

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6525419号
(P6525419)

(45) 発行日 令和1年6月5日 (2019. 6. 5)

(24) 登録日 令和1年5月17日 (2019. 5. 17)

(51) Int. Cl.

F I

HO 1 M 2/08 (2006. 01) HO 1 M 2/08 K

HO 1 M 10/04 (2006. 01) HO 1 M 10/04 Z

HO 1 M 2/02 (2006. 01) HO 1 M 2/02 K

請求項の数 3 (全 60 頁)

(21) 出願番号	特願2015-6025 (P2015-6025)	(73) 特許権者	000153878
(22) 出願日	平成27年1月15日 (2015. 1. 15)		株式会社半導体エネルギー研究所
(65) 公開番号	特開2016-134199 (P2016-134199A)		神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地
(43) 公開日	平成28年7月25日 (2016. 7. 25)	(72) 発明者	高橋 実
審査請求日	平成30年1月9日 (2018. 1. 9)		神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
		(72) 発明者	宇部 希
			神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
		(72) 発明者	田島 亮太
			神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
		(72) 発明者	須沢 大輔
			神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二次電池

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

正極と、負極と、セパレータと、を有する電極部と、
前記電極部を覆う外装体と、を有する二次電池であって、
前記二次電池は可撓性を有し、
前記外装体は、封止領域を有し、
前記二次電池は、前記封止領域において、前記外装体に挟まれた樹脂を有し、
前記樹脂の一部は、前記外装体の外面に接し、
前記樹脂の前記外装体に挟まれた部分の厚さ T_1 は、前記電極部の厚さ T_2 の 0. 8 倍以上 1. 2 倍以下であり、

前記外装体の摩擦係数 μ_2 よりも、前記外装体の前記封止領域の外側に位置する前記樹脂の摩擦係数 μ_1 が小さいことを特徴とする二次電池。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の二次電池であって、
前記樹脂として、ポリプロピレンを用いることを特徴とする二次電池。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の二次電池であって、
前記外装体は、凹凸を有することを特徴とする二次電池。

【発明の詳細な説明】

【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】

リチウムイオン二次電池は、小型、軽量かつエネルギー密度が高いという特徴を有し、スマートフォンやタブレット端末に代表される携帯情報端末や、ノートPC、携帯ゲーム機といったモバイル機器をはじめ、幅広い電子機器に広く用いられている。

10

【0003】

リチウムイオン二次電池は、一般的に、電極（正極および負極）を巻回または積層した電極部と、電極部を覆う外装体と、を有する。

【0004】

リチウムイオン二次電池の外装体には、鉄やアルミニウムの缶の他に、金属箔にプラスチックフィルムを積層した、金属箔ラミネートフィルムが広く用いられている。金属箔ラミネートフィルムは熱圧着することで封止が可能であり、形状の自由度が高く、軽量である、可撓性を有するといった利点がある。

20

【0005】

例えば、金属箔ラミネートフィルムを外装体に用い、さらに外装体の封止領域の強度を補うために補強用の樹脂を用いた二次電池が、特許文献1に開示されている。

【0006】

一方、近年モバイル機器の中でも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。

【0007】

例えば、特許文献2および特許文献3には、湾曲した形状を有する二次電池が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2011-181310号公報

【特許文献2】米国特許出願公開第2013/0108907号明細書

【特許文献3】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】

【0009】

金属箔ラミネートフィルムは、上記のような利点があるものの、湾曲した二次電池、または可撓性を有する二次電池の外装体に用いる場合、強度に問題が生じることがあった。

40

【0010】

具体的には、外装体として金属箔ラミネートフィルムを用いた、湾曲した二次電池、または可撓性を有する二次電池では、図35で示す領域250のような、外装体の封止領域、およびその付近にストレスがかかり、しわが生じやすいことが判明した。

【0011】

過剰なストレスにより生じた外装体のしわは、外装体の亀裂、破断等の重大な不良につながる恐れがある。

【0012】

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

50

提供する。具体的には、可撓性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。

【課題を解決するための手段】

【0013】

外装体の封止領域、およびその付近にストレスがかかるのは、電極部の厚さと、封止領域の厚さに大きな差があることが原因の一つである。

【0014】

そこで上記課題を解決するため、本発明の一態様では、電極部の厚さと、外装体の封止領域の厚さを近づけることで、外装体に生じるしわを抑制することとする。

【0015】

本発明の一態様は、正極と、負極と、セパレータと、を有する電極部と、電極部を覆う外装体と、を有する二次電池であって、二次電池は可撓性を有し、外装体は、封止領域を有し、二次電池は、封止領域において、外装体に挟まれた樹脂を有し、樹脂の一部は、外装体の外面に接することを特徴とする二次電池である。

【0016】

また、上記において、樹脂の外装体に挟まれた部分の厚さ T_1 は、電極部の厚さ T_2 の 0.8 倍以上 1.2 倍以下であることが好ましい。

【0017】

また、上記において、外装体は凹凸を有することが好ましい。

【0018】

また、上記において、樹脂として、ポリプロピレンを用いることが好ましい。

【0019】

また、上記において、外装体の摩擦係数 μ_2 よりも、外装体の封止領域の外側に位置する樹脂の摩擦係数 μ_1 が小さいことが好ましい。

【発明の効果】

【0020】

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、可撓性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。さらに具体的には、電極部の厚さと、外装体の封止領域の厚さを近づけることで、外装体に生じるしわが抑制された二次電池を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】二次電池の構成の例を説明する上面図および断面図。

【図2】二次電池の構成の例を説明する斜視図。

【図3】二次電池の構成の例を説明する断面図。

【図4】二次電池の構成の例を説明する断面図。

【図5】二次電池の構成の例を説明する上面図。

【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】二次電池の作製方法の例を説明する図。

【図10】二次電池の作製方法の例を説明する図。

【図11】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12】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13】二次電池の構成の例を説明する断面図。

【図14】二次電池の構成の例を説明する断面図。

【図15】二次電池の構成の例を説明する上面図および断面図。

【図16】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17】二次電池の構成の例を説明する上面図および断面図。

【図18】二次電池の構成の例を説明する上面図、断面図および斜視図。

10

20

30

40

50

- 【図 1 9】二次電池の作製方法の例を説明する図。
【図 2 0】二次電池の構成の例を説明する上面図および断面図。
【図 2 1】二次電池の作製方法の例を説明する図。
【図 2 2】蓄電装置の電池制御ユニットを説明するブロック図。
【図 2 3】蓄電装置の電池制御ユニットを説明する概念図。
【図 2 4】蓄電装置の電池制御ユニットを説明する回路図。
【図 2 5】蓄電装置の電池制御ユニットを説明する回路図。
【図 2 6】蓄電装置の電池制御ユニットを説明する概念図。
【図 2 7】蓄電装置の電池制御ユニットを説明するブロック図。
【図 2 8】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 2 9】電子デバイスの例を説明する図。
【図 3 0】電子デバイスの例を説明する図。
【図 3 1】電子デバイスの例を説明する図。
【図 3 2】電子デバイスの例を説明する図。
【図 3 3】電子機器の例を説明する図。
【図 3 4】電子機器の例を説明する図。
【図 3 5】二次電池の従来例を説明する上面図。
【図 3 6】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】

10

【0022】

20

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。

【0023】

「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。

【0024】

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。

30

【0025】

「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。

【0026】

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。

40

【0027】

(実施の形態 1)

本実施の形態では、図 1 乃至図 5 を用いて、本発明の一態様に係る二次電池の構成の例について説明する。

【0028】

[1. 代表的な構成]

図 1 (A)、(B)、(C) および図 2 に二次電池 100 の代表的な構成の例を示す。図 1 (A) は二次電池の上面図である。図 1 (B) は、図 1 (A) の一点破線 A 1 - A 2 における断面図である。図 1 (C) は、図 1 (A) の一点破線 B 1 - B 2 における断面図である。図 2 は、二次電池 100 の斜視図である。二次電池 100 は、図 2 に示すように、

50

少なくとも一軸方向に可撓性を有する、または湾曲させることができる。

【0029】

なお、本明細書等において、あるものが湾曲を有するという場合、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。

【0030】

図1および図2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。本明細書等では、複数の正極111、複数の負極115および複数のセパレータ103を合わせて電極部と呼ぶこととする。また、図1(B)および(C)で示すように、電極部の厚さを T_2 と呼ぶこととする。

10

【0031】

二次電池100は、電極部を覆う外装体107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。

【0032】

また、二次電池100は、樹脂130を有する。樹脂130は、封止領域において、電極部の上側の外装体107と、電極部の下側の外装体107に挟まれて位置し、電極部の上側の外装体107と、電極部の下側の外装体107の間隔を保つ機能を有する。また、樹脂130の一部は、外装体107の外面に接して設けられている。

20

【0033】

本明細書等において、封止領域とは、二次電池100の端部に設けられ、電極部の上側の外装体107と、電極部の下側の外装体107とを接着する機能を有する領域をいう。また、樹脂130の外装体107に挟まれた部分の厚さを、図1(B)および(C)で示すように T_1 と呼ぶこととする。なお、外装体107が変形している、またはエンボス加工等により凹部または凸部を有する場合は、樹脂130の外装体107に挟まれた部分のうち、最も厚い部分の厚さを T_1 と呼ぶこととする。また、外装体107は、内面、外面、および側面を有し、一部が電解液に接する面を内面、内面と接していない面を外面、内面と外面に挟まれた面を側面と呼ぶこととする。

30

【0034】

樹脂130の外装体107に挟まれた部分の厚さ T_1 は、電極部の厚さ T_2 の0.7倍以上1.3倍以下であることが好ましく、0.8倍以上1.2倍以下であることがより好ましい。電極部の厚さと、外装体の封止領域の厚さを上述のように近づけることで、二次電池100を湾曲させた際に外装体107に生じるしわを抑制することができる。

【0035】

外装体107に生じるしわを抑制することで、外装体107の亀裂、破断等を防止し、信頼性の高い二次電池100とすることができる。

【0036】

また、外装体107の摩擦係数 μ_2 よりも、樹脂130の摩擦係数 μ_1 が小さいことが好ましい。特に、外装体107の摩擦係数 μ_2 よりも、外装体107の封止領域の外側に位置する樹脂130の摩擦係数 μ_1 が小さいことが好ましい。

40

【0037】

本発明の一態様の二次電池100は、二次電池100の最も外側に樹脂130が設けられている。また図1(B)および図1(C)に示すように、二次電池100の最も厚みのある部分に、樹脂130が設けられている場合がある。そのため二次電池100を湾曲した際に、周囲の部材等と接触する主な部分が、樹脂130となる場合がある。

【0038】

そのため、樹脂130の摩擦係数を、外装体107の摩擦係数よりも小さくすることで、二次電池100を湾曲した際の周囲の部材等との摩擦を減少させることができる。そのた

50

め、より湾曲しやすい二次電池１００とすることができる。

【００３９】

なお、樹脂１３０の摩擦係数 μ_1 および外装体１０７の摩擦係数 μ_2 は、静止摩擦係数を指すものとする。静摩擦係数は、例えばＪＩＳ Ｋ ７１２５またはＩＳＯ８２９５に準拠した方法で測定することができる。

【００４０】

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。樹脂１３０と封止層１２０は一部が重畳していてもよい。

【００４１】

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。

10

【００４２】

このような配置とすることで、負極１１５の負極活物質層１０６を有さない面同士という、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。

【００４３】

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。

20

【００４４】

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。

【００４５】

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ので、正極１１１または負極１１５を覆わない構成としてもよい。

30

【００４６】

また、一般的に二次電池は、充放電サイクルを繰り返す中で、電解液等の分解により生じたガスが外装体に覆われた領域にたまる、等の理由で膨らむ場合がある。本発明の一態様の二次電池１００は、樹脂１３０により電極の上側の外装体と下側の外装体の間隔が保たれているため、二次電池が膨らんだ場合でも、その影響を少なくすることができる。

【００４７】

[２．封止の変形例１]

40

図３（Ａ）に、図１および図２に示す二次電池１００の変形例として、二次電池１００ａを示す。図３（Ａ）は二次電池１００ａの断面図であり、二次電池１００における図１（Ｂ）に相当する断面図である。

【００４８】

図３（Ａ）に示す二次電池１００ａは、樹脂１３０の形状が図１および図２に示す二次電池１００と異なる。図３（Ａ）に示すように、樹脂１３０は一部に曲面を有していてもよい。樹脂１３０が曲面を有することで、二次電池１００ａを湾曲した際の周囲の部材等との摩擦をさらに減少させることができる。

【００４９】

[３．封止の変形例２]

50

図3（B）に、図1および図2に示す二次電池100の変形例として、二次電池100bを示す。図3（B）は二次電池100bの断面図であり、二次電池100における図1（B）に相当する断面図である。

【0050】

図3（B）に示す二次電池100bは、外装体107の形状が図1および図2に示す二次電池100と異なる。図3（B）の二次電池100bは、電極部の上側の外装体107と、電極部の下側の外装体107の他に、電極部の側面にも外装体107を有する。そして電極部の上側の外装体107と電極部の側面の外装体107は、領域107bにおいて接着されている。また電極部の下側の外装体107と電極部の側面の外装体107は、領域107cにおいて接着されている。電極部の側面にも外装体107を有することで、水をはじめとする二次電池の劣化要因になりうる物質の電極部への侵入をさらに抑制し、また電解液104が外部に漏れる可能性をさらに減少させることができる。

10

【0051】

〔4．封止の変形例3〕

図3（C）に、図1および図2に示す二次電池100の変形例として、二次電池100cを示す。図3（C）は二次電池100cの断面図であり、二次電池100における図1（B）に相当する断面図である。

【0052】

図3（C）に示す二次電池100cは、樹脂130の構成が図1および図2に示す二次電池100と異なる。図3（C）の二次電池100cは、樹脂130として、材料の異なる2種類の樹脂、樹脂130aおよび樹脂130bを有する。ここでは外装体107に挟まれた領域の樹脂を樹脂130a、外装体107に挟まれていない領域の樹脂を樹脂130bとする。

20

【0053】

材料の異なる2種類の樹脂を用いることで、たとえば樹脂130aに接着に適した材料または外装体107同士の間隔の保持に適した材料を用い、樹脂130bに水をはじめとする二次電池の劣化要因になりうる物質が透過しにくい材料を用いる、等のように場所に依じて材料を使い分けることができる。そのためより信頼性が高く、劣化しにくい二次電池100cとすることができる。

【0054】

なお図3（C）では2種の異なる材料の樹脂を用いる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。3種以上の異なる材料の樹脂を用いてもよい。また、複数の樹脂が混合された領域を有していてもよい。

30

【0055】

〔5．封止の変形例4〕

図4（A）に、図1および図2に示す二次電池100の変形例として、二次電池100dを示す。図4（A）は二次電池100dの断面図であり、二次電池100における図1（B）に相当する断面図である。

【0056】

図4（A）に示す二次電池100dは、外装体107の形状が図1および図2に示す二次電池100と異なる。図4（A）に示す二次電池100dは、外装体107の一部が電極部に向かって変形している。

40

【0057】

〔6．封止の変形例5〕

図4（B）に、図1および図2に示す二次電池100の変形例として、二次電池100eを示す。図4（B）は二次電池100eの断面図であり、二次電池100における図1（B）に相当する断面図である。

【0058】

図4（B）に示す二次電池100eは、外装体107の形状が図1および図2に示す二次電池100と異なる。図4（B）に示す二次電池100eは、外装体107の一部が電極

50

部と逆側に向かって変形している。

【0059】

[7. 封止の変形例6]

図4(C)に、図1および図2に示す二次電池100の変形例として、二次電池100c1を示す。図4(C)は二次電池100c1の断面図であり、二次電池100における図1(B)に相当する断面図である。

【0060】

図4(C)に示す二次電池100c1は、樹脂130の構成が図1および図2に示す二次電池100と異なる。図4(C)に示す二次電池100c1は、材料の異なる3種類の樹脂、樹脂130a、樹脂130bおよび樹脂130cを有する。樹脂130aおよび樹脂130bについては、図3(C)についての記載を参酌することができる。

10

【0061】

樹脂130cとしては、ガラスフリット、ガラスファイバー、スペーサまたはギャップ材として用いられるシリカ等の無機材料等を適用することができる。樹脂130が無機材料を有することで、より信頼性の高い二次電池100c1とすることができる。

【0062】

[8. 封止の変形例7]

図5(A)に、図1および図2に示す二次電池100の変形例として、二次電池100fを示す。図5(A)は二次電池100fの断面図であり、二次電池100における図1(B)に相当する断面図である。

20

【0063】

図5(A)に示す二次電池100fは、樹脂130が設けられている位置が図1および図2に示す二次電池100と異なる。図5(A)に示す二次電池100fでは、外装体107の辺のうち、湾曲の軸と平行な2辺に樹脂130が設けられている。また、外装体107の辺のうち、湾曲の軸と垂直な辺は、外装体107同士を直接接着することで封止されている。

【0064】

このような構成としても、電極部の厚さと、外装体の封止領域の厚さを近づけることができる。そのため、二次電池100を湾曲させた際に外装体107に生じるしわを抑制することができる。

30

【0065】

[9. 封止の変形例8]

図5(B)に、図1および図2に示す二次電池100の変形例として、二次電池100gを示す。図5(B)は二次電池100gの断面図であり、二次電池100における図1(B)に相当する断面図である。

【0066】

図5(B)に示す二次電池100gは、樹脂130が設けられている位置が図1および図2に示す二次電池100と異なる。図5(B)に示す二次電池100fでは、外装体107の辺のうち、湾曲の軸と垂直な辺に樹脂130が設けられている。また、外装体107の辺のうち、湾曲の軸と平行な2辺は、外装体107同士を直接接着することで封止されている。

40

【0067】

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、樹脂を有する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

50

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。

【0068】

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。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て実施することが可能である。

10

【0069】

(実施の形態2)

本実施の形態では、図6乃至図10を用いて、本発明の一態様に係る二次電池、特に図3(C)に示す二次電池100cの作製方法の例について説明する。

【0070】

[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6(A))。

【0071】

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6(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。

20

【0072】

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6(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ない。

【0073】

なお、図6(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。

30

【0074】

また、セパレータ103の外周部分の接着は、断続的行ってもよいし、図6(B)のように一定間隔毎の点状として接着してもよい。

【0075】

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。

【0076】

[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6(C))。

40

【0077】

[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7(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。

50

【0078】

[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）。

【0079】

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。

10

【0080】

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。

【0081】

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。

【0082】

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7（B））。このとき、正極タブと同様に、負極タブに湾曲部を設ける、集電体の材料を強度のあるものにす

20

【0083】

[5. 外装体用フィルム上に樹脂と電極部を配置する]

次に、外装体に用いるフィルム107aを用意し、フィルム107a上に樹脂130aを配置する（図8（A））。

【0084】

次に、正極リード121および負極リード125が接続された電極部（複数の正極111および複数の負極115）を、フィルム107a上に配置する（図8（B））。

【0085】

[6. 外装体の一边を接着する]

次に、フィルム107aを折り曲げ、折り曲げたフィルム107aで、樹脂130aおよび電極部を挟む。そして、フィルム107aの一边（図8（C）における領域107d）において、電極部の上側のフィルム107aと、樹脂130aと、電極部の下側のフィルム107aと、を接着する（図8（C））。接着は、例えば熱溶着により行うことができる。

30

【0086】

[7. 外装体の他の一边を接着する]

次に、フィルム107aの他の一边（図9（A）における領域107d）において、電極部の上側のフィルム107aと、樹脂130aと、電極部の下側のフィルム107aと、を接着する（図9（A））。

40

【0087】

[8. 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9（B））。

【0088】

[9. 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（図9（C）における領域107d）を接着し、フィルム107aを封止された外装体107とする（図9（C））。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

50

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。

【0089】

[10. 樹脂を設ける]

次に、外装体107に挟まれていない領域に、樹脂130bを設ける。上記の工程で、二次電池100を作製することができる(図10)。

10

【0090】

なお、上記の樹脂130bを設ける前の工程で、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し、その後樹脂130bを設けることがより好ましい。

【0091】

なお、本明細書等において、エージングとは、二次電池の初期不良を検出するため、また初期の充放電で負極活物質上に安定な被膜を形成させるために行う工程をいう。具体的には、電池使用温度範囲の上限に近い温度で、長時間充電状態で保持する、1サイクル以上の充放電を伴う、等の工程である。さらに、外装体で覆われた領域に発生したガスを抜く工程を含めてもよい。

20

【0092】

初期の充放電で負極活物質上に安定な被膜を形成することで、その後の充放電における、さらなる被膜の形成に起因するキャリアイオンの消費を抑止することができる。そのためエージングを行うことで、二次電池の性能をより安定させ、不良セルを選別することができる。

【0093】

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。

【0094】

(実施の形態3)

本実施の形態では、図11、図12および図36を用いて、本発明の一態様に係る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。

30

【0095】

[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。

【0096】

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5μm以上30μm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。

40

【0097】

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。

50

【0098】

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。

【0099】

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。

【0100】

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化物に、少量のニッケル酸リチウム(LiNiO_2 や $\text{LiNi}_{1-x}\text{MO}_2$ ($\text{M}=\text{Co}$ 、 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。

10

【0101】

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。

20

【0102】

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。

30

40

【0103】

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11に示す。

【0104】

図11(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。

50

【0105】

また、図11 (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。

【0106】

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。

【0107】

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。

【0108】

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。

【0109】

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。

【0110】

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。

【0111】

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。

【0112】

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。

【0113】

10

20

30

40

50

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。

【0114】

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。

10

【0115】

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。

【0116】

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 μm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 μm以上50 μm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。

20

【0117】

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）、Co（II）、Ni（II）の一以上）を用いることができる。一般式LiMPO₄の代表例としては、LiFePO₄、LiNiPO₄、LiCoPO₄、LiMnPO₄、LiFe_aNi_bPO₄、LiFe_aCo_bPO₄、LiFe_aMn_bPO₄、LiNi_aCo_bPO₄、LiNi_aMn_bPO₄（a+bは1以下、0<a<1、0<b<1）、LiFe_cNi_dCo_ePO₄、LiFe_cNi_dMn_ePO₄、LiNi_cCo_dMn_ePO₄（c+d+eは1以下、0<c<1、0<d<1、0<e<1）、LiFe_fNi_gCo_hMn_iPO₄（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。

30

【0118】

特にLiFePO₄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。

【0119】

または、一般式Li_(2-j)MSiO₄（Mは、Fe（II）、Mn（II）、Co（II）、Ni（II）の一以上、0≤j≤2）等の複合材料を用いることができる。一般式Li_(2-j)MSiO₄の代表例としては、Li_(2-j)FeSiO₄、Li_(2-j)NiSiO₄、Li_(2-j)CoSiO₄、Li_(2-j)MnSiO₄、Li_(2-j)Fe_kNi_lSiO₄、Li_(2-j)Fe_kCo_lSiO₄、Li_(2-j)Fe_kMn_lSiO₄、Li_(2-j)Ni_kCo_lSiO₄、Li_(2-j)Ni_kMn_lSiO₄（k+lは1以下、0<k<1、0<l<1）、Li_(2-j)Fe_mNi_nCo_qSiO₄、Li_(2-j)Fe_mNi_nMn_qSiO₄、Li_(2-j)Ni_mCo_nMn_qSiO₄（m+n+qは1以下、0<m<1、0<n<1、0<q<1）、Li_(2-j)Fe_rNi_sCo_tMn_uSiO₄（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。

40

【0120】

また、正極活物質として、A_xM₂（XO₄）₃（A=Li、Na、Mg、M=Fe、M

50

n、Ti、V、Nb、X=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。

【0121】

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。

10

【0122】

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。

20

【0123】

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

【0124】

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。

【0125】

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、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。

30

【0126】

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。

40

【0127】

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。

【0128】

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

50

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2 atomic %以上11 atomic %以下、好ましくは3 atomic %以上10 atomic %以下である。

【0129】

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。

【0130】

平均粒径の小さい活物質、例えば1 μm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。

【0131】

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。

【0132】

図12(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。

【0133】

正極活物質層102の縦断面においては、図12(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、面接触する程度に正極活物質を覆っている。図12(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。

【0134】

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分散媒から溶媒を揮発除去し、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正極活物質を覆う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。

【0135】

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。

【0136】

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。

【0137】

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。

【0138】

図36(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323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。

【0139】

図36(B)に、図36(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36(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。

10

【0140】

一方、導電助剤としてグラフェンを用いた図12(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12(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12(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。

【0141】

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。

20

【0142】

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。

【0143】

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。

30

【0144】

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。

【0145】

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。

40

【0146】

バインダは上記のうち二種類以上を組み合わせ使用してもよい。

【0147】

50

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

【0148】

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。

【0149】

〔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。

【0150】

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 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $30\text{ }\mu\text{m}$ 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。

【0151】

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。

【0152】

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。

【0153】

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。

【0154】

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 -3.045 V ）、重量及び体積当たりの比容量が大きい（それぞれ 3860 mAh/g 、 2062 mAh/cm^3 ）ため、好ましい。

【0155】

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。

【0156】

黒鉛としては、メソカーボンマイクロビーズ（MCMCB）、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。

【0157】

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（ $0.1\sim0.3\text{ V vs. Li/Li}^+$ ）。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

10

20

30

40

50

比べて安全性が高い等の利点を有するため、好ましい。

【0158】

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 4200mAh/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。

10

【0159】

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。

【0160】

なお、 SiO とは、ケイ素酸化物の粉末を指しており、 SiO_y ($2 > y > 0$)とも表記できる。 SiO は、ケイ素リッチの部分を含んでいてもよい。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。

20

【0161】

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(900mAh/g 、 1890mAh/cm^3)を示し好ましい。

30

【0162】

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。

40

【0163】

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、 $\text{CoS}_{0.89}$ 、 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。

【0164】

50

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。

【0165】

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。

10

【0166】

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。

【0167】

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。

20

【0168】

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 $10^{-9} \text{ cm}^2/\text{sec}$ 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。

【0169】

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。

30

【0170】

[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。

40

【0171】

[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

50

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。

【0172】

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、アクリルゲル、アクリロニトリルゲル、ポリエチレンオキサイド、ポリプロピレンオキサイド、フッ素系ポリマー等がある。

10

【0173】

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（常温熔融塩）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。

【0174】

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 、 $\text{Li}_2\text{B}_{10}\text{C}_{11}\text{O}_{10}$ 、 $\text{Li}_2\text{B}_{12}\text{C}_{11}\text{O}_{12}$ 、 LiCF_3SO_3 、 $\text{LiC}_4\text{F}_9\text{SO}_3$ 、 $\text{LiC}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3$ 、 $\text{LiC}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_3$ 、 $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ 、 $\text{LiN}(\text{C}_4\text{F}_9\text{SO}_2)(\text{CF}_3\text{SO}_2)$ 、 $\text{LiN}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2$ 等のリチウム塩を一種、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。

20

【0175】

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。

【0176】

30

[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。なかでも金属箔にプラスチックフィルムを積層した、金属箔ラミネートフィルムは、熱圧着することで封止が可能であり、形状の自由度が高く、軽量である、可撓性を有するといった利点があり好ましい。金属箔ラミネートフィルムが有する金属箔の材料としては、アルミニウム、ステンレス、錫、ニッケル銅などを用いることができる。該金属箔に積層するプラスチックフィルムとしては、ポリエチレンテレフタレート、ナイロン、ポリエチレン等を用いることができる。

【0177】

なお本明細書等において、ラミネートとは、金属箔やプラスチックフィルム等の薄い材料を貼りあわせて積層する加工法をいうこととする。

40

【0178】

また外装体107に用いるフィルムとしては、金属箔に、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積層したものをを用いてもよい。

【0179】

また、外装体107はエンボス加工等により、凹部、凸部、または凹部および凸部が形成されていることが好ましい。

【0180】

50

金属箔を有するフィルムは、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。

【0181】

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 のうち、曲げ中心から近い内側の外装体 107 には圧縮応力がかかり、曲げ中心から遠い外側の外装体 107 には引っ張り応力がかかる。これらの応力によって外装体がひずみ、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。

【0182】

外装体 107 にエンボス加工等で凹部または凸部を形成することにより、外装体 107 の沿面距離を増大させ、単位長さ当たりの圧縮応力および引っ張り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。

【0183】

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、とも言うことができる。

【0184】

[6. 樹脂]

二次電池 100 に用いる樹脂 130 には、接着性、熱融着性、弾性または耐透過性を有する樹脂を用いることが好ましく、また電解液との接触で分解生成物が発生しないものを用いることが好ましい。例えばポリプロピレン、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリ酢酸ビニル、ポリエチレンテレフタレート、ポリウレタン、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド、ポリアミド、ゴム、シリコン樹脂等を用いることができる。

【0185】

なお樹脂 130 が 2 種以上の材料からなる場合、外装体に挟まれる領域に設けられる樹脂 130 a には、接着性または熱融着性を有する材料、または弾性を有する材料を用いることが好ましい。接着性または熱融着性を有する材料を用いることで、外装体 107 と樹脂 130 a との接着を強固にすることができる。また、弾性を有する材料を用いることで、可撓性に優れた二次電池とすることができる。

【0186】

接着性を有する材料としては、エポキシ樹脂、アクリル樹脂等を挙げることができる。また熱融着性を有する材料としては、ポリプロピレン、ポリエチレン等を挙げることができる。また弾性を有する材料としては、ゴム、シリコン樹脂等を挙げることができる。

【0187】

また、外装体 107 に挟まれない領域に設けられる樹脂 130 b には、水をはじめとする二次電池の劣化要因になりうる物質について、耐透過性のある材料を用いることが好ましい。なお、樹脂 130 b は、一部が外装体 107 の外面に接して設けられる。

【0188】

水などに耐透過性のある材料としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、酸化シリコン蒸着フィルム、酸化アルミニウム蒸着フィルム等を挙げることができる。

【0189】

さらに、外装体 107 に挟まれない領域に設けられる樹脂 130 b は、乾燥剤を含むことが好ましい。乾燥剤は、たとえばシリカゲルを用いることができる。樹脂 130 b が乾燥剤を含むことで、二次電池の電極部への水の侵入をさらに抑制することができる。

【0190】

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。

【0191】

（実施の形態 4）

10

20

30

40

50

本実施の形態では、図13乃至図21を用いて、本発明の一態様に係る二次電池の他の構成の例について説明する。

【0192】

[1. 電極部の変形例1]

図13(A)に、図1および図3と異なる、正極111と負極115の積層の例を示す。図13(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13(A)のような構成としても、負極115の負極活物質を有さない面同士という、金属同士の接触面をつくることができる。

【0193】

[2. 電極部の変形例2]

図13(B)に、図1および図3と異なる、正極111と負極115の積層の例を示す。図13(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13(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。

【0194】

[3. 電極部の変形例3]

図13(C)に、図1および図3と異なる、正極111と負極115の積層の例を示す。図13(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。

【0195】

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

【0196】

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。

【0197】

図13(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。

【0198】

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。

【0199】

なお正極111および負極115の積層方法以外は、図1についての説明の記載を参酌することができる。

【0200】

[4. 電極部の変形例4]

10

20

30

40

50

図14に、図1と異なる長さの正極111および負極115を有する二次電池100hの例を示す。図14(A)は平らな状態、図14(B)は湾曲させた状態の二次電池100hの断面図である。

【0201】

図14に示す二次電池100hの正極111および負極115は、図14(A)に示すように、二次電池100hを湾曲させた際の内径側の電極を、外径側の電極より、湾曲の方向について短くしている。

【0202】

このような構成とすることで、図14(B)に示すように、二次電池100h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100h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100h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。

10

【0203】

なお複数の正極111および複数の負極115の長さの他は、図1についての説明の記載を参照することができる。

【0204】

[5. 外装体の変形例1]

20

図15(A)および(B)に、図1と異なる形状の外装体107eを有する二次電池100iを示す。図15(A)は二次電池100iの上面図である。図15(B)は、図15(A)の一点破線C1-C2における断面図である。

【0205】

二次電池100iが有する外装体107eは、エンボス加工により凹部および凸部を有している。凹凸を有する外装体107eを用いることで、二次電池100iの形状を変化させた場合の外装体107eの応力を緩和することができる。そのため信頼性の高い二次電池100iとすることができる。

【0206】

[6. 外装体の変形例2]

30

図15(C)に、図15(A)および(B)と異なる形状の外装体107fを有する二次電池100jを示す。図15(C)は二次電池100jの断面図であり、二次電池100iにおける図15(B)に相当する断面図である。

【0207】

二次電池100jは、2枚の凹凸のピッチの異なる外装体、外装体107eおよび107fを有する。二次電池100jは、湾曲させた際に、電極部より内径側になる外装体に凹凸のピッチの広い外装体107eを有し、電極部より外径側になる外装体に凹凸のピッチの狭い外装体107を有する。

【0208】

湾曲の内径側と外径側で凹凸のピッチの異なる外装体107eおよび107fを用いることで、外装体にかかる応力をさらに緩和することができる。そのため、より信頼性の高い二次電池100jとすることができる。

40

【0209】

[5. リード位置等の変形例1]

図16に、図1と異なる構成の二次電池100kを示す。図16(A)は二次電池100kを湾曲させた場合の斜視図、図16(B)は二次電池100kの上面図である。図16(C)に、図16(B)の一点破線D1-D2における断面図を示す。

【0210】

図16に示す二次電池100kは、正極リード121および負極リード125の位置が、図1の二次電池100と異なっている。また、正極111、セパレータ103、負極11

50

5 および外装体 107 の形状も、図 1 の二次電池 100 と異なっている。

【0211】

図 16 に示す二次電池 100k では、正極リード 121 および負極リード 125 が、それぞれ外装体 107 の対向する辺から引き出されている。また、正極リード 121 および負極リード 125 を結んだ線は、二次電池 100k 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 121 および負極リード 125 と電氣的に接続される、正極 111 のタブ部分および負極 115 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 111 のタブおよび負極 115 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 111 のタブおよび負極 115 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 100k とすることができる。

10

【0212】

二次電池 100k の、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、セパレータ 103 および外装体 107 の形状以外の構成は、図 1 についての記載を参酌することができる。

【0213】

[6. リード位置等の変形例 2]

図 17 (A) に、図 16 と異なる構成の二次電池 100m を示す。図 17 (A) は二次電池 100m の上面図である。

【0214】

20

図 17 (A) に示す二次電池 100m は、正極 111、セパレータ 103、負極 115 および外装体 107 の形状が、図 16 の二次電池 100k と異なっている。図 17 (A) に示す二次電池 100m の正極 111、負極 115、セパレータ 103 および外装体 107 は、湾曲の軸の方向よりも、正極 111 のタブ部分と負極 115 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 100m としても、正極 111 のタブおよび負極 115 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。

【0215】

二次電池 100m の、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、セパレータ 103 および外装体 107 の形状以外の構成は、図 1 についての記載を参酌することができる。

30

【0216】

[7. リード位置等の変形例 3]

図 17 (B1) および図 17 (B2) に、図 16 と異なる二次電池 100n を示す。図 17 (B1) は二次電池 100n の上面図である。図 17 (B2) は、図 17 (B1) の一点破線 E1-E2 における断面図である。

【0217】

図 17 (B1) および図 17 (B2) の二次電池 100n 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 17 (B1) および図 17 (B2) に示す二次電池 100n 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 100n の容量を大きくすることができる。

40

【0218】

二次電池 100n の、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、セパレータ 103 および外装体 107 の形状以外の構成は、図 1 についての記載を参酌することができる。

【0219】

[8. セパレータ形状等の変形例 1]

図 18 に、図 1 と異なる二次電池 100p を示す。図 18 (A) は二次電池 100p の上面図である。図 18 (B) は、図 18 (A) の一点破線 F1-F2 における断面図である。図 18 (C) は、二次電池 100p の正極 111、負極 115 およびセパレータ 103

50

を抜粋して示した斜視図である。

【0220】

図18に示す二次電池100pは、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、セパレータ103および外装体107の形状が、図1の二次電池100と異なる。

【0221】

ここで、図19を用いて、図18に示す二次電池100pの作製方法の一部について説明する。

【0222】

まずセパレータ103上に、負極115を配置する(図19(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。 10

【0223】

次に、セパレータ103を折り曲げ、負極113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19(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。

【0224】

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19(B)の領域103aで示す領域を熱溶着することが好ましい。 20

【0225】

この工程を繰り返すことで、図19(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。

【0226】

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。 30

【0227】

次に、図19(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。

【0228】

さらに、図19(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19(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。

【0229】

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。 40

【0230】

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。

【0231】

換言すれば、図15の二次電池100p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。

【0232】

二次電池１００ｐ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、図１についての記載を参酌することができる。

【０２３３】

[９．セパレータ形状等の変形例２]

図２０に、図１８と異なる二次電池１００ｑを示す。図２０（Ａ）は二次電池１００ｑの上面図である。図２０（Ｂ１）は第１の電極組立体１４０、図２０（Ｂ２）は第２の電極組立体１４１の断面図である。図２０（Ｃ）は、図２０（Ａ）の一点破線Ｇ１－Ｇ２における断面図である。なお、図２０（Ｃ）では図を明瞭にするため、第１の電極組立体１４０、電極組立体１４１およびセパレータ１０３を抜粋して示す。

10

【０２３４】

図２０に示す二次電池１００ｑは、正極１１１と負極１１５の配置、およびセパレータ１０３の配置が図１５の二次電池１００ｈと異なる。

【０２３５】

図２０（Ｃ）に示すように、二次電池１００ｑは、複数の第１の電極組立体１４０および複数の電極組立体１４１を有する。

【０２３６】

図２０（Ｂ１）に示すように、第１の電極組立体１４０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、セパレータ１０３、負極集電体１０５の両面に負極活物質層１０６を有する負極１１５ａ、セパレータ１０３、正極集電体１０１の両面に正極活物質層１０２を有する正極１１１ａがこの順に積層されている。また図２０（Ｂ２）に示すように、第２の電極組立体１４１では、負極集電体１０５の両面に負極活物質層１０６を有する負極１１５ａ、セパレータ１０３、正極集電体１０１の両面に正極活物質層１０２を有する正極１１１ａ、セパレータ１０３、負極集電体１０５の両面に負極活物質層１０６を有する負極１１５ａがこの順に積層されている。

20

【０２３７】

さらに図２０（Ｃ）に示すように、複数の第１の電極組立体１４０および複数の電極組立体１４１は、巻回したセパレータ１０３によって覆われている。

【０２３８】

ここで、図２１を用いて、図２０に示す二次電池１００ｑの作製方法の一部について説明する。

30

【０２３９】

まずセパレータ１０３上に、第１の電極組立体１４０を配置する（図２１（Ａ））。

【０２４０】

次に、セパレータ１０３を折り曲げ、第１の電極組立体１４０の上にセパレータ１０３を重ねる。次に、第１の電極組立体１４０の上下に、セパレータ１０３を介して、２組の第２の電極組立体１４１を重ねる（図２１（Ｂ））。

【０２４１】

次に、セパレータ１０３を、２組の第２の電極組立体１４１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１４１の上下に、セパレータ１０３を介して、２組の第１の電極組立体１４０を重ねる（図２１（Ｃ））。

40

【０２４２】

次に、セパレータ１０３を、２組の第１の電極組立体１４０を覆うように巻回させる（図２１（Ｄ））。

【０２４３】

このような工程で複数の第１の電極組立体１４０および複数の電極組立体１４１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１０３の間に配置される。

【０２４４】

なお、最も外側に配置される電極組立体１４０の正極１１１ａは、外側には正極活物質層

50

102を設けないことが好ましい。

【0245】

また図20(B1)および(B2)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100q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、より湾曲しやすい二次電池100qとすることができる。また図20(C)では、二次電池100iが第1の電極組立体140を3組、第2の電極組立体141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100q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、より湾曲しやすい二次電池100qとすることができる。

10

【0246】

二次電池100q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18についての記載を参酌することができる。

【0247】

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。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て実施することが可能である。

【0248】

(実施の形態5)

20

上記実施の形態で説明した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22乃至図28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。

【0249】

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、電池セル間の特性のばらつきに応じて、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。容量にばらつきがあると放電時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。

30

【0250】

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揃える機能を有する。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があるが、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。

【0251】

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。

40

【0252】

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。

50

【0253】

ここで、CAAC-OSS膜について説明する。

【0254】

CAAC-OSS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。

【0255】

透過型電子顕微鏡（TEM：Transmission Electron Microscope）によって、CAAC-OSS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-OSS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。

10

【0256】

試料面と略平行な方向から、CAAC-OSS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-OSS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-OSS膜の被形成面または上面と平行に配列する。

【0257】

一方、試料面と略垂直な方向から、CAAC-OSS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。

20

【0258】

CAAC-OSS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-OSS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-OSS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。

【0259】

なお、InGaZnO₄の結晶を有するCAAC-OSS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-OSS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-OSS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。

30

【0260】

CAAC-OSS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。

40

【0261】

また、CAAC-OSS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。

【0262】

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、

50

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。

【0263】

また、CAAC-OSS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。

10

【0264】

なお、OST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OSTランジスタで構成することが適している。

【0265】

図22には、蓄電装置のブロック図の一例を示す。図22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。

20

【0266】

また、図22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。

【0267】

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。

30

【0268】

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。

【0269】

40

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。

【0270】

切り替え制御回路BT03の動作の詳細について述べる。

【0271】

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（定電圧セル）と判断する。

50

【0272】

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B T 0 3は、複数の電池セルB T 0 9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 0 9の電圧を基準として、各電池セルB T 0 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 0 3は、各電池セルB T 0 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 0 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 0 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。

【0273】

10

なお、複数の電池セルB T 0 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 0 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 0 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 0 3は、過充電又は過放電に近い電池セルB T 0 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。

【0274】

ここで、本実施形態における切り替え制御回路B T 0 3の動作例を、図23を用いて説明する。図23は、切り替え制御回路B T 0 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23では4個の電池セルB T 0 9が直列に接続されている場合を例に説明する。

20

【0275】

まず、図23（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 0 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 0 3は、低電圧セルDを充電電池セル群として決定する。

【0276】

30

次に、図23（B）の例では、 $V c > V b = V c >> V d$ 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 0 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 0 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。

【0277】

最後に、図23（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 0 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 0 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。

40

【0278】

切り替え制御回路B T 0 3は、上記図23（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 0 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 0 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 0 4及び切り替え回路B T 0 5に対してそれぞれ出力する。

【0279】

以上が、切り替え制御回路B T 0 3の動作の詳細に関する説明である。

50

【0280】

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。

【0281】

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。

10

【0282】

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。

【0283】

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。

20

【0284】

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24及び図25に示す。

【0285】

図24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。

30

【0286】

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。

【0287】

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 O 9の正極端子は、端子対の端子A 1又はA 2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B T O 9の負極端子は、端子対の端子A 1又はA 2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。

40

【0288】

トランジスタB T 10には、O Sトランジスタを用いることが好ましい。O S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

50

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。

【0289】

また、図24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

10

【0290】

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。

【0291】

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。

20

【0292】

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。

30

【0293】

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。

【0294】

切り替え回路BT05は、制御信号S2に応じて、トランジスタBT13、及び電流制御スイッチBT14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BT02とを接続する。

40

【0295】

切り替え回路BT05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BT02とを接続する。

【0296】

切り替え回路BT05は、複数のトランジスタBT10のゲートに与える制御信号S2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BT09の正極端子と接続されているトランジスタBT13を導通状態にする。また、切り替え回路BT05は、複数のトランジスタBT10のゲートに与える制御信号S2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BT09の負極端子に接続されている切り替えスイッチ151を導通状態にする。

50

【0297】

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1 5 2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。

【0298】

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。

【0299】

また、電流制御スイッチ1 5 2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。

【0300】

図2 5は、図2 4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。

【0301】

図2 5では、切り替え回路B T 0 4は、複数のトランジスタ対B T 2 1と、バスB T 2 4及びバスB T 2 5とを有する。バスB T 2 4は、端子A 1と接続されている。また、バスB T 2 5は、端子A 2と接続されている。複数のトランジスタ対B T 2 1の一端は、それぞれトランジスタB T 2 2とトランジスタB T 2 3とにより分岐している。トランジスタB T 2 2のソース又はドレインの一方は、バスB T 2 4と接続されている。また、トランジスタB T 2 3のソース又はドレインの一方は、バスB T 2 5と接続されている。また、複数のトランジスタ対の他端は、それぞれ隣接する2つの電池セルB T 0 9の間に接続されている。なお、複数のトランジスタ対B T 2 1のうち、最上流に位置するトランジスタ対B T 2 1の他端は、電池部B T 0 8の最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。また、複数のトランジスタ対B T 2 1のうち、最下流に位置するトランジスタ対B T 2 1の他端は、電池部B T 0 8の最下流に位置する電池セルB T 0 9の負極端子と接続されている。

【0302】

切り替え回路B T 0 4は、制御信号S 1に応じてトランジスタB T 2 2及びトランジスタB T 2 3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B T 2 1の接続先を、端子A 1又は端子A 2のいずれか一方に切り替える。詳細には、トランジスタB T 2 2が導通状態であれば、トランジスタB T 2 3は非導通状態となり、その接続先は端子A 1になる。一方、トランジスタB T 2 3が導通状態であれば、トランジスタB T 2 2は非導通状態となり、その接続先は端子A 2になる。トランジスタB T 2 2及びトランジスタB T 2 3のどちらが導通状態になるかは、制御信号S 1によって決定される。

【0303】

端子対B T 0 1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B T 2 1が用いられる。詳細には、制御信号S 1に基づいて、2つのトランジスタ対B T 2 1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B T 0 1とが接続される。2つのトランジスタ対B T 2 1のそれぞれの接続先は、一方が端子A 1となり、他方が端子A 2となるように、制御信号S 1によって制御される。

【0304】

切り替え回路B T 0 5は、複数のトランジスタ対B T 3 1と、バスB T 3 4及びバスB T 3 5とを有する。バスB T 3 4は、端子B 1と接続されている。また、バスB T 3 5は、端子B 2と接続されている。複数のトランジスタ対B T 3 1の一端は、それぞれトランジスタB T 3 2とトランジスタB T 3 3とにより分岐している。トランジスタB T 3 2により分岐する一端は、バスB T 3 4と接続されている。また、トランジスタB T 3 3により分岐する一端は、バスB T 3 5と接続されている。また、複数のトランジスタ対B T 3 1の他端は、それぞれ隣接する2つの電池セルB T 0 9の間に接続されている。なお、複数の切り替えスイッチ対1 5 4のうち、最上流に位置する切り替えスイッチ対1 5 4の他端は、電池部B T 0 8の最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。また、複数のトランジスタ対B T 3 1のうち、最下流に位置するトランジスタ対B T 3 1の他端は、電池部B T 0 8の最下流に位置する電池セルB T 0 9の負極端子と接続されている。

【0305】

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 3 2及びトランジスタB T 3 3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B T 3 1の接続先を、端子B 1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B T 3 2が導通状態であれば、トランジスタB T 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B T 3 3が導通状態であれば、トランジスタB T 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B T 3 2及びトランジスタB T 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。

【0306】

端子対B T 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B T 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B T 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B T 0 2とが接続される。2つのトランジスタ対B T 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。

【0307】

また、2つのトランジスタ対B T 3 1のそれぞれの接続先は、端子対B T 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B T 0 2に印加されている場合、上流側のトランジスタ対B T 3 1は、トランジスタB T 3 2が導通状態となり、トランジスタB T 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B T 3 1は、トランジスタB T 3 3が導通状態、トランジスタB T 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B T 0 2に印加されている場合は、上流側のトランジスタ対B T 3 1は、トランジスタB T 3 3が導通状態となり、トランジスタB T 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B T 3 1は、トランジスタB T 3 2が導通状態、トランジスタB T 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。

【0308】

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

【0309】

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B T 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B T 0 7を制御する変圧信号S 3を出力する。

【0310】

また、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B T 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。

【0311】

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。

【0312】

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26（A）乃至（C）を用いて説明する。図26（A）乃至（C）は、図23（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26（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。

【0313】

図26（A）に示される例では、図23（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23（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）の昇降圧比Nを算出する。

【0314】

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26（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、昇降圧比Nを大きく設定する。

【0315】

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、昇降圧比Nを1乃至10%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

10

20

30

40

50

圧制御回路B T O 6は昇降圧比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 O 6に設定された値となる。

【0316】

図26(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 O 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 O 9の数が1個であるため、変圧制御回路B T O 6は、 $1/3$ より少し大きい値を昇降圧比Nとして算出する。そして、変圧制御回路B T O 6は、放電電圧を当該昇降圧比Nに応じて降圧し、充電電圧に変換する変圧信号S 3を変圧回路B T O 7に出力する。そして、変圧回路B T O 7は、変圧信号S 3に応じて変圧された充電電圧を、端子対B T O 2に印加する。そして、端子対B T O 2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B T O 9が充電される。

10

【0317】

また、図26(B)や図26(C)に示される例でも、図26(A)と同様に、昇降圧比Nが算出される。図26(B)や図26(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B T O 9の個数が、充電電池セル群に含まれる電池セルB T O 9の個数以下であるため、昇降圧比Nは1以上となる。よって、この場合は、変圧制御回路B T O 6は、放電電圧を昇圧して受電電圧に変換する変圧信号S 3を出力する。

【0318】

変圧回路B T O 7は、変圧信号S 3に基づいて、端子対B T O 1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B T O 7は、変換された充電電圧を端子対B T O 2に印加する。ここで、変圧回路B T O 7は、端子対B T O 1と端子対B T O 2との間を電氣的に絶縁している。これにより、変圧回路B T O 7は、放電電池セル群の中で最も下流に位置する電池セルB T O 9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B T O 9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B T O 7は、上述したように、変圧信号S 3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。

20

【0319】

また、変圧回路B T O 7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B T O 6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S 3として出力することにより、変圧回路B T O 7で変換される充電電圧を制御する。

30

【0320】

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。

【0321】

絶縁型DC-DCコンバータを用いた変圧回路B T O 7の構成を図27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B T O 6から出力される、オン/オフ比を制御する変圧信号S 3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B T O 1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/オフ状態と連動して動作し、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

40

50

電圧は、スイッチ部 B T 5 2 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 D C - D C コンバータを用いる場合、トランス部 B T 5 3 の内部で、端子対 B T 0 1 と端子対 B T 0 2 は互いに絶縁することができる。

【0322】

本実施形態における蓄電装置 B T 0 0 の処理の流れを、図 2 8 を用いて説明する。図 2 8 は、蓄電装置 B T 0 0 の処理の流れを示すフローチャートである。

【0323】

まず、蓄電装置 B T 0 0 は、複数の電池セル B T 0 9 毎に測定された電圧を取得する（ステップ S 0 0 1）。そして、蓄電装置 B T 0 0 は、複数の電池セル B T 0 9 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 S 0 0 2）。この開始条件は、例えば、複数の電池セル B T 0 9 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 S 0 0 2：N O）、各電池セル B T 0 9 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 B T 0 0 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 S 0 0 2：Y E S）、蓄電装置 B T 0 0 は、各電池セル B T 0 9 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 B T 0 0 は、測定されたセル毎の電圧に基づいて、各電池セル B T 0 9 が高電圧セルか低電圧セルかを判定する（ステップ S 0 0 3）。そして、蓄電装置 B T 0 0 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 S 0 0 4）。さらに、蓄電装置 B T 0 0 は、決定された放電電池セル群を端子対 B T 0 1 の接続先に設定する制御信号 S 1、及び決定された充電電池セル群を端子対 B T 0 2 の接続先に設定する制御信号 S 2 を生成する（ステップ S 0 0 5）。蓄電装置 B T 0 0 は、生成された制御信号 S 1 及び制御信号 S 2 を、切り替え回路 B T 0 4 及び切り替え回路 B T 0 5 へそれぞれ出力する。そして、切り替え回路 B T 0 4 により、端子対 B T 0 1 と放電電池セル群とが接続され、切り替え回路 B T 0 5 により、端子対 B T 0 2 と放電電池セル群とが接続される（ステップ S 0 0 6）。また、蓄電装置 B T 0 0 は、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 の個数とに基づいて、変圧信号 S 3 を生成する（ステップ S 0 0 7）。そして、蓄電装置 B T 0 0 は、変圧信号 S 3 に基づいて、端子対 B T 0 1 に印加される放電電圧を充電電圧に変換し、端子対 B T 0 2 に印加する（ステップ S 0 0 8）。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。

【0324】

また、図 2 8 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。

【0325】

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 B T 0 4 及び切り替え回路 B T 0 5 により、放電電池セル群及び充電電池セル群が各々個別に切り替えられる。

【0326】

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。

【0327】

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 O 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。

【0328】

(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電子機器に実装する例について説明する。

【0329】

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29に示す。図29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。

【0330】

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、S R A M 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、L E D を用いる場合、L E D 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G a N 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G a N 半導体層などを設けて、L E D 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G a N 半導体層との間に、A l N 層を設けてもよい。なお、L E D が有するG a N 半導体層は、M O C V D 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、L E D が有するG a N 半導体層は、スパッタ法で成膜することも可能である。

【0331】

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

10

20

30

40

50

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、にお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。

【0332】

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。

10

【0333】

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表示を可能とし、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。

20

【0334】

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。

【0335】

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30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。

30

【0336】

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。

【0337】

図30（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。

40

【0338】

図30（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30（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7409と電気的に接続されたリード電極7408を有している。例えば、集電体7409は銅箔であり、一部ガリウムと合金化させることにより、集電体7409と接する活物質層との密着性を向上させている

50

。それによって、二次電池 7 4 0 7 が曲げられた状態での信頼性が高い構成となっている。

【0 3 3 9】

図 3 0 (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 7 1 0 0 は、筐体 7 1 0 1、表示部 7 1 0 2、操作ボタン 7 1 0 3、及び二次電池 7 1 0 4 を備える。また、図 3 0 (E) に曲げられた二次電池 7 1 0 4 の状態を示す。二次電池 7 1 0 4 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 7 1 0 4 の一部または全部の曲率に変化する。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 4 0 mm 以上 1 5 0 mm 以下の範囲内で筐体または二次電池 7 1 0 4 の主表面の一部または全部が変化する。二次電池 7 1 0 4 の主表面における曲率半径が 4 0 mm 以上 1 5 0 mm 以下の範囲であれば、高い信頼性を維持できる。

10

【0 3 4 0】

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 3 0 (F) に示すストーブ 7 5 0 0 は、本体 7 5 1 2 にモジュール 7 5 1 1 が取り付けられ、モジュール 7 5 1 1 は、二次電池 7 5 0 1、モーター、ファン、送風口 7 5 1 1 a、熱電発電装置を有する。ストーブ 7 5 1 0 では、開口部 7 5 1 2 a から燃料を投入、着火した後、二次電池 7 5 0 1 の電力を用いてモジュール 7 5 1 1 のモーターとファンを回転させ、送風口 7 5 1 1 a から外気をストーブ 7 5 1 0 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 7 5 1 3 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 7 5 1 1 の熱電発電装置により電力に変換し、二次電池 7 5 0 1 に充電することができる。さらに、二次電池 7 5 0 1 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。

20

【0 3 4 1】

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。

【0 3 4 2】

(実施の形態 7)

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。

30

【0 3 4 3】

図 3 1 (A) および図 3 1 (B) に、2 つ折り可能なタブレット型端末の一例を示す。図 3 1 (A) および図 3 1 (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 3 1 (A) は、タブレット型端末 9 6 0 0 を開いた状態を示し、図 3 1 (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。

【0 3 4 4】

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。

40

【0 3 4 5】

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。

50

【0346】

また、表示部9631bにおいても表示部9631aと同様に、表示部9631bの一部をタッチパネルの領域9632bとすることができる。また、タッチパネルのキーボード表示切り替えボタン9639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9631bにキーボードボタン表示することができる。

【0347】

また、タッチパネルの領域9632aとタッチパネルの領域9632bに対して同時にタッチ入力することもできる。

【0348】

また、表示モード切り替えスイッチ9626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9625は、タブレット型端末9600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。

10

【0349】

また、図31(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。

20

【0350】

図31(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。

【0351】

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を重ね合わ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。

30

【0352】

また、この他にも図31(A)および図31(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。

【0353】

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、充放電の繰り返しに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端末とすることができる。

40

【0354】

また、図31(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31(C)にブロック図を示し説明する。図31(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31(B)に示す充放電制御回路

50

9 6 3 4に対応する箇所となる。

【0 3 5 5】

まず外光により太陽電池9 6 3 3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9 6 3 5を充電するための電圧となるようD C D Cコンバータ9 6 3 6で昇圧又は降圧がなされる。そして、表示部9 6 3 1の動作に太陽電池9 6 3 3からの電力が用いられる際にはスイッチS W 1をオンにし、コンバータ9 6 3 7で表示部9 6 3 1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9 6 3 1での表示を行わない際には、S W 1をオフにし、S W 2をオンにして二次電池9 6 3 5の充電を行う構成とすればよい。

【0 3 5 6】

なお太陽電池9 6 3 3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9 6 3 5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。

【0 3 5 7】

また、図3 2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。

【0 3 5 8】

例えば、図3 2（A）に示すような眼鏡型デバイス4 0 0に搭載することができる。眼鏡型デバイス4 0 0は、フレーム4 0 0 aと、表示部4 0 0 bを有する。湾曲を有するフレーム4 0 0 a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4 0 0とすることができる。

【0 3 5 9】

また、ヘッドセット型デバイス4 0 1に搭載することができる。ヘッドセット型デバイス4 0 1は、少なくともマイク部4 0 1 aと、フレキシブルパイプ4 0 1 bと、イヤフォン部4 0 1 cを有する。フレキシブルパイプ4 0 1 b内やイヤフォン部4 0 1 c内に二次電池を設けることができる。

【0 3 6 0】

また、身体に直接取り付け可能なデバイス4 0 2に搭載することができる。デバイス4 0 2の薄型の筐体4 0 2 aの中に、二次電池4 0 2 bを設けることができる。

【0 3 6 1】

また、衣服に取り付け可能なデバイス4 0 3に搭載することができる。デバイス4 0 3の薄型の筐体4 0 3 aの中に、二次電池4 0 3 bを設けることができる。

【0 3 6 2】

また、腕時計型デバイス4 0 5に搭載することができる。腕時計型デバイス4 0 5は表示部4 0 5 aおよびベルト部4 0 5 bを有し、表示部4 0 5 aまたはベルト部4 0 5 bに、二次電池を設けることができる。

【0 3 6 3】

また、ベルト型デバイス4 0 6に搭載することができる。ベルト型デバイス4 0 6は、ベルト部4 0 6 aおよびワイヤレス給電受電部4 0 6 bを有し、ベルト部4 0 6 aの内部に、二次電池を搭載することができる。

【0 3 6 4】

また、図3 2（B 1）に示すような腕輪型デバイス4 0 7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4 0 7は、ケース4 0 7 aの中に、2つの湾曲した二次電池4 0 7 bを有する。またケース4 0 7 aの表面には湾曲した表示部4 0 7 cが設けられている。表示部4 0 7 cに用いることのできる表示部については、図2 9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4 0 7は、接続部4 0 7 dとヒンジ部4 0 7 eを有し、ヒンジ部4 0 7 eを中心に接続部4 0 7 dまでを動かすことができる。また接続部4 0 7 dに設けられた外部端子を介して充電等を行うことがで

10

20

30

40

50

きる。

【0365】

また、図32（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29の表示部についての記載を参酌することができる。

【0366】

図33に、他の電子機器の例を示す。図33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。

10

【0367】

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。

20

【0368】

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。

【0369】

図33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33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。

30

【0370】

なお、図33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。

40

【0371】

また、光源8102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。

【0372】

図33において、室内機8200及び室外機8204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8203を用いた電子機器の一例である。具体的に、室内機8200は、筐体8201、送風口8202、二次電池8203等を有する。図33では、二次電池8203が、室内機8200に設けられている場合を例示しているが、二次

50

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。

【0373】

なお、図 3 3 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。

10

【0374】

図 3 3 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 3 3 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。

20

【0375】

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。

【0376】

(実施の形態 8)

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。

【0377】

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

【0378】

30

図 3 4 において、本発明の一態様を用いた車両を例示する。図 3 4 (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 8 4 0 1 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。

【0379】

また、二次電池は、自動車 8 4 0 0 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 8 4 0 0 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。

40

【0380】

図 3 4 (B) に示す自動車 8 5 0 0 は、自動車 8 5 0 0 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 3 4 (B) に、地上設置型の充電装置 8 0 2 1 から自動車 8 5 0 0 に搭載された蓄電装置に、ケーブル 8 0 2 2 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 C H A d e M O (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 8 0 2 1 は、商用施設に設けられた充電ステーションでもよく、また家庭の電源であってもよい。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 8 5 0 0 に搭載された二次電池を充電することができる。充電は、A C D C

50

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。

【0381】

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、車両どうしで電力の送受信を行ってもよい。さらに、車両の外装部に太陽電池を設け、停車時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。

【0382】

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。 10

【0383】

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

【符号の説明】

【0384】

100	二次電池	
100a	二次電池	
100b	二次電池	
100c	二次電池	
100c1	二次電池	20
100d	二次電池	
100e	二次電池	
100f	二次電池	
100g	二次電池	
100h	二次電池	
100i	二次電池	
100j	二次電池	
100k	二次電池	
100m	二次電池	
100n	二次電池	30
100p	二次電池	
100q	二次電池	
101	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	
105	負極集電体	
106	負極活物質層	40
107	外装体	
107a	フィルム	
107b	領域	
107c	領域	
107d	領域	
107e	外装体	
107f	外装体	
111	正極	
111a	正極	
113	負極	50

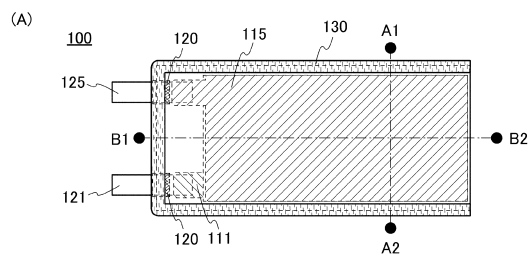
1 1 5	負極	
1 1 5 a	負極	
1 2 0	封止層	
1 2 1	正極リード	
1 2 5	負極リード	
1 3 0	樹脂	
1 3 0 a	樹脂	
1 3 0 b	樹脂	
1 3 0 c	樹脂	
1 4 0	電極組立体	10
1 4 1	電極組立体	
1 5 1	スイッチ	
1 5 2	電流制御スイッチ	
1 5 4	スイッチ対	
2 2 1	穴	
2 5 0	領域	
3 2 1	グラフェン	
3 2 2	正極活物質	
3 2 3	導電助剤	
3 3 1	領域	20
3 3 2	領域	
3 3 3	領域	
4 0 0	眼鏡型デバイス	
4 0 0 a	フレーム	
4 0 0 b	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	30
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	40
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	50

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	10
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	20
7 5 0 0	ストーブ	
7 5 0 1	二次電池	
7 5 1 0	ストーブ	
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	30
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	40
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	50

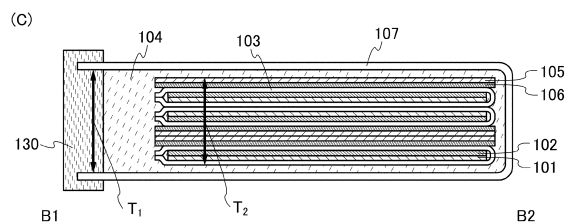
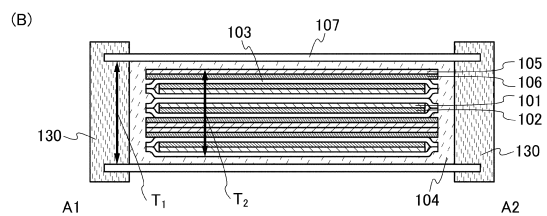
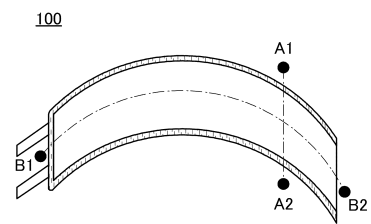
8 3 0 1	筐体	
8 3 0 2	冷蔵室用扉	
8 3 0 3	冷凍室用扉	
8 3 0 4	二次電池	
8 4 0 0	自動車	
8 4 0 1	ヘッドライト	
8 5 0 0	自動車	
9 6 0 0	タブレット型端末	
9 6 2 5	スイッチ	
9 6 2 6	スイッチ	10
9 6 2 7	電源スイッチ	
9 6 2 8	操作スイッチ	
9 6 2 9	具	
9 6 3 0	筐体	
9 6 3 0 a	筐体	
9 6 3 0 b	筐体	
9 6 3 1	表示部	
9 6 3 1 a	表示部	
9 6 3 1 b	表示部	
9 6 3 2 a	領域	20
9 6 3 2 b	領域	
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	30
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	40
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	50

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 D C - D C 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
S W 1	スイッチ
S W 3	スイッチ
1 2	B T
1 6	B T

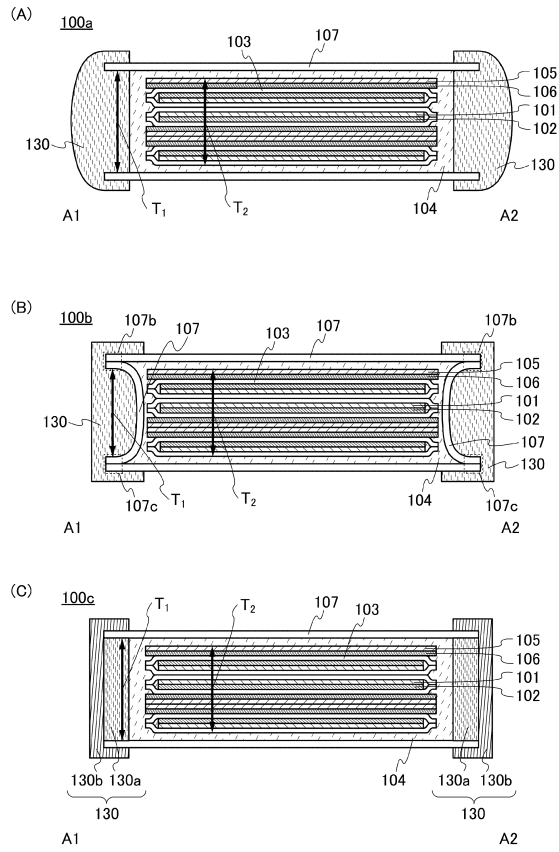
【図 1】



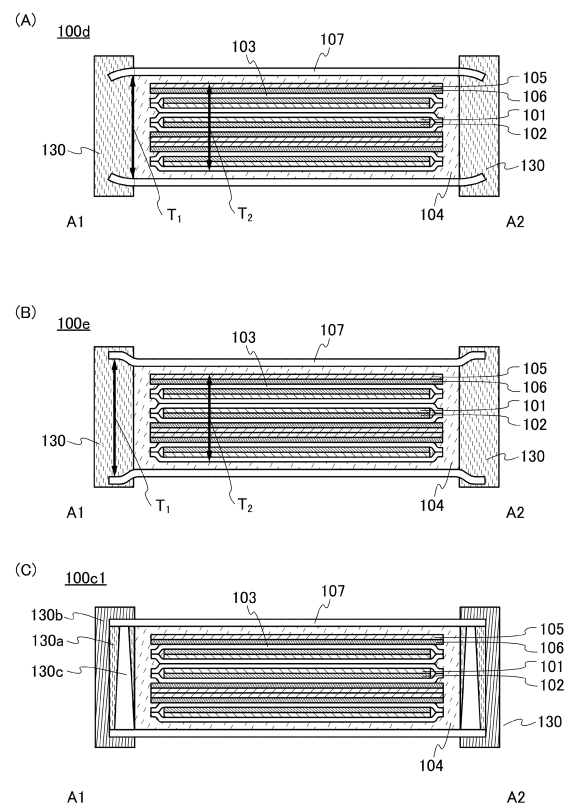
【図 2】



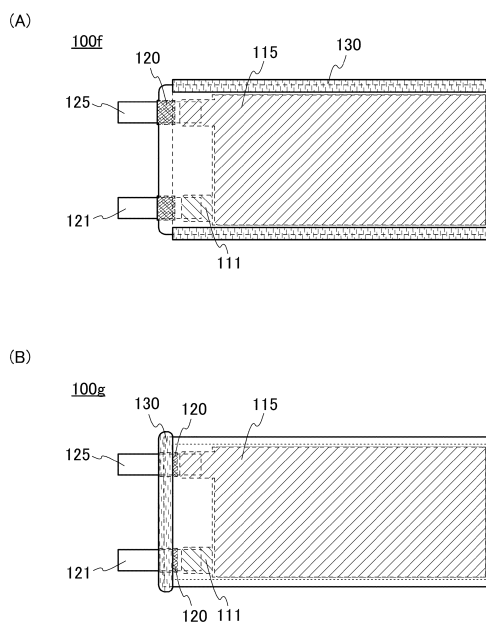
【図 3】



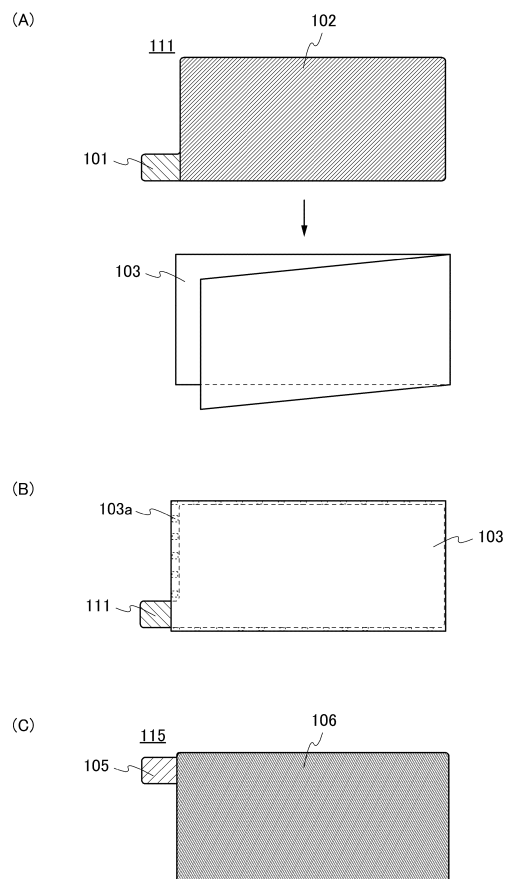
【図 4】



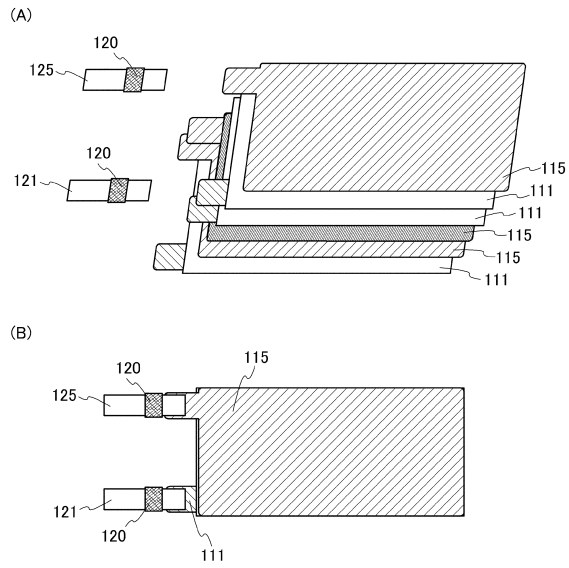
【図 5】



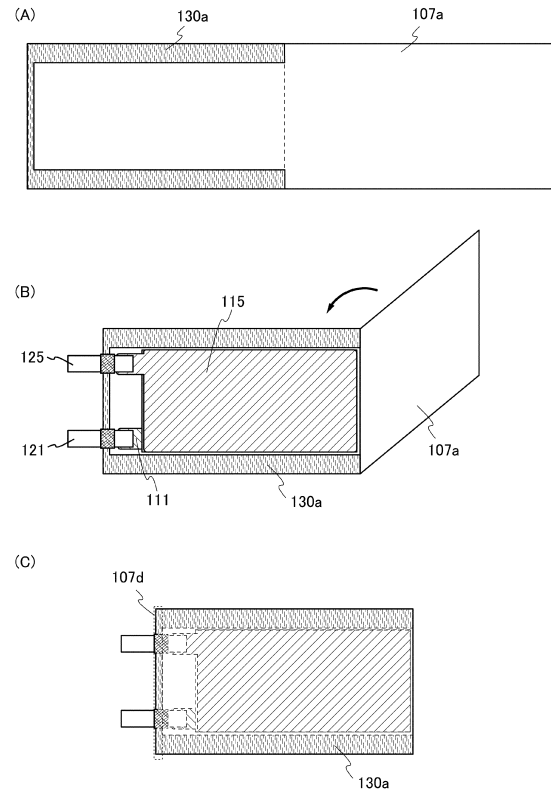
【図 6】



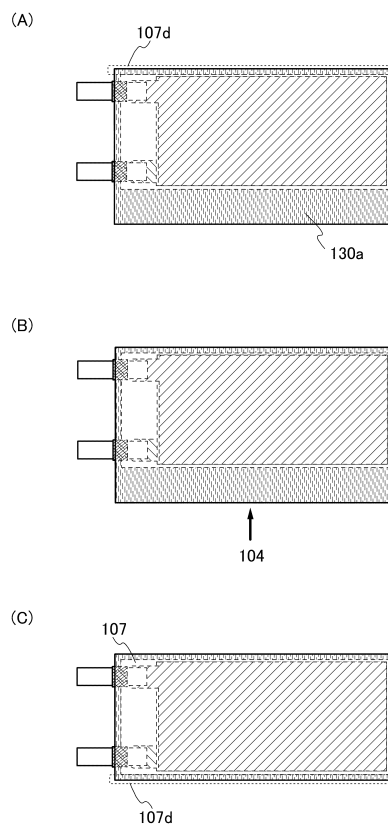
【図 7】



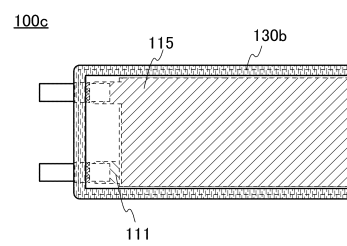
【図 8】



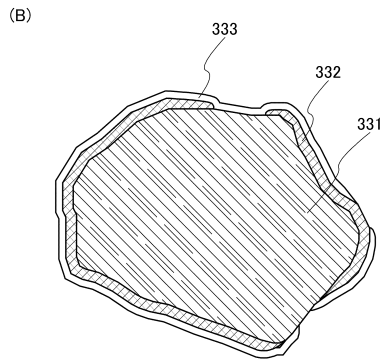
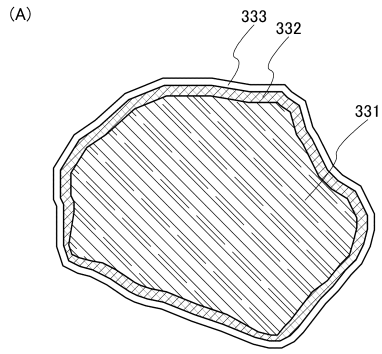
【図 9】



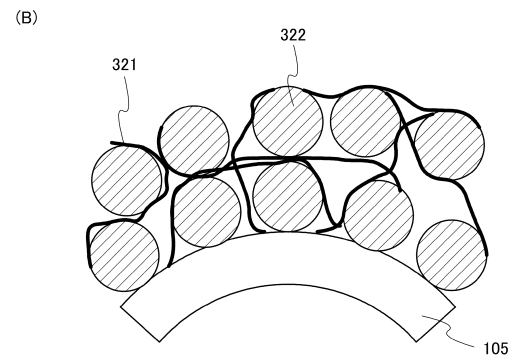
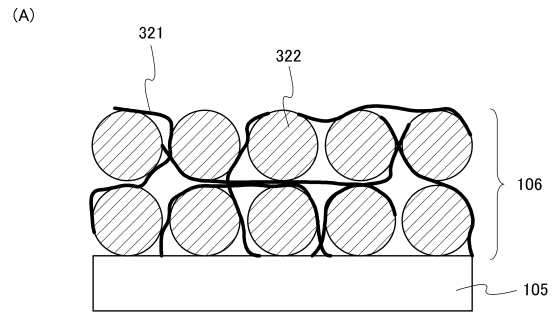
【図 10】



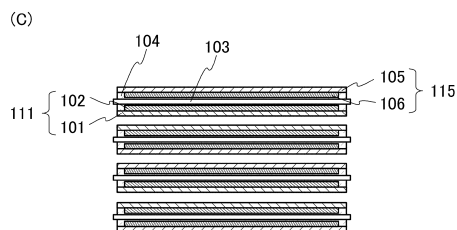
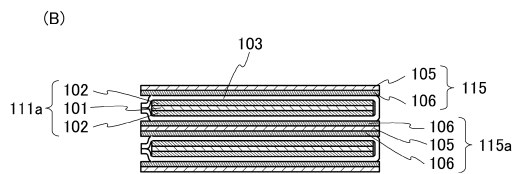
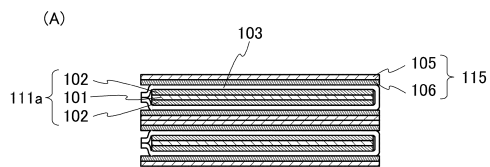
【図 1 1】



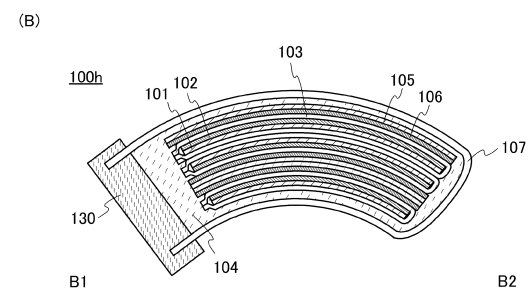
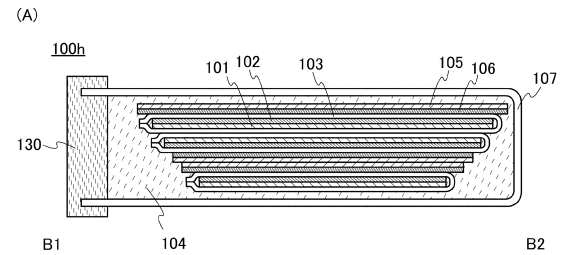
【図 1 2】



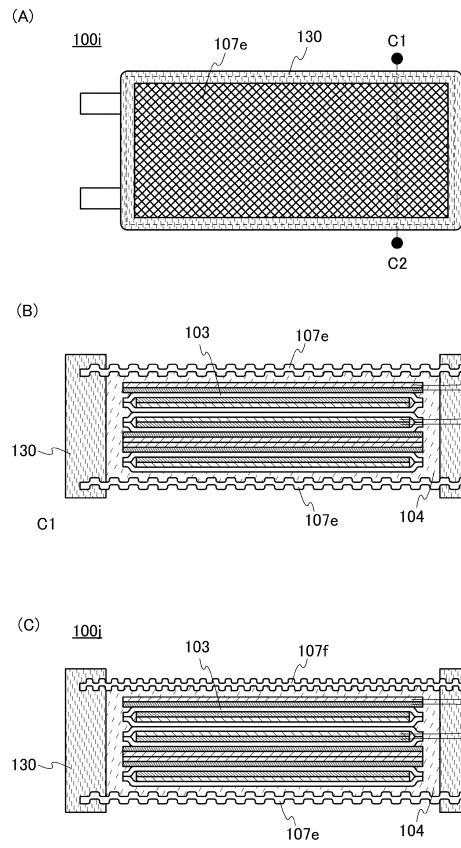
【図 1 3】



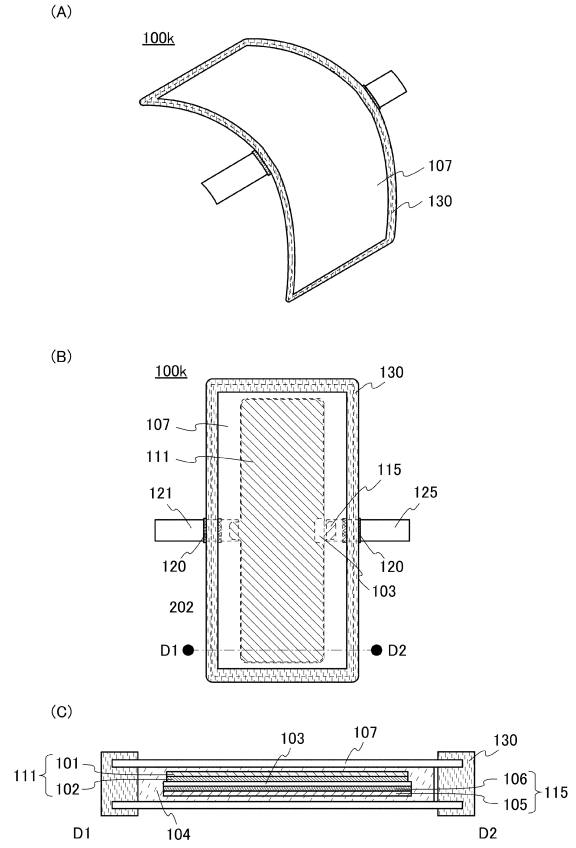
【図 1 4】



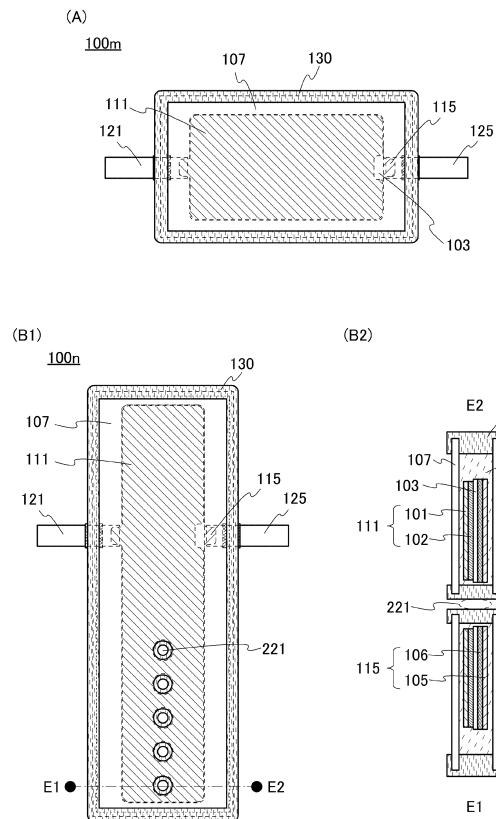
【図 15】



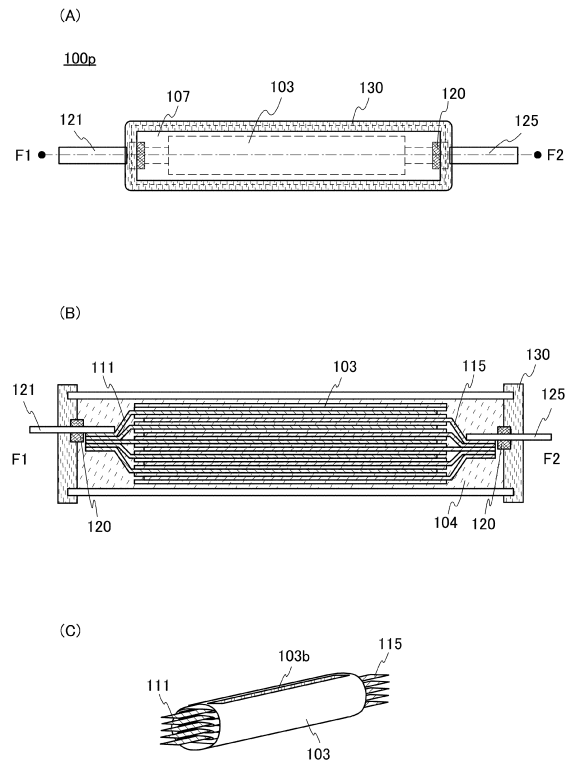
【図 16】



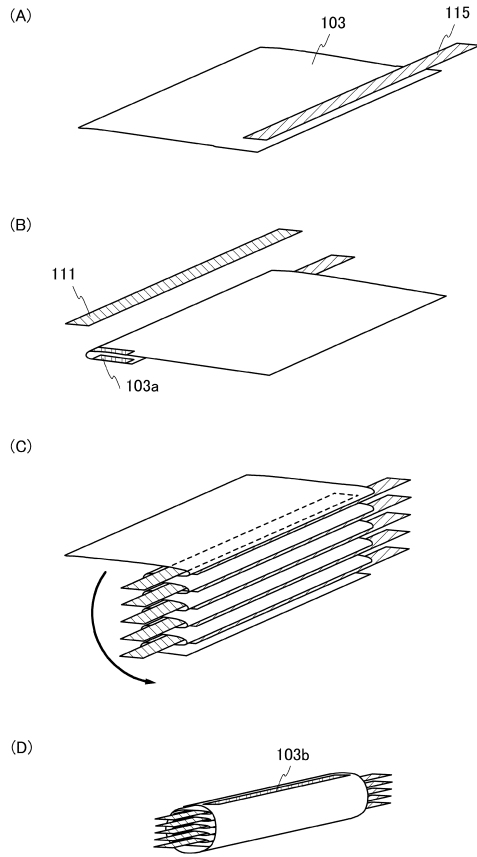
【図 17】



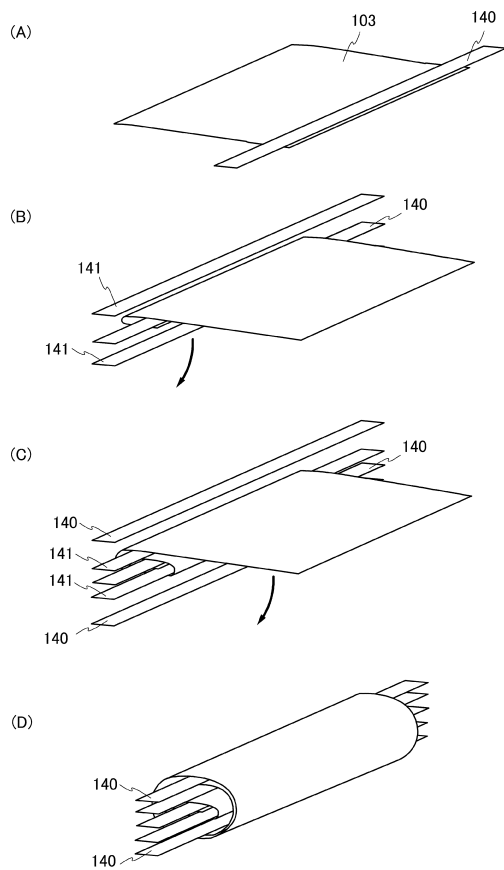
【図 18】



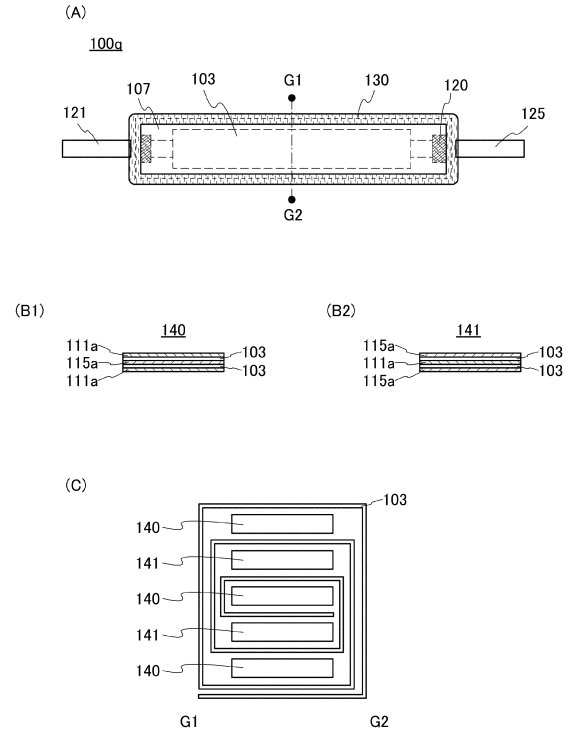
【図 19】



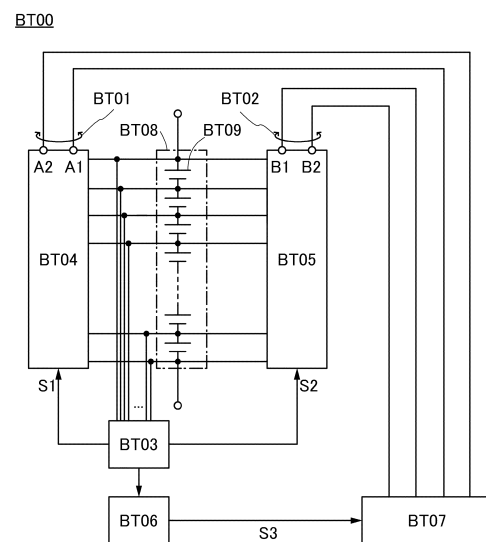
【図 21】



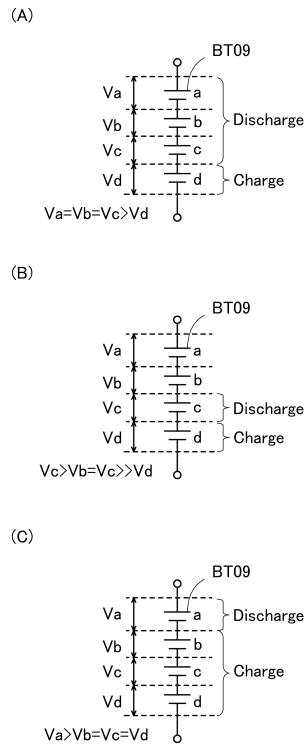
【図 20】



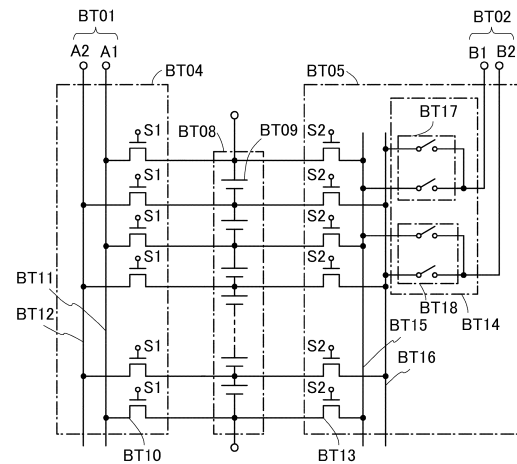
【図 22】



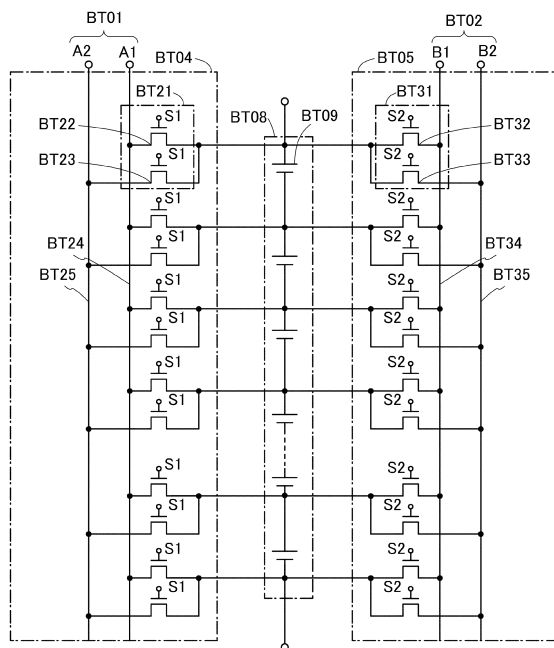
【図 2 3】



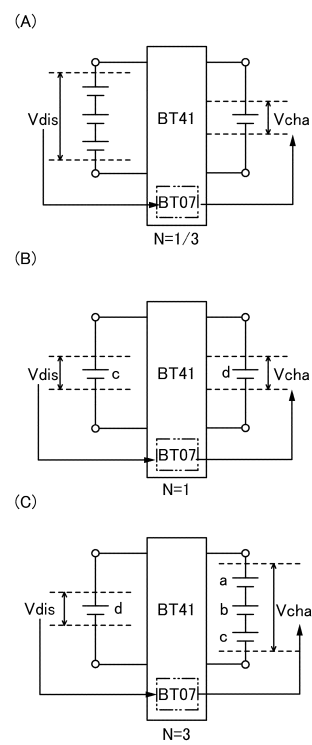
【図 2 4】



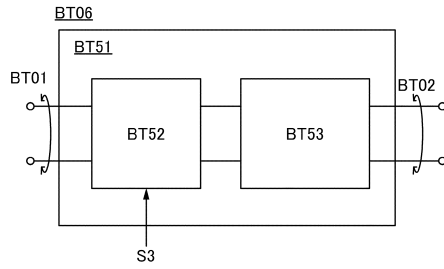
【図 2 5】



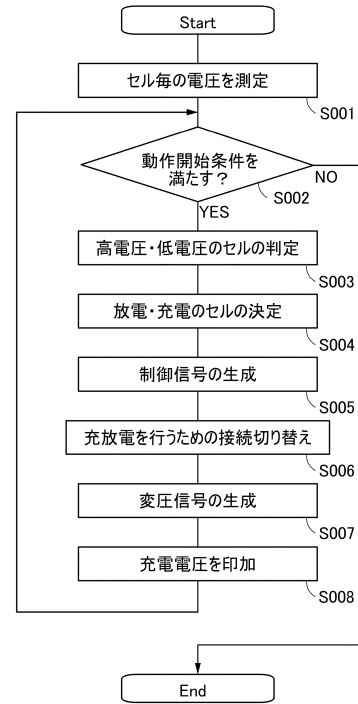
【図 2 6】



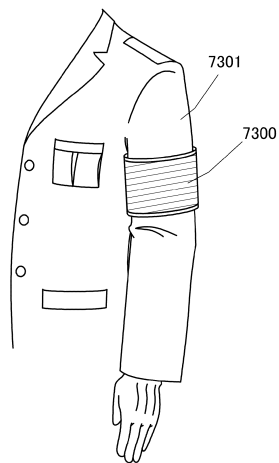
【図 27】



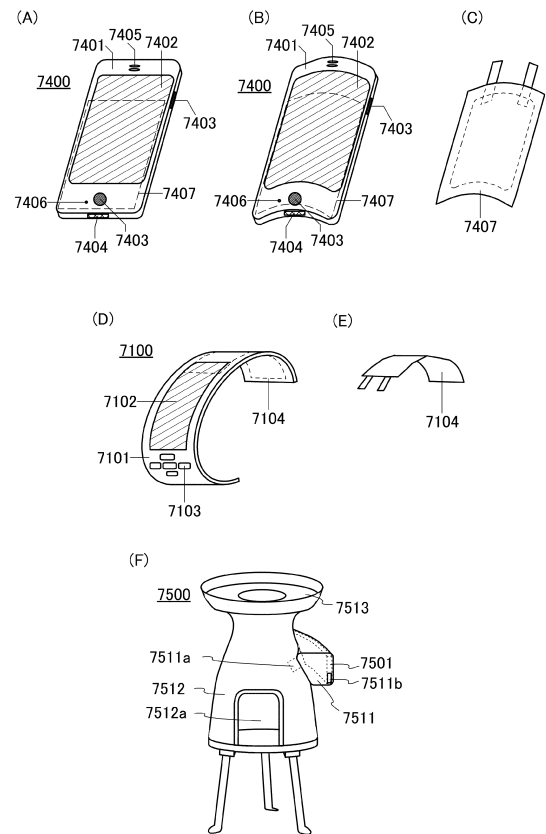
【図 28】



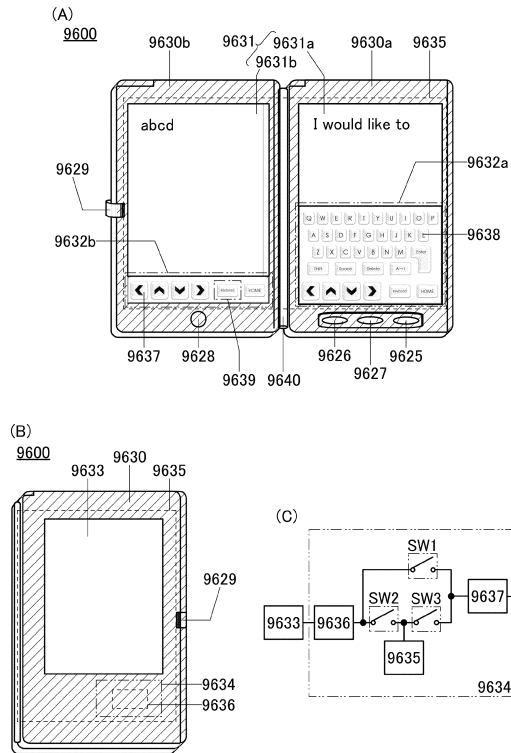
【図 29】



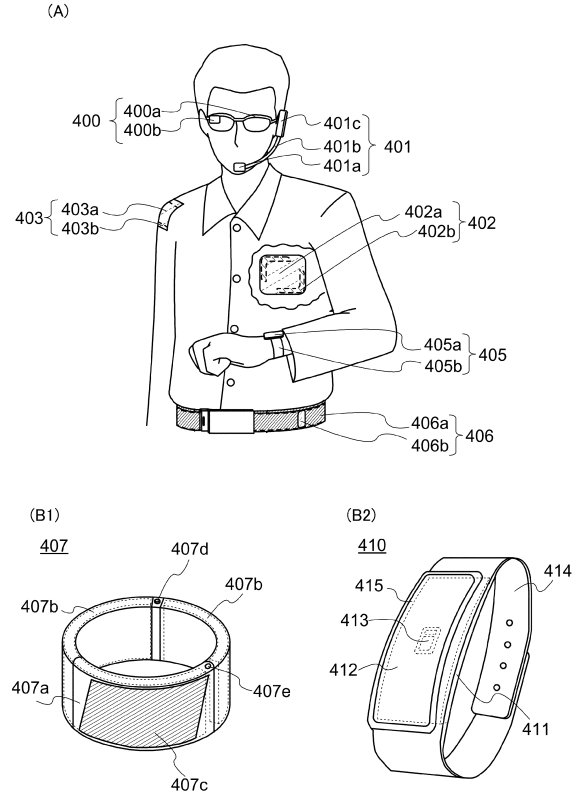
【図 30】



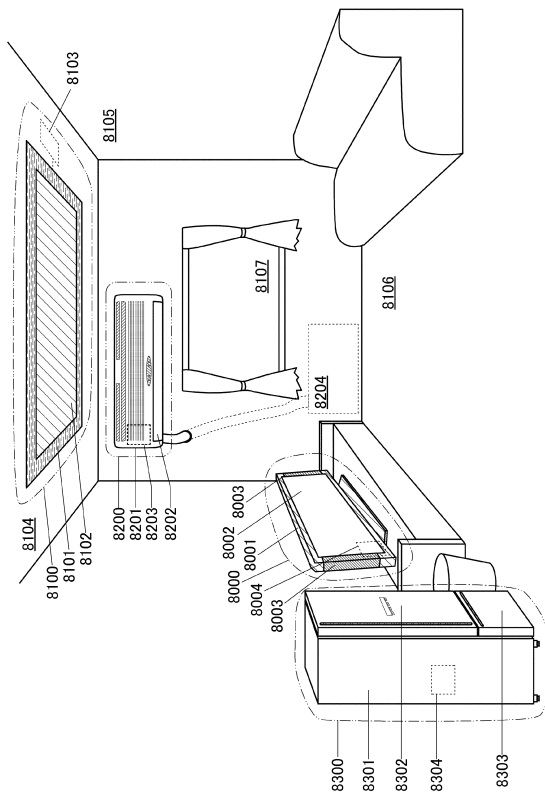
【図 3 1】



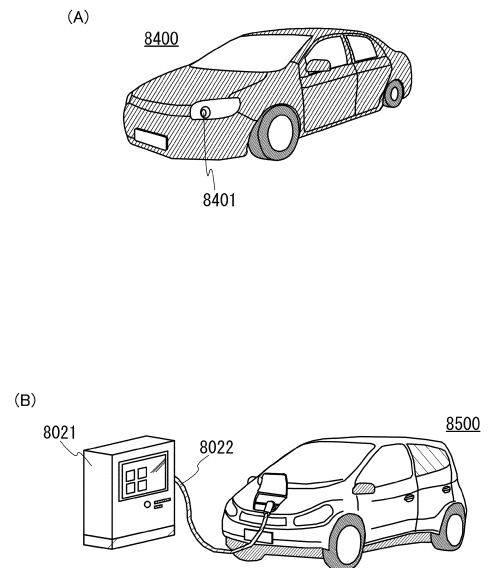
【図 3 2】



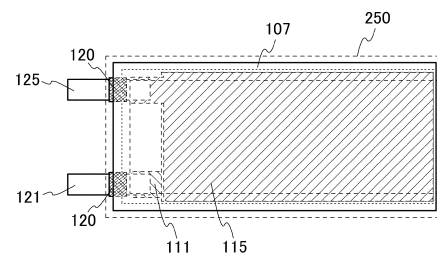
【図 3 3】



【図 3 4】

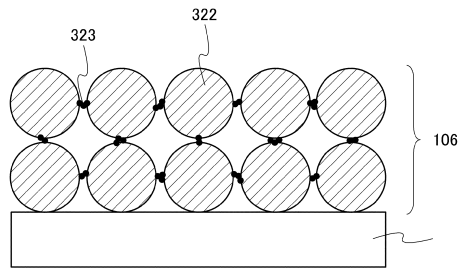


【図 3 5】

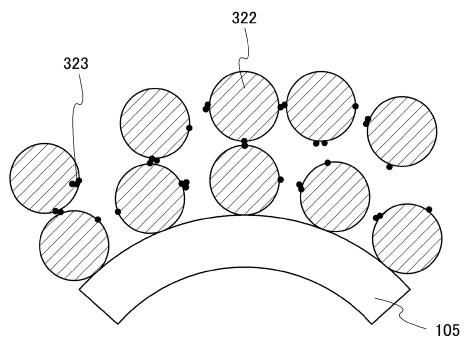


【図 36】

(A)



(B)



フロントページの続き

審査官 渡部 朋也

- (56)参考文献 特開2005-191288 (JP, A)
実開昭63-139762 (JP, U)
特開2012-113843 (JP, A)
特開2000-164178 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 2/08
H01M 2/02
H01M 10/04