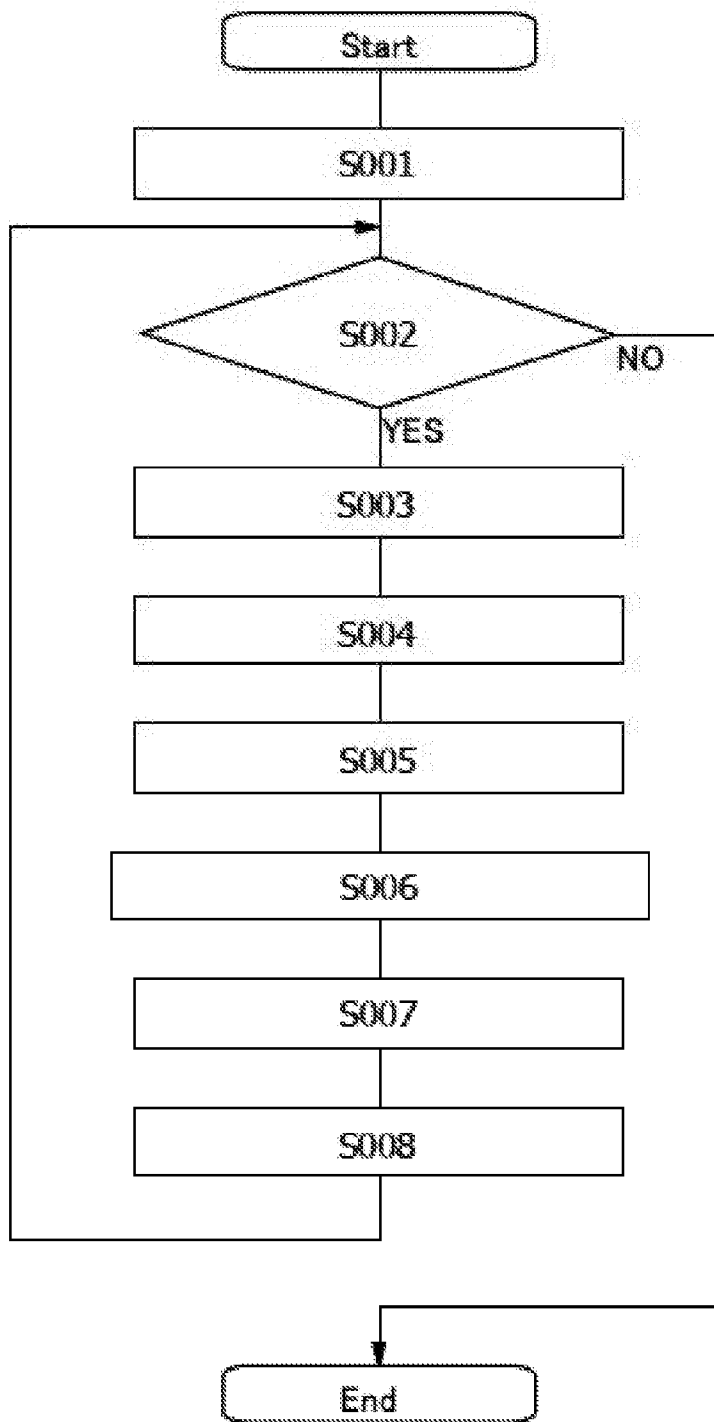
[23]

23/31



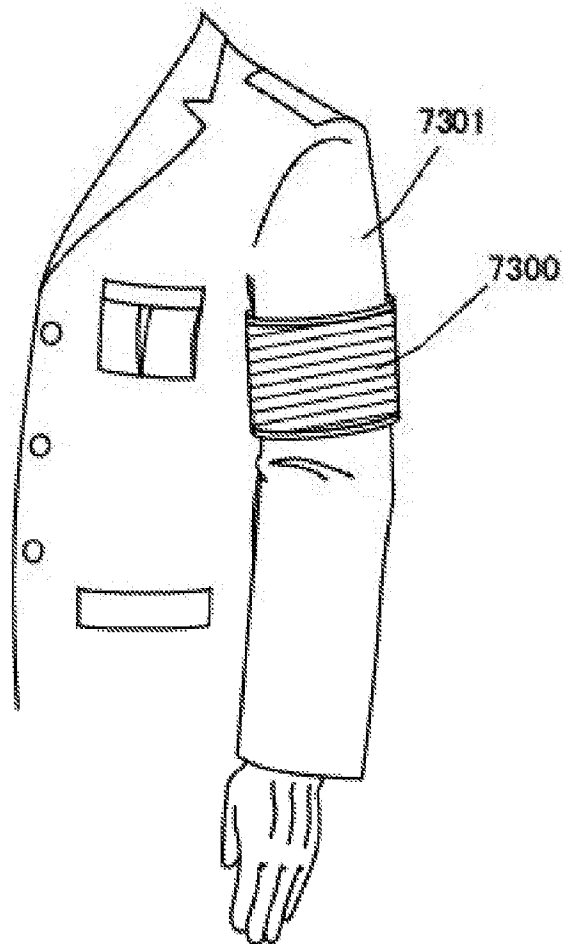
[圖24]

24/31



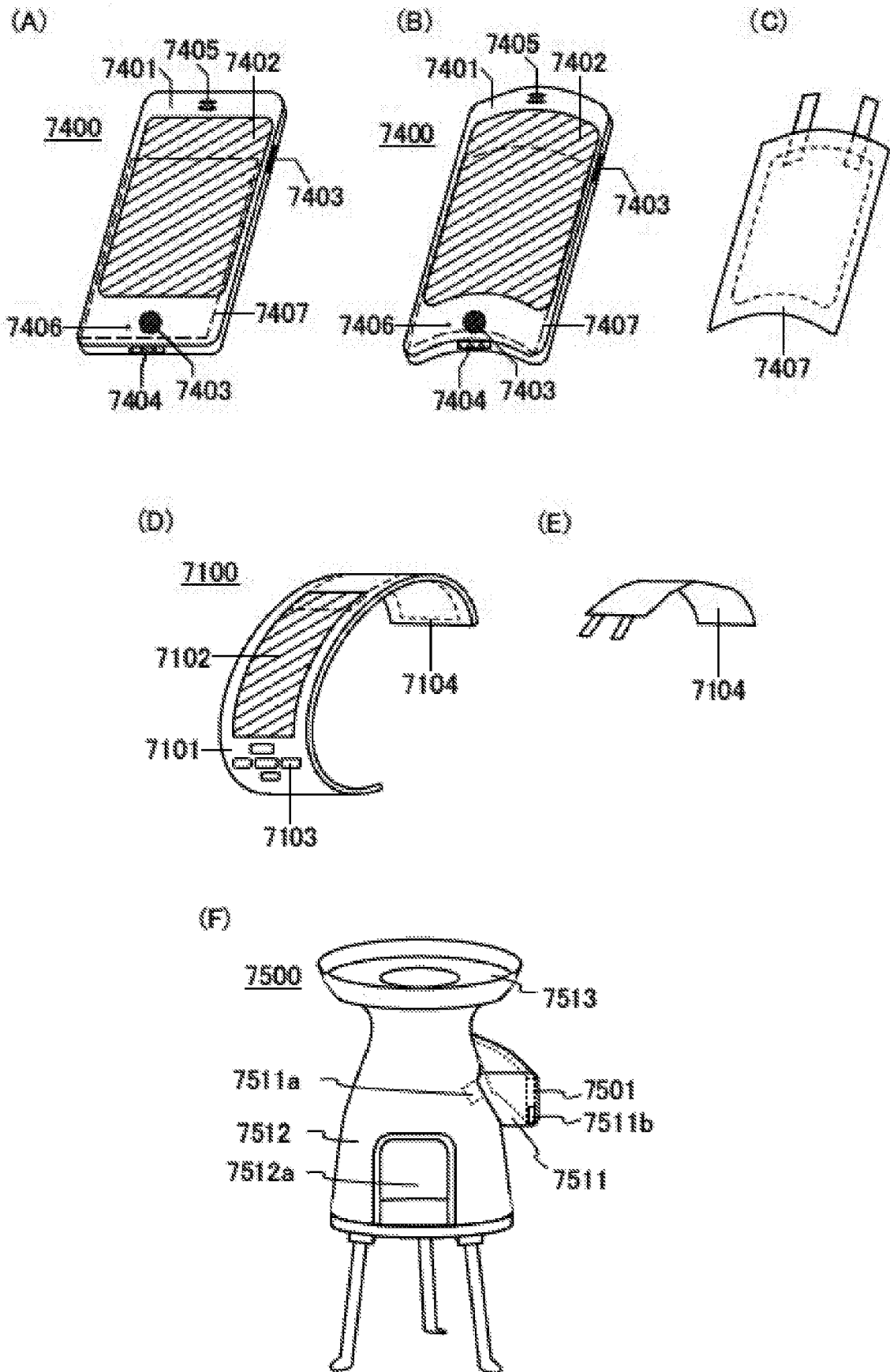
[圖25]

25/31



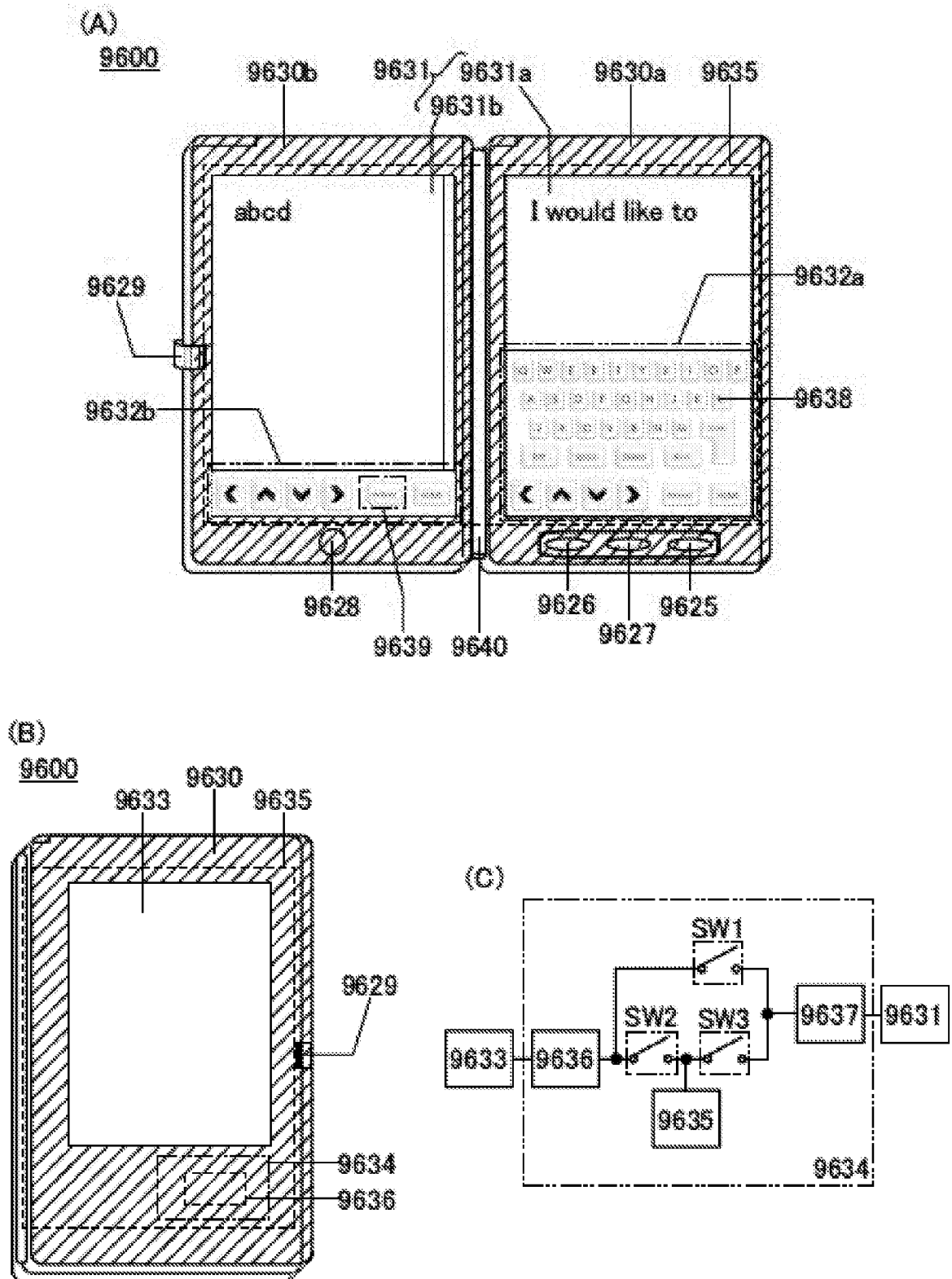
[**図26**]

26/31



[ 27]

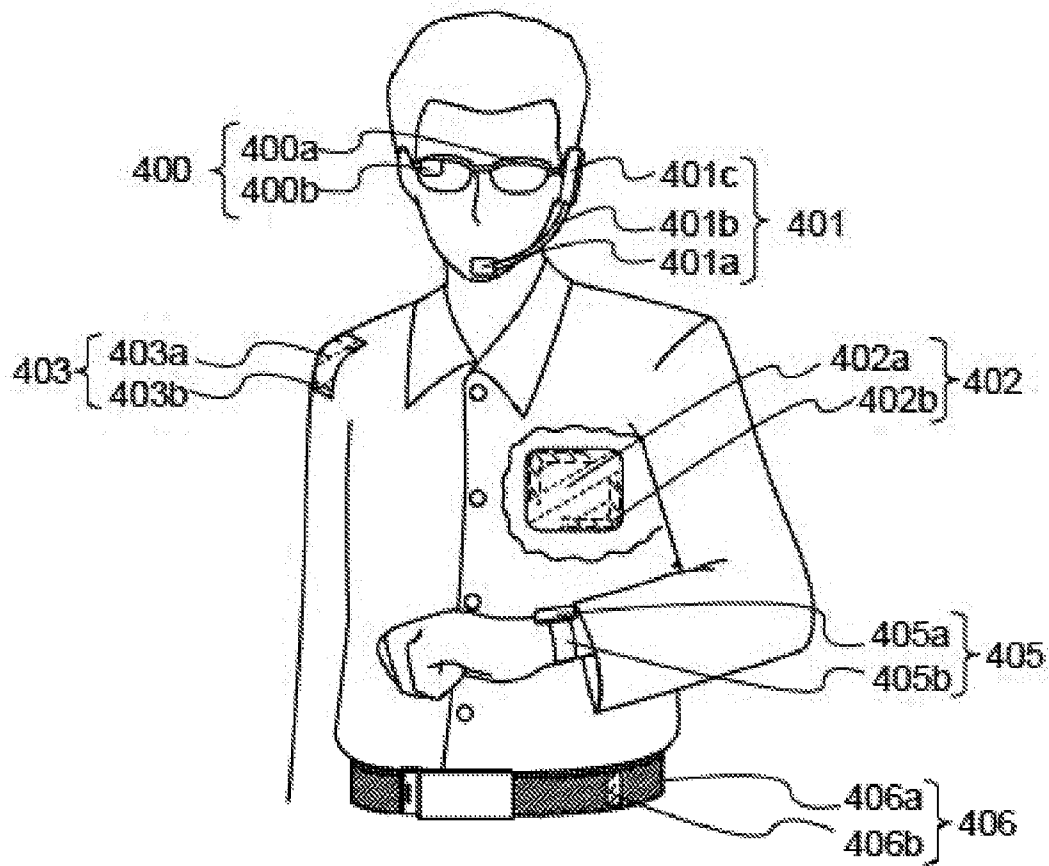
27/31



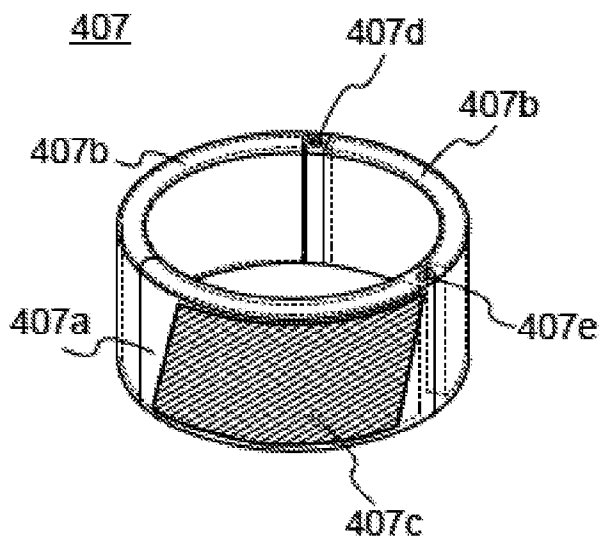
[ 28]

28/31

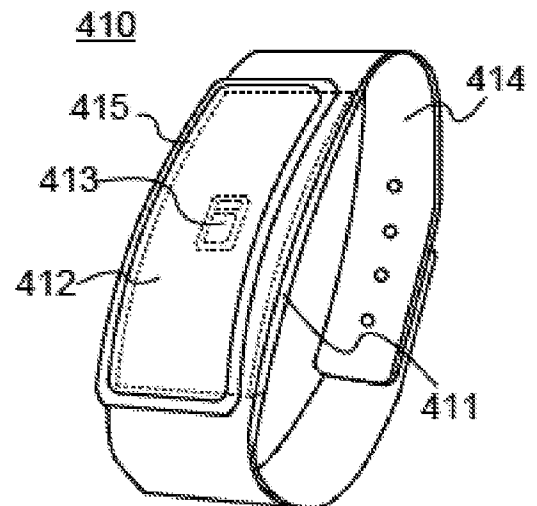
(A)



(B1)

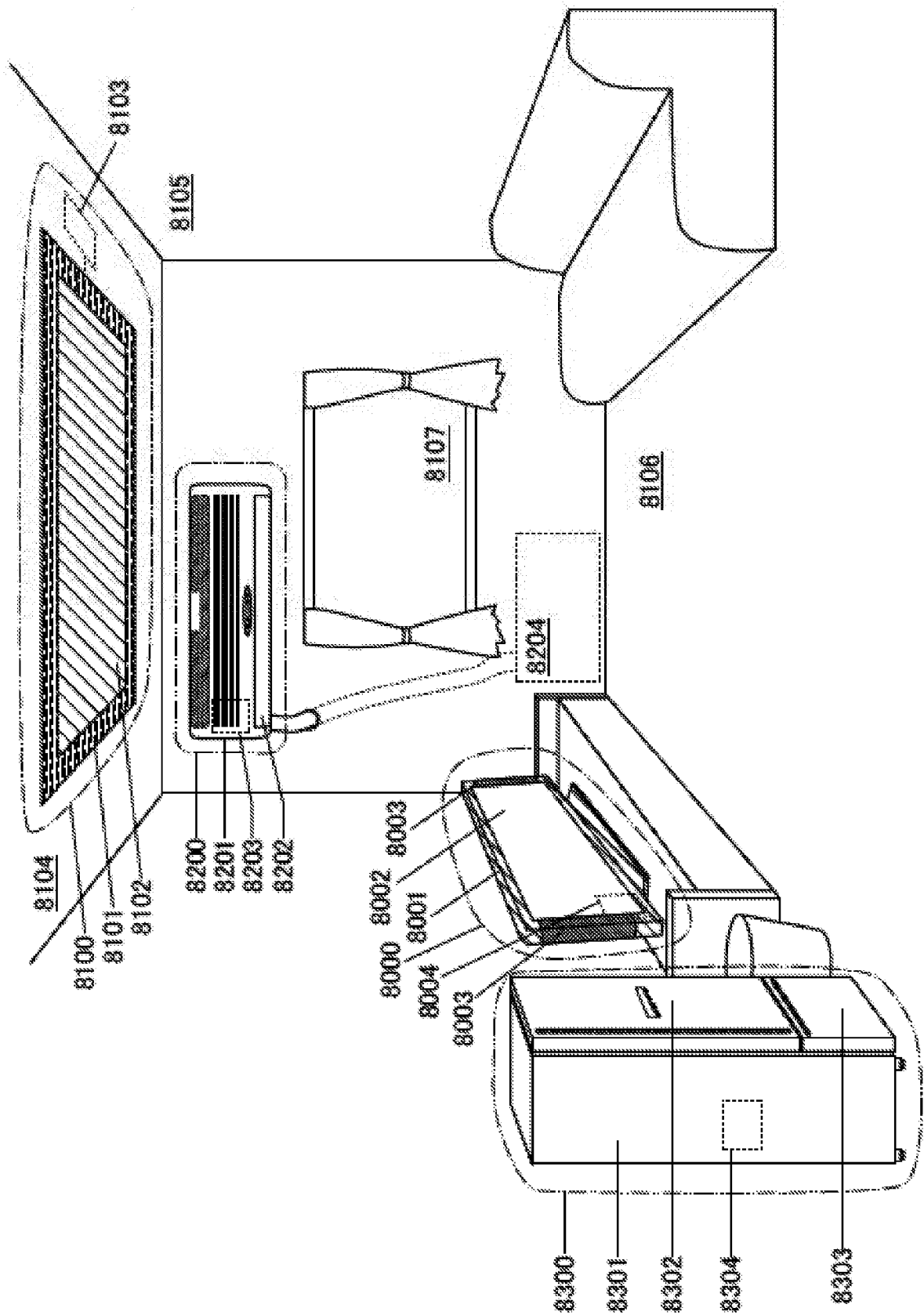


(B2)



[图29]

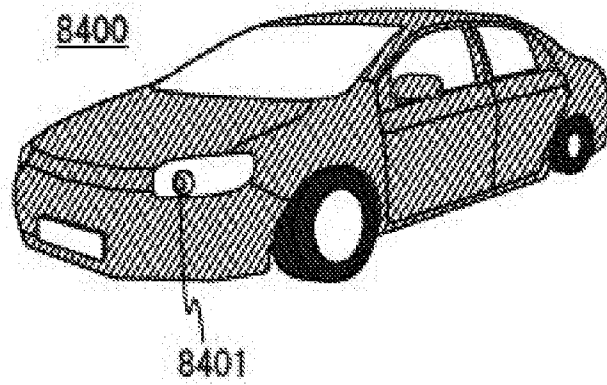
2021



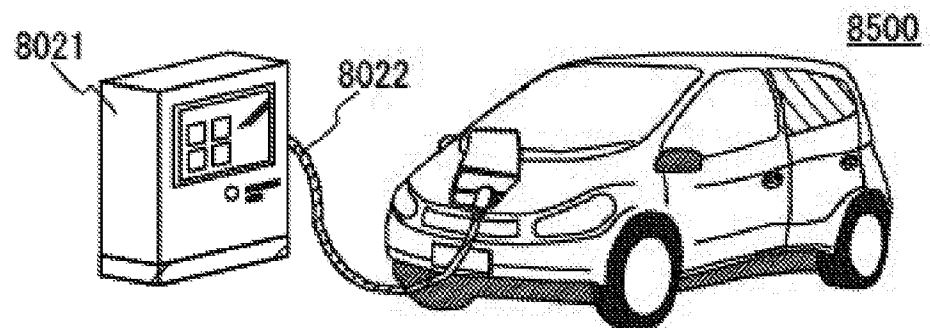
[ 30]

30/31

(A)



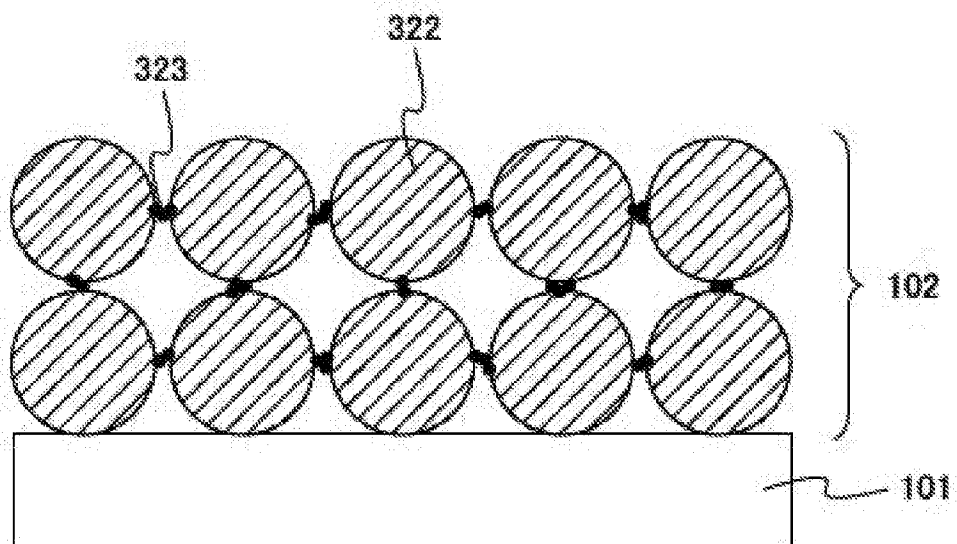
(B)



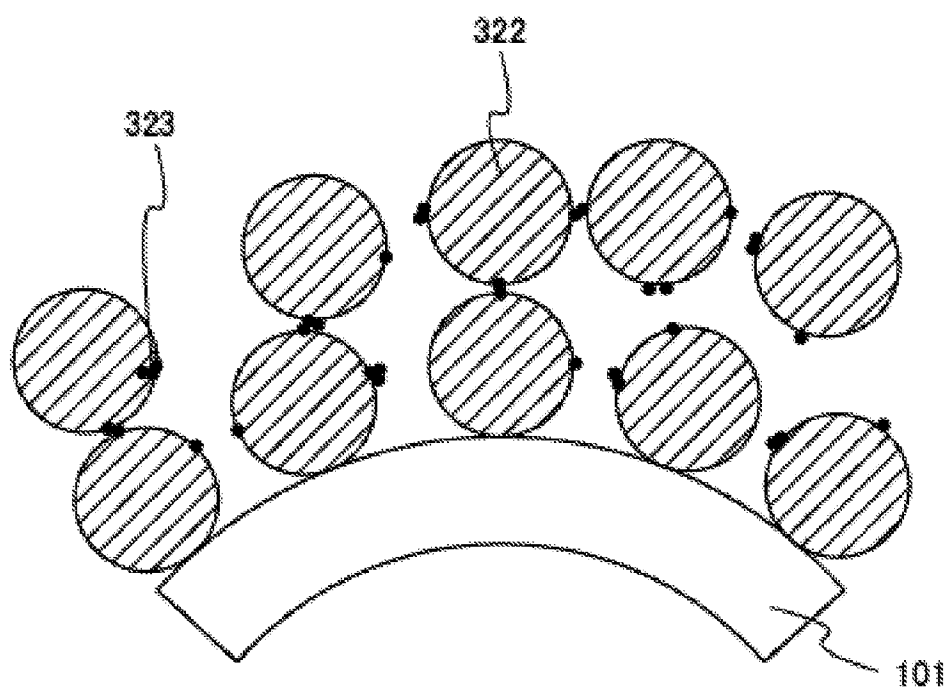
31/31

【図31】

(A)



(B)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2015/059759

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M10/04(2006.01)i, H01M2/02(2006.01)i, H01M4/62(2006.01)i,
H01M10/0585(2010.01)n

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)

H01M10/04, H01M2/02, H01M4/62, H01M10/0585

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 1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

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	WO 2001/082393 A1 (POLYSTOR CORP.), 01 November 2001 (01.11.2001), claims 23, 25; page 8, lines 7 to 14; page 10, line 12 to page 11, line 22; page 15, line 16 to page 17, line 6; fig. 1A to 1C, 3 to 5B & AU 7481301 A & TW 499769 B	1-2, 5-9 3, 10 4
Y	JP 2002-193217 A (Nippon Seiki Co., Ltd.), 10 July 2002 (10.07.2002), claim 1 (Family: none)	3
Y	JP 60-4031 A (Honshu Paper Co., Ltd.), 10 January 1985 (10.01.1985), claim 1; fig. 3 (Family: none)	10

☒ 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
05 April 2016 (05.04.16)

Date of mailing of the international search report
19 April 2016 (19.04.16)

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/IB2015/059759

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-81216 A (Toyo Seikan Kaisha, Ltd.), 19 March 2003 (19.03.2003), claim 1; fig. 1 (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01M10/04(2006.01)i, H01M2/02(2006.01)i, H01M4/62(2006.01)i, H01M10/0585(2010.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01M10/04, H01M2/02, H01M4/62, H01M10/0585

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	WO 2001/082393 A1 (POLYSTOR CORPORATION) 2001.11.01, 請求項 2 3、25、第8頁7行-14行、第10頁12行-第11頁22行、 第15頁16行-第17頁6行、図1A-1C、3-5B & AU 7481301 A & TW 499769 B	1-2, 5-9 3, 10 4
Y	JP 2002-193217 A (日本精機株式会社) 2002.07.10, 請求項 1 (フ ァミリーなし)	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

05.04.2016

国際調査報告の発送日

19.04.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

松嶋 秀忠

電話番号 03-3581-1101 内線 3477

4X

9836

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 60-4031 A (本州製紙株式会社) 1985. 01. 10, 請求項 1、第 3 図 (ファミリーなし)	10
A	JP 2003-81216 A (東洋製罐株式会社) 2003. 03. 19, 請求項 1、図 1 (ファミリーなし)	1-10