

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6719212号
(P6719212)

(45) 発行日 令和2年7月8日 (2020. 7. 8)

(24) 登録日 令和2年6月18日 (2020. 6. 18)

(51) Int. Cl.

HO 1 M 10/04 (2006. 01)

F I

HO 1 M 10/04

Z

請求項の数 2 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2016-4041 (P2016-4041)	(73) 特許権者	000153878
(22) 出願日	平成28年1月13日 (2016. 1. 13)		株式会社半導体エネルギー研究所
(65) 公開番号	特開2016-136518 (P2016-136518A)		神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地
(43) 公開日	平成28年7月28日 (2016. 7. 28)	(72) 発明者	木村 将之
審査請求日	平成31年1月10日 (2019. 1. 10)		神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2015-6334 (P2015-6334)		半導体エネルギー研究所内
(32) 優先日	平成27年1月16日 (2015. 1. 16)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	審査官	富士 美香

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

腕輪型の電子機器であって、
前記腕輪型の電子機器は、有機 E L ディスプレイと、前記有機 E L ディスプレイと重なる領域を有する二次電池と、前記二次電池と重なる領域を有する熱可塑性物体と、を有し、
前記二次電池は、外装体と、前記外装体に囲まれた、正極、負極及びセパレータを有し、
前記電子機器を腕につけた際には、前記二次電池は、前記有機 E L ディスプレイよりも腕に近い側に位置するように設けられ、
前記電子機器を腕につけた際には、前記熱可塑性物体は、前記二次電池よりも腕に近い側に位置するように設けられ、
前記熱可塑性物体は、3 0 以上 3 7 以下において室温における状態より柔らかくなることを特徴とする電子機器。

【請求項 2】

腕時計型の電子機器であって、
前記腕時計型の電子機器は、有機 E L ディスプレイと、前記有機 E L ディスプレイと重なる領域を有する二次電池と、前記二次電池と重なる領域を有する熱可塑性物体と、を有し、
前記二次電池は、外装体と、前記外装体に囲まれた、正極、負極及びセパレータを有し

前記電子機器を腕につけた際には、前記二次電池は、前記有機ＥＬディスプレイよりも腕に近い側に位置するように設けられ、

前記電子機器を腕につけた際には、前記熱可塑性物体は、前記二次電池よりも腕に近い側に位置するように設けられ、

前記熱可塑性物体は、３０以上３７以下において室温における状態より柔らかくなることを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明の一態様は、二次電池に関する。または、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。または、本発明の一態様は、半導体装置、表示装置、発光装置、撮像装置、蓄電装置、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、電子機器に関する。

【０００２】

なお、本明細書中において電子機器とは、二次電池を有する装置全般を指し、二次電池を有する電気光学装置、二次電池を有する情報端末装置、二次電池を有する車両などは全て電子機器である。

【背景技術】

【０００３】

近年、スマートフォンに代表される携帯情報端末が活発に開発されている。電子機器の一種である携帯情報端末は軽量、小型の要望が大きい。

【０００４】

場所を選ばず、なおかつ両手の自由が束縛されることなく、視覚を通して情報が得られるウェアラブルデバイスの一例として、特許文献１が開示されている。特許文献１には、通信が可能であり、ＣＰＵを含むゴーグル型表示装置が開示されている。特許文献１のデバイスも電子機器の一種に含む。

【０００５】

ウェアラブルデバイスや携帯情報端末は、繰り返し充電または放電が可能な二次電池を搭載することが多く、ウェアラブルデバイスや携帯情報端末は、その軽量、小型であるがゆえに搭載される電池の容量が制限されるため、ウェアラブルデバイスや携帯情報端末の操作時間が限られてしまう問題がある。ウェアラブルデバイスや携帯情報端末に搭載する二次電池としては、軽量、且つ、小型であり、長時間の使用が可能であることが求められている。

【０００６】

二次電池としては、ニッケル水素電池や、リチウムイオン二次電池などが挙げられる。中でも、リチウムイオン二次電池は、高容量、且つ、小型化が図れるため、開発が盛んに行われている。

【０００７】

リチウムイオン二次電池において、正極或いは負極として機能する電極としては、リチウム金属、炭素系材料、合金系材料等を用いる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００８】

【特許文献１】特開２００５－１５７３１７号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

携帯情報端末またはウェアラブルデバイスに適した二次電池を提供することを課題のひと

10

20

30

40

50

する。または、新規な蓄電装置を提供することを課題の一とする。

【0010】

または、新規な構造の電子機器を提供する。具体的には、さまざまな外観形状にすることができる新規な構造の電子機器を提供する。または、さまざまな外観形状を有する新規な構造の電子機器、及びその形状に適した形状の二次電池を提供することも課題の一とする。

【0011】

意図しない外部からの大きな力により二次電池、または二次電池が内部に配置された電子機器が限界以上に曲げられ、曲率半径が小さくなりすぎるという問題を解消することを課題の一とする。

10

【0012】

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。

【0013】

携帯情報端末やウェアラブルデバイスのような電子機器には小型化や複雑な外観形状にするといった要求がある。また、これらの電子機器には二次電池が必要である。電子機器を小型化する場合や、複雑な外観形状にする場合には、二次電池を配置するための電子機器の内部空間の体積が小さくなる、複雑な形状になるという状況が生じる。

20

【0014】

一般的に携帯情報端末に使用されている二次電池は、金属缶や硬い樹脂で保護された直方体形状をしている。

【0015】

直方体の二次電池自身は柔軟性を有していないため、複雑な外観形状を有する電子機器の内部空間が曲面を持っている場合、直方体の二次電池では、その内部空間を効率的に利用するには限界がある。

【0016】

そこで、柔軟性を有し、形状を変化させることのできる二次電池を電子機器に用いることで、複雑な外観形状を有する電子機器の内部空間に効率よく二次電池を配置させることができる。

30

【0017】

電子機器を複雑な外観形状にするとは幾通りもの解釈をすることができる。一つは、電子機器の外観を複雑な形状、例えば曲面を有する形状とし、固定するものである。固定する場合には、二次電池を一度曲げ、その曲がった状態で固定することとなる。さらに、複雑な外観形状の電子機器の外部から力がかけられても変形しないものと、力をかけて変化するものに分けることができる。また、他には、単純な外観形状の電子機器を外部から力をかけて変形させるものである。電子機器に力をかけて変形するものとする場合には、力が加わる度に二次電池も複雑な外観形状に変形できることが望ましい。

【0018】

40

なお、ウェアラブルデバイスとは、ウェアラブルカメラ、ウェアラブルマイク、ウェアラブルセンサなどのウェアラブルな入力端末や、ウェアラブルディスプレイ、ウェアラブルスピーカーなどのウェアラブルな出力端末や、それらの機能を併せもつウェアラブルな入出力端末を含む。また、ウェアラブルデバイスとは、各装置の制御やデータの計算または加工を行う装置、代表的にはCPUを有するウェアラブルコンピュータを含む。また、ウェアラブルデバイスとは、データの記憶、データの送信、データの受信を行う装置、代表的には携帯情報端末、メモリなども含む。

【0019】

外装体として金属箔（アルミニウム、ステンレスなど）と樹脂（熱融着性樹脂）の積層を含むフィルム（ラミネートフィルムとも呼ぶ）を用いると、金属缶を用いた二次電池より

50

も軽量であり、薄型の二次電池を作製することができる。

【 0 0 2 0 】

ラミネートフィルムを用いた二次電池では、正極、セパレータ、負極を交互に積層した構造を有している。この積層構造は一般的に知られているシート状の正極、セパレータ、負極を捲回した構造の二次電池に比べて熱を放出しやすいという利点がある。

【 0 0 2 1 】

また、ラミネートフィルムは柔軟性があり、また正極、負極は薄い金属などを材料とした集電体であり、セパレータも薄い樹脂などを材料としているため、この二次電池は外部から力が加わった場合に複雑な外観形状に変形することができる。

【 0 0 2 2 】

二次電池を複雑な外観形状に変形する例として曲面を有する形状とすることができる。このことにより、複雑な外観形状を有する電子機器の内部空間に効率よく二次電池を配置させることができる。また電子機器の内部空間に二次電池を配置した状態で電子機器を複雑な外観形状に変形することができる。

【 0 0 2 3 】

複雑な外観形状に変形する際に外部から大きな力がかかった場合、ラミネートフィルム、正極、セパレータおよび負極が限界以上に曲がってしまうおそれがある。

【 0 0 2 4 】

限界以上に曲がると、ラミネートフィルムが折れて、二次電池が元の形に復元できなくなる。また正極、負極などが折れて切断されると、現れた鋭利な切断面がセパレータを突き破り、二次電池が内部短絡をおこし使用できなくなるなどの問題が発生する。さらには、曲率半径が小さくなりすぎると二次電池の構成部材にかかる応力も大きくなり、集電体からの活物質の剥落などの問題が起こりうる。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 5 】

複雑な外観形状を有する電子機器として、曲げ伸ばし可能な腕時計や腕輪など使用時に環状もしくは一部が欠けた環状である製品を考える。

【 0 0 2 6 】

腕時計や腕輪は体に巻きつけて使われる。よって二次電池を電子機器の内部空間に配置する場合、人間の腕に巻きつけるように曲がることのできる二次電池が好ましい。

【 0 0 2 7 】

また、腕時計や腕輪を体から外すためには、電子機器の曲げを緩める必要がある。よって二次電池を電子機器の内部空間に配置する場合、曲がった状態から緩めることのできる二次電池が好ましい。

【 0 0 2 8 】

腕時計や腕輪を体に巻きつけて使っているときには、手首や腕が腕時計や腕輪の内側に存在するため、上記説明したような限界以上に曲がり曲率半径が小さくなりすぎてしまうといった問題は起こらない。しかし、腕時計や腕輪を使っていないときには、意図しない外部からの大きな力がかかって電子機器および電子機器の内部空間に配置された二次電池に問題が発生してしまう虞がある。

【 0 0 2 9 】

意図しない外部からの大きな力によって、電子機器の内部空間に配置された二次電池に問題が発生しないようにする手段として、電池を構成しているラミネートフィルム、正極、セパレータ、負極に比べて、力に対してより変形しにくい材料で保護するという手法がある。

【 0 0 3 0 】

しかしながら、上記手法は二次電池を曲げにくくすることでもあり、腕時計や腕輪を装着するとき、または装着状態から外すときに二次電池を曲げて使用する場面では好ましくない。

【 0 0 3 1 】

10

20

30

40

50

二次電池の内部には正極、負極にセパレータが挟まれた構造が形成される。この構造と外装体との間に人間の皮膚表面温度近傍（30 以上 37 以下）の範囲において、室温（約 25 ）における状態より柔らかくなる熱可塑性物体、例えば、上記温度範囲にガラス転移点を有する熱可塑性樹脂を設ける。

【0032】

腕時計や腕輪を体に巻きつける際に、二次電池内部の熱可塑性物体は、人間の皮膚表面からの熱を吸収し柔らかくなる。このことにより巻きつける際に曲げにくくなるという問題は発生しない。熱可塑性物体は柔らかくなっているため、意図しない外部からの大きな力による限界以上の曲げ、曲率半径が小さくなりすぎるという問題から保護するという性質が低下するが、装着時には手首や、腕などが存在するため、これらの問題は発生しない。

10

【0033】

腕時計や腕輪を体から外すと、二次電池内部の熱可塑性物体は人間の皮膚表面からの熱を失い、しばらくして次第に硬くなる。腕時計や腕輪を使っていないときには、意図しない外部からの大きな力による限界以上の曲げ、曲率半径が小さくなりすぎるという問題は使用時に比べ発生確率は上がる。その際、熱可塑性物体は硬い状態になっているため、二次電池を保護するという性質が復元している。

【0034】

皮膚表面温度近傍（30 以上 37 以下）の範囲においてガラス転移点を有する熱可塑性樹脂の一例として、例えば、ポリ酢酸ビニル（ガラス転移点 T_g は約 31 ）がある。ポリ酢酸ビニルは約 31 に加熱されると柔らかくなる。ガラス転移点を上記温度範囲に有するかどうかによらず、皮膚表面温度近傍にて柔らかくなる物体であれば、材質は限定されない。

20

【0035】

熱可塑性物体は単独重合体に限定されるものではなく、共重合体でもよい。

【0036】

熱可塑性物体は、ある物体に可塑剤等を混ぜ合わせて、ガラス転移点を調整したものでも構わない。

【0037】

熱可塑性物体は、二次電池内部に設けられるため、電解液と接触する虞がある。電解液に耐性がある熱可塑性物体を選択するか、もしくは熱可塑性物体が電解液に接触しないような工夫をする必要がある。例えば、熱可塑性物体を、電解液に耐性があり、熱伝導率の高い膜で覆うとよい。

30

【0038】

熱可塑性物体の配置場所は正極、負極にセパレータが挟まれた構造と外装体の間であるが、効率的に熱を伝えるために、人間の皮膚表面に近くなるように、熱可塑性物体を配置すればよい。複数個所に配置してもよいが、その場合は同時、同程度に熱が伝わるようにすることが好ましい。

【0039】

また、熱可塑性物体の配置場所は二次電池内部に限定されず、例えば、二次電池が内部に配置された電子機器の外側に配置してもよい。熱可塑性物体は人間の皮膚表面に直接触れる構造にしてもよいし、他の材質を間に挟んだ構造としてもよい。その場合、他の材質は熱伝導率の高い材料が好ましい。

40

【0040】

本明細書で開示する発明の構成の一形態は、曲率半径 30 mm 好ましくは曲率半径 10 mm の曲面を有する形にまで変形することができる二次電池である。また、二次電池を曲率半径 30 mm の曲面を有する形に変形したのち、曲率半径 150 mm の曲面を有する形に変形することも可能である。

【0041】

面の曲率半径について、図 14 を用いて説明する。図 14 (A) において、曲面 1700 を切断した平面 1701 において、曲面 1700 に含まれる曲線 1702 の一部を円の弧

50

に近似して、その円の半径を曲率半径 1703 とし、円の中心を曲率中心 1704 とする。図 14 (B) に曲面 1700 の上面図を示す。図 14 (C) に、平面 1701 で曲面 1700 を切断した断面図を示す。曲面を平面で切断するとき、曲面に対する平面の角度や切断する位置に応じて、断面に現れる曲線の曲率半径は異なるものとなるが、本明細書では、最も小さい曲率半径を面の曲率半径とする。

【0042】

2 枚のフィルムを外装体として電極及び電解液などを含む内容物 1805 を挟む二次電池を湾曲させた場合には、二次電池の曲率中心 1800 に近い側のフィルム 1801 の曲率半径 1802 は、曲率中心 1800 から遠い側のフィルム 1803 の曲率半径 1804 よりも小さい (図 15 (A))。この場合、曲率中心から近い曲率半径の数値をもって二次電池の曲率半径とする。

10

【0043】

なお、二次電池の断面形状は、単純な円弧状に限定されず、一部が円弧を有する形状にすることができ、例えば図 15 (B) に示す形状や、波状 (図 15 (C))、S 字形状などとすることもできる。二次電池の曲面が複数の曲率中心を有する形状となる場合は、複数の曲率中心それぞれにおける曲率半径の中で、最も曲率半径が小さい曲面において、2 枚の外装体の曲率中心に近い方の外装体の曲率半径が、30mm 好ましくは 10mm まで変形することができる。

【0044】

二次電池の外装体に用いるフィルムは金属フィルム (アルミニウム、ステンレス、ニッケル鋼、金、銀、銅、チタン、ニクロム、鉄、錫、タンタル、ニオブ、モリブデン、ジルコニウム、亜鉛など金属箔となる金属または合金など)、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フィルムの表面積が増大するため、放熱効果に優れている。

20

【0045】

また、二次電池の封止構造は、1 枚の長方形のフィルムを中央で折り曲げて、フィルムの 4 辺のうち折り曲げ部となる辺を除いた 3 辺を接着層で固定して閉塞させる構造や、2 枚のフィルムを重ね、フィルムの 4 辺を接着層で固定して閉塞させる構造とする。

30

【0046】

接着層は、熱可塑性フィルム材料、熱硬化型接着剤、または嫌気型接着剤、紫外線硬化型接着剤など光硬化型の接着剤、反応硬化型接着剤を用いることができる。これらの接着剤の材質としてはエポキシ樹脂やアクリル樹脂、シリコーン樹脂、フェノール樹脂などを用いることができる。

【発明の効果】

【0047】

携帯情報端末またはウェアラブルデバイスに適した二次電池が提供できる。または、新規な蓄電装置を提供できる。

40

【0048】

または、新規な構造の電子機器を提供できる。具体的には、さまざまな外観形状にすることができる新規な構造の電子機器を提供できる。または、さまざまな外観形状を有する新規な構造の電子機器、及びその形状に適した形状の二次電池を提供できる。

【0049】

意図しない外部からの大きな力による二次電池、または二次電池が内部に配置された電子機器が限界以上に曲げられ、曲率半径が小さくなりすぎるという問題を解消できる。

【0050】

二次電池の形状を自在に設計できるため、例えば曲面を有する二次電池を用いることにより、電子機器全体の自由度があがり、いろいろなデザインを有する電子機器を実現できる

50

。また、曲面を有する電子機器内の隙間に無駄なスペースを作ることなく、電子機器の表面の曲面に沿って電子機器の曲面の内側に二次電池を設けることで電子機器内の空間を有効に利用することができる。例えば、電子機器がある程度の面積を有する可撓性の表示部を有する場合、表示部の裏側はある程度の面積を有する隙間になる。本発明の一態様の二次電池はある程度の面積を有する隙間を有効に活用でき、面積を有効活用できることで、薄い二次電池にすることが可能になる。

【0051】

従って、新規な構造の電子機器を実現できる。

【0052】

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

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】本発明の一態様を示す上面図および二次電池の充電時の電流の流れを説明する模式図である。

【図2】本発明の一態様を示す斜視図および断面図である。

【図3】本発明の一態様を示す粒子の図である。

【図4】本発明の一態様を示す上面図および断面図である。

【図5】本発明の一態様を示す斜視図および断面図である。

【図6】本発明の一態様を示す上面図である。

【図7】本発明の一態様を示すエンボス加工の説明図である。

【図8】本発明の一態様を示す上面図および写真である。

【図9】本発明の一態様を示す上面図および斜視図である。

【図10】本発明の一態様を示す斜視図である。

【図11】本発明の一態様を示す電子機器を充電する器具の図である。

【図12】本発明の一態様を示すフレキシブルな蓄電装置を有する電子機器および蓄電装置の図である。

【図13】本発明の一態様を示す二次電池を有する車両を説明する図である。

【図14】面の曲率半径について説明する図である。

【図15】面の曲率半径について説明する図である。

【図16】本発明の一態様を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0054】

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。

【0055】

「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。

【0056】

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。

【0057】

「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。

【0058】

本明細書において、「平行」とは、二つの直線が -10° 以上 10° 以下の角度で配置されている状態をいう。従って、 -5° 以上 5° 以下の場合も含まれる。また、「垂直」とは、二つの直線が 80° 以上 100° 以下の角度で配置されている状態をいう。従って、 85° 以上 95° 以下の場合も含まれる。

【0059】

(実施の形態1)

本実施の形態では、内部に正極、負極にセパレータが挟まれた構造が形成され、この構造と外装体との間に人間の皮膚表面温度近傍(30 以上 37 以下)の範囲において室温における状態より柔らかくなる熱可塑性物体を設けた二次電池を作製する例を示す。

10

【0060】

図1(A)に二次電池の模式図の一例を示す。また、二次電池の外装体に囲まれた内部構造の一例を図2(A)に示す。

【0061】

本発明の一態様の二次電池100は、外装体107内に、正極101と、セパレータ103と、負極102と、熱可塑性物体110と、電解液を少なくとも有する。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。

【0062】

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、ニッケル鋼、金、銀、銅、チタン、ニクロム、鉄、錫、タンタル、ニオブ、モリブデン、ジルコニウム、亜鉛など金属箔となる金属または合金)、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)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。

20

【0063】

本実施の形態では、熱可塑性物体110として、正極101の最も面積の大きい面を覆うシート状のものを用いる。しかしながら、熱可塑性物体110と正極101の最も面積の大きい面の関係はこれに限定されない。例えば、両者の面積の大小関係は逆でも構わない。さらに、両者が一部重なりあう関係でも構わない。また、本実施の形態では、熱可塑性物体110は、セパレータ103よりも厚いものを用いる。また、熱可塑性物体110はスリットを有していてもよい。また、熱可塑性物体110は矩形に限定されず、4つの角が丸められた形状としてもよい。熱可塑性物体110の形状に鋭角な角があると、二次電池を曲げた際に、その角が外装体であるフィルムを損傷する恐れがあるため、熱可塑性物体110の角部を面取り加工すると信頼性の良い二次電池を提供することができる。熱可塑性物体110の材料は、皮膚表面温度近傍にて柔らかくなる材料であればよい。

30

【0064】

また、熱可塑性物体110の表面が滑らかであれば、熱可塑性物体110の表面と接する内部構造や、外装体と摺動するため、曲げの繰り返しにも強い二次電池を提供することもできる。

40

【0065】

なお、正極101は、集電体(アルミニウムなど)の片面または両面に正極活物質層などを設けたものを含む。負極102は、集電体(銅など)の片面または両面に負極活物質層などを設けたものを含む。また、正極101は、正極リード104と電気的に接続されており、負極102は負極リード105と電気的に接続されている。正極リード104および負極リード105は、リード電極、またはリード端子とも呼ばれる。正極リード104および負極リード105の一部は外装体の外側に配置される。また、二次電池100の充電および放電は、正極リード104および負極リード105を介して行われる。

【0066】

ここで図1(B)を用いて二次電池の充電時の電流の流れを説明する。リチウムを用いた

50

二次電池を一つの閉回路とみなした時、リチウムイオンの動きと電流の流れは同じ向きになる。なお、リチウムを用いた二次電池では、充電と放電でアノード（陽極）とカソード（陰極）が入れ替わり、酸化反応と還元反応とが入れ替わることになるため、反応電位が高い電極を正極と呼び、反応電位が低い電極を負極と呼ぶ。したがって、本明細書においては、充電中であっても、放電中であっても、逆パルス電流を流す場合であっても、充電電流を流す場合であっても、正極は「正極」または「+極（プラス極）」と呼び、負極は「負極」または「-極（マイナス極）」と呼ぶこととする。酸化反応や還元反応に関連したアノード（陽極）やカソード（陰極）という用語を用いると、充電時と放電時とでは、逆になってしまい、混乱を招く可能性がある。したがって、アノード（陽極）やカソード（陰極）という用語は、本明細書においては用いないこととする。仮にアノード（陽極）やカソード（陰極）という用語を用いる場合には、充電時か放電時かを明記し、正極（プラス極）と負極（マイナス極）のどちらに対応するものかも併記することとする。

10

【0067】

図1（B）に示す2つの端子には充電器が接続され、二次電池100が充電される。二次電池100の充電が進めば、電極間の電位差は大きくなる。図1（B）では、二次電池100の外部の端子（正極リード104）から、正極集電体（正極101）の方へ流れ、二次電池100の中において、正極101から負極102の方へ流れ、負極から二次電池100の外部の端子（負極リード105）の方へ流れる電流の向きを正の向きとしている。つまり、充電電流の流れる向きを電流の向きとしている。

【0068】

20

なお、本実施の形態では説明を簡略にするため、一組の正極101と負極102を外装体107に収納する例を示しているが、二次電池の容量を大きくするために、複数組の正極101と負極102を外装体107に収納してもよい。

【0069】

図2（A）に示すように、外装体107内部には、熱可塑性物体110と、正極101と、セパレータ103と、負極102とが配置される例を示している。なお、図2（A）では簡略化のため、外装体107、正極リード104、負極リード105は図示していない。

【0070】

図2（A-1）は図2（A）を一点鎖線A-A'で切断した断面図である。図2（A-2）は図2（A）を一点鎖線B-B'で切断した断面図である。熱可塑性物体110上に、正極101、セパレータ103および負極102が設けられている。断面A-A'および断面B-B'において熱可塑性物体110の幅がもっとも広い。例えば5%程度、セパレータ103よりも熱可塑性物体110を一回り大きく幅広く作成している。

30

【0071】

また、断面A-A'および断面B-B'において、負極102は正極101より少し幅が広い。正極101よりも負極102を一回り大きく、例えば5%程度、幅広く作成している。

【0072】

さらに、断面A-A'および断面B-B'において、セパレータ103は負極102より少し幅が広い。セパレータ103は負極102より一回り大きく、例えば5%程度、幅広く作成している。

40

【0073】

熱可塑性物体110をセパレータ103より一回り大きく形成しておくことで、意図しない外部からの大きな力による二次電池、または二次電池が内部に配置された電子機器が限界以上に曲げられ、曲率半径が小さくなりすぎるといった問題を解消できる。ただし、熱可塑性物体110とセパレータ103の大小関係が上記効果を発現するための必須の構成であるわけではなく、両者の面積の大小関係は逆でも構わない。さらに、両者が一部重なりあう関係でも構わない。二次電池または電子機器の設計の都合により変更することが可能である。

50

【0074】

二次電池の充電時には、正極101からリチウムイオンが脱離し、負極102に挿入されるが、負極102を正極101より一回り大きく形成しておくことで、負極102にリチウムイオンを効率的に挿入させ、負極102表面でのリチウムの析出を抑制することができる。

【0075】

セパレータ103を形成するための材料として、セルロース（紙）や、ナノセルロール、セルロースナノファイバー、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。

10

【0076】

本実施の形態において、二次電池の構成は、例えば、セパレータ103の厚さは約15 μ m以上30 μ m以下、正極101の集電体の厚さは約10 μ m以上約40 μ m以下、正極活物質層の厚さは約50 μ m以上約100 μ m以下、負極活物質層の厚さは約50 μ m以上約100 μ m以下、負極102の集電体の厚さは約5 μ m以上約40 μ m以下とする。

【0077】

また、図2（A）では、セパレータ103は、シート状のものを用いる例を示したが、袋状のものを用いてもよい。また、1枚のセパレータを折り曲げ、曲げたセパレータの間に正極（或いは負極）が位置するように外装体107内に設置してもよい。

20

【0078】

図16（A）では、袋状のセパレータ103を用いる例を示す。袋状のセパレータ103のあいた口から正極101を入れ、後にあいた口を熱で溶着するなどの方法で閉じる。なお、熱溶着する場合は袋の辺をすべて線状に溶着する他に、辺の1cm毎に溶着箇所と、非溶着箇所を繰り返し、破線状に溶着してもよい。このようにすることで袋状のセパレータ103内部の正極101に電解液がよく染み込むことができる。

【0079】

図16（B）では、袋状のセパレータ103を用いて二つの正極101a、101bと二つの負極102a、102bを作成した例を示す。一つの袋状のセパレータ103に二つの正極101a、101bを入れている。

30

【0080】

正極101a、101b、負極102a、102bは表と裏の両方の面に活物質を設ける（以下、両面塗工とも表記する）ことが可能であるが、図16（B）の構造において、正極101a、101bのそれぞれの片面に活物質を設け（以下、片面塗工とも表記する）、活物質を設けないそれぞれの片面を向かい合わせる構造にすることもできる。隣接する正極の活物質表面同士（例えば、正極101aおよび正極101bを両面塗工とした場合における、正極101aの活物質表面と正極101bの活物質表面）が接触する場合や活物質表面と金属表面（例えば、正極101aを両面塗工とした場合における、正極101aの活物質表面と正極101bの金属表面）が接触する場合に比較して、隣接する正極の金属表面同士（例えば、正極101aの金属表面と正極101bの金属表面）が接触する場合は静止摩擦係数が低くなる。二次電池が変形する場合において電池内部で発生した応力はこの隣接する正極の金属表面同士が接触する面で摺動し、緩和することができる。

40

【0081】

図16（B）の構造において、負極102a、102bを片面塗工とし、負極102aの活物質を設けない片面は熱可塑性物体110と向合せ、負極102bの活物質を設けない片面を図示しない外装体の表面に向かい合わせる構造にすることもできる。活物質表面（例えば、負極102aを両面塗工とした場合における、負極102aの活物質表面）と熱可塑性物体110が接触する場合や活物質表面（例えば、負極102bを両面塗工とした場合における、負極102bの活物質表面）と外装体が接触する場合に比較して、金属表面（例えば、負極102aの金属表面）と熱可塑性物体110が接触する場合や金属表面

50

(例えば、負極 102b の金属表面) と外装体が接触する場合は静止摩擦係数が低くなる。二次電池が変形する場合において電池内部で発生した応力は金属表面と熱可塑性物体 110 が接触する面および金属表面と外装体が接触する面で摺動し、緩和することができる。

【0082】

また、熱可塑性物体 110 の位置は、図 2 (A) に限定されない。例えば、図 2 (B) に示すように負極 102 と接する側に熱可塑性物体 110 を設けてもよい。電子機器の設計に応じて、熱可塑性物体 110 に効率的に熱を伝えるように、人間の皮膚表面により近いほうに熱可塑性物体を配置すればよい。また、図 2 (B) の断面 A-A' を図 2 (B-1)、断面 B-B' を図 2 (B-2) に示している。設計サイズ of の思想はそれぞれ、図 2 (A-1) および図 2 (A-2) と同様である。

10

【0083】

また、熱可塑性物体 110 は一つに限定されず、複数用いてもよい。例えば、図 2 (C) に示すように第 1 の熱可塑性物体 110a と、第 2 の熱可塑性物体 110b の間に正極 101 と、セパレータ 103 と、負極 102 とを有する構成としてもよい。その場合は複数の熱可塑性物体に同程度に熱が伝わるように配置すればよい。また、図 2 (C) の断面 A-A' を図 2 (C-1)、断面 B-B' を図 2 (C-2) に示している。設計サイズ of の思想はそれぞれ、図 2 (A-1) および図 2 (A-2) と同様である。

【0084】

二次電池 100 の正極活物質層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。

20

【0085】

または、複合材料 (一般式 LiMPO_4 (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 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が挙げられる。

30

【0086】

または、一般式 $\text{Li}_{2-j}\text{MSiO}_4$ (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 $\text{Li}_{2-j}\text{MSiO}_4$ 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が挙げられる。

40

【0087】

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 、 Al 、 $\text{X} = \text{S}$ 、 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

50

、 $\text{Li}_2\text{MPO}_4\text{F}$ 、 $\text{Li}_2\text{MP}_2\text{O}_7$ 、 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。

【0088】

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 $0.26 < (b + c) / d < 0.5$ 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。

【0089】

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、組成式を $\text{Li}_a\text{Mn}_b\text{Ni}_c\text{O}_d$ ($1.6 < a < 1.848$ 、 $0.19 < c / b < 0.935$ 、 $2.5 < d < 3$) 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。

【0090】

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 3 に示す。

【0091】

図 3 (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 332 は、第 1 の領域 331 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 333 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。

【0092】

また、図 3 (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。

【0093】

10

20

30

40

50

第2の領域332は、第1の領域331と異なる組成を有することが好ましい。

【0094】

例えば、第1の領域331と第2の領域332の組成を分けて測定し、第1の領域331がマンガン、元素Mおよび酸素を有し、第2の領域332がマンガン、元素Mおよび酸素を有し、第1の領域331のマンガン、元素M、および酸素の原子数比は $b_1 : c_1 : d_1$ で表され、第2の領域332のマンガン、元素M、および酸素の原子数比は $b_2 : c_2 : d_2$ で表される場合について説明する。なお、第1の領域331と第2の領域332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で測定を行った場合は、リチウムは組成までは測定が難しいため、第1の領域331と第2の領域332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331と第2の領域332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。

10

【0095】

例えば、第1の領域331と第2の領域332の組成を分けて測定し、第1の領域331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332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331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332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331と第2の領域332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331と第2の領域332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331と第2の領域332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。

20

30

【0096】

また、第2の領域332が有するマンガンは、第1の領域331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332が有する元素Mは、第1の領域331が有する元素Mと異なる価数を有してもよい。

【0097】

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。

40

【0098】

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。

【0099】

また、第2の領域332と第1の領域331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332と第1の領域331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

50

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。

【０１００】

第３の領域３３３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、これらの金属との酸化物や、フッ化物などが挙げられる。

【０１０１】

第３の領域３３３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二次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３３３が炭素を有することで、第３の領域３３３と接する第２の領域３３２を酸化することができる。また、第３の領域３３３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。

10

【０１０２】

第３の領域３３３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。

20

【０１０３】

炭素を含む層の膜厚は、０．４ｎｍ以上４０ｎｍ以下とすることが好ましい。

【０１０４】

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、５ｎｍ以上５０μｍ以下であることが好ましく、１００ｎｍ以上５００ｎｍ以下であることがより好ましい。また比表面積が５ｍ²/ｇ以上１５ｍ²/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、５μｍ以上５０μｍ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。

30

【０１０５】

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

【０１０６】

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、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。

【０１０７】

電解液は、電解質として、キャリアイオンが移動可能であり、且つキャリアイオンであるリチウムイオンを有する材料を用いる。電解質の代表例としては、ＬｉＰＦ₆、ＬｉＣｌＯ₄、ＬｉＡｓＦ₆、ＬｉＢＦ₄、ＬｉＣＦ₃ＳＯ₃、Ｌｉ（ＣＦ₃ＳＯ₂）₂N、Ｌｉ（Ｃ₂Ｆ₅ＳＯ₂）₂N等のリチウム塩がある。これらの電解質は、一種を単独で用いてもよく、二種以上を任意の組み合わせ及び比率で用いてもよい。

40

【０１０８】

また、電解液の溶媒としては、キャリアイオンが移動可能な材料を用いる。電解液の溶媒としては、非プロトン性有機溶媒が好ましい。非プロトン性有機溶媒の代表例としては、エチレンカーボネート（ＥＣ）、プロピレンカーボネート、ジメチルカーボネート、ジエチルカーボネート（ＤＥＣ）、γブチロラクトン、アセトニトリル、ジメトキシエタン、テトラヒドロフラン等があり、これらの一つまたは複数を用いることができる。また、

50

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、漏液性等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。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）を一つまたは複数用いることで、二次電池の内部短絡や、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。なお、イオン液体は流動状態にある塩であり、イオン移動度（伝導度）が高い。また、イオン液体は、カチオンとアニオンを含む。イオン液体としては、エチルメチルイミダゾリウム（EMI）カチオンを含むイオン液体、またはN - メチル - N - プロピルピペリジニウム（PP₁₃）カチオンを含むイオン液体などがある。

10

【0109】

また、電解液の代わりに、硫化物や酸化物等の無機物材料を有する固体電解質や、PEO（ポリエチレンオキシド）等の高分子材料を有する固体電解質を用いることができる。固体電解質を用いる場合には、セパレータやスペーサの設置が不要となる。また、電池全体を固体化できるため、漏液のおそれがなくなり安全性が飛躍的に向上する。

【0110】

二次電池100の負極活物質層に用いる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の挿入・脱離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。

20

【0111】

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/cm³）ため、好ましい。

【0112】

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。

【0113】

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。

30

【0114】

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以上0.3 V以下 vs. Li/Li⁺）。これにより、リチウムイオン二次電池は高い作動電圧を示すことができる。さらに、黒鉛は、単位体積当たりの容量が比較的高い、体積膨張が小さい、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。

【0115】

負極活物質として、リチウムとの合金化・脱合金化反応により充放電反応を行うことが可能な合金系材料も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、Al、Si、Ge、Sn、Pb、Sb、Bi、Ag、Au、Zn、Cd、In、Ga等のうち少なくとも一つを含む材料がある。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、Mg₂Si、Mg₂Ge、Mg₂Sn、SnS₂、V₂Sn₃、FeSn₂、CoSn₂、Ni₃Sn₂、Cu₆Sn₅、Ag₃Sn、Ag₃Sb、Ni₂MnSb、CeSb₃、LaSn₃、La₃Co₂Sn₇、CoSb₃、InSb、SbSn等がある。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）とも表記できる。例えばSiOは、Si₂O₃、Si₃O₄、またはSi₂O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SiO₂の混合物も含む。また、SiOは他の元素（炭素、窒素、鉄、アルミ

40

50

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。

【0116】

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。

10

【0117】

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。

【0118】

リチウムと遷移金属の複窒化物を用いると、負極活物質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。

20

【0119】

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。

30

【0120】

また、負極活物質層には、上述した負極活物質の他、活物質の密着性を高めるための結着剤(バインダ)、負極活物質層の導電性を高めるための導電助剤等を有してもよい。

【0121】

本実施の形態では、携帯情報端末などに用いる小型の電池の例を示したが、特に限定されず、車両などに搭載する大型の電池にも適用することができる。

【0122】

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。つまり、本実施の形態および他の実施の形態では、様々な発明の態様が記載されているため、本発明の一態様は、特定の態様に限定されない。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、リチウム空気電池、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。また、

40

50

例えば、本発明の一態様として、蓄電装置を変形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、本発明の一態様では、蓄電装置を変形しない構成としてもよいし、蓄電装置を曲げない構成としてもよい。または、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、蓄電装置を平板状のままの構成としてもよい。また、例えば、本発明の一態様として、蓄電装置に熱可塑性物体 110などを設け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、本発明の一態様では、蓄電装置に様々な性質を有する物体を設けてもよい。または、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、熱可塑性物体は、熱可塑性以外の性質を有していてもよい。

【0123】

10

本実施の形態は他の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【0124】

(実施の形態2)

実施の形態1ではシート状の熱可塑性物体を用いる例を示したが、本実施の形態では、実施の形態1と異なる形状の熱可塑性物体を用い、設置位置も異なる例を示す。

【0125】

図4(A)に二次電池の模式図の一例を示す。また、二次電池の外装体に囲まれた内部構造の一例を図4(B)に示す。なお、図4において、図1と共通の部分には同じ符号を用いて説明することとし、簡略化のため詳細な説明はここでは省略することとする。

【0126】

20

本発明の一態様の二次電池400は、外装体107内に、正極101と、セパレータ103と、負極102と、第1の熱可塑性物体410aと、第2の熱可塑性物体410bと、電解液を少なくとも有する。

【0127】

本実施の形態では、第1の熱可塑性物体410a及び第2の熱可塑性物体410bとして、セパレータ103よりも厚く、棒状のものを用いる。

【0128】

図4(A)及び図4(B)に示すように第1の熱可塑性物体410aと第2の熱可塑性物体410bとの間に正極101、セパレータ103、及び負極102が位置するように設置する。

30

【0129】

また、外装体107の外周縁は、熱圧着により、接着する。接着領域411は熱圧着により接着した領域である。外装体107に用いるフィルムにはポリプロピレンからなる層がフィルム表面に設けられ、熱圧着した部分のみが接着領域となる。

【0130】

第1の熱可塑性物体410a、及び第2の熱可塑性物体410bを接着領域411と正極101、セパレータ103、負極102の積層体との間に置く場合は、外装体107の該積層体と重なる領域と接着領域411と重なる領域との段差を緩やかにするような断面形状にする。

【0131】

40

第1の熱可塑性物体410a、及び第2の熱可塑性物体410bに用いる材料としては、皮膚表面温度近傍にて柔らかくなる材料であればよい。熱可塑性物体は、二次電池内部に設けられるため、電解液と接触する虞がある。電解液に耐性がある熱可塑性物体を選択するか、もしくは熱可塑性物体が電解液に接触しないような工夫をする必要がある。例えば、熱可塑性物体を、電解液に耐性があり、熱伝導率の高い膜で覆うとよい。

【0132】

第1の熱可塑性物体410a、及び第2の熱可塑性物体410bを設けることで、二次電池400を曲げても、二次電池400の外周部において、外装体のフィルムにしわが形成されにくい構成とすることができる。

【0133】

50

また、二次電池 4 0 0 の容量を大きくするために、正極 1 0 1、セパレータ 1 0 3、負極 1 0 2 の積層の組み合わせを複数重ねて外装体に収納する場合、トータルの厚さが厚くなり、周縁部との厚さと差が大きくなることで外装体のフィルムに段差が生じる。この段差を緩やかにするために、第 1 の熱可塑性物体 4 1 0 a、及び第 2 の熱可塑性物体 4 1 0 b を設けることが好ましい。

【 0 1 3 4 】

図 4 (A - 1) は図 4 (A) を一点鎖線 A - A ' で切断した断面図である。

【 0 1 3 5 】

断面 A - A ' において、負極 1 0 2 は正極 1 0 1 より少し幅が広い。正極 1 0 1 よりも負極 1 0 2 を一回り大きく、例えば 5 % 程度、幅広く作成している。

10

【 0 1 3 6 】

断面 A - A ' において、セパレータ 1 0 3 は負極 1 0 2 より少し幅が広い。セパレータ 1 0 3 は負極 1 0 2 より一回り大きく、例えば 5 % 程度、幅広く作成している。

【 0 1 3 7 】

図 4 (A - 2) は図 4 (A) を一点鎖線 B - B ' で切断した断面図である。第 1 の熱可塑性物体 4 1 0 a と第 2 の熱可塑性物体 4 1 0 b との間に正極 1 0 1、セパレータ 1 0 3、及び負極 1 0 2 が位置するように設置する。

【 0 1 3 8 】

第 1 の熱可塑性物体 4 1 0 a、及び第 2 の熱可塑性物体 4 1 0 b の高さは正極 1 0 1、セパレータ 1 0 3、負極 1 0 2 の積層体と同程度に形成するとよい。また、上方の外装体 1 0 7 の接着領域 4 1 1 と重なる領域と正極 1 0 1、セパレータ 1 0 3、負極 1 0 2 の積層体と重なる領域の段差を緩やかにするような断面形状にすると好ましい。また、第 1 の熱可塑性物体 4 1 0 a、及び第 2 の熱可塑性物体 4 1 0 b は上方の外装体 1 0 7 と接触する可能性がある。このため角部を作らず、滑らかな曲面に形成しておくことで外装体に傷がつくことを抑制できる。

20

【 0 1 3 9 】

図 4 (A - 3) は図 4 (A) に実施の形態 1 で説明した熱可塑性物体 1 1 0 を組み合わせた実施の形態の一例を一点鎖線 B - B ' で切断した断面図である。熱可塑性物体 1 1 0 上に、第 1 の熱可塑性物体 4 1 0 a と第 2 の熱可塑性物体 4 1 0 b が設けられており、それらの間に正極 1 0 1、セパレータ 1 0 3、及び負極 1 0 2 が位置するように設置する。

30

【 0 1 4 0 】

また、第 1 の熱可塑性物体 4 1 0 a と第 2 の熱可塑性物体 4 1 0 b の 2 つを用いる例を示したが、特に限定されず、コの字状の一つの熱可塑性物体 4 1 0 として用いてもよい。図 4 (C) にその一例を示す。また、棒状の一つの熱可塑性物体を用いてもよい。

【 0 1 4 1 】

本実施の形態は他の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【 0 1 4 2 】

(実施の形態 3)

本実施の形態の一として、二次電池を搭載した電子機器の表面に熱可塑性物体を設けた例を示す。本実施の形態の一は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

40

【 0 1 4 3 】

図 5 は、二次電池を搭載した電子機器の表面に熱可塑性物体を設けた例である。図 5 (A) は電子機器の斜視図であり、図 5 (B) は断面図である。

【 0 1 4 4 】

電子機器 5 0 0 は曲面を有する支持体 5 0 1 と、支持体 5 0 1 内部に設置された二次電池 5 0 2 と、支持体 5 0 1 表面に設けられた表示部 5 0 3 を有し、支持体 5 0 1 が有する二つの曲面のうち曲率半径の小さい内側の曲面の表面に熱可塑性物体 5 0 4 が形成されている。

【 0 1 4 5 】

電子機器 5 0 0 は例えば、腕時計や、腕輪などの用途がある。電子機器 5 0 0 は体温を適

50

切に受け取ることができればよい。例えば、アンクレットや首輪のような用途も可能である。

【0146】

支持体501は、体に巻きつけて使用することが可能な程度の柔軟性を有していれば材料は特に限定されない。

【0147】

二次電池502は実施の形態1や2で説明される様な、熱可塑性物体を有さずともよいし、また、熱可塑性物体を有していても構わない。

【0148】

表示部503は例えば、可撓性のあるプラスチック基板を用いて形成された有機ELディスプレイなどを用いればよい。表示部503は支持体501の変形に応じて変形可能であることが好ましく、例えば、有機ELディスプレイの他には、電子泳動型ディスプレイ（電子ペーパー）なども好ましい。

10

【0149】

熱可塑性物体504は電子機器500の最表面に設けることが必須ではなく、熱可塑性物体に、体温が伝わるのであれば、支持体の内部に設けてもよいし、例えば、熱可塑性物体の表面を熱伝導性の良い材料で覆っても構わない。

【0150】

本実施の形態は他の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【0151】

20

（実施の形態4）

本実施の形態では、フィルム表面にエンボス加工を行い、模様を有するフィルムを用いてリチウムイオン二次電池を作製する例を示す。

【0152】

まず、可撓性基材からなるシートを用意する。シートは、積層体を用い、金属フィルムの一方の面または両方の面に接着層（ヒートシール層とも呼ぶ）を有するものを用いる。接着層は、ポリプロピレンやポリエチレンなどを含む熱融着性樹脂フィルムを用いる。本実施の形態では、シートとして、アルミニウム箔の表面にナイロン樹脂を有し、アルミニウム箔の裏面に耐酸性ポリプロピレン層と、ポリプロピレン層の積層が設けられている金属シートを用いる。このシートをカットして図6（A）に示すフィルム60を用意する。

30

【0153】

そして、このフィルム60にエンボス加工を行い、図6（B）に示すようにフィルム表面に凹凸を形成し、視認可能な模様を形成する。なお、ここではシートをカットした後、エンボス加工を行う例を示すが、特に順序は限定されず、シートをカットする前にエンボス加工を行い、その後カットして、図6（B）に示す状態としてもよい。また、シートを折り曲げて熱圧着を行った後にカットしてもよい。

【0154】

以下に、プレス加工の一種であるエンボス加工の説明をする。

【0155】

図7は、エンボス加工の一例を示す断面図である。なお、エンボス加工とは、プレス加工の一種であり、表面に凹凸のあるエンボスロールをフィルムに圧接させ、エンボスロールの凹凸に対応する凹凸をフィルム表面に形成する処理のことを指している。エンボスロールは、表面に模様を彫刻したロールである。

40

【0156】

図7（A）は、フィルムの片方の面にエンボス加工を行う例である。

【0157】

図7（A）において、フィルム的一方の面に接するエンボスロール53と、もう一方の面に接するロール54との間にフィルム50が挟まれ、フィルム50がフィルムの進行方向58に送り出されている途中を示している。圧力または熱によってフィルム表面に模様を形成している。

50

【0158】

図7(A)は、エンボスロール53とロール54(金属ロールまたは弾性ロール(ゴムロールなど))の組み合わせである。

【0159】

また、図7(B)はフィルムの一面にエンボス加工を行う例である。

【0160】

図7(B)において、フィルムの一側の面に接するエンボスロール53と、もう一方の面に接するエンボスロール55との間にフィルム51が挟まれ、フィルム51がフィルムの進行方向58に送り出されている途中を示している。

【0161】

図7(B)は、雄柄のエンボスロールであるエンボスロール53とエンボスロール55(雌柄)の組み合わせである。

【0162】

また、フィルム51の表面の一部を浮き上がらせるエンボスと、表面をへこませるエンボスが連続している凸凹により、フィルム51の表面に模様を形成している。

【0163】

図7(C)において、フィルムの一側の面に接するエンボスロール56と、もう一方の面に接するエンボスロール57との間にフィルム52が挟まれ、フィルム52がフィルムの進行方向58に送り出されている途中を示している。

【0164】

図7(C)は、Tip to Tipとも呼ばれ、エンボスロール56と、そのエンボスロール56と同じ柄のエンボスロール57の組み合わせである。同一のエンボスロールの凸部と凹部の位相を合わせたものであり、フィルム52の表裏に差のほとんど無い模様を形成することができる。

【0165】

また、エンボスロールを用いることに限定されず、エンボスプレートを用いてもよい。また、エンボス加工に限定されず、フィルムの一部に浮き彫り(レリーフ)が形成できる手法であればよい。

【0166】

本実施の形態では、フィルム60の両面に凹凸を設けて模様を形成し、フィルム61を中央で折り曲げて、4辺のうち折り曲げ部となる辺を除いた3辺を接着層で封止する構造とする。

【0167】

次いで、フィルム61を図6(B)の点線で示した部分で折り、図6(C)に示す状態とする。

【0168】

外装体となるフィルム61の表面に凹凸を有する模様を有している二次電池は、二次電池を曲げた時に加わる応力を緩和することができる。応力によって生じるひずみを緩和する構造とすることで、二次電池を曲げたり変形させたりするとき(外装体などが)破損することなく、長期信頼性を確保することができる。

【0169】

本実施の形態は他の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【0170】

(実施の形態5)

本実施の形態では、蛇行部を有する集電体を用いて二次電池を作製する例を以下に示す。

【0171】

まず、一の帯状の金属箔の片面または両面に正極活物質層を形成する。

【0172】

次いで、レーザ光照射によって、正極活物質層を選択的に除去する。除去する箇所は、後の工程によってリード電極と接続する幅の狭い領域と、蛇行部の幅の狭い箇所の二箇所

10

20

30

40

50

ある。そして、レーザ加工を行う。このレーザ加工では、正極活物質層及び金属箔の両方を選択的に除去する。ここでは蛇行部を有する集電体の輪郭を描くように加工し、集電体の形状を形成する。この段階で、図8(A)に示す状態を得ることができる。図8(A)に示すように、集電体の一部(蛇行パターンの根元部)を露出させ、正極活物質層18aと正極活物質層18bが形成される。

【0173】

また、ここではレーザ加工によって集電体の外形形状を形成したが、切断装置または打ち抜き装置を使用して所望の形状に金属箔を加工した後、さらにレーザ加工を行って複雑な形状の集電体を形成する工程としてもよい。

【0174】

また、正極集電体12の片面または両面に活物質層を形成した後にレーザ加工を行うことが好ましい。レーザ光を照射して形成された切断面は、強いエネルギーが与えられて集電体と活物質層が強固に固着するため、望ましい。

【0175】

図8(A)に示すように集電体の蛇行部において幅が細い部分は、少なくとも2箇所以上あり、少なくとも1箇所(蛇行パターンの根元部)は隣り合う活物質層の境界(正極活物質層18aと正極活物質層18bとの間の領域)と重なる。

【0176】

正極集電体12をピンセットで保持した状態で撮影した写真が図8(B)である。図8(A)に示したように、正極集電体12の蛇行部において幅は不均一である。

【0177】

次に、他の帯状の金属箔の片面または両面に、負極活物質層を形成する。

【0178】

次いで、レーザ光照射によって、負極活物質層を選択的に除去する。除去する箇所は、後の工程によってリード電極と接続する幅の狭い領域である。そしてレーザ加工を行う。このレーザ加工では、蛇行部を有する集電体の輪郭を描くように加工し、集電体の形状を形成する。

【0179】

負極集電体14及び負極活物質層19の上面模式図が図8(C)であり、負極集電体をピンセットで保持した状態で撮影した写真が図8(D)である。

【0180】

図8(A)及び図8(C)に示すように、正極と負極のどちらも集電体は蛇行部を有しているが、部分的に幅が異なっている。蛇行部は、折り返しの曲がり部とも呼べる。また、蛇行部とは、直線状のパターンを含む、屈曲したパターン形状である。本明細書では集電体の上面形状の輪郭の一部が、90°以上の屈曲を2回以上繰り返すものを蛇行形状と呼ぶ。また、集電体の上面形状の輪郭の一部が、矩形波状、三角波状、S字形状等のものも蛇行形状に含む。なお、蛇行形状における屈曲は、同一のパターンを繰り返す必要はなく、不規則な屈曲を有する形状であってもよい。また、蛇行部を形成するために切り取られた部分をスリットと呼ぶ。

【0181】

後の工程で正極集電体と負極集電体を重畳させると、負極集電体のスリットと重畳する領域に正極活物質層が位置する場合がある。例えば図8の集電体の場合は、負極集電体のスリットと、正極集電体の蛇行部の幅の狭い箇所が重畳するため、この箇所に正極活物質層が存在すると、正極活物質層と重畳する領域に負極活物質層がない状態となる。この場合、正極活物質層と重畳する領域に負極活物質層がないことで、電池反応の際に不具合が生じる恐れがある。具体的には、正極活物質層から出たキャリアイオンが、スリットに最も近い領域の負極活物質層に集中してしまい、負極活物質層表面にキャリアイオンが析出する恐れがある。そこで、重畳する領域に負極活物質層のない正極活物質層、図8の場合は正極集電体の蛇行部の幅の狭い箇所の正極活物質層を、レーザ光照射により除去することで、キャリアイオンの析出を抑制することができる。

10

20

30

40

50

【0182】

また上記の理由から、正極と負極のスリットの幅は、等しいか、正極のスリットの幅のほうが大きいことが好ましい。正極のスリットの幅を大きくすることで、重畳する領域に負極活物質層のない正極活物質層をなくす、または減少させることができる。そのため負極活物質表面にキャリアイオンが析出することを抑制できる。

【0183】

次に、図9(A)に示すように、正極集電体12をセパレータ13で挟む。そしてセパレータ13の、正極集電体12と重ならない領域の一部13aを接着し、セパレータ13で包まれた正極集電体12を作製する図9(B)。なおセパレータ13にポリプロピレンやポリフッ化ビニリデン(PVDF)を用いる場合は、190 以上230 以下で熱溶着

10

【0184】

次に、図9(C)に示すように、セパレータ13で包まれた正極集電体12と、負極集電体14とを積み重ねる。このとき、複数の正極集電体12と負極集電体14を積み重ねると好ましい。その場合は、セパレータ13で包まれた正極集電体12と負極集電体14を交互に積み重ね、かつ正極集電体12の電極タブ部同士が重畳し、また負極集電体14の電極タブ部同士が重畳するようにするとよい。複数の正極集電体12と負極集電体14を積み重ねて電氣的に接続することで、二次電池の容量を増大させることができる。

【0185】

そして積み重ねられたセパレータ13、正極集電体12および負極集電体14を束ねて固定することが好ましい。固定は、粘着テープ、粘着剤を塗布したポリイミドフィルムをはじめとする樹脂テープ等で行うことができる。

20

【0186】

次に、正極集電体12の電極タブ部と、一つのリード電極を電氣的に接続する。また負極集電体14の電極タブ部と、もう一つのリード電極を電氣的に接続する。電氣的な接続は、超音波溶接により行うことができる。また複数の正極集電体12および負極集電体14を積み重ねている場合は、一つのリード電極と複数の正極集電体12の電極タブ部同士を超音波溶接する工程と、もう一つのリード電極と複数の負極集電体14の電極タブ部同士を超音波溶接する工程を同時に処理することができる。これにより複数の正極集電体12同士と、複数の負極集電体14同士の導通が得られる。

30

【0187】

なお正極集電体12に接続するリード電極は、アルミニウム等の正極集電体に用いることができる材料を用いればよい。また負極集電体14に接続するリード電極は、銅等の負極集電体に用いることができる材料を用いればよい。正極集電体12に電氣的に接続されるリード電極は正極集電体12と同電位となり、負極についても同様であるので、集電体に用いることができる材料はリード電極に用いることができる。

【0188】

次に、図10(A)、(B)に示すように、フィルム11の周辺を、2辺を残して熱圧着により封止する。図10(B)に示すように本実施の形態では、1辺はフィルム11を折り曲げた辺になるため、この工程での封止は1辺11bでよい。これにより、フィルム11で囲われた領域に、積み重ねられたセパレータ13、正極集電体12および負極集電体14を収めることができる。

40

【0189】

なお、フィルム11にあらかじめエンボス加工を行ってもよい。エンボス加工を行うことによって、より曲がりやすい二次電池にすることができる。

【0190】

次に、図10(C)に示すように、フィルム11で囲われた領域に、正極集電体12、セパレータ13および負極集電体14を収め、フィルム11の1辺11cを熱圧着により封止する。このときリード電極16aおよびリード電極16bはフィルム11で囲われた領域の外側に引き出す。

50

【0191】

次に、図10(D)で示すように、フィルム11で囲われた領域に、電解液20を注入する。そして真空引き、加熱および加圧を行いながら、図10(E)で示すようにフィルム11の残りの1辺11dを封止する。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本のバーでフィルム11を挟むことにより、加熱および加圧を行って封止することができる。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。

【0192】

次に、上記の工程で得られた二次電池に、エージング処理を行うことが好ましい。エージング処理により、電極と電解質の界面に生じる被膜を制御し、活物質を活性化することができる。

10

【0193】

さらに、エージング処理を行った二次電池を一度開封し、エージング処理により生じたガスを抜いてから、電解液を継ぎ足して再封止してもよい。正極と負極の電極の間にガスが存在すると、電池反応に偏りが生じて劣化要因となるため、ガスを抜いて再封止をすることで劣化を抑制することができる。

【0194】

なお、本実施の形態では矩形のセパレータ13、正極集電体12、負極集電体14およびフィルム11を用いて説明したため、順番に3辺を封止する方法を述べたが、本発明の一態様はこれに限らない。矩形以外の二次電池を作製する場合は、適宜封止の順番、方法を変更することができる。

20

【0195】

このように蛇行パターンを有する集電体と、蛇行パターンの根元部の正極活物質層を部分的に除去することによって、曲がる電池を実現できる。

【0196】

本実施の形態は他の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【0197】

(実施の形態6)

図11(A)は実施の形態3で説明した電子機器500を充電する器具の模式図である。例えば二次電池を急速に充電することが必要な状況において、二次電池が体温近傍の熱を持ってしまう場合においては、二次電池は意図しない外部からの大きな力により、限界以上に曲げられ、曲率半径が小さくなりすぎるといった問題が発生するおそれが生じる。上記の問題は支持台1100を設けることによって解消することができる。

30

【0198】

支持台1100は適度な曲率半径である上面を有している。例えば曲率半径10mm以上である上面を有している。

【0199】

支持台1100は充電時に、その表面において、体温近傍の熱を保つことによって、支持台1100の表面に電子機器が密着するような構造にしてもよい。また、体温近傍の熱を保ち、電子機器が密着したのちは、熱を保つことを中断してもよい。

40

【0200】

図11(B)は二次電池を搭載した電子機器を充電する器具の別の模式図である。支持台1100には電子機器を収めることのできる上面から内部への空間が設けられている。

【0201】

熱可塑性物体と充電器が接触する、もしくは近接する箇所には熱伝導性の高い物質を設け、二次電池の熱を外部に放出しやすくする構成にすることもできる。

【0202】

二次電池を急速に充電することが必要な状況ではないなど、充電時に二次電池が体温近傍の熱を持たない場合においては、本実施例のような支持台を設けなくともよい。

50

【 0 2 0 3 】

本実施の形態は他の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【 0 2 0 4 】

(実施の形態 7)

電子機器はワイヤレス充電のためのアンテナを有し、Q i 規格によるワイヤレス充電を行うことができる。また、電子機器は表示に用いるデータを外部の機器と無線通信するための通信装置を有している。

【 0 2 0 5 】

電子機器は電源制御回路を有し、二次電池の充放電を制御する。

【 0 2 0 6 】

また、他の電子機器の例を図 1 2 に示す。

【 0 2 0 7 】

フレキシブルな形状を備える蓄電装置を適用した電子機器として、例えば、ヘッドマウントディスプレイやゴーグル型ディスプレイのような頭部装着型表示装置、腕装着型表示装置、据え置き型表示装置(テレビ、又はテレビジョン受信機ともいう)、デスクトップ型やノート型等のパーソナルコンピュータ、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、電子手帳、電子書籍端末、電子翻訳機、玩具、マイクロフォン等の音声入力機器、電気シェーバ、電動歯ブラシ、電子レンジ等の高周波加熱装置、電気炊飯器、電気洗濯機、電気掃除機、温水器、扇風機、毛髪乾燥機、加湿器や除湿器やエアコンディショナ等の空気調和設備、食器洗い器、食器乾燥器、衣類乾燥器、布団乾燥器、電気冷蔵庫、電気冷凍庫、電気冷凍冷蔵庫、DNA 保存用冷凍庫、懐中電灯、電動工具、煙感知器、ガス警報装置や防犯警報装置等の警報装置、産業用ロボット、補聴器、心臓ペースメーカ、X 線撮影装置、放射線測定器、電気マッサージ器や透析装置等の健康機器や医療機器、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、照明装置、ヘッドホン、ステレオ、リモートコントローラ、置き時計や壁掛け時計等の時計、コードレス電話子機、トランシーバ、歩数計、電卓、デジタルオーディオプレーヤ等の携帯型又は据置型の音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。

【 0 2 0 8 】

また、フレキシブルな形状を備える蓄電装置を、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。

【 0 2 0 9 】

図 1 2 (A) は、携帯電話機の一例を示している。携帯電話機 7 4 0 0 は、筐体 7 4 0 1 に組み込まれた表示部 7 4 0 2 の他、操作ボタン 7 4 0 3、外部接続ポート 7 4 0 4、スピーカ 7 4 0 5、マイク 7 4 0 6 などを備えている。なお、携帯電話機 7 4 0 0 は、蓄電装置 7 4 0 7 を有している。

【 0 2 1 0 】

図 1 2 (B) は、携帯電話機 7 4 0 0 を湾曲させた状態を示している。携帯電話機 7 4 0 0 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蓄電装置 7 4 0 7 も湾曲される。また、その時、曲げられた蓄電装置 7 4 0 7 の状態を図 1 2 (C) に示す。蓄電装置 7 4 0 7 はラミネート構造の二次電池(積層構造電池、フィルム外装電池とも呼ばれる)である。蓄電装置 7 4 0 7 は曲げられた状態で固定されている。なお、蓄電装置 7 4 0 7 は集電体 7 4 0 9 と電氣的に接続されたリード電極 7 4 0 8 を有している。例えば、蓄電装置 7 4 0 7 の外装体のフィルムにエンボス加工を行っており、蓄電装置 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。さらに、携帯電話機 7 4 0 0 は、SIM カードを挿入するためのスロットや、USB メモリなど USB デバイスを接続するコネクタ部などを設けてもよい。

【 0 2 1 1 】

図 1 2 (D) は、曲げることのできる携帯電話の一例を示している。また、その時、曲げられた蓄電装置 7 1 0 4 の状態を図 1 2 (E) に示す。携帯電話 7 1 0 0 は、筐体 7 1 0

10

20

30

40

50

1、表示部 7102、操作ボタン 7103、及び蓄電装置 7104 を備える。なお、蓄電装置 7104 は集電体 7106 と電氣的に接続されたリード電極 7105 を有している。例えば、蓄電装置 7104 の外装体のフィルムの表面に複数の凹凸を形成するプレス加工を行っており、蓄電装置 7104 が曲率を変化させて曲げられる回数が多くとも高い信頼性を維持できる構成となっている。さらに、携帯電話 7100 は、SIM カードを挿入するためのスロットや、USB メモリなど USB デバイスを接続するコネクタ部などを設けてもよい。

【0212】

また、曲げることのできる蓄電装置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。また、農業機械、電動アシスト自転車を含む原動機付自転車、自動二輪車、電動車椅子、電動カート、小型又は大型船舶、潜水艦、固定翼機や回転翼機等の航空機、ロケット、人工衛星、宇宙探査機や惑星探査機、宇宙船などの移動体に曲げることのできる蓄電装置を搭載することもできる。

【0213】

図 13 において、本発明の一態様を用いた車両を例示する。図 13 (A) に示す自動車 8100 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。ラミネート構造の二次電池を車両に搭載する場合、複数のラミネート構造の二次電池を集積させたバッテリーモジュールを一箇所または複数個所に設置する。本発明の一態様を用いることで、蓄電装置自体を小型軽量化することができ、例えば、タイヤの内側に曲面を有する蓄電装置を設け、航続距離の長い車両を実現することができる。また、様々な形状とした蓄電装置を車両の隙間に配置することができ、トランクのスペースや車内の乗車スペースを確保できる。また、自動車 8100 は蓄電装置を有する。蓄電装置は電気モーター 8106 を駆動するだけでなく、ヘッドライト 8101 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。

【0214】

また、蓄電装置は、自動車 8100 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、蓄電装置は、自動車 8100 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。

【0215】

図 13 (B) に示す自動車 8200 は、自動車 8200 が有する蓄電装置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 13 (B) に、地上設置型の充電装置 8021 から自動車 8200 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 CHADEMO (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ってもよい。例えば、プラグイン方式によって、外部からの電力供給により自動車 8200 に搭載された蓄電装置 8024 を充電することができる。充電は、ACDC コンバータ等の変換装置を介して、交流電力を直流電力に変換して行うことができる。

【0216】

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、2 台の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、停車時や走行時に蓄電装置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。

【0217】

本発明の一態様によれば、蓄電装置の設置場所の自由度が上がり、車の車両設計を効率よ

10

20

30

40

50

く行うことができる。また、本発明の一態様によれば、蓄電装置自体を小型軽量化することができる。蓄電装置自体を小型軽量化できれば、車両の軽量化に寄与するため、航続距離を向上させることができる。また、車両に搭載した蓄電装置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。

【0218】

本実施の形態は他の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【0219】

なお、ある一つの実施の形態の中で述べる内容（一部の内容でもよい）は、その実施の形態で述べる別の内容（一部の内容でもよい）、及び／又は、一つ若しくは複数の別の実施の形態で述べる内容（一部の内容でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを行うことが出来る。

10

【0220】

なお、実施の形態の中で述べる内容とは、各々の実施の形態において、様々な図を用いて述べる内容、又は明細書に記載される文章を用いて述べる内容のことである。

【0221】

なお、ある一つの実施の形態において述べる図（一部でもよい）は、その図の別の部分、その実施の形態において述べる別の図（一部でもよい）、及び／又は、一つ若しくは複数の別の実施の形態において述べる図（一部でもよい）に対して、組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることが出来る。

20

【符号の説明】

【0222】

- 1 1 フィルム
- 1 1 b 1 辺
- 1 1 c 1 辺
- 1 1 d 1 辺
- 1 2 正極集電体
- 1 3 セパレータ
- 1 3 a 正極集電体 1 2 と重ならない領域の一部
- 1 4 負極集電体
- 1 6 a リード電極
- 1 6 b リード電極
- 1 8 a 正極活物質層
- 1 8 b 正極活物質層
- 1 9 負極活物質層
- 2 0 電解液
- 5 0 フィルム
- 5 1 フィルム
- 5 2 フィルム
- 5 3 エンボスロール
- 5 4 ロール
- 5 5 エンボスロール
- 5 6 エンボスロール
- 5 7 エンボスロール
- 5 8 進行方向
- 6 0 フィルム
- 6 1 フィルム
- 1 0 0 二次電池
- 1 0 1 正極
- 1 0 1 a 正極

30

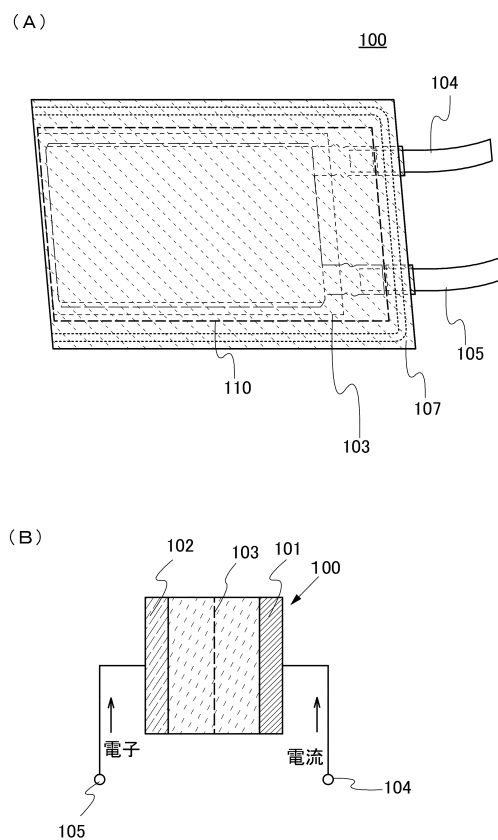
40

50

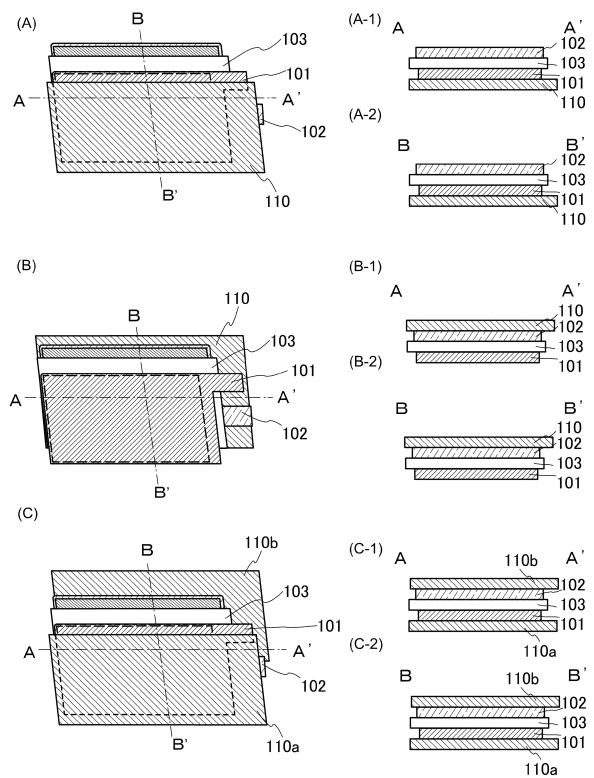
1 0 1 b	正極	
1 0 2	負極	
1 0 2 a	負極	
1 0 2 b	負極	
1 0 3	セパレータ	
1 0 4	正極リード	
1 0 5	負極リード	
1 0 7	外装体	
1 1 0	熱可塑性物体	
1 1 0 a	第 1 の熱可塑性物体	10
1 1 0 b	第 2 の熱可塑性物体	
3 3 1	第 1 の領域	
3 3 2	第 2 の領域	
3 3 3	第 3 の領域	
4 0 0	二次電池	
4 1 0 a	第 1 の熱可塑性物体	
4 1 0 b	第 2 の熱可塑性物体	
4 1 1	接着領域	
5 0 0	電子機器	
5 0 1	支持体	20
5 0 2	二次電池	
5 0 3	表示部	
5 0 4	熱可塑性物体	
1 1 0 0	支持台	
1 7 0 0	曲面	
1 7 0 1	平面	
1 7 0 2	曲線	
1 7 0 3	曲率半径	
1 7 0 4	曲率中心	
1 8 0 0	曲率中心	30
1 8 0 1	フィルム	
1 8 0 2	曲率半径	
1 8 0 3	フィルム	
1 8 0 4	曲率半径	
1 8 0 5	内容物	
7 1 0 0	携帯電話	
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	蓄電装置	40
7 1 0 5	リード電極	
7 1 0 6	集電体	
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	蓄電装置	50

7 4 0 8	リード電極
7 4 0 9	集電体
8 0 2 1	充電装置
8 0 2 2	ケーブル
8 0 2 4	蓄電装置
8 1 0 0	自動車
8 1 0 1	ヘッドライト
8 1 0 6	電気モーター
8 2 0 0	自動車

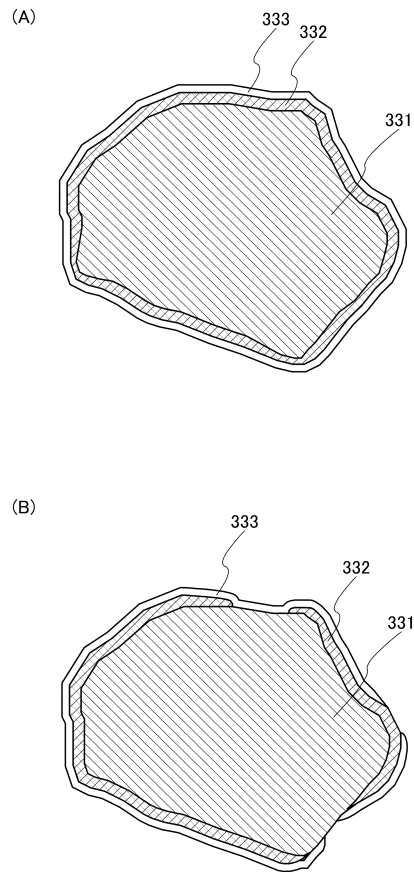
【図 1】



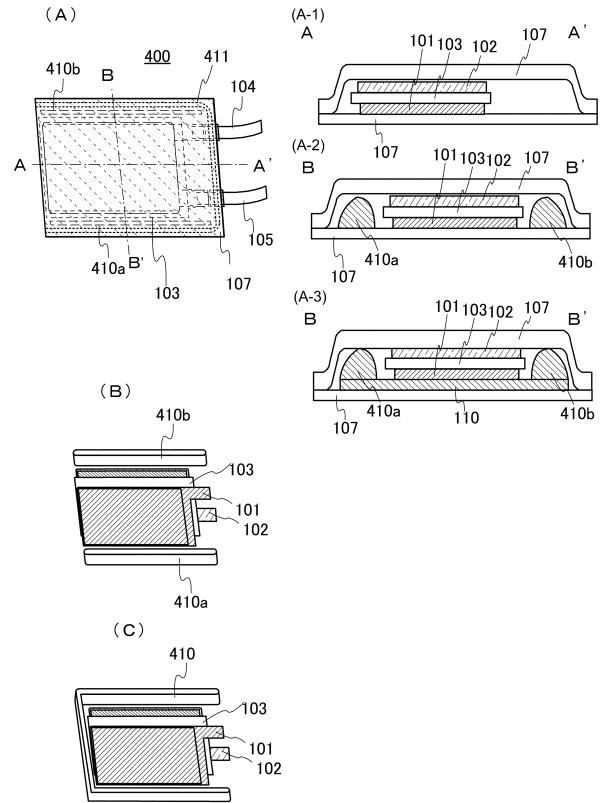
【図 2】



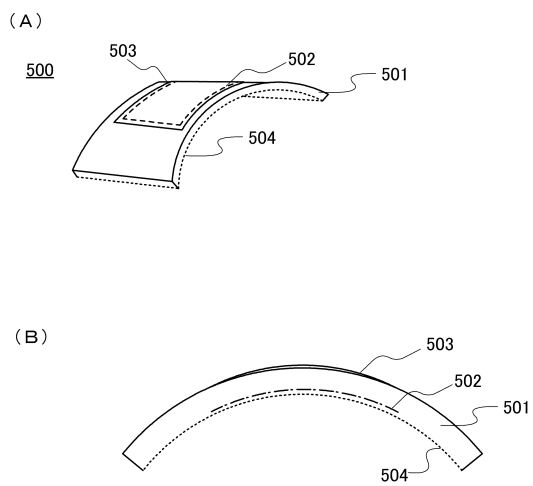
【図 3】



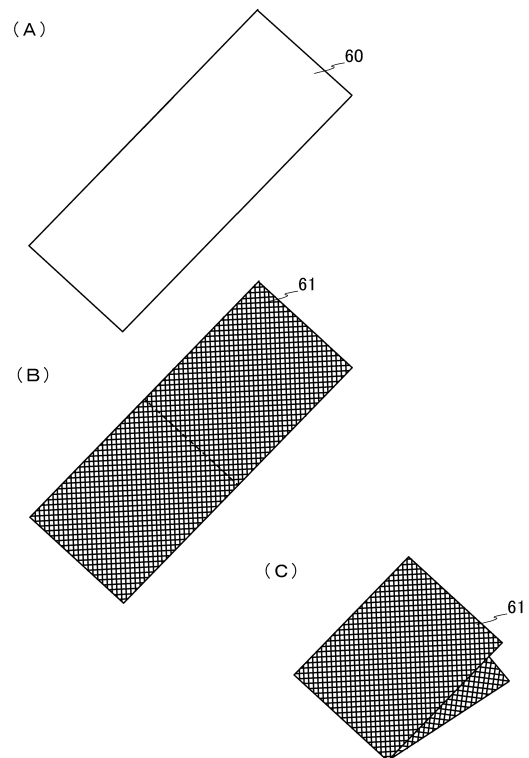
【図 4】



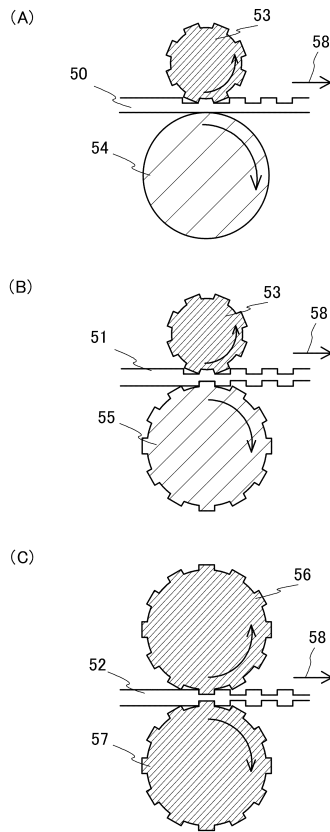
【図 5】



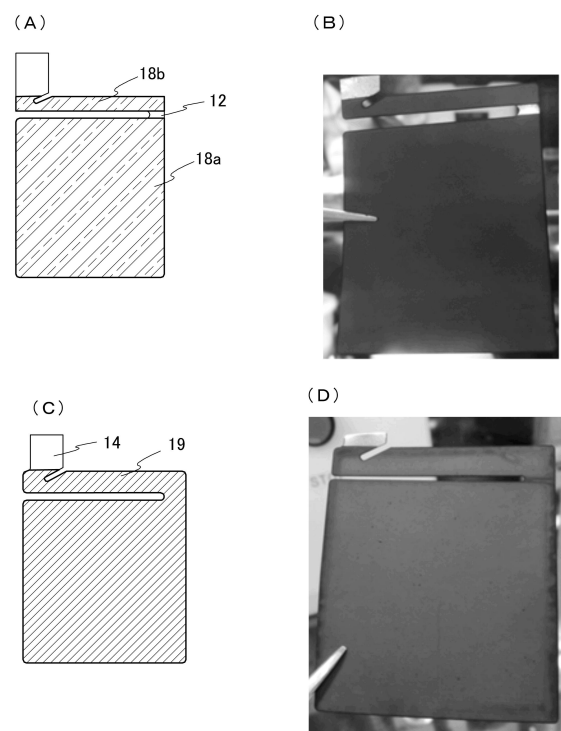
【図 6】



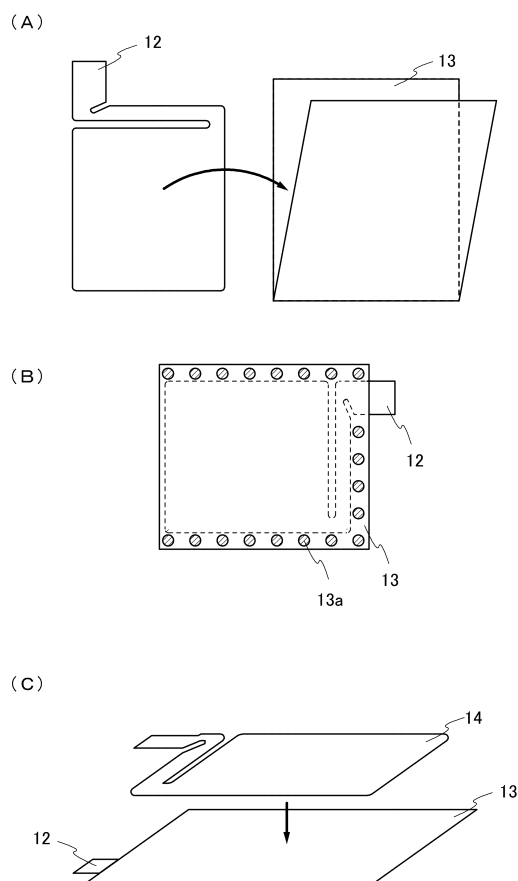
【図 7】



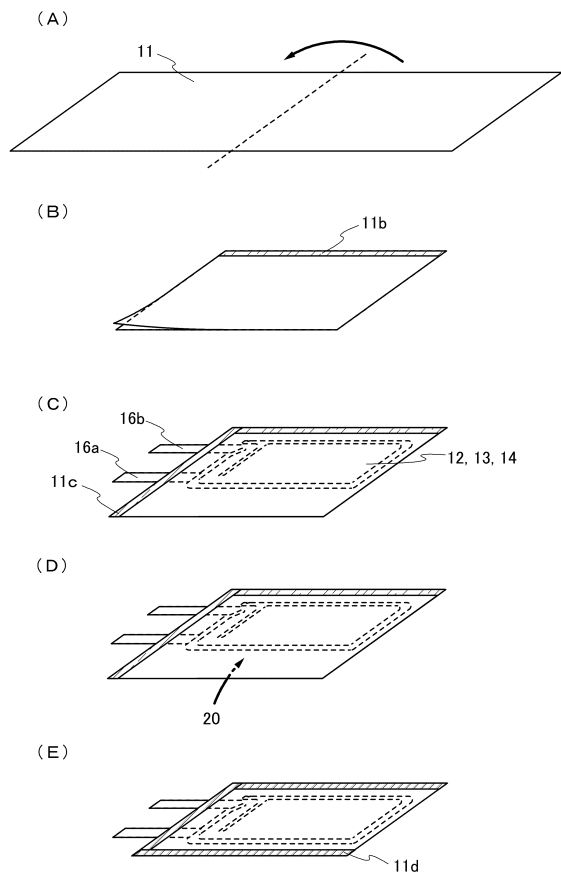
【図 8】



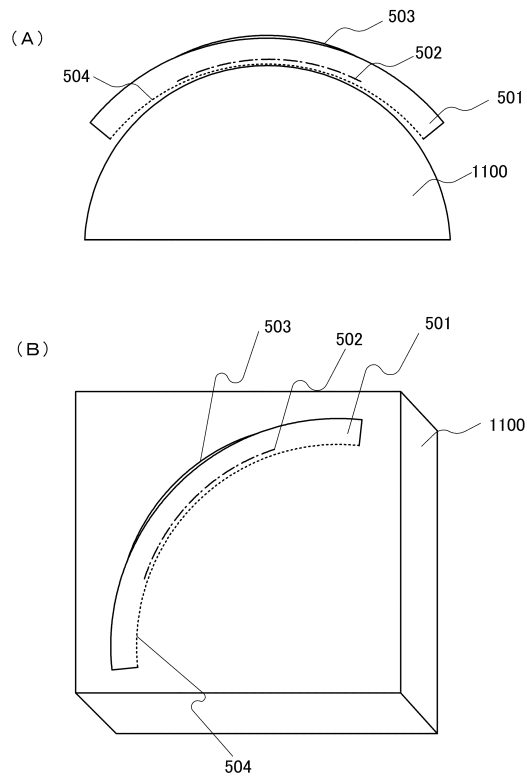
【図 9】



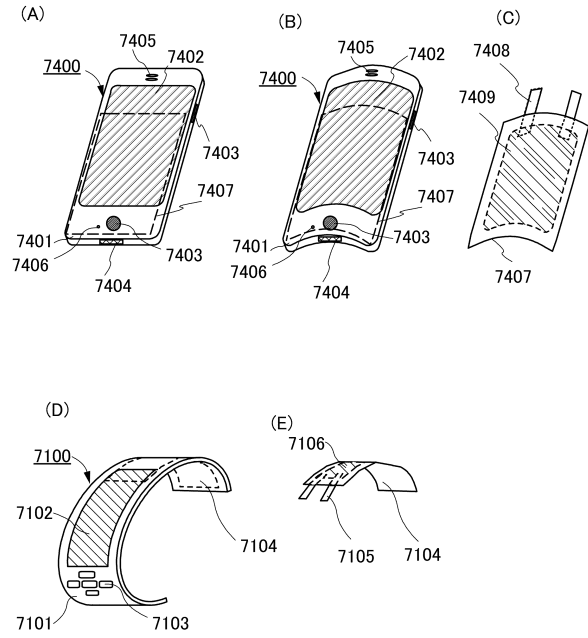
【図 10】



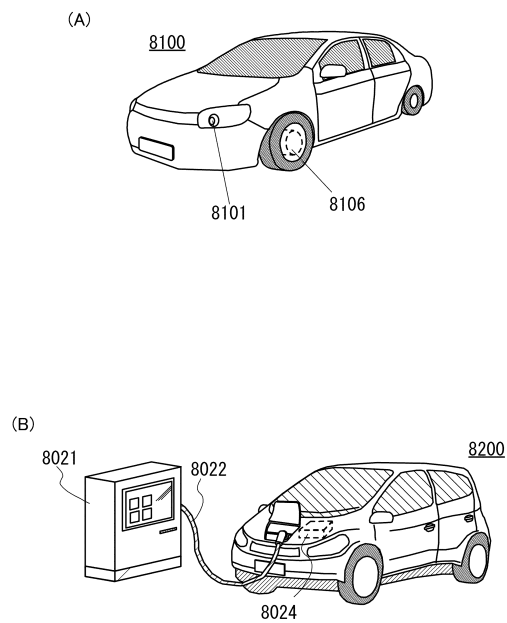
【図 1 1】



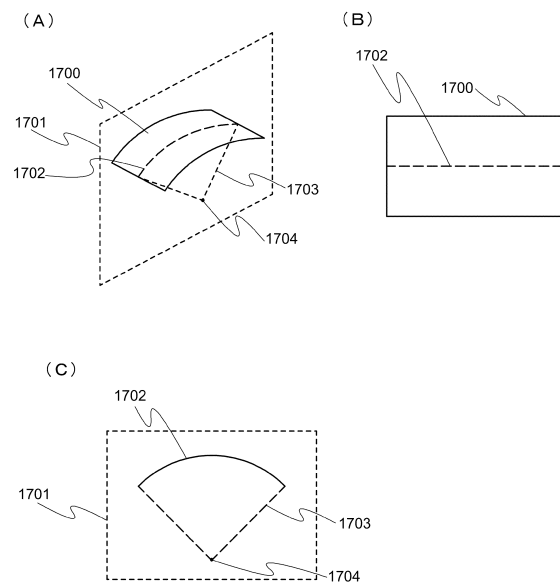
【図 1 2】



【図 1 3】

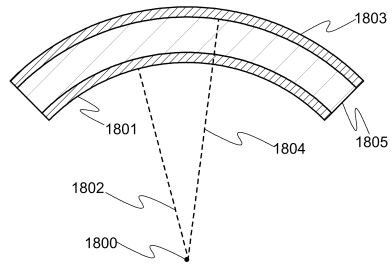


【図 1 4】

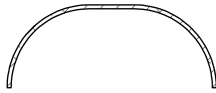


【図 15】

(A)



(B)

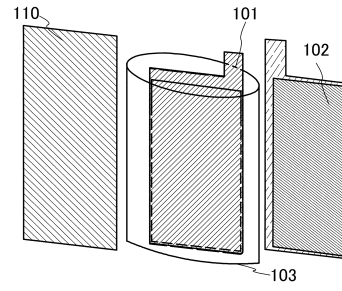


(C)

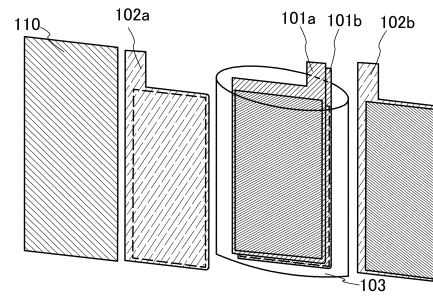


【図 16】

(A)



(B)



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-199994(JP,A)
特開2012-234670(JP,A)
特開2015-220004(JP,A)
特開2016-134199(JP,A)
特開2015-233004(JP,A)
特開2014-165170(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 10/04