

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6986827号  
(P6986827)

(45) 発行日 令和3年12月22日(2021.12.22)

(24) 登録日 令和3年12月2日(2021.12.2)

(51) Int.Cl.	F 1
HO 1 M 10/0583 (2010.01)	HO 1 M 10/0583
HO 1 M 50/102 (2021.01)	HO 1 M 50/102
HO 1 M 50/538 (2021.01)	HO 1 M 50/538
HO 1 M 10/04 (2006.01)	HO 1 M 10/04
HO 1 G 11/12 (2013.01)	HO 1 G 11/12

請求項の数 8 (全 47 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-19260 (P2016-19260)
(22) 出願日	平成28年2月3日(2016.2.3)
(65) 公開番号	特開2016-154138 (P2016-154138A)
(43) 公開日	平成28年8月25日(2016.8.25)
審査請求日	平成31年1月22日(2019.1.22)
(31) 優先権主張番号	特願2015-25644 (P2015-25644)
(32) 優先日	平成27年2月12日(2015.2.12)
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)

(73) 特許権者	000153878 株式会社半導体エネルギー研究所 神奈川県厚木市長谷398番地
(72) 発明者	田島 亮太 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社 半導体エネルギー研究所内
(72) 発明者	桃 純平 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社 半導体エネルギー研究所内

審査官 川口 陽己

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】蓄電装置及び電子機器

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第1の電極と、第2の電極と、第1のリードと、第2のリードと、外装体とを有する蓄電装置であって、

前記第1の電極は、正極および負極のいずれか一方として機能し、

前記第2の電極は、正極および負極のいずれか他方として機能し、

前記第1のリードは、前記第1の電極と電気的に接続され、

前記第2のリードは、前記第2の電極と電気的に接続され、

前記外装体は、第1の辺と、第2の辺と、第3の辺と、第4の辺とを有し、

前記第1の辺は、前記第2の辺と隣接せず、

前記外装体は、前記第1の電極と、前記第2の電極とを囲み、

前記第1のリードと、前記第2のリードは、前記第1の辺に重なり、

前記第1の電極は、第1の集電体と、第1の活物質層を有し、

前記第1の集電体は、第1の面と、第2の面を有し、

前記第1の活物質層は、前記第1の面に設けられ、

前記第1の集電体は、前記第2の面を内側とする第1の折り曲げ部を有し、

前記第2の面は、第1の領域と第2の領域を有し、

前記第1の領域は、前記第2の領域と重なる領域を有し、

前記第1の領域は、前記第1の折り曲げ部と異なる箇所で、前記第2の領域と接続する領域を有し、

10

20

前記蓄電装置の長辺方向からの断面視において、前記第1の電極、セパレータ、及び前記第2の電極は、つづら折りに折り曲げられており、

前記第1の辺の長さをW、前記第3の辺の長さをLとするとき、L>Wである蓄電装置。

#### 【請求項2】

第1の電極と、第2の電極と、第1のリードと、第2のリードと、外装体とを有する蓄電装置であって、

前記第1の電極は、正極および負極のいずれか一方として機能し、

前記第2の電極は、正極および負極のいずれか他方として機能し、

前記第1のリードは、前記第1の電極と電気的に接続され、

10

前記第2のリードは、前記第2の電極と電気的に接続され、

前記外装体は、第1の辺と、第2の辺と、第3の辺と、第4の辺とを有し、

前記第1の辺は、前記第2の辺と隣接せず、

前記外装体は、前記第1の電極と、前記第2の電極とを囲み、

前記第1のリードは、前記第1の辺に重なり、

前記第2のリードは、前記第2の辺に重なり、

前記第1の電極は、第1の集電体と、第1の活物質層を有し、

前記第1の集電体は、第1の面と、第2の面を有し、

前記第1の活物質層は、前記第1の面に設けられ、

前記第1の集電体は、前記第2の面を内側とする第1の折り曲げ部を有し、

20

前記第2の面は、第1の領域と第2の領域を有し、

前記第1の領域は、前記第2の領域と重なる領域を有し、

前記第1の領域は、前記第1の折り曲げ部と異なる箇所で、前記第2の領域と接続する領域を有し、

前記蓄電装置の長辺方向からの断面視において、前記第1の電極、セパレータ、及び前記第2の電極は、つづら折りに折り曲げられており、

前記第1の辺の長さをW、前記第3の辺の長さをLとするとき、L>Wである蓄電装置。

#### 【請求項3】

第1の電極と、第2の電極と、第1のリードと、第2のリードと、外装体とを有し、可撓性を有する蓄電装置であって、

30

前記第1の電極は、正極および負極のいずれか一方として機能し、

前記第2の電極は、正極および負極のいずれか他方として機能し、

前記第1のリードは、前記第1の電極と電気的に接続され、

前記第2のリードは、前記第2の電極と電気的に接続され、

前記外装体は、第1の辺と、第2の辺と、第3の辺と、第4の辺とを有し、

前記外装体は、前記第1の電極と、前記第2の電極とを囲み、

前記第1のリードと、前記第2のリードは、前記第1の辺に重なり、

前記蓄電装置の長辺方向からの断面視において、

前記第1の電極と、前記第2の電極とは、互いに重なる領域を有し、

40

前記第1の電極は、第1の集電体と、第1の活物質層を有し、

前記第1の集電体は、第1の面と、第2の面を有し、

前記第1の活物質層は、前記第1の面に設けられ、

前記第1の集電体は、前記第2の面を内側とする第1の折り曲げ部を有し、

前記第2の面は、第1の領域と第2の領域を有し、

前記第1の領域は、前記第2の領域と重なる領域を有し、

前記第1の領域は、前記第1の折り曲げ部と異なる箇所で、前記第2の領域と接続する領域を有する蓄電装置。

#### 【請求項4】

第1の電極と、第2の電極と、第1のリードと、第2のリードと、外装体とを有し、可

50

携性を有する蓄電装置であって、

前記第1の電極は、正極および負極のいずれか一方として機能し、

前記第2の電極は、正極および負極のいずれか他方として機能し、

前記第1のリードは、前記第1の電極と電気的に接続され、

前記第2のリードは、前記第2の電極と電気的に接続され、

前記外装体は、第1の辺と、第2の辺と、第3の辺と、第4の辺とを有し、

前記第1の辺は、前記第2の辺と隣接せず、

前記外装体は、前記第1の電極と、前記第2の電極とを囲み、

前記第1のリードは、前記第1の辺に重なり、

前記第2のリードは、前記第2の辺に重なり、

前記蓄電装置の長辺方向からの断面視において、

前記第1の電極と、前記第2の電極とは、互いに重なる領域を有し、

前記第1の電極は、第1の集電体と、第1の活物質層を有し、

前記第1の集電体は、第1の面と、第2の面を有し、

前記第1の活物質層は、前記第1の面に設けられ、

前記第1の集電体は、前記第2の面を内側とする第1の折り曲げ部を有し、

前記第2の面は、第1の領域と第2の領域を有し、

前記第1の領域は、前記第2の領域と重なる領域を有し、

前記第1の領域は、前記第1の折り曲げ部と異なる箇所で、前記第2の領域と接続する領域を有する蓄電装置。

10

#### 【請求項5】

請求項3又4において、

前記第1の辺の長さをW、前記第3の辺の長さをLとするとき、 $L > W$ である蓄電装置。

20

#### 【請求項6】

請求項1乃至5のいずれか一において、

前記蓄電装置の長辺方向からの断面視において湾曲した蓄電装置。

#### 【請求項7】

請求項1乃至6のいずれか一に記載の蓄電装置と、可携性を有する筐体を有する電子機器。

30

#### 【請求項8】

請求項1乃至6のいずれか一に記載の蓄電装置と、湾曲部を有する筐体を有する電子機器。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明の一態様は、蓄電装置及び電子機器に関する。

#### 【0002】

なお、本発明の一態様は、上記の技術分野に限定されない。本明細書等で開示する発明の一態様は、物、方法、又は製造方法に関する。本発明の一態様は、プロセス、マシン、マニュファクチャ、又は組成物（コンポジション・オブ・マター）に関する。そのため、より具体的に本明細書で開示する本発明の一態様の技術分野としては、半導体装置、表示装置、発光装置、蓄電装置、記憶装置、それらの駆動方法、又は、それらの製造方法を一例として挙げることができる。

40

#### 【0003】

なお、本明細書において電子機器とは、電気によって駆動する装置全般を指し、電気光学装置、および情報端末装置などは全て電子機器である。電子機器は蓄電装置を内蔵する場合がある。なお、ここで内蔵という定義は、取り外して交換できないように内蔵することは言うまでもなく、バッテリーパックなどとして自由に取り外しできるものも内蔵と呼ぶ。

50

**【背景技術】****【0004】**

近年、リチウムイオン二次電池、リチウムイオンキャパシタ、空気電池等、種々の蓄電装置の開発が盛んに行われている。特に高出力、高エネルギー密度であるリチウムイオン二次電池は、携帯電話やスマートフォン、ノート型コンピュータ等の携帯情報端末、携帯音楽プレーヤ、デジタルカメラ等の電子機器、あるいは医療機器、ハイブリッド車（HEV）、電気自動車（EV）、燃料電池自動車、また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など、半導体産業の発展と併せて急速にその需要が拡大し、充電可能なエネルギーの供給源として現代の情報化社会に不可欠なものとなっている。

10

**【0005】**

一方、使用者が体に身につけて使用するウェアラブルデバイスの開発が盛んに行われている。使用者がより快適に使用するために、ウェアラブルデバイスは、湾曲した形状を有する、または、可撓性を有するものが多い。また、このようなウェアラブルデバイスに搭載するために、湾曲している、または、可撓性を有する蓄電装置の開発が行われている。

**【0006】**

例えば、特許文献1には、少なくとも一軸方向に湾曲することのできるシート状の蓄電装置と、該蓄電装置を搭載した電子デバイスが開示されている。

**【先行技術文献】****【特許文献】**

20

**【0007】**

【特許文献1】特開2013-211262号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

ウェアラブルデバイス等に使用するための蓄電装置の開発においては、大容量であり、可撓性を有する蓄電装置の実現が要求されている。また、湾曲しても、容量及びサイクル特性が悪化しにくい蓄電装置の開発が求められている。また、小型かつ大容量の蓄電装置の開発が求められている。

**【0009】**

30

そこで、本発明の一態様は、可撓性を有する蓄電装置を提供することを課題とする。また、本発明の一態様は、蓄電装置が湾曲する際に容量及びサイクル特性が悪化することを抑制することを課題とする。また、本発明の一態様は、湾曲することのできる蓄電装置を有する電子機器を提供することを課題とする。

**【0010】**

また、本発明の一態様は、大容量の蓄電装置を提供することを課題とする。また、本発明の一態様は、蓄電装置の体積あたり又は重量あたりの容量を高めることを課題とする。また、本発明の一態様は、蓄電装置の小型化を課題とする。

**【0011】**

40

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

**【課題を解決するための手段】****【0012】**

本発明の一態様は、第1の電極と、第2の電極と、電解液とを有し、第1の電極は、正極および負極のいずれか一方として機能し、第2の電極は、正極および負極のいずれか他方として機能し、第1の電極と、第2の電極とは、互いに重なる領域を有し、第1の電極は

50

、第1の集電体と、第1の活物質層を有し、第1の集電体は、第1の面と、第2の面を有し、第1の活物質層は、第1の面に設けられ、第1の集電体は、第2の面を内側とする第1の折り曲げ部を有し、第2の面は、第1の領域と第2の領域を有し、第1の領域は、第2の領域と重なる領域を有し、第1の領域は、第1の折り曲げ部と異なる箇所で、第2の領域と接続する領域を有する蓄電装置である。

【0013】

また、本発明の一態様は、上記構成において、第1の集電体は、第1の面を内側とする第2の折り曲げ部を有し、第1の活物質層は、第2の折り曲げ部に設けられない蓄電装置である。

【0014】

また、本発明の一態様は、上記各構成において、第2の電極は、第2の集電体と、第2の活物質層を有し、第2の集電体は、第3の折り曲げ部を有し、第3の折り曲げ部は、第1の折り曲げ部と略平行である蓄電装置である。

【0015】

また、上記各構成の蓄電装置において、第1の電極と、第2の電極と、電解液を囲む外装体を有し、外装体は、フィルムを有するとより好ましく、また、電解液は、ゲル状であるとより好ましく、また、第1の電極は、摩擦層を有し、該摩擦層は、第2の面に設けられるとより好ましい。

【0016】

また、本発明の一態様は、第1の電極と、第2の電極と、第1のリードと、第2のリードと、外装体とを有し、第1の電極は、正極および負極のいずれか一方として機能し、第2の電極は、正極および負極のいずれか他方として機能し、第1のリードは、第1の電極と電気的に接続され、第2のリードは、第2の電極と電気的に接続され、外装体は、第1の辺と、第2の辺と、第3の辺と、第4の辺とを有し、第1の辺は、第2の辺と隣接せず、外装体は、折り曲げ部を有し、折り曲げ部は、第1の辺と、第2の辺を含み、外装体は、第1の電極と、第2の電極とを囲み、第1のリードと、第2のリードは、第1の辺に重なる蓄電装置である。

【0017】

また、本発明の一態様は、上記構成において、第1の辺の長さをW、第3の辺の長さをLとするとき、 $L > W$ である蓄電装置である。

30

【0018】

また、本発明の一態様は、上記各構成において、第1の電極と、第2の電極とは、互いに重なる領域を有し、第1の電極は、第1の集電体と、第1の活物質層を有し、第1の集電体は、第1の面と、第2の面を有し、第1の活物質層は、第1の面に設けられ、第1の集電体は、第2の面を内側とする第1の折り曲げ部を有し、第2の面は、第1の領域と第2の領域を有し、第1の領域は、第2の領域と重なる領域を有し、第1の領域は、第1の折り曲げ部と異なる箇所で、第2の領域と接続する領域を有する蓄電装置である。

【0019】

また、本発明の一態様は、上記構成の蓄電装置において、第1の集電体は、第1の面を内側とする第2の折り曲げ部を有し、第1の活物質層は、第2の折り曲げ部に設けられていないてもよい。

40

【0020】

また、本発明の一態様は、上記各構成の蓄電装置において、可撓性を有するとより好ましく、また、湾曲しているとより好ましい。

【0021】

また、本発明の一態様は、上記各構成の蓄電装置と、可撓性を有する筐体を有する電子機器である。また、本発明の一態様は、上記各構成の蓄電装置と、湾曲部を有する筐体を有する電子機器である。

【発明の効果】

【0022】

50

本発明の一態様により、折り曲げ部を有する集電体において、接触する面同士の間の摩擦を小さくすることができる。これによって、蓄電装置を湾曲させた際、電極は変形しやすくなるため、湾曲した蓄電装置の内径と外径の差に起因して生じる応力を逃がしやすくすることができる。また、正極又は負極が損傷するのを防ぐことができる。また、本発明の一態様により、蓄電装置を湾曲する際、正極と負極が過剰にずれ、電池反応が妨げられることを防止することができる。従って、可撓性を有する蓄電装置を提供することができる。また、湾曲させても容量及びサイクル特性が悪化しにくい蓄電装置を提供することができる。また、可撓性を有する蓄電装置を有する電子機器を提供することができる。

#### 【0023】

また、本発明の一態様により、大容量の蓄電装置を提供することができる。また、本発明の一態様により、蓄電装置の体積あたり又は重量あたりの容量を高めることができる。また、本発明の一態様により、蓄電装置を小型化することができる。10

#### 【0024】

また、本発明の一態様により、大量生産が容易で、湾曲することのできる小型の蓄電装置を提供することができる。したがって、本発明の一態様により、小型であり、かつ、湾曲した形状を有するウェアラブル機器等に搭載しやすい蓄電装置を提供することができる。さらに湾曲形状を有するウェアラブル機器等を大量生産する必要がある場合にも、蓄電装置を安定供給することができる。

#### 【0025】

また、新規な電極、新規な二次電池、新規な蓄電装置、または新規な電子機器を提供することができる。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。20

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0026】

【図1】蓄電装置を説明する図。

【図2】蓄電装置を説明する図。

【図3】蓄電装置を説明する図。

【図4】蓄電装置を説明する図。

【図5】蓄電装置を説明する図。

【図6】蓄電装置を説明する図。

【図7】蓄電装置を説明する図。

【図8】蓄電装置を説明する図。

【図9】蓄電装置を説明する図。

【図10】蓄電装置を説明する図。

【図11】蓄電装置を説明する図。

【図12】蓄電装置を説明する図。

【図13】蓄電装置を説明する図。

【図14】蓄電装置を説明する図。

【図15】蓄電装置を説明する図。

【図16】蓄電装置を説明する図。

【図17】蓄電装置を説明する図。

【図18】蓄電装置を説明する図。

【図19】蓄電装置を説明する図。

【図20】蓄電装置を説明する図。

【図21】蓄電装置を説明する図。

【図22】蓄電装置を説明する図。

【図23】蓄電装置を説明する図。

30

40

50

【図24】蓄電装置の製造方法を説明する図。  
 【図25】蓄電装置の製造方法を説明する図。  
 【図26】蓄電装置の製造方法を説明する図。  
 【図27】蓄電装置の製造方法を説明する図。  
 【図28】蓄電装置の製造方法を説明する図。  
 【図29】蓄電装置の製造方法を説明する図。  
 【図30】蓄電装置を説明する図。  
 【図31】蓄電装置を説明する図。  
 【図32】蓄電装置を説明する図。  
 【図33】蓄電装置を説明する図。  
 【図34】蓄電装置を説明する図。  
 【図35】電子機器を説明する図。  
 【図36】電子機器を説明する図。  
 【図37】電子機器を説明する図。  
 【図38】電子機器を説明する図。  
 【図39】電子機器を説明する図。  
 【図40】電子機器を説明する図。  
 【図41】電子機器を説明する図。  
 【図42】蓄電装置を説明する図。

10

【発明を実施するための形態】

20

#### 【0027】

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。

#### 【0028】

本明細書等における「接続」には、「何らかの電気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、「何らかの電気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。

30

#### 【0029】

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。

#### 【0030】

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、図面等に開示された位置、大きさ、範囲などに限定されない。

#### 【0031】

なお、本明細書等における「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り、数的に限定するものではないことを付記する。

40

#### 【0032】

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。したがって、- 5°以上 5°以下の場合も含まれる。また、「略平行」とは、二つの直線が - 30°以上 30°以下の角度で配置されている状態をいう。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。したがって、85°以上 95°以下の場合も含まれる。また、「略垂直」とは、二つの直線が 60°以上 120°以下の角度で配置されている状態をいう。

#### 【0033】

(実施の形態1)

50

本実施の形態では、本発明の一態様の蓄電装置について、二次電池100を例に挙げて説明する。また、本実施の形態では、二次電池100について、図1乃至図23を用いて説明する。

#### 【0034】

##### [1. 基本的な構成]

二次電池100の斜視図を図1(A)に示す。二次電池100は、可撓性を有する外装体110、正極リード141、負極リード145及び封止層140を有する。また、二次電池100は、図1(B)に示すように湾曲することができる。

#### 【0035】

二次電池100のX1-X2線における断面図を図2(A)に、X3-X4線における断面図を図3(A)に、Y1-Y2線における断面図を図4に示す。また、図1(B)に示した湾曲した二次電池100のX5-X6線における断面図を図5に示す。

#### 【0036】

二次電池100は、外装体110に囲まれる位置に、正極111、負極115、セパレータ108及び電解液109を有する。また、正極111は、正極集電体101及び正極活物質層102を有する。また、負極115は、負極集電体105及び負極活物質層106を有する。また、正極集電体101、負極集電体105及びセパレータ108は、重ねられ、つづら折りに折り曲げられている。また、正極活物質層102及び負極活物質層106は、セパレータ108を介して向かい合っている。

#### 【0037】

二次電池100において、正極集電体101及び負極集電体105をつづら折りに折り曲げることによって、正極111及び負極115の面積がそれぞれ大きくても、小さく折り畳むことができる。これによって、大容量の二次電池100を小型化することができる。

#### 【0038】

なお、本明細書等において、つづら折りとは、板状の部材で作られる山折りと谷折りの繰り返し構造を示す。

#### 【0039】

なお、本明細書等において、折り曲げ部とは、板状の部材を折り曲げることにより形成される局所的に屈曲した部分、または、板状の部材を折り曲げることにより分けられる一方の平板状の部分と、他方の平板状の部分との境に位置する部分を示す。

#### 【0040】

なお、本明細書等において、平板状とは、板状の部材が折り曲げ部を有していない状態を示す。また、本明細書等において、平板状の部分は、湾曲していてもよい。

#### 【0041】

次に、図2(A)乃至(E)、及び図3(D)を用いて、負極115の構造について説明する。

#### 【0042】

図2(A)に示した二次電池100が有する負極115において、点線で囲まれる部分115aの拡大図を図2(B)に、部分115aが湾曲する様子を図2(C)に示す。また、図2(B)に示した部分115aにおいて、点線で囲まれる部分202の拡大図を図2(E)に示す。図2(B)および図2(E)に示すように、負極集電体105は、第1の面221と第2の面222を有し、第2の面222を内側とする折り曲げ部211を有する。負極活物質層106は、第1の面221に設けられ、第2の面222には設けられない。また、第2の面222は、折り曲げ部211を境として互いに向かい合う第1の領域231と、第2の領域232に分かれれる。

#### 【0043】

図2(B)では、簡略化のため図示しないが、本構成とすることにより、第1の領域231と、第2の領域232とは、接触する。第1の領域231及び第2の領域232は、いずれも負極集電体105を構成する金属の表面であることから、第1の領域と、第2の領域との接触面に働く摩擦力は小さい。例えば、より具体的には、第1の領域231と、第

10

20

30

40

50

2の領域232と間の静摩擦係数は、負極活物質層106と、セパレータ108との間の静摩擦係数よりも小さい。従って、第1の領域231と、第2の領域232が、互いにずれることによって、図2(C)に示すように、負極集電体105は変形することができる。

#### 【0044】

また、図2(B)、(C)で示すように、第1の領域231の端部と、第2の領域232の端部とは、折り曲げ部211とは異なる箇所である、溶接部201aで接続されている。これによって、負極集電体105、さらには負極115が、過剰に変形し、正極活物質層102と負極活物質層106との距離が変化すること、又は負極115と正極111が接触して短絡が発生すること等を防ぐことができる。

10

#### 【0045】

また、負極115は、折り曲げ部211の付近に負極活物質層106を有しないと好ましい。これによって、折り曲げ部211付近における負極集電体105の変形を、負極活物質層106が妨げることを防ぐことができる。また、二次電池100の製造工程において、負極集電体105を折り曲げ、折り曲げ部211を形成する際に、負極活物質層106が、負極集電体105から剥離することを防ぐことができる。

#### 【0046】

上記の構成によって、二次電池100が湾曲する際に、負極115は、二次電池100全体の変形に追随して、変形することができる。従って、二次電池100を、可撓性を有する二次電池とすることができます。また、以上に記した構成によって、第1の領域231と、第2の領域232とは、互いにずれやすく、負極集電体105が変形しやすくすることができます。そのため、負極115に皺が生じること、又は負極115が局所的に強く湾曲すること等を抑制することができる。よって、負極115において、負極活物質層106が損傷すること、又は負極集電体105が破れること等を防ぐことができる。従って、湾曲することにより、二次電池100の容量及びサイクル特性が悪化するのを抑制することができる。

20

#### 【0047】

図2(D)には、図2(A)で示す溶接部201の拡大図を示す。負極集電体105は、第1の面221を内側とする折り曲げ部212を有する。

#### 【0048】

30

図2(D)に示すように、負極活物質層106を、第1の面221を内側とする折り曲げ部212に設けないことによって、負極集電体105の折り曲げ部212付近と、負極集電体105のふち213とを重ねて溶接し、溶接部201を形成することができる。また、溶接部201を形成することによって、負極集電体105のつづら折りの構造が崩れることを抑制することができる。また、溶接部201に、負極リード145を接続することで、負極115の内部抵抗を小さくすることができる。従って、二次電池100のサイクル特性を改善し、また、充放電容量を増加させることができる。

#### 【0049】

また、負極115が有する負極集電体105において、折り曲げ部212と、折り曲げ部211とが、平行又は略平行であると好ましい。折り曲げ部212と、折り曲げ部211とが、互いに平行又は略平行であることにより、二次電池100は、少なくとも、折り曲げ部212または折り曲げ部211に対して垂直な軸方向に折り曲げやすくなる。

40

#### 【0050】

なお、例えば、板状の部材Aが有する折り曲げ部(以下折り曲げ部Aと呼ぶ)に隣接する平板状の部分(以下、平板状の部分Aと呼ぶ)に垂直な向きから板状の部材Aを観察するとき、折り曲げ部Aの一部を、板状の部材Aの有する一つの辺(以下辺Aと呼ぶ)として認識することができる。また、例えば、板状の部材Bが有する折り曲げ部(以下折り曲げ部Bと呼ぶ)に隣接する平板状の部分(以下、平板状の部分Bと呼ぶ)に垂直な向きから板状の部材Bを観察するとき、折り曲げ部Bの一部を、板状の部材Bの有する一つの辺(以下辺Bと呼ぶ)として認識することができる。本明細書において、折り曲げ部Aと、折

50

り曲げ部Bとが、平行であるとは、辺Aと、辺Bとが、平行であることを示す。なお、上記した板状の部材Bは、板状の部材Aと同一であってもよく、別の板状の部材であってよい。

#### 【0051】

また、上記したように、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。そのため、折り曲げ部Aと折り曲げ部Bとが、平行であるとは、辺Aと、辺Bとが、-10°以上10°以下の角度で配置されている状態をいう。

#### 【0052】

また、上記したように、本明細書において「略平行」とは、二つの直線が-30°以上30°以下の角度で配置されている状態をいう。そのため、折り曲げ部Aと折り曲げ部Bとが、略平行であるとは、辺Aと、辺Bとが、-30°以上30°以下の角度で配置されている状態をいう。

#### 【0053】

図3(D)に、つづら折りの負極集電体105における平板状の部分に垂直な向きから負極115を観察する様子を示す。図3(D)において、折り曲げ部211の一部を、負極集電体105の有する一つの辺281として認識することができる。また、図3(D)において、折り曲げ部212の一部を、負極集電体105の有する一つの辺282として認識することができる。

#### 【0054】

次に、図3(A)、(B)を用いて、正極111について説明する。

#### 【0055】

正極111において、正極活物質層102は、正極集電体101の一方の面にのみ設けられる。正極集電体101は、負極集電体105及びセパレータ108と同様につづら折りに折り曲げられ、複数の折り曲げ部を形成している。

#### 【0056】

図3(A)で示すように、正極集電体101は、第4の面224を内側とする折り曲げ部252を有している。正極集電体101が、折り曲げ部252を有する場合、折り曲げ部252は、負極集電体105が有する折り曲げ部211と平行又は略平行であることが好み。また、折り曲げ部252と、折り曲げ部251とが、平行であれば、より好み。上記の構成とすることによって、二次電池100を湾曲しやすくすることができる。

#### 【0057】

また、正極111が有する正極集電体101において、折り曲げ部252と、折り曲げ部251とが、互いに平行又は略平行であることにより、二次電池100は、折り曲げ部251または折り曲げ部252に垂直な軸方向に折り曲げやすくなり、好み。

#### 【0058】

図3(C)に、つづら折りの正極集電体101における平板状の部分に垂直な向きから正極111を観察する様子を示す。図3(C)において、折り曲げ部251の一部を、正極集電体101の有する一つの辺283として認識することができる。また、図3(C)において、折り曲げ部252の一部を、正極集電体101の有する一つの辺284として認識することができる。

#### 【0059】

また、図3(A)で、点線250で囲んだ部分の断面斜視図を、図3(B)に示す。正極集電体101は、正極活物質層102が設けられる第3の面223および正極活物質層102が設けられない第4の面224並びに第3の面223を内側とする折り曲げ部251を有している。また、図3(B)には、図3(D)を用いて説明した辺281を両矢印291で示し、図3(C)を用いて説明した辺283を両矢印293で示す。

#### 【0060】

図3(B)に示すように、両矢印291と、両矢印293とが平行又は略平行である、すなわち、正極集電体101の折り曲げ部251が、負極集電体105の折り曲げ部211

10

20

30

40

50

と平行又は略平行であることによって、二次電池 100 は、少なくとも正極集電体 101 の折り曲げ部 251 に垂直な軸方向、または負極集電体 105 の折り曲げ部 211 に垂直な軸方向に、図 5 のように折り曲げることができる。

#### 【0061】

正極集電体 101 は、端部において、正極リード 141 と接続されている。

#### 【0062】

なお、図 2 および図 3 に示すように、負極 115 において、一の負極集電体 105 の一方の面に、負極活物質層 106 を複数有し、複数の負極活物質層 106 の間に折り曲げ部を設けると好ましい。また、正極 111 において、一の正極集電体 101 の一方の面に、正極活物質層 102 を複数有し、複数の正極活物質層 102 の間に折り曲げ部を設けると好ましい。10

#### 【0063】

また、本実施の形態では、正極集電体 101、負極集電体 105、及びセパレータ 108 それぞれが有する折り曲げ部の数が 5 である例を示したが、本実施の形態にはこれに限られない。正極集電体 101、負極集電体 105、及びセパレータ 108 の有する折り曲げ部の数は、それぞれ、1 以上 4 以下でもよく、6 以上であってもよい。

#### 【0064】

正極 111 における正極活物質層 102 の面積、及び負極 115 における負極活物質層 106 の面積が大きいほど、二次電池 100 の容量を増加させることができ、好ましい。また、正極集電体 101 又は負極集電体 105 が有する折り曲げ部の数が多いほど、二次電池 100 を小型化することができ、好ましい。20

#### 【0065】

また、以上に示した構成とすると、一の集電体に一の活物質層が設けられる電極を複数重ねる構成の二次電池と比較して、部品数を減らすことができ、製造を容易にすることができます。また、製造時に正極と負極の位置を合わせやすくすることができる。したがって、二次電池の小型化が要求されるとき、例えば、人間の手では製造が難しくなる大きさの二次電池を製造する場合にも、二次電池 100 は、製造が容易である。したがって、二次電池 100 は、大量生産することが容易な二次電池であるということもできる。

#### 【0066】

なお、図 2 乃至図 5 では、負極 115 の有する負極集電体 105 について、第 2 の面 222 を内側とする折り曲げ部 211 により分けられる第 1 の領域 231 と、第 2 の領域 232 を接続する例を示したが、本実施の形態は、これに限られない。第 1 の面 221 を内側とする折り曲げ部 212 により分けられる 2 つの領域同士を接続してもよい。また、正極 111 の有する正極集電体 101 について、第 3 の面 223 を内側とする折り曲げ部 251 により分けられる 2 つの領域同士を接続する構成としてもよい。また、正極集電体 101 について、第 4 の面 224 を内側とする折り曲げ部 252 により分けられる 2 つの領域同士を接続する構成としてもよい。30

#### 【0067】

また、本明細書において、正極と負極は、必要に応じて適宜入れ替えて使用してもよい。

#### 【0068】

##### [2. 変形例 1]

次に、図 6 (A)、(B) を用い正極 111 の別の構成について説明する。負極 115、セパレータ 108、外装体 110 及び電解液 109 については、上述した基本的な構成の二次電池 100 に関する説明を参照することができる。

#### 【0069】

図 6 (A) に、二次電池 100 の斜視図を示し、図 6 (B) に、二次電池 100 の X7-X8 線における断面図を示す。

#### 【0070】

図 6 (A) に示す二次電池 100 のように、正極リード 141 と、負極リード 145 を、外装体 110 に対してそれぞれ逆向きにとりつける場合、正極リード 141 と正極 111 50

との接続は、負極リード 145 の負極 115 との接続と同様にすればよい。すなわち、図 6 (B) に示すように、正極集電体 101 の折り曲げ部は、溶接部 261 で接続されてもよい。これによって、正極集電体 101 のつづら折りの構造が崩れることを抑制することができる。

#### 【0071】

また、溶接部 261 には、正極リード 141 を接続すればよい。これによって、正極 111 の内部抵抗を減少させることができる。従って、二次電池 100 のサイクル特性を改善し、また、充放電容量を増加させることができる。

#### 【0072】

このように、本発明の一態様の二次電池 100 は、リード電極を自由に配置することができるため、設計自由度が高い。よって、本発明の一態様の二次電池を用いた製品の設計自由度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製品の生産性を高めることができる。10

#### 【0073】

また、正極 111 及び負極 115 のいずれか一方は、図 2 乃至図 6 に示すようなつづら折りに折り曲げずともよい。例えば、図 7 に示す二次電池 100 の有する正極 111a 及び正極 111b のように平板状であってもよい。正極 111a は、正極集電体 101 の片方の面に設けられる正極活物質層 102 を有し、正極活物質層 102 は、負極活物質層 106 と、セパレータ 108a を介して向かい合う。また、正極 111b は、正極集電体 101 の両方の面に設けられる正極活物質層 102 を有し、正極活物質層 102 は、負極活物質層 106 と、セパレータ 108b を介して向かい合う。20

#### 【0074】

また、セパレータ 108 もつづら折りに折り曲げずともよい。例えば、図 7 に示す二次電池 100 の有するセパレータ 108a 及びセパレータ 108b のように、正極を挟み込む形状であってもよい。セパレータ 108a は、正極 111a を挟み込み、また、セパレータ 108b は、正極 111b を挟み込む。セパレータ 108 が、111a を挟み込むことにより、二次電池 100 において内部短絡が発生することをより確実に防止することができる。

#### 【0075】

##### [3. 変形例 2]

次に、図 8 および図 9 を用いて負極 115 の別の構成について説明する。正極 111、セパレータ 108、外装体 110、及び電解液 109 については、上述の説明を参照することができる。30

#### 【0076】

図 8 (A) に、二次電池 100 の断面図を示す。二次電池 100 において、負極 115 は、負極集電体 105、負極活物質層 106、及び摩擦層 107 を有する。また、負極集電体 105 は、つづら折りに折り曲げられ、複数の折り曲げ部を有している。

#### 【0077】

図 8 (A) に示した負極 115 において、点線で囲まれる部分 115b の拡大図を図 8 (B) に示す。負極集電体 105 は、第 1 の面 221 と第 2 の面 222 を有し、第 2 の面 222 を内側として折り曲げられ、折り曲げ部 211 を形成している。負極活物質層 106 は、第 1 の面 221 に設けられ、摩擦層 107 は、第 2 の面 222 に設けられる。40

#### 【0078】

図 8 (B) に示した部分 115b の点線で囲まれる部分 202 の拡大図を図 8 (C) に示す。負極集電体 105 の第 2 の面 222 は、折り曲げ部 211 を境として分けられる第 1 の領域 231 と、第 2 の領域 232 とを有する。また、第 1 の領域 231 と、第 2 の領域 232 は、向かい合う。摩擦層 107 は、第 1 の領域 231 にのみ設けられ、第 2 の領域 232 には設けない。

#### 【0079】

この構成とすることにより、第 1 の領域 231 に設けられる摩擦層 107 は、第 2 の領域50

232と接触する。後述するが、摩擦層107には、他の物質との接触面に働く摩擦力が小さい材料を用いるため、摩擦層107と、第2の領域232とが接触する本構成とすることにより、負極集電体105をより変形しやすくすることができる。

#### 【0080】

摩擦層107と、第2の領域232との間の静摩擦係数が、第1の領域231と、第2の領域232との間の静摩擦係数よりも小さい場合に、本構成とすることにより、負極集電体105を、より変形しやすくすることができ、好ましい。

#### 【0081】

なお、本明細書等における静摩擦係数は、傾斜法による測定や、直線摺動式試験機を用いた測定により、求めることができる。

10

#### 【0082】

また、本明細書等における静摩擦係数は、以下のように求めることができる。まず表面が平らで、水平になるように置かれたガラス板の上に、試料Aと、試料Bをのせる。その上に平らな板と重りをのせる。試料Aを固定し、試料Bに荷重試験機をつけて、荷重試験機を例えれば約1mm/秒で水平に引っ張る。試料Bが1cm動くまでの間の荷重の最大値を測定し、この測定値を最大摩擦力とする。最大摩擦力をFとし、平らな板、重り、及び試料Bの荷重による試料Aに対する垂直抗力をNとするとき、試料Aと試料Bとの間の静摩擦係数 $\mu$ は、 $\mu = N / F$ で求めることができる。

#### 【0083】

なお、本明細書等における静摩擦係数は、平らで水平なガラス板の上に、測定する電極をのせ、試料Bの上下を試料Aにはさまれている状態としても、測定することができる。

20

#### 【0084】

なお、試料Aと、試料Bとの間に液が存在すると、静摩擦係数は小さくなることがある。二次電池として使用する際に、電解液が存在する可能性がある摩擦面について静摩擦係数の測定をする場合には、試料Aと、試料Bとの間に電解液を供給してから、測定を行うと、より好ましい。また、二次電池において、例えばゲル状の電解液を用いる場合等には、摩擦面に電解液が供給されにくいことがある。このような二次電池に用いる電極について、静摩擦係数の測定を行う場合には、試料Aと試料Bとの間に電解液を供給しなくてもよい。

#### 【0085】

30

なお、図8(A)、(B)、(C)では、負極115が摩擦層107を有する例を示したが、本発明の一態様はこれに限られず、正極111が摩擦層107を有していてもよい。

#### 【0086】

また、図8(A)、(B)、(C)では、負極集電体105の第2の面222の一部である第1の領域231にのみ、摩擦層107を設ける例を示したが、本発明の一態様はこれに限られず、例えれば、負極集電体105の第2の面222の全体、また、正極集電体101の正極活性質層102を有しない第4の面224の全体に、摩擦層107を設けてよい。

#### 【0087】

例えば、図9(A)に示す二次電池100の断面図において、正極111と、負極115は、いずれも摩擦層107を有する。本構成により、正極集電体101及び負極集電体105の両方を、より変形しやすくすることができる。従って、二次電池100が湾曲する際に、正極111及び負極115の両方を、二次電池100全体の変形に追随して、変形しやすくすることができる。

40

#### 【0088】

図9(A)に示した負極115において、点線で囲まれる部分115cの拡大図を図9(B)に示す。負極集電体105は、第1の面221と第2の面222を有し、第2の面222を内側として折り曲げられ、折り曲げ部211を形成している。負極活性質層106は、第1の面221に設けられ、摩擦層107は、第2の面222に設けられている。

#### 【0089】

50

図9( B )に示した部分 115c の点線で囲まれる部分の拡大図を図9( D )に示す。負極集電体 105 の第2の面 222 は、折り曲げ部 211 を境として第1の領域 231 と、第2の領域 232 と分けられ、第1の領域 231 と、第2の領域 232 は、向かい合う。摩擦層 107 は、第1の領域 231 と、第2の領域 232 の両方に設けられる。

#### 【0090】

摩擦層 107 と、摩擦層 107 との間の静摩擦係数が、摩擦層 107 と、第1の領域 231 又は第2の領域 232 との間の静摩擦係数よりも小さい場合に、本構成とすることにより、負極集電体 105 を、より変形しやすくすることができ、好ましい。

#### 【0091】

なお、摩擦層 107 が、導電性を有しない材料からなる場合に、負極集電体 105 において、折り曲げ部 212 及び溶接部 201 の付近に摩擦層 107 を有すると、負極集電体 105 の第1の領域 231 と、第2の領域 232 を接続することが困難になる。従って、図8( A )、( B )及び図9( A )、( B )に示すように、負極集電体 105 において、折り曲げ部 212 及び溶接部 201 の付近には、摩擦層 107 を有しない方が好ましい。

#### 【0092】

一方、摩擦層 107 が導電性を有する材料からなる場合には、負極集電体 105 において、折り曲げ部 212 及び溶接部 201 の付近に摩擦層 107 を有していても、負極集電体 105 の第1の領域 231 と、第2の領域 232 を接続することができる。従って、図9( C )の溶接部 201 の拡大図に示すように、摩擦層 107 が、折り曲げ部 212 及び溶接部 201 の付近に設けられていてもよい。

#### 【0093】

##### [4. 変形例3]

次に、図10を用いて二次電池 100 の別の構成について説明する。

#### 【0094】

図10に示す二次電池 100 は、正極 111 、負極 115 、セパレータ 108 及びゲル電解液 109a を有する。また、正極 111 は、正極集電体 101 及び正極活物質層 102 を有する。また、負極 115 は、負極集電体 105 及び負極活物質層 106 を有する。正極集電体 101 、負極集電体 105 及びセパレータ 108 は、つづら折りに折り曲げられ、それぞれ複数の折り曲げ部を有する。また、正極活物質層 102 及び負極活物質層 106 は、セパレータ 108 及びゲル電解液 109a を介して向かい合っている。また正極集電体 101 は、正極リード 141 と接続している。また、負極集電体 105 は、負極リード 145 と接続している。

#### 【0095】

正極 111 と、負極 115 との間にゲル電解液 109a を設けると、正極活物質層 102 と、負極活物質層 106 との間の距離を一定に保ちやすくすることができる。そのため、正極 111 と、負極 115 との間の電池反応の速度を一定に保ちやすくすることができる。従って、本構成とすると、二次電池 100 が湾曲した際に、正極活物質層 102 と、負極活物質層 106 との間の距離を一定に保つことで、正極 111 と負極 115 との間の電池反応の速度がばらつくことを防ぎ、二次電池 100 の容量及びサイクル特性の悪化を抑制することができる。

#### 【0096】

##### [5. 変形例4]

図11乃至図23を用いて、二次電池 100 のさらなる変形例を示す。なお、図11乃至図23に示す正極 111 、負極 115 、セパレータ 108 、外装体 110 及び電解液 109 等について、特に説明しない場合は、変形例1乃至3の説明を参照することができる。

#### 【0097】

図11( A )に、図1で示した二次電池 100 の X1 - X2 線における断面図の変形例を、図11( B )に、二次電池 100 の X3 - X4 線における断面図の変形例を示す。

#### 【0098】

図11( A )、( B )に示すように、場合によっては、負極 115 において、負極集電体

10

20

30

40

50

105の第1の面と、第2の面とが、溶接により接続されていなくてもよい。負極集電体105は、溶接部201を有しない場合であっても、負極タブにおいて、負極リード145と接続することができる。

#### 【0099】

なお、負極タブとは、負極のうち、負極リードと電気的に接続するための、活物質が形成されていない領域を有する部分をいう。同様に、正極タブとは、正極のうち、正極リードと電気的に接続するための、活物質が形成されていない領域を有する部分をいう。

#### 【0100】

図12(A)に、図1で示した二次電池100のX1-X2線における断面図の別の変形例を、図12(B)に、二次電池100のX3-X4線における断面図の別の変形例を示す。  
10

#### 【0101】

図12(A)、(B)に示すように、場合によっては、負極115において、負極集電体105は、図2(D)で示した折り曲げ部212に相当する折り曲げ部を有していなくてもよい。複数の2つ折りの負極集電体105を溶接部201で接続する構成であれば、溶接部201で負極リード145と接続することができる。

#### 【0102】

図13(A)に、図1で示した二次電池100のX1-X2線における断面図の別の変形例を、図14に、X3-X4線における断面図の別の変形例を示す。また、図13(B)に、図13(A)において点線部で囲った部分115aの拡大図を示す。  
20

#### 【0103】

図13(A)、(B)及び図14に示すように、場合によっては、負極115において、負極集電体105は、図2(E)で示した折り曲げ部211に相当する折り曲げ部を有していなくてもよい。2つの負極集電体105の、負極活物質層106を有しない面(第1の領域231を含む第2の面222と、第2の領域232を含む第2の面222)同士を、溶接部211aで接続する構成であってもよい。

#### 【0104】

図15(A)に、図1で示した二次電池100のX1-X2線における断面図の別の変形例を、図15(B)に、二次電池100のX3-X4線における断面図の別の変形例を示す。  
30

#### 【0105】

図15(A)、(B)に示すように、場合によっては、正極111において、正極集電体101は、図3で示した折り曲げ部252に相当する折り曲げ部を有していなくてもよい。2つの正極集電体101の、正極活物質層102を有しない面同士を、溶接部252aで接続する構成であってもよい。

#### 【0106】

図16(A)に、図1で示した二次電池100のX1-X2線における断面図の別の変形例を、図16(B)に、二次電池100のX3-X4線における断面図の別の変形例を示す。

#### 【0107】

図16(A)、(B)に示すように、正極111において、正極集電体101は、図3(B)で説明した折り曲げ部251に相当する折り曲げ部を有していなくてもよい。2つの正極集電体101の、正極活物質層102を有しない面同士を、溶接部251aで接続する構成であってもよい。  
40

#### 【0108】

図17に、図6(A)で示す二次電池100のX7-X8線における断面図の変形例を示す。

#### 【0109】

図17に示すように、正極111aおよび正極111bが平板状の場合に、負極115において、負極集電体105の第1の面と、第2の面が接続されていなくてもよい。負極集  
50

電体 105 は、溶接部を有しない場合であっても、端部に有する負極タブにおいて、負極リード 145 と接続することができる。

【0110】

図 18 に、図 6 (A) で示す二次電池 100 の X7 - X8 線における断面図の別の変形例を示す。

【0111】

図 18 に示すように、正極 111a および正極 111b が平板状の場合に、負極 115 において、負極集電体 105 が、図 2 で示した折り曲げ部 212 に相当する折り曲げ部を有していなくてもよい。複数の 2 つ折りの負極集電体 105 を溶接部 201 で接続する構成であれば、溶接部 201 で負極リード 145 と接続することができる。

10

【0112】

図 19 に、図 6 (A) で示す二次電池 100 の X7 - X8 線における断面図の別の変形例を示す。

【0113】

図 19 に示すように、正極 111a および正極 111b が平板状の場合であっても、負極 115 において、負極集電体 105 は、図 2 で示した折り曲げ部 211 を有していなくてもよい。2 つの負極集電体 105 の、負極活物質層 106 を有しない面同士を、溶接部 211a で接続する構成であってもよい。

【0114】

図 20 に、図 6 (A) で示す二次電池 100 の X7 - X8 線における断面図の別の変形例を示す。

20

【0115】

正極 111 は、つづら折りでも平板状でもない形状であってもよい。図 20 に示す正極 111 は、正極集電体 101 の一部においては両面に正極活物質層 102 が設けられ、正極集電体 101 の他の一部においては一方の面にのみ正極活物質層 102 が設けられる。このような正極 111 を溶接部 261 で接続する構成であってもよい。

【0116】

図 21 乃至図 23 に、摩擦層 107 を有する二次電池 100 の別の変形例を示す。

【0117】

図 21 に示すように、正極 111 のみが摩擦層 107 を有していてもよい。

30

【0118】

また、図 22 に示すように、正極 111 及び負極 115 の両方が摩擦層 107 を有する場合であって、摩擦層 107 は、正極集電体 101 及び負極集電体 105 それぞれの一部のみに設けられる構成であってもよい。

【0119】

また、図 23 に示すように、二次電池 100 は、摩擦層 107 を有する負極 115 、及びつづら折りの正極 111a 、並びに平板状の正極 111b を有する構成であってもよい。

【0120】

[6. 材料]

次に、二次電池 100 を構成する材料について説明する。

40

【0121】

正極集電体 101 及び負極集電体 105 には、ステンレス、金、白金、鉄、銅、アルミニウムまたはチタン等の金属、及びこれらの金属の合金など、導電性が高く、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。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、ジルコニアウム、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、タンゲステン、コバルト、ニッケル等がある。集電体は、箔状、板状(シート状)、網状、パンチングメタル状、エキスピンドメタル状等の形状を適宜用いることができる。集電

50

体は、厚みが 5  $\mu\text{m}$  以上 30  $\mu\text{m}$  以下のものを用いるとよい。また、集電体の表面に、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。

#### 【0122】

摩擦層としては、導電性を有する膜でも、絶縁性を有する膜でもよく、有機膜、無機膜、金属膜等を用いることができる。

#### 【0123】

有機膜の例として、樹脂膜、または、低分子化合物により形成される膜が挙げられる。

#### 【0124】

樹脂膜は、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、シリコーン樹脂、フェノール樹脂、ポリエステル樹脂等の熱硬化性樹脂から選ばれる一種若しくは複数種の樹脂材料、またはポリプロピレン、ポリエチレン、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリアミド、ポリエーテルケトン、フッ素樹脂、ポリエチレンナフタレート等の熱可塑性樹脂から選ばれる一種若しくは複数種の樹脂材料を用いて形成することができる。また、ポリオキシメチレンを用いてもよい。特に、フッ素樹脂は、同材料同士の静摩擦係数が約 0.04 であるポリテトラフルオロエチレンに代表されるように、摺動性が高く、摩擦層の摺動性を向上させることができ、好ましい。また、電池反応の電位において、摩擦層の分解が生じないことが好ましい。例えば、負極の電池反応の電位が低い場合、フッ素樹脂は還元分解してしまうことがある。そのため、フッ素樹脂は、正極の摩擦層として用いることが好適である。また、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK) に代表されるポリエーテルケトンは、摺動性、耐熱性、耐疲労性、耐薬品性に優れるため、摩擦層の摺動性を向上させることができ、好ましい。また、ポリパラキシリレン樹脂を、化学蒸着法 (CVD) で形成してもよい。ポリパラキシリレン樹脂は、摺動性、耐熱性、耐薬品性に優れるため、摩擦層の摺動性を向上させることができ、好ましい。10

#### 【0125】

低分子化合物により形成される膜として、自己組織化単分子膜 (SAM : Self-Assembled Monolayer) を用いてもよい。集電体の表面に SAM を形成することにより、集電体表面の潤滑性を向上させ、また、電極の摺動性を向上させることができ、好ましい。また、撥液性 SAM を用いてもよい。撥液性 SAM として、例えば、フルオロアルキル基を有するシランカップリング剤 (フルオロアルキルシラン。以下、FAS という。) を用いればよい。加熱した集電体と FAS を封じ込め、気相反応によって集電体表面に FAS 自己組織化単分子膜を形成することができる。また、メラミンシアヌレート (MCA) 等の固体潤滑剤を、蒸着することによって集電体上に摩擦層を形成してもよい。20

#### 【0126】

無機膜及び金属膜として、集電体に付着することができる材料を用いることができる。また、リチウムイオンの挿入及び脱離を起こさず、また、リチウムと合金化・脱合金化反応を起こさない材料を用いると、特に好ましい。例えば無機膜として、固体潤滑剤として代表的な二硫化モリブデン (MoS<sub>2</sub>)、又は二硫化タンゲステン (WS<sub>2</sub>) 等の金属硫化物、窒化ホウ素 (BN) 等を用いると電極の摺動性を向上させることができる。また、無機膜は絶縁性を有していてもよく、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、酸化ガリウム、酸化窒化ガリウム、酸化イットリウム、酸化窒化イットリウム、酸化ハフニウム、酸化窒化ハフニウム等の酸化物絶縁膜、窒化シリコン、窒化アルミニウム等の窒化物絶縁膜を用いることができる。30

#### 【0127】

金属膜として、例えば、アルミニウム、金、白金、銀、ニッケル、タンクステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、もしくはパラジウム等の金属材料、又はこれら金属材料を含む合金を用いることができる。また、上記金属材料や合金に、ランタン、ネオジム、又はゲルマニウム等が添加されていてもよい。また、アルミニウムとチタンの合金、アルミニウムとニッケルの合金、アルミニウムとネオジムの合金、アルミニウム、ニッケル、及びランタンの合金 (Al-Ni-La) 等のアルミニウムを含む合金 (アルミニウム40

合金)や、銀と銅の合金、銀とパラジウムと銅の合金(Ag-Pd-Cu、APCとも記す)、銀とマグネシウムの合金等の銀を含む合金を用いて形成することができる。銀と銅を含む合金は、耐熱性が高いため好ましい。

#### 【0128】

また、摩擦層は、上述した有機膜、無機膜、及び金属膜等のうち、二種以上を有する積層膜であってもよい。

#### 【0129】

また、摩擦層の表面粗さを小さくすることで、摩擦層の表面と、摩擦層に接触する他の面との接触面に働く摩擦力を小さくすることができ、より好ましい。具体的には、摩擦層の表面の少なくとも一部における算術的平均粗さRaが、1μm以下であれば好ましく、0.5μm以下であればより好ましい。摩擦層の算術的平均粗さRaは、触針式表面形状測定器または原子間力顕微鏡(AFM)等を用いた測定により求めることができる。

10

#### 【0130】

また、摩擦層は、破断しにくいと好ましい。例えば、引張応力を与えて破断させる試験を行うとき、破断する直前の伸び率が5%以上である材料を、摩擦層として用いると好ましく、また、破断する直前の伸び率が10%以上である材料を、摩擦層として用いるとより好ましい。

#### 【0131】

また場合によっては、摩擦層として、劈開性のある材料を用いることにより、集電体の表面に潤滑性を付与してもよい。

20

#### 【0132】

正極活物質層102及び負極活物質層106の厚みは、10μm以上200μm以下のものを用いるとよい。正極活物質層102及び負極活物質層106は、少なくとも、リチウムイオン等のキャリアイオンとの可逆的な反応が可能な活物質を有する。適当な手段により粉碎、造粒及び分級する事で、活物質の平均粒径や粒径分布を制御する事が出来る。活物質の平均粒径は、500nm以下、好ましくは50nm以上500nm以下のものを用いるとよい。

#### 【0133】

正極活物質層102に含まれる正極活物質として、リチウムイオンの挿入及び脱離が可能な材料を用いることができる。例えば、オリビン型の結晶構造、層状岩塩型の結晶構造、又はスピネル型の結晶構造を有するリチウム含有材料を用いることができる。

30

#### 【0134】

オリビン型構造のリチウム含有材料としては、例えば、一般式 $\text{LiMPO}_4$ (Mは、Fe(II)、Mn(II)、Co(II)、Ni(II)の一以上)が挙げられる。一般式 $\text{LiMPO}_4$ の代表例としては、 $\text{LiFePO}_4$ 、 $\text{LiNiPO}_4$ 、 $\text{LiCoPO}_4$ 、 $\text{LiMnPO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{a\text{Ni}}_{b\text{PO}}_4$ 、 $\text{LiFe}_{a\text{Co}}_{b\text{PO}}_4$ 、 $\text{LiFe}_{a\text{Mn}}_{b\text{PO}}_4$ 、 $\text{LiNi}_{a\text{Co}}_{b\text{PO}}_4$ 、 $\text{LiNi}_{a\text{Mn}}_{b\text{PO}}_4$ (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)等のリチウム含有複合リン酸塩が挙げられる。

40

#### 【0135】

層状岩塩型の結晶構造を有するリチウム含有材料としては、例えば、 $\text{LiCoO}_2$ 、 $\text{LiNiO}_2$ 、 $\text{LiMnO}_2$ 、 $\text{Li}_2\text{MnO}_3$ 、 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$ 等のNiCo系(一般式は、 $\text{LiNi}_x\text{Co}_{1-x}\text{O}_2$ (0 < x < 1))、 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{O}_2$ 等のNiMn系(一般式は、 $\text{LiNi}_x\text{Mn}_{1-x}\text{O}_2$ (0 < x < 1))、 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$ 等のNiMnCo系(NMCともいう。一般式は、 $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_{1-x-y}\text{O}_2$ (x > 0、y > 0、x+y < 1))が挙げられる。さらに、 $\text{Li}(\text{Ni}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05})\text{O}_2$ 、 $\text{Li}_2\text{MnO}_3 - \text{LiMO}_2$ (M=Co、Ni、Mn)等も挙げられる。

50

## 【0136】

スピネル型の結晶構造を有するリチウム含有材料としては、例えば、 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$  ( $0 < x < 2$ )、 $\text{LiMn}_{2-x}\text{Al}_x\text{O}_4$  ( $0 < x < 2$ )、 $\text{LiMn}_{1.5}\text{Ni}_{0.5}\text{O}_4$  等のリチウムマンガン含有複合酸化物が挙げられる。

## 【0137】

$\text{LiMn}_2\text{O}_4$  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マンガン含有複合酸化物に、少量のニッケル酸リチウム ( $\text{LiNiO}_2$  や  $\text{LiNi}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_2$  ( $0 < x < 1$ ) ( $M = \text{Co}$ 、 $\text{Al}$  等)) を混合すると、マンガンの溶出を抑制する、電解液の分解を抑制する等の利点があり好ましい。

## 【0138】

また、正極活物質として、一般式  $\text{Li}_{(2-j)}\text{MSiO}_4$  ( $M$  は、 $\text{Fe}$  (II)、 $\text{Mn}$  (II)、 $\text{Co}$  (II)、 $\text{Ni}$  (II) の一以上、 $j$  は 0 以上 2 以下) で表されるリチウム含有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、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{FeSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{NiSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{CoSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{MnSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Ni}_{1-k}\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Co}_{1-k}\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Mn}_{1-k}\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_k\text{Co}_{1-k}\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_k\text{Mn}_{1-k}\text{SiO}_4$  ( $k+1$  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、 $0 < r < 1$ 、 $0 < s < 1$ 、 $0 < t < 1$ 、 $0 < u < 1$ ) 等が挙げられる。

## 【0139】

また、正極活物質として、 $A_x\text{M}_2(\text{XO}_4)_3$  ( $A = \text{Li}$ 、 $\text{Na}$ 、 $\text{Mg}$ 、 $M = \text{Fe}$ 、 $\text{Mn}$ 、 $\text{Ti}$ 、 $\text{V}$ 、 $\text{Nb}$ 、 $\text{Al}$ 、 $X = \text{S}$ 、 $\text{P}$ 、 $\text{Mo}$ 、 $\text{W}$ 、 $\text{As}$ 、 $\text{Si}$ ) 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、 $\text{Fe}_2(\text{MnO}_4)_3$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{Li}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$  等が挙げられる。また、正極活物質として、 $\text{Li}_2\text{MPO}_4\text{F}$ 、 $\text{Li}_2\text{MP}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Li}_5\text{MO}_4$  ( $M = \text{Fe}$ 、 $\text{Mn}$ ) の一般式で表される化合物、 $\text{FeF}_3$  等のペロブスカイト型フッ化物、 $\text{TiS}_2$ 、 $\text{MoS}_2$  等の金属カルコゲナイト (硫化物、セレン化物、テルル化物)、 $\text{LiMVO}_4$  等の逆スピネル型の結晶構造を有するリチウムバナジウム含有複合酸化物、バナジウム酸化物系化合物 ( $\text{V}_2\text{O}_5$ 、 $\text{V}_6\text{O}_{13}$ 、 $\text{LiV}_3\text{O}_8$  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。

## 【0140】

正極活物質の粒径は、例えば 5 nm 以上 100 μm 以下が好ましい。

## 【0141】

また、正極活物質として、組成式  $\text{Li}_x\text{Mn}_y\text{M}_z\text{O}_w$  で表されるリチウムマンガン複合酸化物を用いることもできる。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、ニッケルであるとより好ましい。また、 $x/(y+z)$  は 0 以上 2 未満、かつ  $z$  は 0 より大きく、かつ  $(y+z)/w$  は 0.26 以上 0.5 未満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とは、少なくともリチウムとマンガンと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、及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。また、リチウムマンガン複合酸化物は、層状岩塩型の結晶構造及びスピネル型の結晶構造を有するものであってもよい。また、リチウムマンガン複合酸化物は、例えば、平均粒子径が、5 nm 以上 50 μm 以下であることが好ましい。

## 【0142】

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

10

20

30

40

50

属イオンの場合、正極活物質として、上記リチウム化合物及びリチウムマンガン含有複合酸化物において、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。

#### 【0143】

負極活物質層106に含まれる負極活物質として、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材料を用いることができる。

#### 【0144】

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材料として、例えば、炭素系材料が挙げられる。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。10

#### 【0145】

黒鉛としては、メソカーボンマイクロビーズ（M C M B）、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。

#### 【0146】

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0.3V以下 vs. Li/Li<sup>+</sup>）。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。20

#### 【0147】

また、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材料として、例えば、Ga、Si、Al、Ge、Sn、Pb、Sb、Bi、Ag、Zn、Cd、In等のうち少なくとも一つを含む材料が挙げられる。このような元素は炭素と比べて容量が大きく、特に、シリコンは理論容量が4200mAh/gと高い。このような元素を用いた材料としては、例えば、Mg<sub>2</sub>Si、Mg<sub>2</sub>Ge、Mg<sub>2</sub>Sn、SnS<sub>2</sub>、V<sub>2</sub>Sn<sub>3</sub>、FeSn<sub>2</sub>、CoSn<sub>2</sub>、Ni<sub>3</sub>Sn<sub>2</sub>、Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>、Ag<sub>3</sub>Sn、Ag<sub>3</sub>Sb、Ni<sub>2</sub>MnSb、CeSb<sub>3</sub>、LaSn<sub>3</sub>、La<sub>3</sub>Co<sub>2</sub>Sn<sub>7</sub>、CoSb<sub>3</sub>、InSb、SbSn等がある。30

#### 【0148】

また、負極活物質として、SiO、SnO、SnO<sub>2</sub>、二酸化チタン、リチウムチタン酸化物、リチウム-黒鉛層間化合物、五酸化ニオブ、酸化タングステン、酸化モリブデン等の酸化物を用いることができる。

#### 【0149】

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

#### 【0150】

リチウムと遷移金属の複塗化物を用いると、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<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Cr<sub>3</sub>O<sub>8</sub>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ることで、負極活物質としてリチウムと遷移金属の複塗化物を用いることができる。40

#### 【0151】

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、酸化ニッケル、酸化鉄等の、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<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CuO、Cu<sub>2</sub>O、RuO<sub>2</sub>、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の酸化物、CoS<sub>0.8</sub><sub>9</sub>、50

NiS、CuS等の硫化物、Zn<sub>3</sub>N<sub>2</sub>、Cu<sub>3</sub>N、Ge<sub>3</sub>N<sub>4</sub>等の窒化物、NiP<sub>2</sub>、FeP<sub>2</sub>、CoP<sub>3</sub>等のリン化物、FeF<sub>3</sub>、BiF<sub>3</sub>等のフッ化物でも起こる。

#### 【0152】

正極活物質層102及び負極活物質層106は、上述した活物質の他、活物質の密着性を高めるための結着剤(バインダ)、導電性を高めるための導電助剤等を有していてもよい。

#### 【0153】

結着剤には、代表的なポリフッ化ビニリデン(PVdF)の他、ポリイミド、ポリテトラフルオロエチレン、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、スチレン-ブタジエンゴム、アクリロニトリル-ブタジエンゴム、フッ素ゴム、ポリ酢酸ビニル、ポリメチルメタクリレート、ポリエチレン、ニトロセルロース等を用いることができる。

10

#### 【0154】

導電助剤として、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)またはグラフェ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。

20

#### 【0155】

次に、セパレータについて説明する。セパレータとは、正極と負極との接触を防止するために、これらの間に配置される。当該セパレータは、正極と負極との間のイオンの移動を妨げないため、微細孔を有する。当該セパレータは、蓄電装置を使用する環境に応じて、状態変化の少ないものがよい。高温環境であっても、状態変化が少ないと好ましい。状態変化する場合であっても、正極と負極が接触しなければよい。

#### 【0156】

セパレータとしては、例えば、紙、不織布、ガラス繊維、セラミックス、或いはナイロン(ポリアミド)、ビニロン(ポリビニルアルコール系繊維)、ポリエステル、アクリル、ポリオレフィン、ポリウレタンを用いた合成繊維等で形成されたものを用いることができる。セパレータの厚さは、10μm以上70μm以下が好ましい。

30

#### 【0157】

セパレータは袋状に加工し、正極111または負極115のいずれか一方を包むように配置することが好ましい。例えば、負極115を挟むようにセパレータ108を2つ折りにし、負極115と重なる領域よりも外側で封止することで、負極115をセパレータ108内に確実に担持することができる。そして、セパレータ108に包まれた負極115と正極111とを交互に積層し、これらを外装体110が囲むように配置することで二次電池100を作製するとよい。

#### 【0158】

電解液109について説明する。電解液109は、少なくとも、キャリアイオンを移送することができる材料を用いる。例えば、キャリアイオンがリチウムイオンである場合、リチウムイオンを有する材料を用いる。リチウムイオンを移送することができる材料の代表例としては、LiPF<sub>6</sub>、LiClO<sub>4</sub>、LiAsF<sub>6</sub>、LiBF<sub>4</sub>、LiAlCl<sub>4</sub>、LiSCN、LiBr、LiI、Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、Li<sub>2</sub>B<sub>10</sub>C<sub>11</sub>、Li<sub>2</sub>B<sub>12</sub>C<sub>11</sub>、Li<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>SO<sub>3</sub>、LiC<sub>4</sub>F<sub>9</sub>SO<sub>3</sub>、LiC(CF<sub>3</sub>SO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>、LiC(C<sub>2</sub>F<sub>5</sub>SO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>、LiN(CF<sub>3</sub>SO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>、LiN(C<sub>4</sub>F<sub>9</sub>SO<sub>2</sub>)(CF<sub>3</sub>SO<sub>2</sub>)、LiN(C<sub>2</sub>F<sub>5</sub>SO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>等のリチウム塩がある。これらの材料は、一種を単独でもちいてよく、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てよい。

40

50

## 【0159】

なお、キャリアイオンが、リチウマ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、上記リチウム化合物及びリチウム含有複合リン酸塩及びリチウム含有複合ケイ酸塩において、リチウムを、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）などのキャリアで置換した化合物を用いてもよい。

## 【0160】

電解液109に含まれる溶媒としては、キャリアイオンが移動可能な材料を用いる。溶媒は、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、-ブチロラクトン、-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、メチルジグライム、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、スルトン等があり、これらの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。

## 【0161】

電解液109にポリマーを添加し、ゲル状にしてもよい。電解液109をゲル状にすることにより、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。電解液109をゲル状にすることのできるポリマーとしては、例えば、ポリアルキレンオキシド系、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。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。形成されるポリマーは、多孔質形状を有してもよい。

## 【0162】

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。

## 【0163】

また、電解液109に含まれる溶媒として、難燃性及び難揮発性であるイオン液体（常温溶融塩）を一つ又は複数用いることで、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。イオン液体は、カチオンとアニオンからなり、有機カチオンとアニオンとを含む。電解液に用いる有機カチオンとして、四級アンモニウムカチオン、三級スルホニウムカチオン、及び四級ホスホニウムカチオン等の脂肪族オニウムカチオンや、イミダゾリウムカチオン及びピリジニウムカチオン等の芳香族カチオンが挙げられる。また、電解液に用いるアニオンとして、1価のアミド系アニオン、1価のメチド系アニオン、フルオロスルホン酸アニオン、パーフルオロアルキルスルホン酸アニオン、テトラフルオロボレート、パーフルオロアルキルボレート、ヘキサフルオロホスフェート、またはパーフルオロアルキルホスフェート等が挙げられる。

## 【0164】

また、電解液109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。）の含有量が少なく、高純度化されて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。

## 【0165】

電解液109にビニレンカーボネート、プロパンスルトン（PS）、tert-ブチルベ

10

20

30

40

50

ンゼン( TBB )、フルオロエチレンカーボネート( FEC )、LiBOB( リチウムビスオキサレートボレート )などの添加剤を添加してもよい。添加剤の濃度は、例えば溶媒全体に対して 0.1 wt % 以上 5 wt % 以下とすればよい。

#### 【 0166 】

また、電解液 109 として、硫化物系や酸化物系等の無機物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、固体電解質またはゲル状の電解質を用いる場合には、電池全体を固体化またはゲル化することができるため、漏液のおそれがなくなり安全性が飛躍的に向上する。

#### 【 0167 】

外装体 110 には、例えばポリエチレン、ポリプロピレン、ポリカーボネート、アイオノマー、ポリアミド等の材料からなる膜上に、アルミニウム、ステンレス、銅、ニッケル等の可撓性に優れた金属薄膜を設け、さらに該金属薄膜上にポリアミド系樹脂、ポリエスチル系樹脂等の絶縁性合成樹脂膜を設けた三層構造のラミネートフィルムを用いることができる。このとき、該絶縁性合成樹脂膜が、二次電池 100 の表面を覆うようにするとよい。このような三層構造とすることで、電解液や気体の透過を遮断するとともに、絶縁性を確保し、併せて耐電解液性を有する。

#### 【 0168 】

上記構成とすることにより、大量生産が容易で、湾曲することのできる小型の蓄電装置を提供することができる。また、上記構成の蓄電装置は、ウェアラブル機器等の電子機器の湾曲した形状に沿わせて配置すること、または、大きさの限られた空間に折り曲げて配置すること等が可能であるため、様々なウェアラブル機器等の電子機器に搭載することができる。したがって、上記構成の蓄電装置は、様々な形状のウェアラブル機器等の普及と、ウェアラブル機器等が普及することにより促進される経済発達等に貢献することができるといえる。

#### 【 0169 】

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、二次電池や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、二次電池、または、リチウムイオン二次電池に適用しなくてもよい。例えば、本発明の一態様として、湾曲した蓄電装置、可撓性を有する蓄電装置、または、変形できる蓄電装置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、様々な形状の蓄電装置、または、様々な硬さを有する蓄電装置に適用してもよい。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、湾曲していない平板形状の蓄電装置、または、円筒形状の蓄電装置に適用してもよい。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、可撓性を有さず、変形できない蓄電装置に適用してもよい。

#### 【 0170 】

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。

#### 【 0171 】

##### ( 実施の形態 2 )

本実施の形態では、実施の形態 1 で説明した二次電池 100 の製造方法について、図 24

10

20

30

40

50

乃至図27を用いて説明する。

**【0172】**

**[1. 電極の作製]**

まず、帯状の負極集電体105の一方の面に、少なくとも負極活物質と溶媒とを含むペーストを塗布する。このとき、図24(A)に示すように、比較的広い間隔242と、比較的狭い間隔243を交互に空けて、該ペーストを負極集電体105に塗布する。その後、加熱によりペーストに含まれる溶媒を揮発させ、負極集電体105の一方の面に負極活物質層106を設ける。

**【0173】**

また、帯状の正極集電体101の一方の面に、少なくとも正極活物質と溶媒とを含むペーストを塗布する。このとき、図24(B)に示すように、間隔241を空けて、該ペーストを正極集電体101に塗布する。その後、加熱によりペーストに含まれる溶媒を揮発させ、正極集電体101の一方の面に正極活物質層102を設ける。

10

**【0174】**

**[2. 積層体の作製]**

正極111、セパレータ108及び負極115を重ねて、積層体270を作製する。このとき、図24(C)に示すように、負極集電体105における、負極活物質層106を有しない比較的広い間隔242の部分をたるませて、正極活物質層102と、負極活物質層106とが向かい合うように重ねるとよい。

**【0175】**

20

なお、セパレータ108を袋状とし、正極111をセパレータ108で包む構成としてもよい。これによって、正極111と負極115が接触し、短絡が発生するのを、より確実に防止することができる。

**【0176】**

例えば、2つ折りにしたセパレータ108に正極111を挟み、セパレータ108の外周部分を接合して袋状のセパレータ108を形成することができる。セパレータ108の外周部分の接合は、接着剤などを用いて行ってもよいし、超音波溶接や、加熱により行ってもよい。

**【0177】**

30

なお、セパレータ108を折り曲げることに限定されず、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、接合部が4辺のほとんどを囲う形で形成されていてもよい。

**【0178】**

次に、正極111、セパレータ108、及び負極115を含む積層体270を、つづら折りに折り曲げる。積層体270に対して、例えば、図24(D)に示す点線244の位置で谷折り、点線245の位置で山折りをすることにより、図25(A)で示すように、正極集電体101、負極集電体105、及びセパレータ108をつづら折りに折り曲げることができる。このとき、負極集電体105の、負極活物質層106を有しない比較的広い間隔242の部分は、折り曲げることにより、たるみのある折り曲げ部272となる。

**【0179】**

40

このように、帯状の正極111及び帯状の負極115を、重ねてつづら折りに折り曲げることによって、積層体270を小型化することができる。小さな短冊状の正極及び負極を積層することにより小型の積層体270を作製するのは困難であるが、帯状の正極111、及び帯状の負極115を重ねてつづら折りに折り曲げる本方法であれば、容易に要求される小型の積層体270を形成することができる。

**【0180】**

**[3. リードのとりつけ]**

図25(A)、(B)に示すように、負極集電体105の端部271付近と、たるみのある折り曲げ部272を重ね、圧力を加えながら超音波を印加して接続し(超音波溶接)、溶接部201を形成する。また、図25(C)に示すように、溶接部201に、封止層1

50

40を有する負極リード145を溶接する。負極リード145を溶接部201に溶接する工程は、溶接部201の形成と同時にあってよい。

#### 【0181】

次に、図25(C)に示すように、正極集電体101の正極タブと、封止層140を有する正極リード141とを、圧力を加えながら超音波を印加して電気的に接続する。

#### 【0182】

リード電極は、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により、ヒビや切断が生じやすい。

#### 【0183】

そこで、正極リード141を超音波溶接する際、突起を有するポンディングダイで挟むことで、正極タブに湾曲部を設けることができる。この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

#### 【0184】

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などの強度のあるものとし、正極集電体の膜厚を $10\mu m$ 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。

#### 【0185】

##### [4. 外装体の準備]

外装体に用いるフィルムを点線で示した部分で折り曲げ(図26(A)参照)、重なり合った一辺を熱圧着により接合する。図26(B)に外装体110の一辺を熱圧着により接合した部位を、接合部110aとして示す。20

#### 【0186】

##### [5. 電解液の封入]

リードを接続した積層体270を、外装体110で覆う(図26(C)参照)。そして正極リード141が有する封止層140および負極リード145が有する封止層140と重畠する外装体110の一辺を、熱溶着する(図27(A)参照)。

#### 【0187】

次に、図27(A)に示す、外装体110の封止されていない辺110bから、電解液109を外装体110で囲まれる領域に注入する。そして真空引き、加熱および加圧を行なながら、外装体110の残りの一辺を封止することで、二次電池100を製造することができる(図27(B)参照)。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及び水分を排除した環境にて行う。真空引きは、脱気シーラーまたは注液シーラー等を用いて行うとよい。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 $60\text{ kPa}$ 、加熱は $190^\circ\text{C}$ 、加圧は $0.1\text{ MPa}$ において3秒とすることができる。30

#### 【0188】

##### [6. 変形例]

ここで、上述の電極の作製方法、積層体の作製方法、及びリードのとりつけの変形例について説明する。40

#### 【0189】

まず、帯状の負極集電体105の一方の面に、少なくとも負極活性物質と溶媒とを含むペーストを塗布する。このとき、図28(A)に示すように、間隔241を空けて、該ペーストを負極集電体105に塗布する。その後、加熱によりペーストに含まれる溶媒を揮発させ、負極集電体105の一方の面に負極活性物質層106を設けることにより、負極115を作製する。

#### 【0190】

負極115の作製と同様に、帯状の正極集電体101の一方の面に、少なくとも正極活性物質と溶媒とを含むペーストを塗布して、正極111を作製する(図28(B)参照)。

#### 【0191】

10

20

30

40

50

次に、正極 111、セパレータ 108 及び負極 115 を重ねて、積層体 270 を作製する。このとき、図 28 (C) に示すように、正極活物質層 102 と、負極活物質層 106 とが向かい合うようとする。

#### 【0192】

次に、正極 111、セパレータ 108 及び負極 115 を含む積層体 270 を、つづら折りに折り曲げる。積層体 270 に対して、図 28 (D) に示す点線 244 の位置で谷折りし、点線 245 の位置で山折りすることにより、図 29 (A) で示すように、正極集電体 101、負極集電体 105 及びセパレータ 108 をまとめてつづら折りに折り曲げることができる。

#### 【0193】

次に、図 29 (B) に示すように、正極集電体 101 の正極タブと、封止層 140 を有する正極リード 141 とを、圧力を加えながら超音波を印加して電気的に接続する。

#### 【0194】

正極リード 141 と同様にして、封止層 140 を有する負極リード 145 を、負極集電体 105 の負極タブと接続する。

#### 【0195】

本変形例のようにしても、正極リード 141 及び負極リード 145 を有する積層体 270 を作製してもよい。

#### 【0196】

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。

10

#### 【0197】

##### (実施の形態 3)

本実施の形態では、本発明の一態様に係る蓄電装置に適用することのできる外装体 110 の構造及び作製方法について、図 30 乃至図 34 を用いて説明する。

#### 【0198】

図 30 (A) に、外装体 110 を有する二次電池 100A の正面図を示す。また、図 30 (B)、(C) に、二次電池 100A の作製方法の一例を説明する図を示す。また、図 30 (D) に、外装体 110 の展開図を示す。

#### 【0199】

まず、外装体 110 は、辺 301、辺 302、辺 303 及び辺 304 を有する長方形の形状を有し、折り曲げ部 308 で折り曲げることにより、辺 303 と、辺 304 が重ねられる。また、折り曲げ部 308 は、辺 301 と、辺 302 を含み、辺 301 は、辺 301 と重ねられる。また、辺 302 は、辺 302 と重ねられる（図 30 (A) 参照。）。

20

#### 【0200】

折り曲げ部 308 を有する外装体 110 に囲まれる位置に、正極 111、セパレータ 108、及び負極 115 を有する積層体 270 を配置する。このとき、正極 111 に接続される正極リード 141 及び、負極 115 に接続される負極リード 145 が、外装体 110 の辺 301 と重なるように、積層体 270 を配置する（図 30 (B) 参照。）。次に、電解液 109 を入れるための導入口 306 以外の外装体 110 の外周部を熱圧着により接合する（図 30 (C) 参照。）。なお、熱圧着により接合した部分を接合部 110a として示す。

30

#### 【0201】

そして、減圧雰囲気下、あるいは不活性ガス雰囲気下で電解液 109 を導入口 306 から外装体 110 に囲まれる位置に入れる。最後に、導入口 306 を熱圧着により接合する。このようにして、二次電池 100A を作製することができる（図 30 (A) 参照。）。

40

#### 【0202】

二次電池 100A を細長い形状とする際に、本構成の外装体 110 を用いると、二次電池 100A を小型化することができ、好ましい。より具体的には、長方形を有する外装体 110 の辺 301 の長さを W、辺 303 及び辺 304 の長さを L とするとき、L < W であれば、図 30 (A) に示した二次電池 100A が有する外装体 110 の構成にするとよい。こ

50

れによって、二次電池 100Aにおいて接合部 110aが占める割合を小さくすることができる。従って、二次電池 100Aを小型化することができる。

#### 【0203】

また、二次電池の大きさが指定されている場合、二次電池 100Aの構成とすることで、二次電池 100Aの容量を大きくすることができ、好ましい。より具体的には、L Wである外装体 110を用いて二次電池 100Aを作製すると、二次電池 100Aにおいて接合部 110aが占める割合を小さくすることができる。それによって、二次電池 100Aが有する正極 111及び負極 115を大きくすることができ、二次電池 100Aの容量を大きくすることができる。

#### 【0204】

10

図 33 (A)、(B)に、二次電池 100Aの外観図を示す。

#### 【0205】

図 33 (B)に示すように、外装体 110の接合部 110aを折り曲げることによって、二次電池 100Aをさらに小型化してもよい。

#### 【0206】

以下、外装体 110の他の例について、説明する。

#### 【0207】

図 31 (A)に、外装体 110を有する二次電池 100Bの正面図を示す。図 31 (B)、(C)に、二次電池 100Bの作製方法の一例を説明する図を示す。二次電池 100Aの有する外装体 110と同様に、二次電池 100Bの有する外装体 110は、辺 301、辺 302、辺 303、及び辺 304を有する長方形の形状を有しており、折り曲げ部 308で折り曲げることにより、辺 303と、辺 304が重ねられる。また、折り曲げ部 308は、辺 301と、辺 302を含み、辺 301は、辺 301と重ねられる。また、辺 302は、辺 302と重ねられる。

20

#### 【0208】

折り曲げ部 308を有する外装体 110に囲まれる位置に正極 111、セパレータ 108、及び負極 115を有する積層体 270を配置する。このとき、正極リード 141は、外装体 110の辺 301と重なるように配置し、負極リード 145は、辺 302と重なるように配置する。

#### 【0209】

30

以降、二次電池 100Aの作製方法と同様にして二次電池 100Bを作製することができる。

#### 【0210】

図 32 (A)に、外装体 110を有する二次電池 100Cの正面図を示す。図 32 (B)、(C)に、二次電池 100Cの作製方法の一例を説明する図を示す。二次電池 100Cは、2つの開口部を有する筒状の外装体 110を有する。

#### 【0211】

筒状の外装体 110の内側に、正極 111、セパレータ 108、及び負極 115を配置したあと、一方の開口部の一部に電解液 109を入れるための導入口 306を残して、筒状の外装体 110の開口部を、熱圧着により接合する(図 32 (C) 参照)。

40

#### 【0212】

以降、二次電池 100A、または二次電池 100Bと同様にして、二次電池 100Cを作製することができる。

#### 【0213】

二次電池 100を細長い形状とする場合に、二次電池 100A、二次電池 100B、及び二次電池 100Cが有する外装体 110を使用すると、二次電池 100の体積当たりの容量を増加させることができ、好ましい。

#### 【0214】

また、実施の形態 1及び実施の形態 2で説明したつづら折りの正極集電体 101または負極集電体 105を有する二次電池 100において、二次電池 100A、二次電池 100B

50

、または二次電池 100C が有する外装体 110 を用いると、より湾曲しやすく、小型で、容量の大きい二次電池とすることができる、より好ましい。

#### 【 0 2 1 5 】

なお、正極集電体 101 及び負極集電体 105 は、折り曲げ部を有していなくてもよい。正極集電体 101 及び負極集電体 105 は、それぞれ、例えば、短冊状、平板状であってもよい。また、帯状の正極 111、帯状の負極 115、及びセパレータ 108 が、捲回されていてもよい。

#### 【 0 2 1 6 】

短冊状の正極集電体 101 及び、短冊状の負極集電体 105 を有する二次電池 100 の例として、図 33 (A) に示した二次電池 100 の一点鎖線 A1 - A2 における断面図を図 34 (A) に、一点鎖線 B1 - B2 における断面図を図 34 (B) に示す。

10

#### 【 0 2 1 7 】

二次電池 100A は、平板状の正極 111 と、平板状の負極 115 と、セパレータ 108 と、電解液 109 と、外装体 110 と、正極リード 141 と、負極リード 145 と、を有する。外装体 110 に囲まれる位置に配置された正極 111 と負極 115 との間にセパレータ 108 が設置されている。また、外装体 110 に囲まれる位置に、電解液 109 が注入されている。正極 111 は、正極集電体 101 および正極活物質層 102 を有する。負極 115 は、負極集電体 105 および負極活物質層 106 を有する。

#### 【 0 2 1 8 】

本発明の一態様の二次電池は、リード電極を自由に配置することができるため、設計自由度が高い。よって、本発明の一態様の二次電池を用いた製品の設計自由度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製品の生産性を高めることができる。

20

#### 【 0 2 1 9 】

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 2 2 0 】

##### ( 実施の形態 4 )

本実施の形態では、図 35 を用いて、本発明の一態様に係る蓄電装置を搭載することができる電子デバイスについて、説明する。蓄電装置として、二次電池 100 を例に挙げて説明する。

#### 【 0 2 2 1 】

30

本発明の一態様に係る二次電池 100 は、可撓性を有するためウェアラブルデバイスに好適である。

#### 【 0 2 2 2 】

例えば図 35 (A) に示すような眼鏡型デバイス 400 に搭載することができる。眼鏡型デバイス 400 は、フレーム 400a と、表示部 400b を有する。湾曲を有するフレーム 400a のテンプル部に二次電池 100 を搭載することで、重量バランスがよく継続使用時間の長い眼鏡型デバイス 400 とすることができる。

#### 【 0 2 2 3 】

また、ヘッドセット型デバイス 401 に搭載することができる。ヘッドセット型デバイス 401 は、少なくともマイク部 401a と、フレキシブルパイプ 401b と、イヤフォン部 401c を有する。フレキシブルパイプ 401b 内やイヤフォン部 401c 内には、複数の二次電池 100 を設けることができる。

40

#### 【 0 2 2 4 】

また、身体に直接取り付け可能なデバイス 402 に搭載することができる。デバイス 402 の可撓性を有する薄型の筐体 402a の中に、複数の二次電池 100 を設けることができる。

#### 【 0 2 2 5 】

また、衣服に取り付け可能なデバイス 403 に搭載することができる。デバイス 403 の可撓性を有する薄型の筐体 403a の中に、複数の二次電池 100 を設けることができる。

50

**【 0 2 2 6 】**

また、腕章型デバイス 4 0 4 に搭載することができる。腕章型デバイス 4 0 4 は筐体 4 0 4 a 上に表示部 4 0 4 b を有し、湾曲部を有する筐体 4 0 4 a の中に、複数の二次電池 1 0 0 を設けることができる。

**【 0 2 2 7 】**

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 を有し、複数の二次電池 1 0 0 を設けることができる。

**【 0 2 2 8 】**

また、本発明の一態様に係る二次電池 1 0 0 は、湾曲可能であるため、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 5 ( B ) に示すストーブ 4 1 0 は、本体 4 1 2 にモジュール 4 1 1 が取り付けられ、モジュール 4 1 1 は、二次電池 1 0 0 、モーター、ファン、送風口 4 1 1 a 、熱電発電装置を有する。ストーブ 4 1 0 では、開口部 4 1 2 a から燃料を投入、着火した後、二次電池 1 0 0 の電力を用いてモジュール 4 1 1 のモーターとファンを回転させ、送風口 4 1 1 a から外気をストーブ 4 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 4 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 4 1 1 の熱電発電装置により電力に変換し、二次電池 1 0 0 に充電することができる。さらに、二次電池 1 0 0 に充電された電力を外部端子 4 1 1 b より出力することができる。

**【 0 2 2 9 】**

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 2 3 0 】****( 実施の形態 5 )**

さらに、電子機器の一例である移動体の例について、図 3 6 を用いて説明する。

**【 0 2 3 1 】**

先の実施の形態で説明した二次電池を制御用のバッテリに用いる事が出来る。制御用のバッテリは、プラグイン技術や非接触給電による外部からの電力供給により充電をする事が出来る。なお、移動体が鉄道用電気車両の場合、架線や導電軌条からの電力供給により充電をする事が出来る。

**【 0 2 3 2 】**

図 3 6 ( A ) 及び ( B ) は、電気自動車の一例を示している。電気自動車 7 6 0 には、バッテリ 7 6 1 が搭載されている。バッテリ 7 6 1 の電力は、制御回路 7 6 2 により出力が調整されて、駆動装置 7 6 3 に供給される。制御回路 7 6 2 は、図示しない ROM 、 RAM 、 CPU 等を有する処理装置 7 6 4 によって制御される。

**【 0 2 3 3 】**

駆動装置 7 6 3 は、直流電動機若しくは交流電動機単体、又は電動機と内燃機関と、を組み合わせて構成される。処理装置 7 6 4 は、電気自動車 7 6 0 の運転者の操作情報（ 加速、減速、停止など）や走行時の情報（ 上り坂や下り坂等の情報、駆動輪にかかる負荷情報など）の入力情報に基づき、制御回路 7 6 2 に制御信号を出力する。制御回路 7 6 2 は、処理装置 7 6 4 の制御信号により、バッテリ 7 6 1 から供給される電気エネルギーを調整して駆動装置 7 6 3 の出力を制御する。交流電動機を搭載している場合は、図示していないが、直流を交流に変換するインバータも内蔵される。

**【 0 2 3 4 】**

バッテリ 7 6 1 は、プラグイン技術による外部からの電力供給により充電することができる。例えば、商用電源から電源プラグを通じてバッテリ 7 6 1 に充電する。充電は、AC / DC コンバータ等の変換装置を介して、一定の電圧値を有する直流定電圧に変換して行なうことができる。バッテリ 7 6 1 として、本発明の一態様に係る二次電池用電極を用いた二次電池を搭載することで、電池の大容量化などに寄与することができ、利便性を向上させることができる。また、バッテリ 7 6 1 の特性の向上により、バッテリ 7 6 1 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、燃費を向上させる事が出来る。

10

20

30

40

50

**【 0 2 3 5 】**

なお、本発明の一態様の二次電池を具備していれば、上記で示した電気機器に特に限定されない事は言うまでもない。

**【 0 2 3 6 】**

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 2 3 7 】****( 実施の形態 6 )**

本実施の形態では、蓄電装置を搭載した無線センサについて、図37及び図38を用いて説明を行う。蓄電装置の例としては、二次電池100を挙げる。

**【 0 2 3 8 】****[ 無線センサの構成例 1 ]**

図37(A)および図37(B)は、無線センサ800の構成例を示す外観図である。無線センサ800は、回路基板801と、バッテリ802と、センサ803と、を有する。バッテリ802には、ラベル804が貼られている。さらに、図37(B)に示すように、無線センサ800は、端子806と、端子807と、アンテナ808と、アンテナ809と、を有する。バッテリ802として、二次電池100を用いることができる。

**【 0 2 3 9 】**

回路基板801は、端子805と、集積回路810と、を有する。端子805は、導線813を介して、センサ803に接続される。なお、端子805の数は2個に限定されず、必要に応じた数だけ設ければよい。

**【 0 2 4 0 】**

また、回路基板801は、トランジスタやダイオードなどの半導体素子、抵抗素子または配線などが形成されていてもよい。

**【 0 2 4 1 】**

バッテリ802が発熱する熱、またはアンテナ808、809が発生する電磁界がセンサ803の動作に悪影響を与える場合は、導線813の距離を長くして、センサ803を、バッテリ802またはアンテナ808、809から離せばよい。例えば、導線813の長さは、1cm以上、1m以下、好ましくは、1cm以上50cm以下、さらに好ましくは1cm以上30cm以下であればよい。

**【 0 2 4 2 】**

また、センサ803は、回路基板801上に配置しても良い。

**【 0 2 4 3 】**

集積回路810は、回路基板801のバッテリ802と接する面に設けられていてもよい。

**【 0 2 4 4 】**

アンテナ808およびアンテナ809は、コイル状に限定されず、例えば線状、板状であってもよい。また、平面アンテナ、開口面アンテナ、進行波アンテナ、EHアンテナ、磁界アンテナ、誘電体アンテナ等のアンテナを用いてもよい。または、アンテナ808若しくはアンテナ809は、平板状の導体でもよい。この平板状の導体は、電界結合用の導体の一つとして機能することができる。つまり、コンデンサの有する2つの導体のうちの一つの導体として、アンテナ808若しくはアンテナ809を機能させてもよい。これにより、電磁界、磁界だけでなく、電界で電力のやり取りを行うこともできる。

**【 0 2 4 5 】**

集積回路810は、Siトランジスタまたは酸化物半導体を用いたトランジスタ(OSトランジスタ)で構成される回路を有する。

**【 0 2 4 6 】**

アンテナ808の線幅は、アンテナ809の線幅よりも大きいことが好ましい。これにより、アンテナ808により受電する電力量を大きくできる。

**【 0 2 4 7 】**

センサ803は、熱的、力学的、あるいは電磁気学的等の諸情報をアナログデータとして

10

20

30

40

50

出力する機能を有する回路である。

【0248】

無線センサ800は、アンテナ808およびアンテナ809と、バッテリ802との間に層812を有する。層812は、例えばバッテリ802による電磁界を遮蔽する機能を有する。層812としては、例えば磁性体を用いることができる。

【0249】

[無線センサの構成例2]

図38は、無線センサ880の構成例を示す外観図である。無線センサ880は、支持体850と、アンテナ851と、集積回路852と、回路基板853と、センサ855と、バッテリ854と、を有する。バッテリ854として、二次電池100を用いることができる。  
10

【0250】

回路基板853には、集積回路852が配置されている。また、回路基板853は、トランジスタやダイオードなどの半導体素子、抵抗素子または配線などが形成されていてよい。

【0251】

集積回路852は、SiトランジスタまたはOSトランジスタで構成される回路を有する。

【0252】

アンテナ851は、導線860を介して、集積回路852に接続されている。アンテナ851の詳細は、無線センサ800のアンテナ808またはアンテナ809の記載を参照すればよい。  
20

【0253】

センサ855は、導線856を介して、集積回路852に接続されている。また、センサ855は、支持体850の外に形成しても良いし、支持体850の上に形成しても良い。

【0254】

センサ855は、熱的、力学的、あるいは電磁気学的等の諸情報をアナログデータとして出力する機能を有する回路である。

【0255】

バッテリ854は、正極及び負極の一方としての機能を有する端子858、および正極及び負極の他方としての機能を有する端子859を有する。それぞれの端子は導線857及び回路基板853を介して、集積回路852に接続されている。  
30

【0256】

支持体850として、例えば、ガラス、石英、プラスチック、金属、ステンレス・スチール・ホイル、タングステン・ホイル、可撓性基板、貼り合わせフィルム、基板フィルム、繊維状の材料を含む紙、又は木材などを用いればよい。可撓性基板の一例としては、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエチレンナフタレート(PEN)、ポリエーテルサルファン(PES)に代表されるプラスチック、又はアクリル等の可撓性を有する合成樹脂などがある。貼り合わせフィルムの一例としては、ポリプロピレン、ポリエステル、ポリフッ化ビニル、又はポリ塩化ビニルなどがある。基材フィルムの一例としては、ポリエステル、ポリアミド、ポリイミド、アラミド、エポキシ、無機蒸着フィルム、又は紙類などがある。  
40

【0257】

無線センサ800は、薄型であることが好ましい。特にバッテリ854及び支持体850を含めた厚さは、0.1mm以上、5mm以下、好ましくは0.1mm以上、3mm以下、さらに好ましくは0.1mm以上、1mm以下であることが好ましい。無線センサ800を上記構成にすることで、ポスター・段ボールなどの紙類に無線センサ800を埋め込むことが可能になる。

【0258】

また、無線センサ800は、可撓性を有することが好ましい。特に、支持体850及びバ  
50

ツテリ 854 は、曲率半径 30 mm 以下好ましくは曲率半径 10 mm 以下の範囲で変形できることが好ましい。無線センサ 800 を上記構成にすることで、衣服や人体などに無線センサ 800 を貼る際に、衣服や人体の動きに追従することが可能になる。

#### 【0259】

上記構成を満たすために、バッテリ 854 は薄型で且つ可撓性を有することが好ましい。バッテリ 854 の外装体として、例えば、第 1 の薄膜、第 2 の薄膜、第 3 の薄膜の順に形成された三層構造のフィルムを用いればよい。なお、第 3 の薄膜は外装体の外面としての機能を有する。第 1 の薄膜としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリカーボネート、アイオノマー、ポリアミド等の材料を用いればよい。第 2 の薄膜としては、アルミニウム、ステンレス、銅、ニッケル等の可撓性に優れた金属薄膜を用いればよい。第 3 の薄膜としては、ポリアミド系樹脂、ポリエスチル系樹脂等の絶縁性合成樹脂膜を用いればよい。10

#### 【0260】

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。

#### 【0261】

##### (実施の形態 7)

本実施の形態では、実施の形態 6 で説明した無線センサの応用例について、図 39 乃至図 41 を用いて説明する。図 39 乃至図 41 に示す無線センサ 900 は、実施の形態 6 に示した無線センサ 800 または無線センサ 880 を適用することが可能である。

#### 【0262】

例えば、図 39 に示すように、無線センサ 900 を物品 921 に貼付、あるいは内部に設置し、外部のリーダー 922 から無線信号 911 を送信する。無線信号 911 を受信した無線センサ 900 は、センサによって物品 921 に触れることなく、温度等の情報を取得し、リーダー 922 に送信することができる。20

#### 【0263】

また別の無線センサの応用形態としては、図 40 (A) に示す模式図で説明することができる。例えば、トンネル壁面に無線センサ 900 を埋め込み、外部から無線信号 911 を送信する。無線信号 911 を受信した無線センサ 900 は、センサによってトンネル壁面の情報を取得し、送信することができる。

#### 【0264】

また別の無線センサの応用形態としては、図 40 (B) に示す模式図で説明することができる。例えば、橋梁の支柱の壁面に無線センサ 900 を埋め込み、外部から無線信号 911 を送信する。無線信号 911 を受信した無線センサ 900 は、センサによって橋梁の支柱内の情報を取得し、送信することができる。30

#### 【0265】

また別の無線センサの応用形態としては、図 41 に示す模式図で説明することができる。例えば、接着パッド等を用いて人体に無線センサ 900 を取り付け、リーダー 922 から無線信号 911 を送信する。無線信号 911 を受信した無線センサ 900 は、配線 932 を介して人体に取り付けられた電極 931 等に信号を与えて生体情報等の情報を取得し、送信することができる。取得した情報は、リーダー 922 の表示部 933 で確認することができる。40

#### 【0266】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することが可能である。

#### 【実施例 1】

#### 【0267】

本実施例では、実施の形態 3 で示した二次電池 100 A の容量を見積もった結果について説明する。図 42 (A) には、実施例として、二次電池 100 A と同様の形状の外装体を有する二次電池 351 を示し、図 42 (B) には、比較例として、二次電池 100 A と異なる形状の外装体を有する二次電池 352 を示す。

#### 【0268】

10

20

30

40

50

図42(A)に示すように、二次電池351は、外装体110に囲まれる位置に8枚のシート状の正極111と、8枚のシート状の負極115と、セパレータ108と、電解液とを有する。正極111は、正極リード141と電気的に接続され、負極115は、負極リード145と電気的に接続されている。また、電極361は、集電体365と、集電体365に設けられた活物質層366を有する。

#### 【0269】

二次電池351が有する外装体110について説明する。外装体110の高さ(y軸方向の長さ)を $L_c$ 、外装体110の幅(x軸方向の長さ)を $W_c$ 、外装体110の接合部110aの幅をR、接合部110aと、正極111又は負極115との間のx軸方向の距離、及び折り曲げ部308と、正極111又は負極115との間のx軸方向の距離をいずれもSとする。また、電極361において、活物質層366の高さを $L_e$ 、活物質層366の幅を $W_e$ とする。ただし、正極リード141及び負極リード145を挟持する部分では、接合部110aの幅(y軸方向の長さ)を、 $R + 1$ (mm)とする。

10

#### 【0270】

外装体110の高さ $L_c = 30\text{ mm}$ 、外装体110の幅を $W_c = 15\text{ mm}$ と固定し、幅Rおよび距離Sをそれぞれ変化させた実施例1、実施例2および実施例3を想定し、これらの活物質層366の高さ $L_e$ 及び幅 $W_e$ を算出した。

#### 【0271】

なお、正極リード141及び負極リード145を有しない部分の接合部110aと、正極111又は負極115との間のy軸方向の距離は、1mmと固定した。

20

#### 【0272】

さらに、見積もられた活物質層366の高さ $L_e$ 及び幅 $W_e$ から、活物質層366の面積Aを算出し、活物質層366の面積Aより、実施例1、実施例2および実施例3の容量Cを見積もった。なお、容量Cは、面積 $1\text{ cm}^2$ の正極活物質層を有する正極及び、面積 $1\text{ cm}^2$ の負極活物質層を有する負極の対を用いて得られる二次電池の容量が、 $3.5\text{ mA h}$ であるとして、計算を行った。

#### 【0273】

図42(B)に示すように、二次電池352の有する外装体の折り曲げ部の位置は、二次電池351と異なる。

#### 【0274】

30

比較例として、二次電池352が有する外装体について説明する。外装体110の高さ(y軸方向の長さ)を $L_c$ 、外装体110の幅(x軸方向の長さ)を $W_c$ 、外装体110の接合部110aの幅をR、接合部110aと、正極111又は負極115との間のx軸方向の距離をSとする。また、電極361において、活物質層366の高さを $L_e$ 、活物質層366の幅を $W_e$ とする。ただし、正極リード141及び負極リード145を挟持する部分では、接合部110aの幅(y軸方向の長さ)は、 $R + 1$ (mm)とする。

#### 【0275】

また、外装体110の高さ $L_c = 30\text{ mm}$ 、外装体110の幅を $W_c = 15\text{ mm}$ と固定し、幅Rおよび距離Sをそれぞれ変化させた比較例1、比較例2および比較例3を想定しそれぞれの実施例の活物質層366の高さ $L_e$ 及び幅 $W_e$ を算出した。さらに、見積もられた活物質層366の高さ $L_e$ 及び幅 $W_e$ から、活物質層366の面積Aを算出し、活物質層366の面積Aより、比較例1、比較例2および比較例3の容量Cを見積もった。

40

#### 【0276】

なお、折り曲げ部308と、正極111又は負極115との間のy軸方向の距離は、1mmと固定した。

#### 【0277】

実施例1および比較例1において、幅Rを2mm、距離Sを1mmの外装体を想定して、容量Cを見積もった。また、実施例2および比較例2において、幅Rが1mm、距離Sが1.5mmの外装体を想定して、容量Cを見積もった。また、実施例3および比較例3において、幅Rが1mm、距離Sが1mmの外装体を想定して、容量Cを見積もった。得ら

50

れた結果を表1に示す。

【0278】

【表1】

形状	R (mm)	S (mm)	L <sub>e</sub> (mm)	W <sub>e</sub> (mm)	A (cm <sup>2</sup> )	C (mAh)	
実施例1	A	2	1	18	10	1.8	50.4
実施例2	A	1	1.5	20	10	2.0	56.0
実施例3	A	1	1	20	11	2.19	61.3
比較例1	D	2	1	20	8	1.6	45.0
比較例2	D	1	1.5	21	9	1.89	52.9
比較例3	D	1	1	21	10	2.1	59.0

【0279】

表1に示すように、幅Rと距離Sの値が同じ条件どうしを比較すると、本発明の一態様を適用したサンプルは、比較例よりも二次電池の容量Cが大きいことがわかった。

【0280】

また、実施例1と実施例3を比較すると、幅Rが小さいほど、二次電池の容量Cを大きくできることができた。また、実施例2と実施例3を比較すると、距離Sが小さいほど、二次電池の容量Cを大きくできることができた。

【0281】

本実施例の結果から、二次電池100Aの構成を適用した二次電池351では、二次電池352と比べて、接合部110aの面積を狭くすることができ、二次電池の容量を増加させることができるとわかった。

【符号の説明】

【0282】

100 二次電池

100A 二次電池

100B 二次電池

100C 二次電池

101 正極集電体

102 正極活物質層

105 負極集電体

106 負極活物質層

107 摩擦層

108 セパレータ

108a セパレータ

108b セパレータ

109 電解液

109a ゲル電解液

110 外装体

110a 接合部

110b 迂

111 正極

111a 正極

111b 正極

10

20

30

40

50

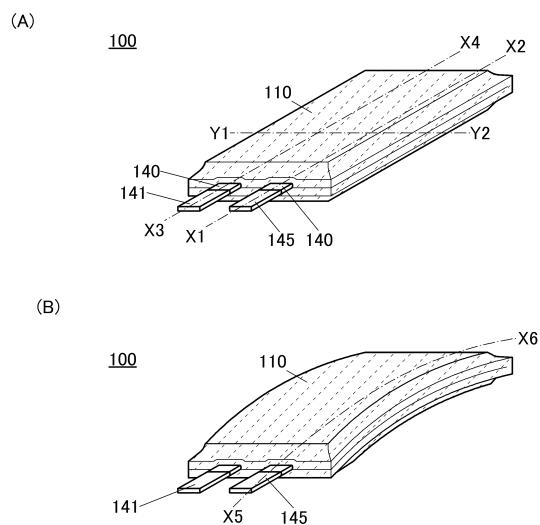
1 1 5	負極	
1 1 5 a	部分	
1 1 5 b	部分	
1 1 5 c	部分	
1 4 0	封止層	
1 4 1	正極リード	
1 4 5	負極リード	
2 0 1	溶接部	
2 0 1 a	溶接部	
2 0 2	部分	10
2 1 1	折り曲げ部	
2 1 1 a	溶接部	
2 1 2	折り曲げ部	
2 1 3	ふち	
2 2 1	第1の面	
2 2 2	第2の面	
2 2 3	第3の面	
2 2 4	第4の面	
2 3 1	第1の領域	
2 3 2	第2の領域	20
2 4 1	間隔	
2 4 2	間隔	
2 4 3	間隔	
2 4 4	点線	
2 4 5	点線	
2 5 0	点線	
2 5 1	折り曲げ部	
2 5 1 a	溶接部	
2 5 2	折り曲げ部	
2 5 2 a	溶接部	30
2 6 1	溶接部	
2 7 0	積層体	
2 7 1	端部	
2 7 2	折り曲げ部	
2 8 1	辺	
2 8 2	辺	
2 8 3	辺	
2 8 4	辺	
2 9 1	両矢印	
2 9 3	両矢印	40
3 0 1	辺	
3 0 2	辺	
3 0 3	辺	
3 0 4	辺	
3 0 6	導入口	
3 0 8	折り曲げ部	
3 5 1	二次電池	
3 5 2	二次電池	
3 6 1	電極	
3 6 5	集電体	50

3 6 6	活物質層	
4 0 0	眼鏡型デバイス	
4 0 0 a	フレーム	
4 0 0 b	表示部	
4 0 1	ヘッドセット型デバイス	
4 0 1 a	マイク部	
4 0 1 b	フレキシブルパイプ	
4 0 1 c	イヤフォン部	
4 0 2	デバイス	
4 0 2 a	筐体	10
4 0 3	デバイス	
4 0 3 a	筐体	
4 0 4	腕章型デバイス	
4 0 4 a	筐体	
4 0 4 b	表示部	
4 0 5	腕時計型デバイス	
4 0 5 a	表示部	
4 1 0	ストーブ	
4 1 1	モジュール	
4 1 1 a	送風口	20
4 1 1 b	外部端子	
4 1 2	本体	
4 1 2 a	開口部	
4 1 3	グリル	
7 6 0	電気自動車	
7 6 1	バッテリ	
7 6 2	制御回路	
7 6 3	駆動装置	
7 6 4	処理装置	
8 0 0	無線センサ	30
8 0 1	回路基板	
8 0 2	バッテリ	
8 0 3	センサ	
8 0 4	ラベル	
8 0 5	端子	
8 0 6	端子	
8 0 7	端子	
8 0 8	アンテナ	
8 0 9	アンテナ	
8 1 0	集積回路	40
8 1 2	層	
8 1 3	導線	
8 5 0	支持体	
8 5 1	アンテナ	
8 5 2	集積回路	
8 5 3	回路基板	
8 5 4	バッテリ	
8 5 5	センサ	
8 5 6	導線	
8 5 7	導線	50

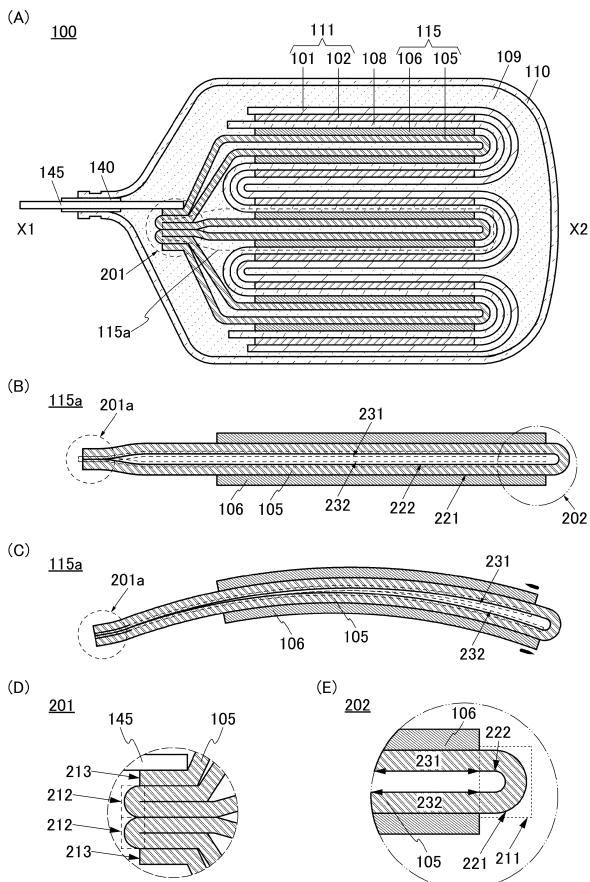
8 5 8	端子
8 5 9	端子
8 6 0	導線
8 8 0	無線センサ
9 0 0	無線センサ
9 1 1	無線信号
9 2 1	物品
9 2 2	リーダー
9 3 1	電極
9 3 2	配線
9 3 3	表示部

10

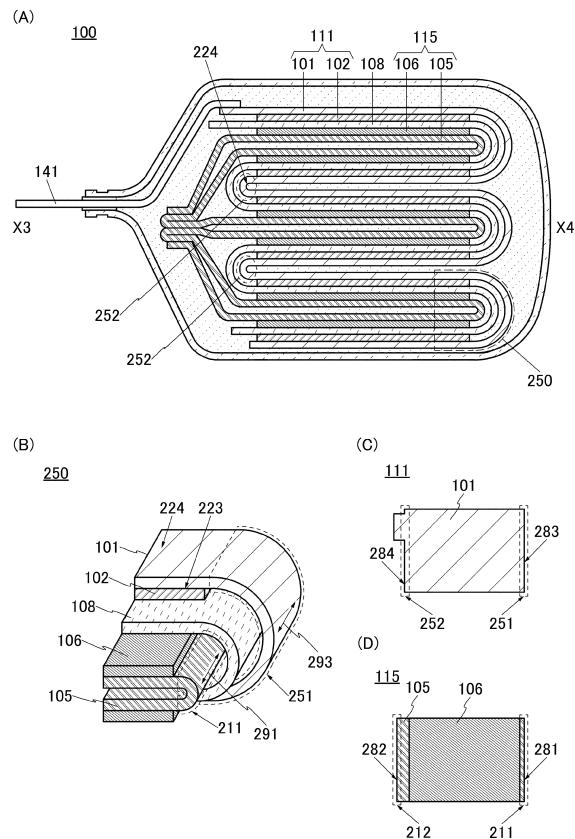
【図1】



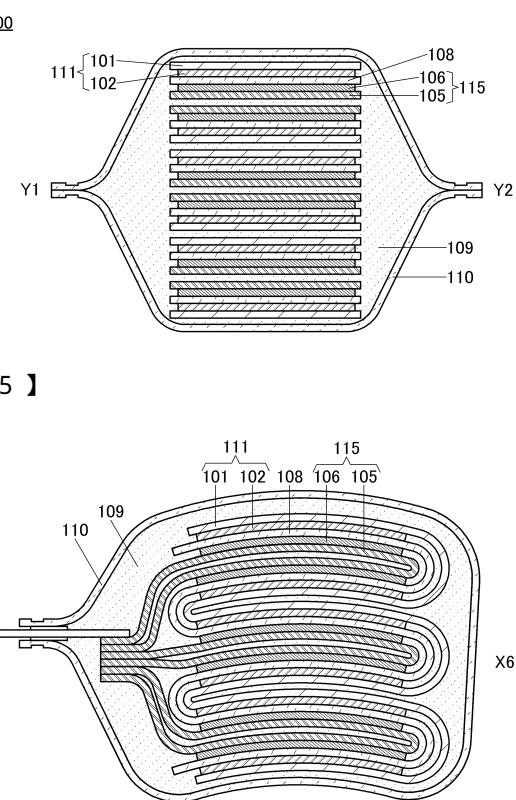
【図2】



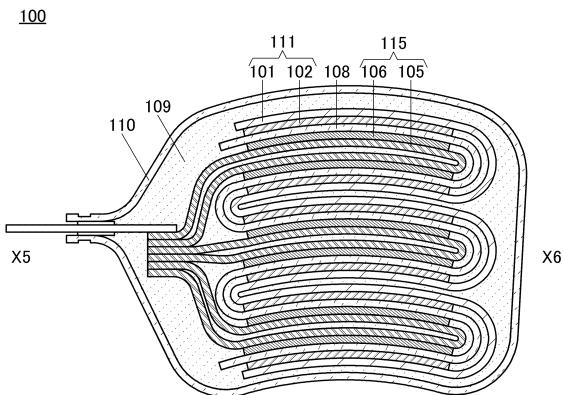
【図3】



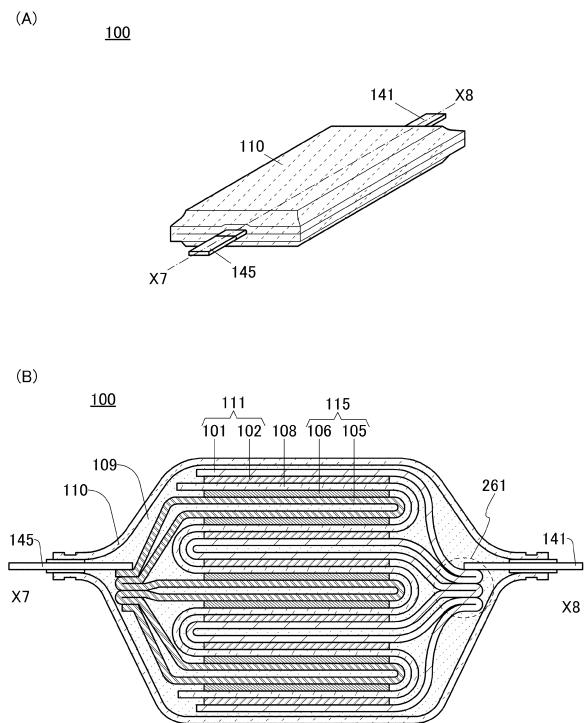
【図4】



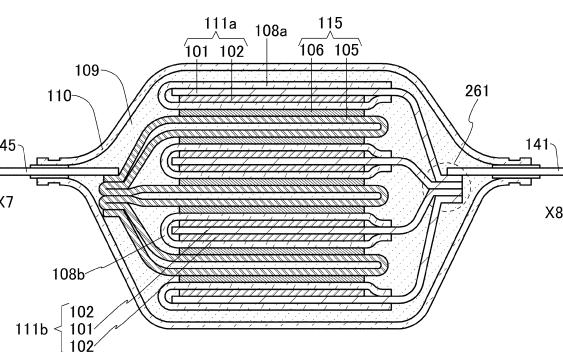
【図5】



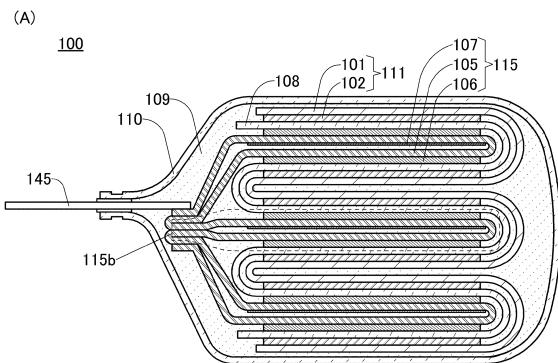
【図6】



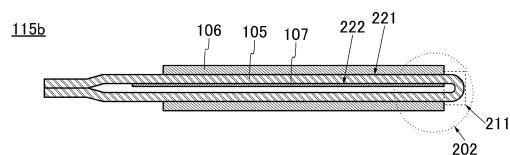
【図7】



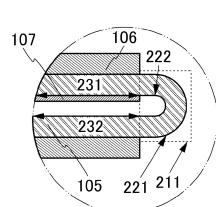
【図8】



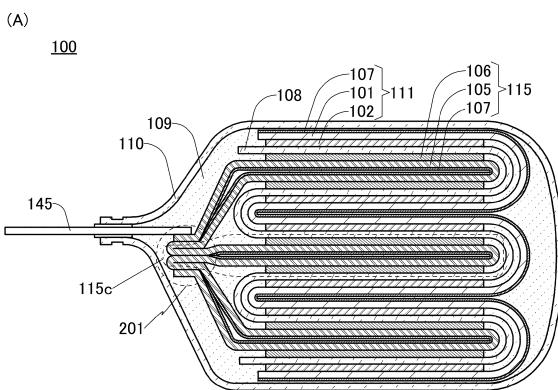
(B)



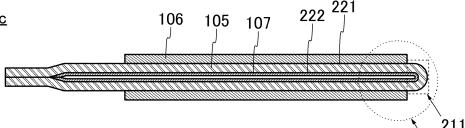
(C)



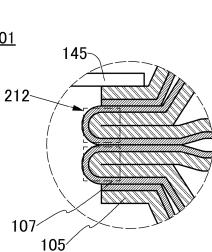
【図9】



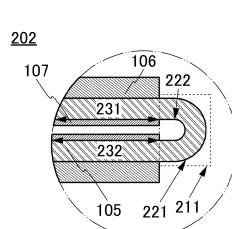
(B)



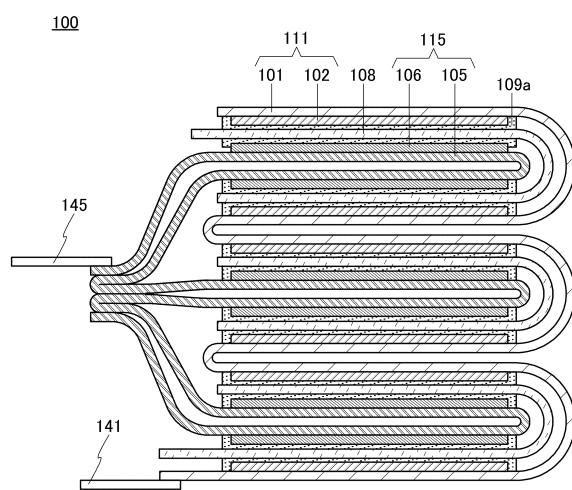
(C)



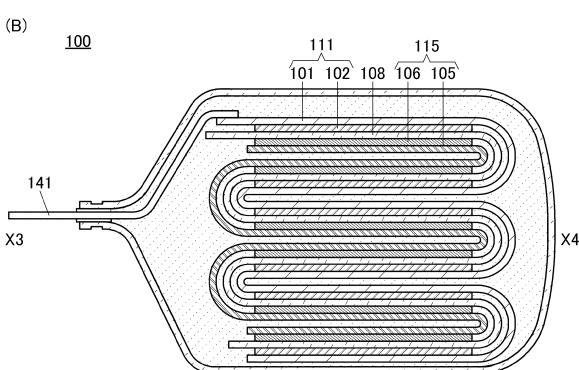
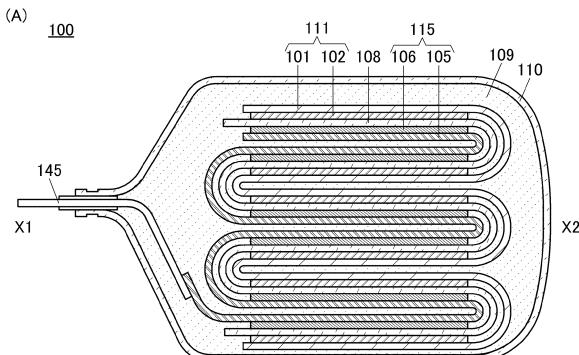
(D)



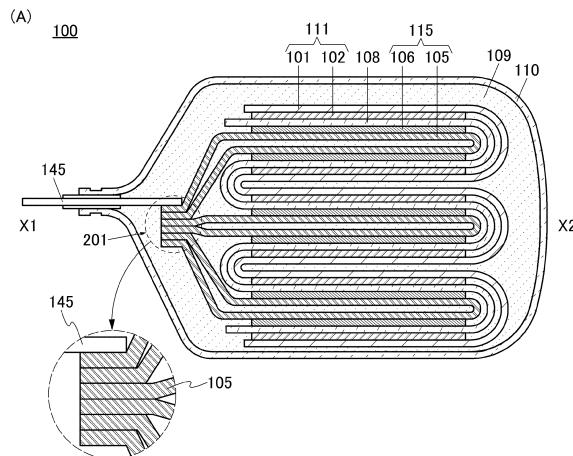
【図10】



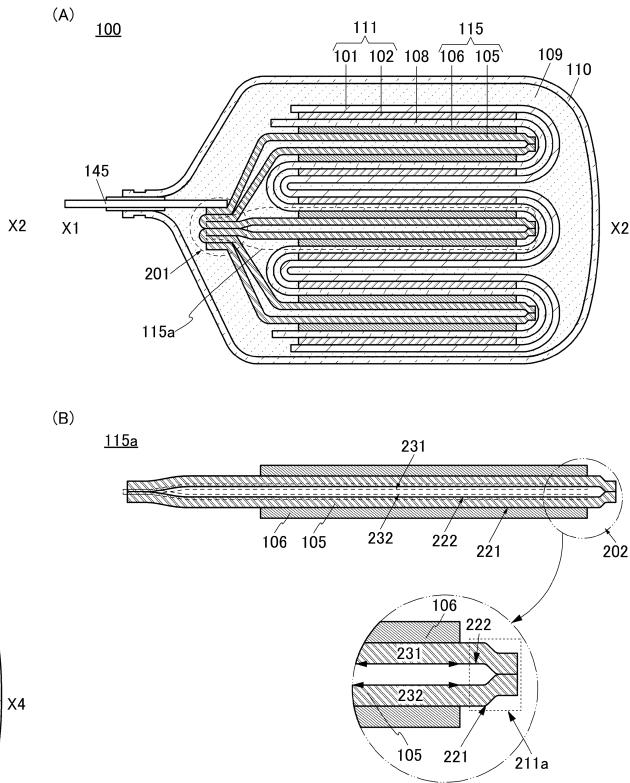
【図11】



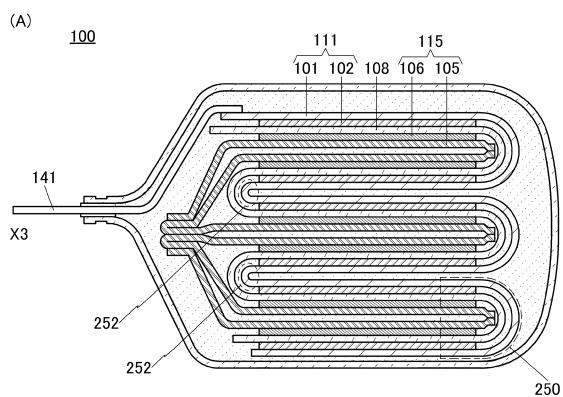
【図12】



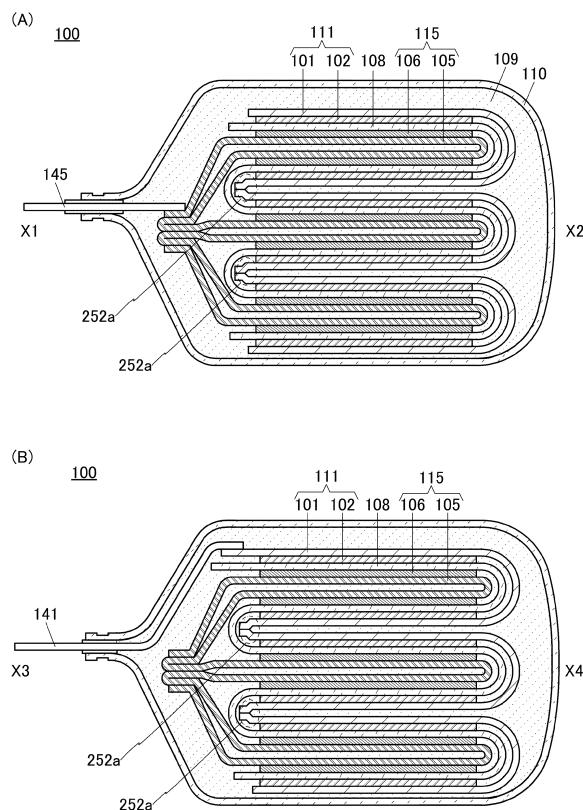
【図13】



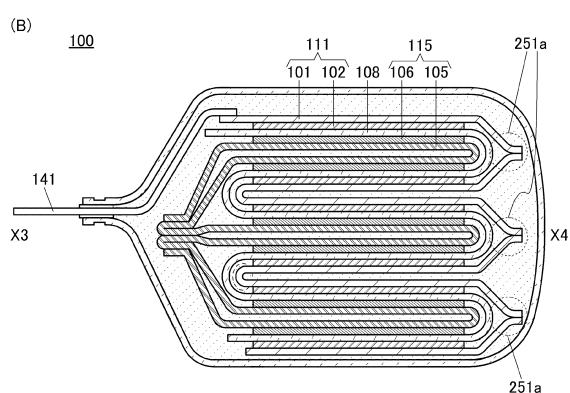
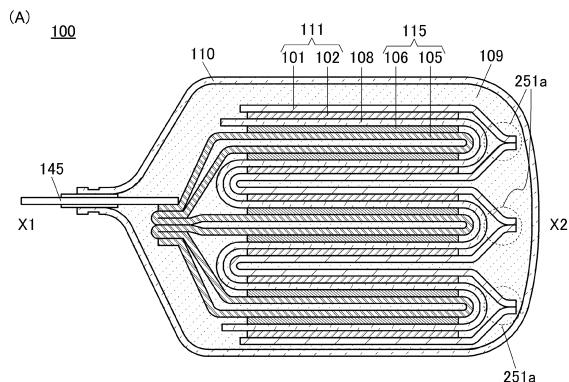
【図14】



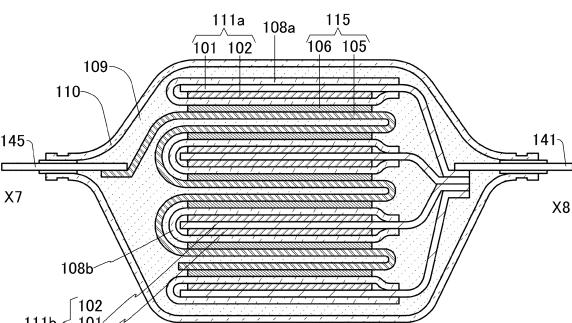
【図15】



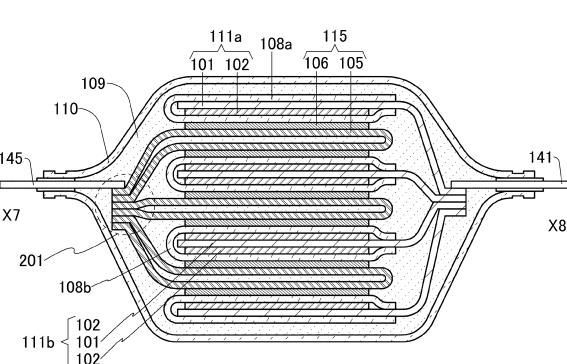
【図16】



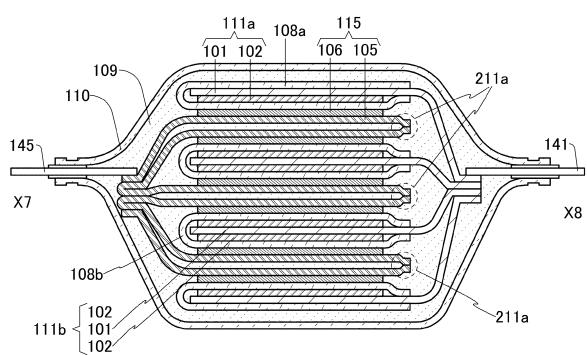
【図17】



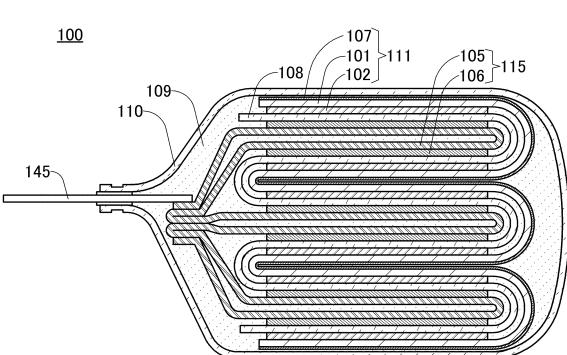
【図18】



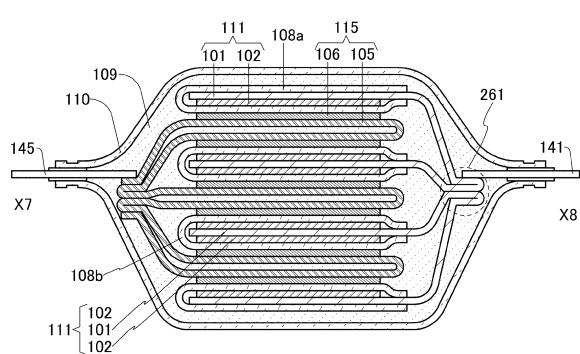
【図19】



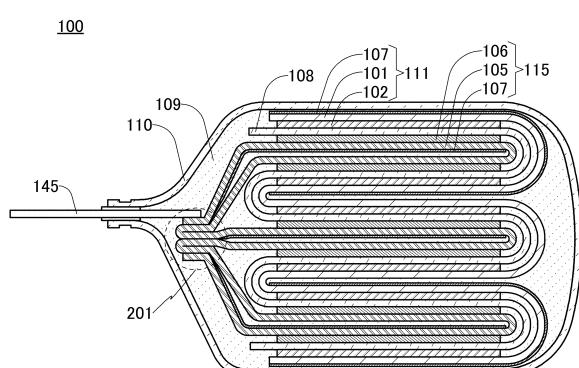
【図21】



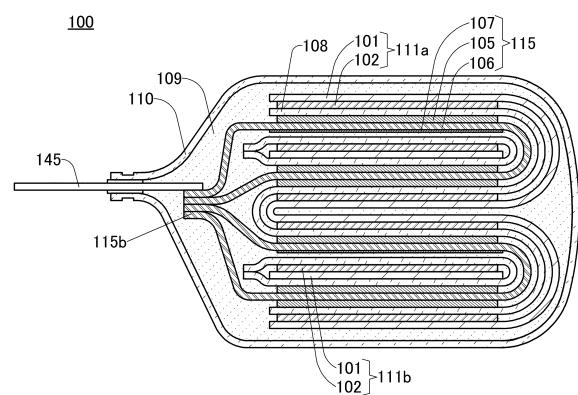
【図20】



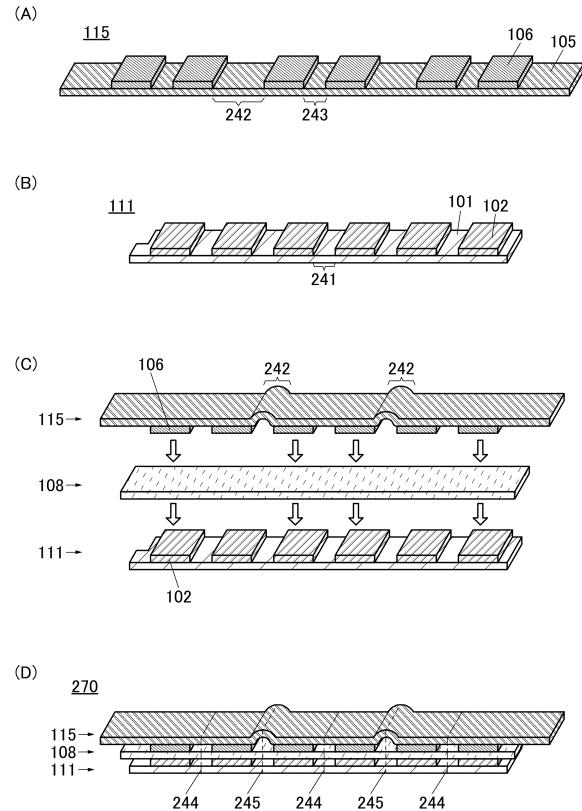
【図22】



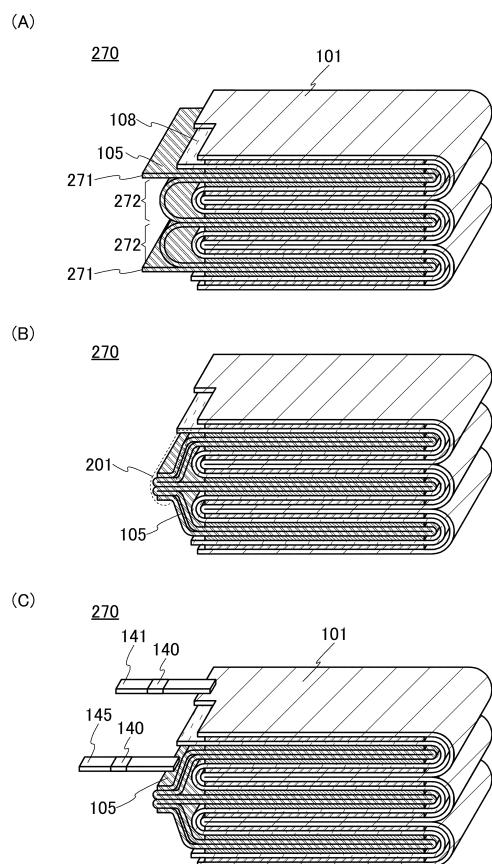
【図23】



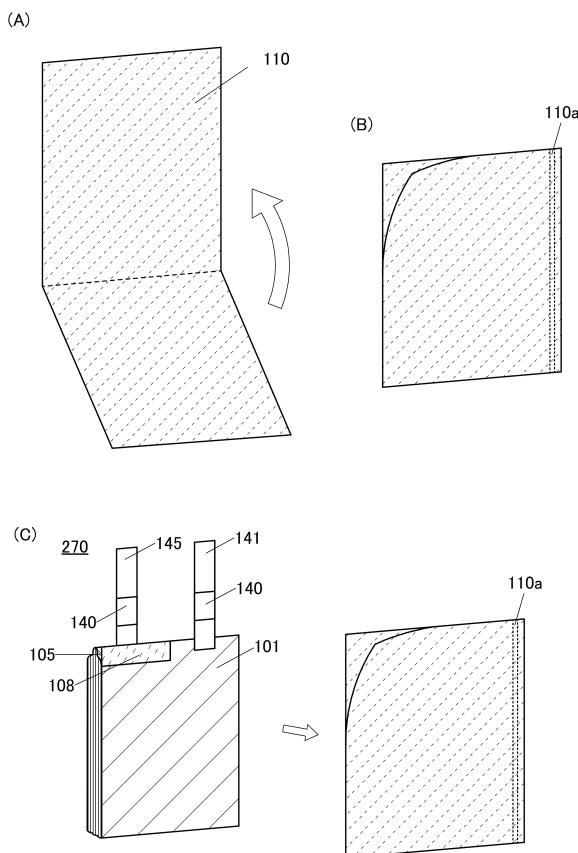
【図24】



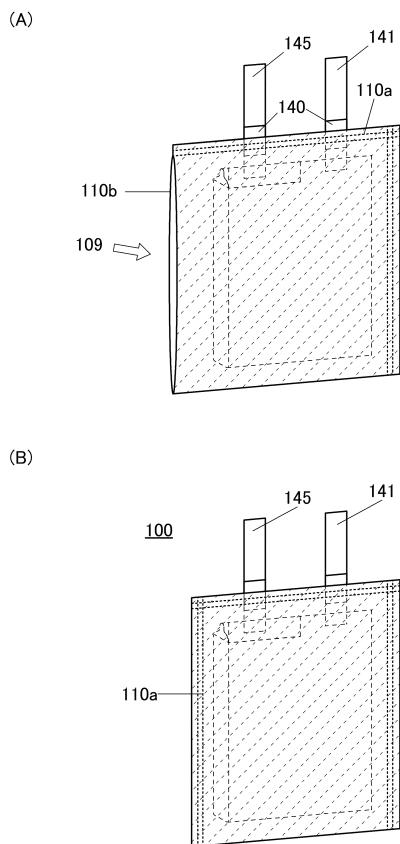
【図25】



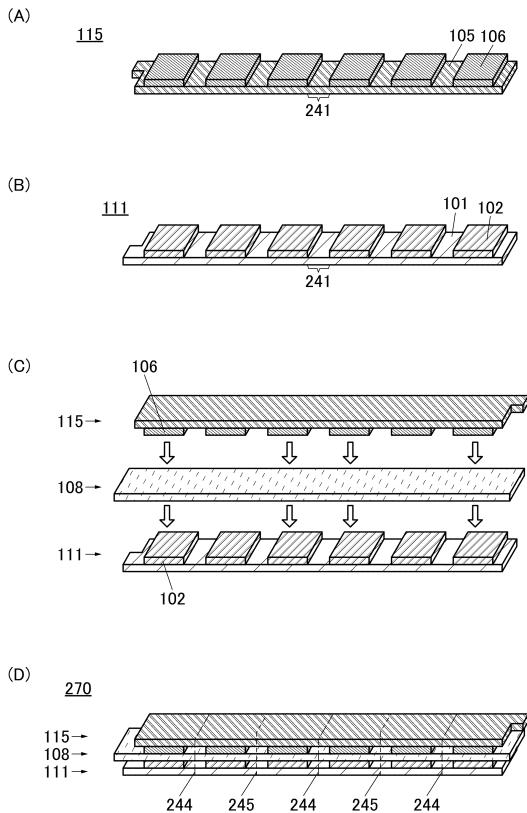
【図26】



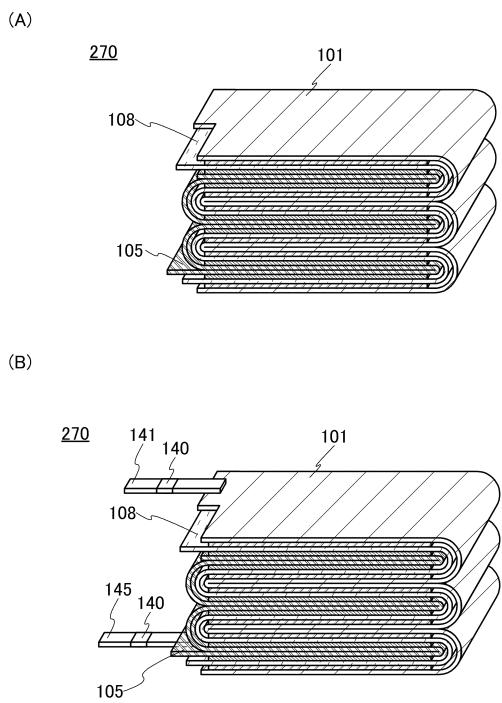
【図27】



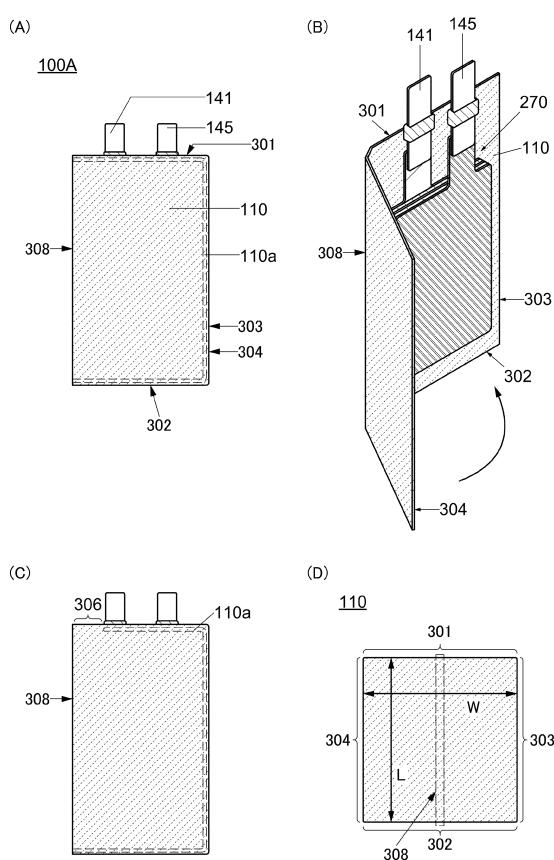
【図28】



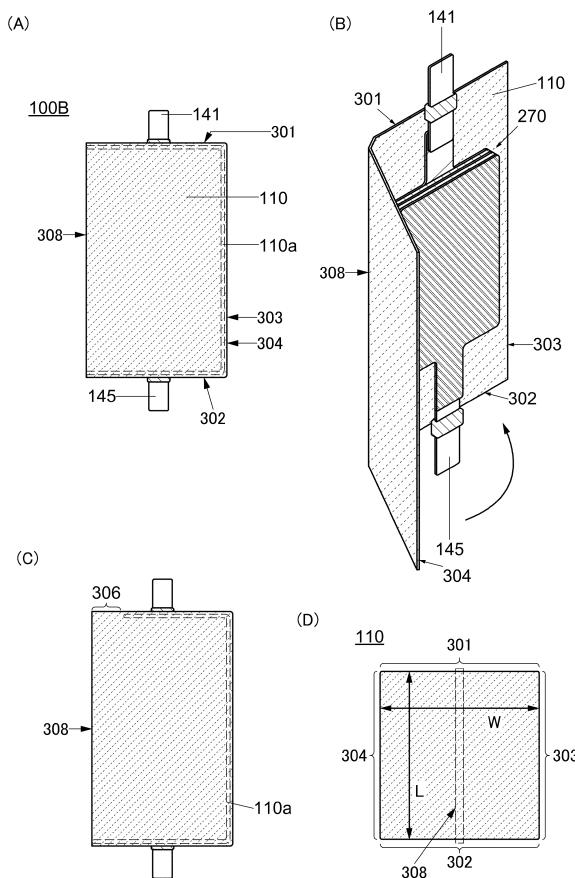
【図29】



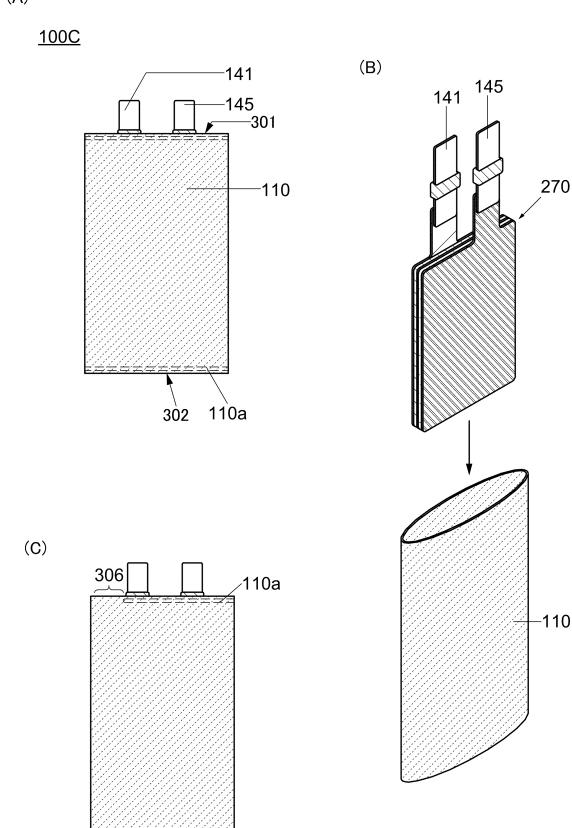
【図30】



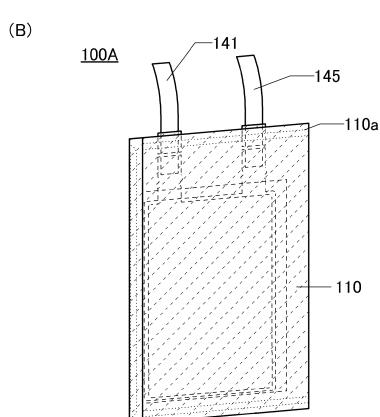
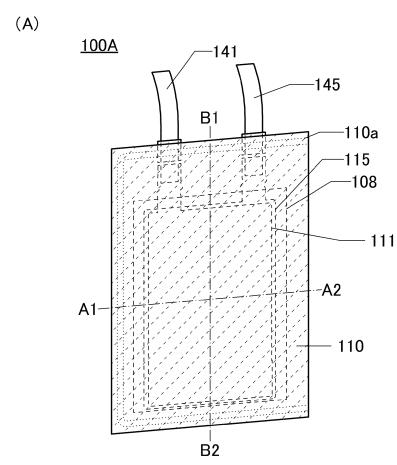
【図31】



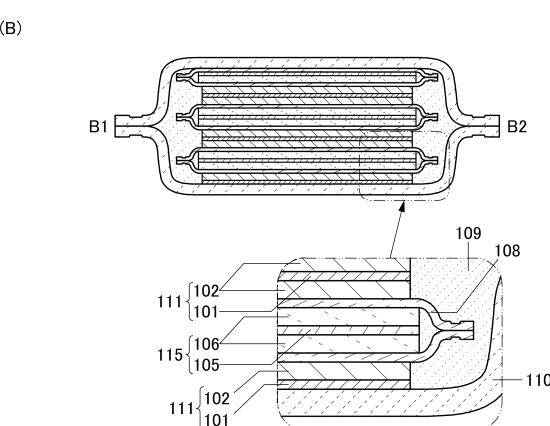
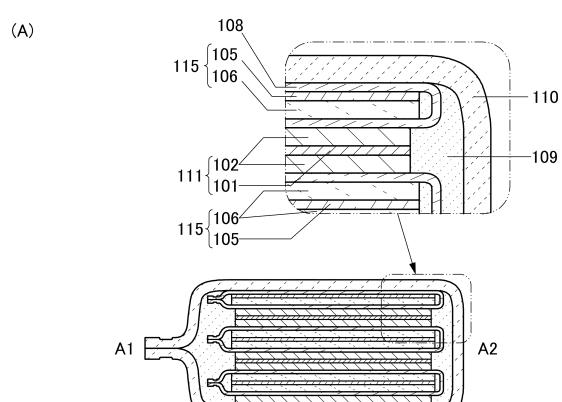
【図32】



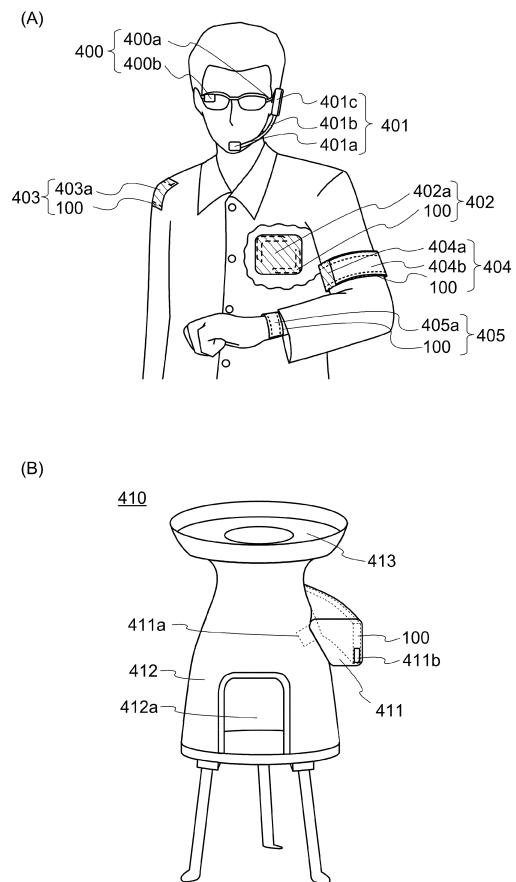
【図33】



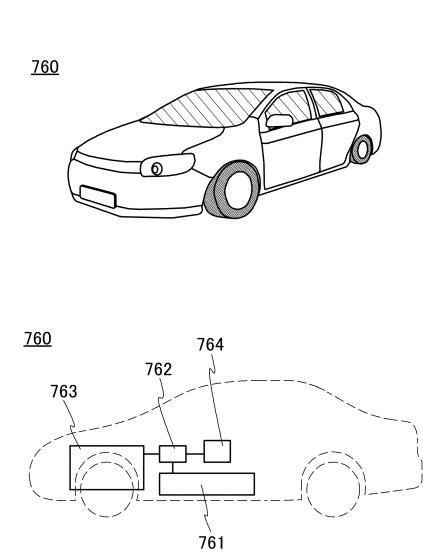
【図34】



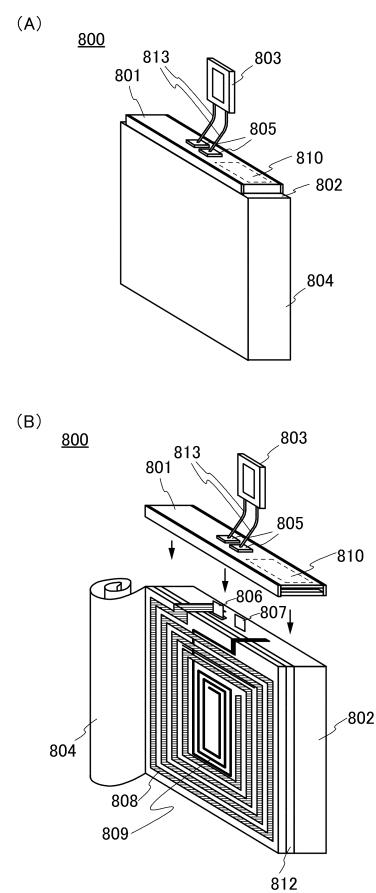
【図35】



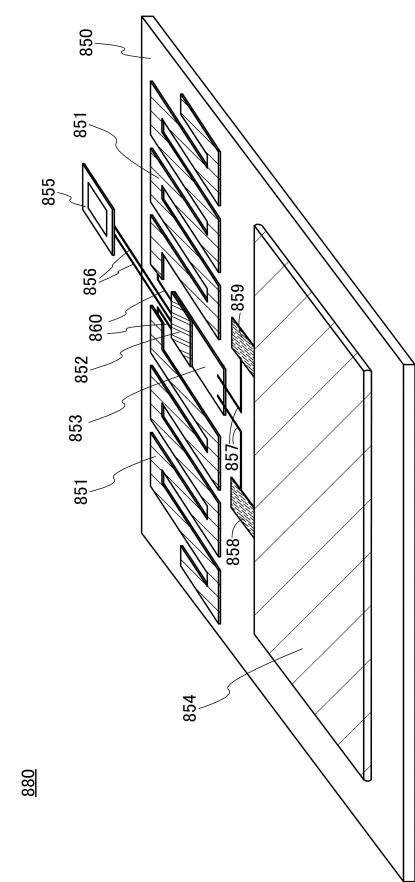
【図36】



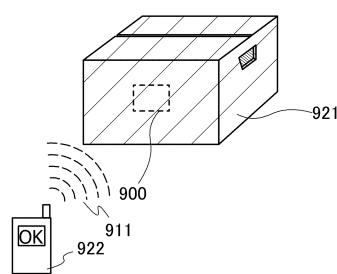
【図37】



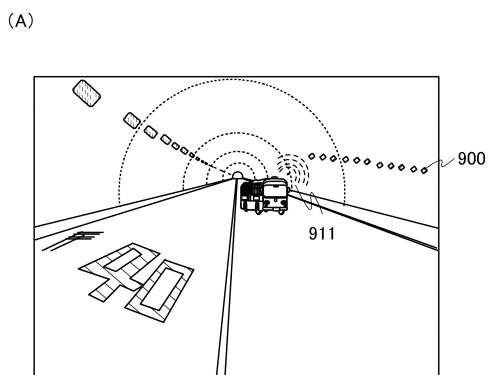
【図38】



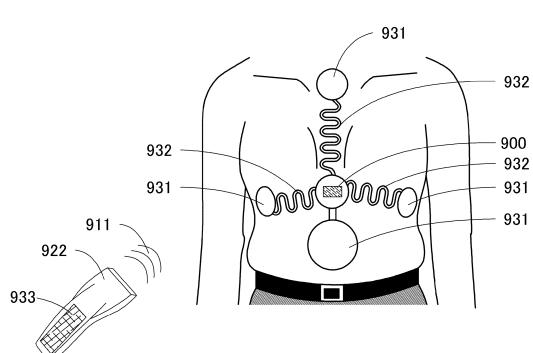
【図39】



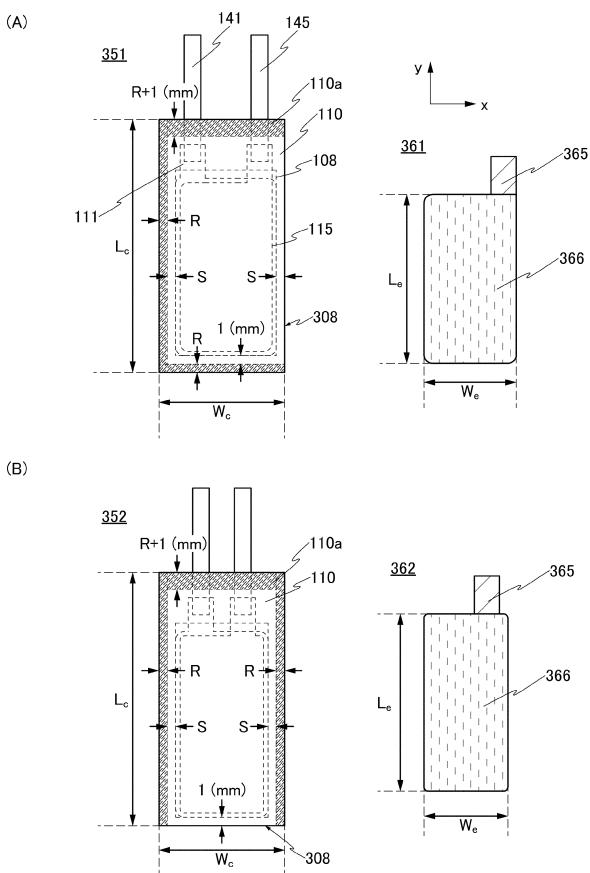
【図40】



【図41】



【図42】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I
H 01G 11/78 (2013.01)	H 01G 11/78
H 01G 11/56 (2013.01)	H 01G 11/56
H 01G 11/74 (2013.01)	H 01G 11/74

(56)参考文献 特開2008-287925(JP,A)  
米国特許第05498489(US,A)  
特表2009-537947(JP,A)  
国際公開第2006/118053(WO,A1)  
特表2013-538429(JP,A)  
特開2013-211262(JP,A)  
特開2010-232574(JP,A)  
特表2002-525823(JP,A)  
特開2014-078470(JP,A)  
特開2003-092145(JP,A)  
米国特許出願公開第2012/0058387(US,A1)  
中国特許出願公開第103579683(CN,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 01M	10 / 05 - 10 / 0587
H 01G	11 / 00 - 11 / 86
H 01M	10 / 00 - 10 / 04
H 01M	50 / 00 - 50 / 198
H 01M	50 / 50 - 50 / 598
H 01M	4 / 00 - 4 / 62