

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6917161号  
(P6917161)

(45) 発行日 令和3年8月11日(2021.8.11)

(24) 登録日 令和3年7月21日(2021.7.21)

(51) Int.Cl. F I  
**HO 1 M 4/58 (2010.01)** HO 1 M 4/58

請求項の数 13 (全 54 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2017-35895 (P2017-35895)                  (22) 出願日 平成29年2月28日 (2017.2.28)                  (65) 公開番号 特開2017-162804 (P2017-162804A)                  (43) 公開日 平成29年9月14日 (2017.9.14)                  審査請求日 令和2年2月18日 (2020.2.18)                  (31) 優先権主張番号 特願2016-40959 (P2016-40959)                  (32) 優先日 平成28年3月3日 (2016.3.3)                  (33) 優先権主張国・地域又は機関                  日本国 (JP)</p>	<p>(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 小國 哲平                  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                  (72) 発明者 三輪 託也                  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 近藤 政克                    (56) 参考文献 特開2012-221716 (JP, A                  )</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リチウムイオン二次電池用の正極活物質、二次電池、電池制御ユニットおよび電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

板状の第1の構造体と、板状の第2の構造体と、を有し、  
 前記第1の構造体と、前記第2の構造体と、の間に、一つまたは複数の第3の構造体を有し、

前記第1の構造体と、前記第2の構造体と、の間に、空隙を有し、

前記第3の構造体は、概略角柱状である、リチウムイオン二次電池用の正極活物質。

【請求項2】

請求項1において、

前記第1の構造体は、第1の面と、第2の面と、その他の面と、を有し、

前記第1の面は、前記その他の面よりも面積が大きく、

前記第2の面は、前記その他の面よりも面積が大きい、リチウムイオン二次電池用の正極活物質。

【請求項3】

請求項2において、

前記第1の面と、前記第2の面は、共通する辺を有さない、リチウムイオン二次電池用の正極活物質。

【請求項4】

請求項2または請求項3において、

前記第1の面は、概略n角形状であり（nは5以上の自然数）、

10

20

前記第1の面が有するn個の内角のうち、少なくとも一つは100°以下である、リチウムイオン二次電池用の正極活物質。

【請求項5】

請求項1乃至請求項4のいずれか一において、

前記第1の構造体と、前記第2の構造体と、前記第3の構造体は、リチウムと、金属と、リンと、酸素を有し、

前記金属は、鉄、マンガン、コバルト、ニッケルから選ばれるいずれか一つまたは複数  
を有する、リチウムイオン二次電池用の正極活物質。

【請求項6】

請求項1乃至請求項4のいずれか一において、

前記第1の構造体と、前記第2の構造体と、前記第3の構造体は、リチウムと、鉄と、  
リンと、酸素を有する、リチウムイオン二次電池用の正極活物質。

10

【請求項7】

請求項1乃至請求項4のいずれか一において、

前記第1の構造体と、前記第2の構造体と、前記第3の構造体は、リン酸鉄リチウムを  
有する、リチウムイオン二次電池用の正極活物質。

【請求項8】

請求項1乃至請求項4のいずれか一において、

前記第1の構造体と、前記第2の構造体と、前記第3の構造体は、 $\text{LiFePO}_4$ を有  
する、リチウムイオン二次電池用の正極活物質。

20

【請求項9】

請求項1乃至請求項8のいずれか一に記載の正極活物質を含む正極と、  
負極と、電解質と、を有する二次電池。

【請求項10】

請求項9に記載の二次電池と、  
制御回路と、を有する電池制御ユニット。

【請求項11】

請求項9に記載の二次電池と、  
電源スイッチと、を有する電子機器。

【請求項12】

請求項9に記載の二次電池と、  
表示装置と、を有する電子機器。

30

【請求項13】

請求項9に記載の二次電池と、  
入出力端子と、を有し、  
前記入出力端子は、無線通信を行う機能を有する電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、リチウム含有複合リン酸塩に関する。また、リチウム含有酸化物を活物質とし  
て用いる電極を有するリチウムイオン二次電池に関する。また、電池制御ユニット、およ  
び電子機器に関する。

40

【背景技術】

【0002】

近年、リチウムイオン二次電池などの蓄電装置の開発が進められている。

【0003】

上記蓄電装置としては、例えば複合酸化物である $\text{LiFePO}_4$ （リン酸鉄リチウム）を  
活物質に用いた電極を有する蓄電装置が挙げられる。 $\text{LiFePO}_4$ を用いた電極を有す  
る蓄電装置は、熱安定性が高く、またサイクル特性が良好である。

【0004】

50

LiFePO<sub>4</sub>などの複合酸化物の生成方法としては、例えば水熱法が挙げられる（例えば特許文献1）。水熱法とは、熱水の存在下で行われる化合物の合成法又は結晶成長法のことである。

【0005】

水熱法を用いることにより、常温常圧では水に溶けにくい材料であっても溶解させることができるため、常温常圧による生産方法では得られないような物質の合成、又は結晶成長を行うことができる。また、水熱法を用いることにより、容易に目的物質における単結晶の微粒子を合成することもできる。

【0006】

水熱法では、例えば原料を含む溶液を耐圧容器に入れて加圧及び加熱による処理を行い、その後加圧及び加熱による処理を行った溶液を濾過することにより、所望の化合物を生成することができる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2004-95385号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

リチウムイオン二次電池の様々な用途の中でも、HEV、EV、PHEV等の車載用二次電池、定置用二次電池では、高出力化の要求が高い。リチウムイオン二次電池の高出力を可能にするためには、電極反応速度やリチウム拡散速度が大きいことが求められる。正極活物質として用いられるLiFePO<sub>4</sub>などの複合酸化物においてリチウムの拡散を速くすることができればリチウムイオン二次電池の出力を高めることができる。

20

【0009】

以上に鑑み、本発明の一態様は、リチウムの拡散速度の大きいLiFePO<sub>4</sub>などの複合酸化物を提供することを課題の一つとする。また、本発明の一態様は、リチウムの拡散速度の大きい正極活物質を提供することを課題の一つとする。また、本発明の一態様では、出力が大きいリチウムイオン二次電池を提供することを課題の一とする。また、本発明の一態様では、新規な電池を提供することを課題の一とする。

30

【0010】

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、これらの課題の全てを解決する必要はないものとする。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】

【0011】

本明細書で開示する発明の一態様の構成は、板状の第1の構造体と、板状の第2の構造体と、を有し、第1の構造体と、第2の構造体と、の間に、第3の構造体を有し、第1の構造体と、第2の構造体と、の間に、空隙を有することを特徴とするリチウムイオン二次電池用の正極活物質である。

40

【0012】

また、本発明の一態様において、第1の構造体の外形は、第1の面と、第2の面と、その他の面を有し、第1の面は、その他の面よりも面積が大きく、第2の面は、その他の面よりも面積が大きいことを特徴とするリチウムイオン二次電池用の正極活物質である。

【0013】

また、本発明の一態様において、第1の面と、第2の面は、共通する辺を有さないことを特徴とするリチウムイオン二次電池用の正極活物質である。

【0014】

また、本発明の一態様において、第1の面は、概略n角形状であり（nは5以上の自然数

50

)、 $n$ 角形の内角のうち、少なくとも一つは $100^\circ$ 以下であることを特徴とするリチウムイオン二次電池用の正極活物質である。

【0015】

また、本発明の一態様において、第3の構造体は、概略角柱状であり、第1の構造体と第2の構造体の間に、第3の構造体が一または複数有することを特徴とするリチウムイオン二次電池用の正極活物質である。

【0016】

また、本発明の一態様において、第1の構造体と、第2の構造体と、第3の構造体は、リチウム(Li)と、金属と、リン(P)と、酸素(O)を有し、金属は、鉄(Fe)、マンガン(Mn)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)から選ばれるいずれか一つまたは複数

10

【0017】

を有することを特徴とするリチウムイオン二次電池用の正極活物質である。

【0018】

また、本発明の一態様において、第1の構造体と、第2の構造体と、第3の構造体は、リン酸鉄リチウムを有することを特徴とするリチウムイオン二次電池用の正極活物質である。

【0019】

また、本発明の一態様において、第1の構造体と、第2の構造体と、第3の構造体は、 $\text{LiFePO}_4$ を有することを特徴とするリチウムイオン二次電池用の正極活物質である。

20

【0020】

また、本発明の一態様に係る正極活物質を含む正極と、負極と、電解質と、を有する二次電池もまた本発明の一態様である。

【0021】

また、本発明の一態様に係る二次電池と、制御回路と、を有する電池制御ユニットもまた本発明の一態様である。

【0022】

また、本発明の一態様に係る二次電池と、電源スイッチと、を有する電子機器もまた本発明の一態様である。

30

【0023】

また、本発明の一態様に係る二次電池と、表示装置と、を有する電子機器もまた本発明の一態様である。

【0024】

また、本発明の一態様に係る二次電池と、入出力端子と、を有し、入出力端子は、無線通信を行う機能を有する電子機器もまた本発明の一態様である。

【発明の効果】

【0025】

リチウムの拡散速度の大きい正極活物質を提供することができる。また、本発明の一態様は、リチウムの拡散速度の大きい $\text{LiFePO}_4$ などの複合酸化物を提供することができる。また、本発明の一態様では、出力が大きいリチウムイオン二次電池を提供することができる。また、本発明の一態様では、新規な電池を提供することができる。

40

【0026】

なお、本発明の一態様はこれらの効果に限定されるものではない。例えば、本発明の一態様は、場合によっては、または、状況に応じて、これらの効果以外の効果を有する場合もある。または、例えば、本発明の一態様は、場合によっては、または、状況に応じて、これらの効果を有さない場合もある。

【図面の簡単な説明】

【0027】

50

- 【図 1】リチウム含有複合リン酸塩の作製方法を説明する図。
- 【図 2】リチウム含有複合リン酸塩の模式図。
- 【図 3】二次電池の一例及び電極の一例を示す図。
- 【図 4】二次電池の一例を示す図。
- 【図 5】二次電池の一例を示す図。
- 【図 6】二次電池の一例を示す図。
- 【図 7】二次電池の一例を示す図。
- 【図 8】二次電池の作製方法の一例を示す図。
- 【図 9】二次電池の作製方法の一例を示す図。
- 【図 10】二次電池の作製方法の一例を示す図。 10
- 【図 11】曲率半径を説明する図。
- 【図 12】曲率半径を説明する図。
- 【図 13】コイン型の二次電池を説明する図。
- 【図 14】円筒型の二次電池を説明する図。
- 【図 15】可撓性を有するラミネート型の二次電池を説明する図。
- 【図 16】蓄電装置の例を説明する図。
- 【図 17】蓄電装置の例を説明する図。
- 【図 18】蓄電装置の例を説明する図。
- 【図 19】蓄電装置の例を説明する図。
- 【図 20】蓄電装置の例を説明する図。 20
- 【図 21】蓄電装置の応用形態を示す図。
- 【図 22】本発明の一態様を説明するブロック図。
- 【図 23】本発明の一態様を説明する概念図。
- 【図 24】本発明の一態様を説明する回路図。
- 【図 25】本発明の一態様を説明する回路図。
- 【図 26】本発明の一態様を説明する概念図。
- 【図 27】本発明の一態様を説明するブロック図
- 【図 28】本発明の一態様を説明するフローチャート。
- 【図 29】二次電池の構成の例を説明する斜視図、上面図および断面図。
- 【図 30】二次電池の作製方法の例を説明する図。 30
- 【図 31】二次電池の構成の例を説明する斜視図、上面図および断面図。
- 【図 32】二次電池の作製方法の例を説明する図。
- 【図 33】リチウム含有複合リン酸塩のSEM像。
- 【図 34】リチウム含有複合リン酸塩のSEM像。
- 【図 35】リチウム含有複合リン酸塩のXRDスペクトル。
- 【図 36】リチウム含有複合リン酸塩の粒子径のヒストグラム。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0028】
- 以下、本発明の一態様の実施の形態について説明する。ただし、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及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。従って、本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。 40
- 【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】
- なお、本明細書で説明する各図において、正極、負極、活物質層、セパレータ、外装体などの各構成要素の大きさや厚さ等は、個々に説明の明瞭化のために誇張されている場合が 50

ある。よって、必ずしも各構成要素はその大きさに限定されず、また各構成要素間での相対的な大きさに限定されない。

【0031】

また、本明細書等で説明する本発明の一態様の構成において、同一部分又は同様の機能を有する部分には同一の符号を異なる図面間で共通して用い、その繰り返しの説明は省略する。また、同様の機能を有する部分を指す場合には、ハッチパターンを同じくし、特に符号を付さない場合がある。

【0032】

なお、本明細書中において、蓄電装置とは、蓄電機能を有する素子及び装置全般を指すものである。例えば、リチウムイオン二次電池などの蓄電池（二次電池ともいう）、リチウムイオンキャパシタ、及び電気二重層キャパシタなどを含む。

10

【0033】

また、この発明を実施するための形態の記載の内容は、適宜組み合わせる用いることができる。

【0034】

（実施の形態1）

本実施の形態では、本発明の一態様であるリチウム含有複合リン酸塩の作製方法について、図1を用いて説明する。

【0035】

ステップS201aにおいて、リチウム化合物を秤量する。また、ステップS201bにおいて、リン化合物を秤量する。また、ステップS201cにおいて、鉄(II)化合物、マンガ(II)化合物、コバルト(II)化合物、及びニッケル(II)化合物（以下、M(II)化合物と示す。）の一以上を秤量する。

20

【0036】

リチウム化合物の代表例としては、水酸化リチウム - 水和物 ( $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ )、塩化リチウム ( $\text{LiCl}$ )、炭酸リチウム ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ )、酢酸リチウム ( $\text{LiCH}_3\text{COO}$ )、シュウ酸リチウム ( $(\text{COOLi})_2$ ) 等がある。

【0037】

リン化合物の代表例としては、オルトリン酸 ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) 等のリン酸、リン酸水素二アンモニウム ( $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ )、リン酸二水素アンモニウム ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ) 等のリン酸水素アンモニウム等がある。

30

【0038】

鉄(II)化合物の代表例としては、塩化鉄四水和物 ( $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )、硫酸鉄七水和物 ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )、酢酸鉄 ( $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ) 等がある。

【0039】

マンガ(II)化合物の代表例としては、塩化マンガ(II)四水和物 ( $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )、硫酸マンガ(II) - 水和物 ( $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )、酢酸マンガ(II)四水和物 ( $\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) 等がある。

【0040】

コバルト(II)化合物の代表例としては、塩化コバルト六水和物 ( $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )、硫酸コバルト七水和物 ( $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )、酢酸コバルト四水和物 ( $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) 等がある。

40

【0041】

ニッケル(II)化合物の代表例としては、塩化ニッケル六水和物 ( $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )、硫酸ニッケル六水和物 ( $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )、酢酸ニッケル四水和物 ( $\text{Ni}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) 等がある。

【0042】

次に、ステップS203aにおいて、リチウム化合物を溶媒に溶解して、リチウムを含む溶液を形成する。同様に、ステップS203b、S203cにおいて、それぞれリン化合物、M(II)化合物を溶媒に溶解して、リンを含む溶液、M(II)を含む溶液を形成

50

する。

【0043】

リチウム化合物、リン化合物、M(II)化合物を溶解する溶媒としては、水がある。

【0044】

次に、ステップS205において、大気雰囲気下で、ステップS203aで形成したリチウムを含む溶液と、ステップS203bで形成したリンを含む溶液を混合し、混合液Aを形成する。

【0045】

なお、混合液Aの代わりに、 $\text{Li}_3\text{PO}_4$ 、 $\text{Li}_2\text{HPO}_4$ 、 $\text{LiH}_2\text{PO}_4$ 等のリチウム塩を水等の溶媒に溶解して、リチウム及びリンを含む溶液を形成してもよい。

10

【0046】

次に、ステップS207において、大気雰囲気下で、ステップS205で形成した混合液Aを攪拌しながら、M(II)を含む溶液を少量ずつ滴下して、混合液Bを形成する。

【0047】

なお、ステップS205において、リチウムを含む溶液と、リンを含む溶液とのそれぞれの濃度によって、混合液Aに沈殿物が生じる場合がある。混合液Aを滴下する場合、沈殿物が存在すると、滴下装置のノズルが目詰まりし、滴下が妨げられる可能性がある。以上のことから、ステップS207において、混合液Aを攪拌しながら、M(II)を含む溶液を少量ずつ滴下することが好ましい。

【0048】

次に、ステップS209において、混合液Bをオートクレーブ等の耐熱耐圧容器に入れたのち、100以上350以下、0.1MPa以上100MPa以下で、0.5時間以上24時間以下加熱した後冷却し、耐熱耐圧容器内の混合物を濾過し、得られた固体を水洗して、乾燥させる。

20

【0049】

この結果、合成物Aとしてオリビン型リチウム含有複合リン酸塩( $\text{LiMPO}_4$ (Mは、 $\text{Fe(II)}$ 、 $\text{Ni(II)}$ 、 $\text{Co(II)}$ 、 $\text{Mn(II)}$ の一以上))を収率高く作製することができる。M(II)化合物の種類によって、リチウム含有複合リン酸塩として、 $\text{LiFePO}_4$ 、 $\text{LiNiPO}_4$ 、 $\text{LiCoPO}_4$ 、 $\text{LiMnPO}_4$ 、 $\text{LiFe}_a\text{Ni}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_a\text{Co}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_a\text{Mn}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiNi}_a\text{Co}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiNi}_a\text{Mn}_b\text{PO}_4$ ( $a+b$ 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、 $0 < f < 1$ 、 $0 < g < 1$ 、 $0 < h < 1$ 、 $0 < i < 1$ )等が適宜得られる。また、本実施の形態により得られるリチウム含有複合リン酸塩は単結晶粒となる場合がある。

30

【0050】

ここで、図1に示す作製方法により得られるリチウム含有複合リン酸塩の形状について説明する。

【0051】

本発明の一態様により作製されたリチウム含有複合リン酸塩の模式図を図2に示す。図2(A-1)乃至図2(A-6)が鳥瞰図、図2(B-1)乃至図2(B-6)が断面図である。図2(B-1)は図2(A-1)の断面を示し、図2(B-2)は図2(A-2)の断面を示し、図2(B-3)は図2(A-3)の断面を示し、図2(B-4)は図2(A-4)の断面を示し、図2(B-5)は図2(A-5)の断面を示し、図2(B-6)は図2(A-6)の断面を示す。本発明の一態様により作製されたリチウム含有複合リン酸塩は、図2に示すように、板状の構造体200と、板状の構造体202の間に、角柱状の構造体204を有し、板状の構造体200と板状の構造体202の間に空隙を有する構造となる場合がある。なお、図2(A-2)または図2(B-2)に示すように、板状の構造体200と、板状の構造体202の間の、角柱状の構造体204は複数となる場合が

40

50

ある。図2では、識別の容易化のために便宜上、構造体200、構造体202と、構造体204に異なるハッチングを施しているが、構造体200、構造体202と、構造体204は同じ材質でも良く、構造体200と、構造体202と、構造体204とが一体となり一つのリチウム含有複合リン酸塩を構成していてもよい。本発明の一態様により作製されたリチウム含有複合リン酸塩が二次電池の電極活物質に用いられる場合、この空隙によりリチウム含有複合リン酸塩と電解液の接触面積が大きくなる。二次電池の電池反応は、電極におけるイオンの挿入・脱離により引き起こされることから、正極とリチウムイオンの反応面積が大きくなると、正極とリチウムイオンの反応速度が速くなる。したがって、二次電池の出力を高めることが可能になる。

【0052】

また、リチウム含有複合リン酸塩が板状の構造体となっている場合、該酸化物の板状の構造体内全域へのリチウムの拡散が早く完了する。板状の構造体の形状は、広い面と短い辺とを有しているため、該広い面から取り込まれたリチウムが該短い辺の長さの分だけ移動すれば、該酸化物の全域へリチウムが到達することができるからである。したがって、正極とリチウムの反応速度が速くなり、二次電池の出力を高めることが可能になる。

【0053】

また、リチウム含有複合リン酸塩の板状の構造体を構成する面のうち、例えば最も面積が大きい面の外形において、内角の少なくとも一つは100°以下となり、該リン酸塩を用いて作製した層中で該リン酸塩の粒子と粒子の間隔が大きくなる。粒子と粒子の間隔が大きくなると、そこに電解液が入り込みやすくなり電解液中のリチウムイオンもまた移動が容易となるため好ましい。

【0054】

一方で、板状の構造体のすべての内角が100°以上である場合、板状の構造体が概略正多角形状または円状の形状となるため、該粒子同士が互いに近接して粒子間の隙間が小さくなる場合がある。そのような場合、電解液が該隙間に入り込みにくくなるため、電解液中のリチウムイオンの移動が阻害される場合があり、二次電池の出力が抑えられてしまう場合がある。二次電池の電池反応は、電極におけるイオンの挿入・脱離により引き起こされることから、リチウムイオンの移動性が向上すると、正極とリチウムの反応速度が速くなる。したがって、二次電池の出力を高めることが可能になる。

【0055】

以上のような観点から、該リン酸塩の板状の構造体の内角のうち、少なくとも一つは100°以下、好ましくは95°以下、さらに好ましくは90°以下とすればよい。

【0056】

以上に示す通り、本発明の一態様に係るリチウム含有複合リン酸塩をリチウムイオン蓄電池に用いた場合、該二次電池の出力を大きくすることができる。

【0057】

なお、本実施の形態に示す構成などは、他の実施の形態、または実施例に示す構成と適宜組み合わせ用いることができる。

【0058】

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、本実施の形態では、一例として、二次電池に適用した場合を示したが、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、例えば、鉛蓄電池、リチウムイオンポリマー二次電池、ニッケル・水素電池、ニッケル・カドミウム蓄電池、ニッケル・鉄電池、ニッケル・亜鉛電池、酸化銀電池、固体電池、空気電池、などに適用することも可能である。または、様々な蓄電装置に適用することが可能であり、例えば、一次電池、コンデンサ、リチウムイオンキャパシタなどに適用することも可能である。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

10

20

30

40

50

は、二次電池に適用しなくてもよい。また、本発明の一態様として、リチウム含有複合リン酸塩を有する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、様々な材質のものを有していてもよい。または例えば、場合によっては、または、状況に応じて、本発明の一態様では、リチウム含有複合リン酸塩を有していなくてもよい。

【0059】

(実施の形態2)

本実施の形態では、本発明の一態様に係る二次電池、及びその製造方法について説明する。

【0060】

二次電池の構成及び組立

図3(A)に、本発明の一態様である二次電池500を示す。図3(A)では、二次電池の一例として、薄型の二次電池の形態を示すが、本発明の一態様の二次電池はこれに限られない。

【0061】

図3(A)に示すように、二次電池500は、正極503、負極506、セパレータ507、及び外装体509を有する。二次電池500は、正極リード510及び負極リード511を有してもよい。また接合部518は、外装体509の外周を熱圧着によって接合した部位である。

【0062】

図4(A)、(B)に、図3(A)における一点鎖線A1-A2間の断面図の一例をそれぞれ示す。図4(A)、(B)には、正極503と負極506を1組用いて作製した二次電池500の断面構造をそれぞれ示す。

【0063】

図4(A)、(B)に示すように、二次電池500は、正極503、負極506、セパレータ507、電解液508、及び外装体509を有する。セパレータ507は、正極503と負極506の間に位置する。外装体509内は、電解液508で満たされている。

【0064】

正極503は、正極活物質層502と、正極集電体501とを含む。負極506は、負極活物質層505と、負極集電体504とを含む。活物質層は、集電体の片面又は両面に形成すればよい。セパレータ507は、正極集電体501と負極集電体504の間に位置する。

【0065】

電池セルは、正極及び負極をそれぞれ1つ以上有していればよい。例えば、電池セルは、複数の正極及び複数の負極からなる積層構造とすることもできる。

【0066】

図5(A)に、図3(A)における一点鎖線A1-A2間の断面図の別の例を示す。また、図5(B)に図3(A)における一点鎖線B1-B2間の断面図を示す。

【0067】

図5(A)、(B)には、正極503と負極506を複数組用いて作製した二次電池500の断面構造を示す。二次電池500が有する電極層数に限定はない。電極層数が多い場合には、より多くの容量を有する二次電池とすることができる。また、電極層数が少ない場合には、薄型化でき、可撓性に優れた二次電池とすることができる。

【0068】

図5(A)、(B)では、正極集電体501の片面に正極活物質層502を有する正極503を2つと、正極集電体501の両面に正極活物質層502を有する正極503を2つと、負極集電体504の両面に負極活物質層505を有する負極506を3つ用いる例を示す。つまり、二次電池500は、6層の正極活物質層502と、6層の負極活物質層505を有する。なお、図5(A)、(B)では、セパレータ507が袋状の例を示すが、これに限定されず、セパレータ507は短冊状であっても、蛇腹状であってもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 9 】

また、図5において、正極集電体501の両面に正極活物質層502を有する一の正極を、正極集電体501の片面に正極活物質層502を有する2つの正極に置き換えることが好ましい。同様に、負極集電体504の両面に負極活物質層505を有する一の負極を、負極集電体504の片面に負極活物質層505を有する2つの負極に置き換えることが好ましい。図6に示す二次電池500は、正極集電体501の正極活物質層502が付着していない面同士、ならびに負極集電体504の負極活物質層505が付着していない面同士が向かい合わせとなって接している。このような構成とすることで、二次電池500を湾曲させた場合に、2つの正極集電体501の界面および2つの負極集電体504の界面が滑り面となり、二次電池500内部に生じる応力を緩和できる。

10

## 【 0 0 7 0 】

次に、図3(B)に、正極503の外観図を示す。正極503は、正極集電体501及び正極活物質層502を有する。

## 【 0 0 7 1 】

また、図3(C)に、負極506の外観図を示す。負極506は、負極集電体504及び負極活物質層505を有する。

## 【 0 0 7 2 】

ここで、正極503及び負極506は、積層される複数の正極同士又は複数の負極同士を電氣的に接続するために、タブ領域を有することが好ましい。また、タブ領域には電極リードを電氣的に接続することが好ましい。

20

## 【 0 0 7 3 】

図3(B)に示すように、正極503は、タブ領域281を有することが好ましい。タブ領域281の一部は、正極リード510と溶接されることが好ましい。タブ領域281は正極集電体501が露出する領域を有することが好ましく、正極集電体501が露出する領域に正極リード510を溶接することにより、接触抵抗をより低くすることができる。また、図3(B)ではタブ領域281の全域において正極集電体501が露出している例を示すが、タブ領域281は、その一部に正極活物質層502を有してもよい。

## 【 0 0 7 4 】

図3(C)に示すように、負極506は、タブ領域282を有することが好ましい。タブ領域282の一部は、負極リード511と溶接されることが好ましい。タブ領域282は負極集電体504が露出する領域を有することが好ましく、負極集電体504が露出する領域に負極リード511を溶接することにより、接触抵抗をより低くすることができる。また、図3(C)ではタブ領域282の全域において負極集電体504が露出している例を示すが、タブ領域282は、その一部に負極活物質層505を有してもよい。

30

## 【 0 0 7 5 】

なお、図3(A)では、正極503と負極506の端部が概略揃っている例を示すが、正極503は、負極506の端部よりも外側に位置する部分を有していてもよい。

## 【 0 0 7 6 】

二次電池500において、負極506の正極503と重ならない領域の面積は小さいほど好ましい。

40

## 【 0 0 7 7 】

図4(A)では、負極506の端部が、正極503の内側に位置する例を示す。このような構成とすることにより、負極506を全て正極503と重ねる、又は負極506の正極503と重ならない領域の面積を小さくすることができる。

## 【 0 0 7 8 】

または、二次電池500において、正極503と負極506の面積は概略同じであることが好ましい。例えば、セパレータ507を挟んで向かい合う正極503と負極506の面積は、概略同じであることが好ましい。例えば、セパレータ507を挟んで向かい合う正極活物質層502の面積と負極活物質層505の面積は概略同じであることが好ましい。

## 【 0 0 7 9 】

50

例えば、図5(A)、(B)に示すように、正極503のセパレータ507側の面の面積と負極506のセパレータ507側の面の面積は概略同じであることが好ましい。正極503の負極506側の面の面積と負極506の正極503側の面の面積を概略同じとすることにより、負極506の正極503と重ならない領域を小さくする(あるいは理想的にはなくす)ことができ、二次電池500の不可逆容量を減少させることができるため好ましい。または、図5(A)、(B)に示すように、正極活物質層502のセパレータ507側の面の面積と負極活物質層505のセパレータ507側の面の面積は概略同じであることが好ましい。

【0080】

また、図5(A)、(B)に示すように、正極503の端部と負極506の端部は概略揃うことが好ましい。また、正極活物質層502と負極活物質層505の端部は概略揃うことが好ましい。

10

【0081】

また、図4(B)では、正極503の端部が、負極506の内側に位置する例を示す。このような構成とすることにより、正極503を全て負極506と重ねる、又は正極503の負極506と重ならない領域の面積を小さくすることができる。負極506の端部が正極503の端部よりも内側に位置すると、負極506の端部に電流が集中してしまう場合がある。例えば、負極506の一部に電流が集中することで、負極506上にリチウムが析出してしまうことがある。正極503の負極506と重ならない領域の面積を小さくすることで、負極506の一部に電流が集中することを抑制できる。これにより、例えば、負極506上へのリチウムの析出が抑制でき、好ましい。

20

【0082】

図3(A)に示すように、正極リード510は、正極503に電氣的に接続することが好ましい。同様に、負極リード511は、負極506に電氣的に接続することが好ましい。正極リード510及び負極リード511は外装体509の外側に露出し、外部との電氣的接触を得る端子として機能する。

【0083】

または、正極集電体501及び負極集電体504は、外部との電氣的接触を得る端子の役割を兼ねることもできる。その場合は、電極リードを用いずに、正極集電体501及び負極集電体504の一部を外装体509から外側に露出するように配置してもよい。

30

【0084】

また、図3(A)では、正極リード510と負極リード511は、二次電池500の同じ辺に配置されているが、図7に示すように、正極リード510と負極リード511を二次電池500の異なる辺に配置してもよい。このように、本発明の一態様の二次電池は、電極リード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。

【0085】

二次電池の作製方法例

次に、本発明の一態様である二次電池500の作製方法の一例を、図8乃至図10を用いて説明する。

40

【0086】

まず、正極503、負極506、及びセパレータ507を積層する。具体的には、正極503の上にセパレータ507を配置する。その後、セパレータ507の上に負極506を配置する。正極と負極を2組以上用いる場合は、さらに負極506の上にセパレータ507を配置した後、正極503を配置する。このようにセパレータ507を正極503と負極506の間に挟みながら正極503と負極506を交互に積層する。

【0087】

あるいは、セパレータ507を袋状にしてもよい。セパレータ507で電極を包むことで、該電極が製造工程中に損傷しにくくなり、好ましい。

50

## 【 0 0 8 8 】

まず、セパレータ 5 0 7 上に正極 5 0 3 を配置する。次いで、セパレータ 5 0 7 を図 8 ( A ) の破線で示した部分で折り、セパレータ 5 0 7 で正極 5 0 3 を挟む。なお、ここでは正極 5 0 3 をセパレータ 5 0 7 で挟む例について説明したが、負極 5 0 6 をセパレータ 5 0 7 で挟んでもよい。

## 【 0 0 8 9 】

ここで、正極 5 0 3 の外側のセパレータ 5 0 7 の外周部分を接合して、セパレータ 5 0 7 を袋状 ( 又はエンベロープ状 ) とすることが好ましい。セパレータ 5 0 7 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、加熱による融着により行ってもよい。

10

## 【 0 0 9 0 】

次に、セパレータ 5 0 7 の外周部分を加熱により接合する。図 8 ( A ) に接合部 5 1 4 を示す。このようにして、正極 5 0 3 をセパレータ 5 0 7 で覆うことができる。

## 【 0 0 9 1 】

次に、図 8 ( B ) に示すように、負極 5 0 6 と、セパレータに覆われた正極 5 0 3 と、を交互に重ねる。また、封止層 1 1 5 を有する正極リード 5 1 0 及び負極リード 5 1 1 を準備する。

## 【 0 0 9 2 】

次に、図 9 ( A ) に示すように、正極 5 0 3 のタブ領域 2 8 1 に、封止層 1 1 5 を有する正極リード 5 1 0 を接続する。図 9 ( B ) に接続部の拡大図を示す。接合部 5 1 2 に圧力を加えながら超音波を照射して、正極 5 0 3 のタブ領域 2 8 1 及び正極リード 5 1 0 を電氣的に接続する ( 超音波溶接 ) 。このとき、タブ領域 2 8 1 に湾曲部 5 1 3 を設けるとよい。

20

## 【 0 0 9 3 】

湾曲部 5 1 3 を設けることによって、二次電池 5 0 0 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 5 0 0 の信頼性を高めることができる。

## 【 0 0 9 4 】

同様の方法を用いて、負極 5 0 6 のタブ領域 2 8 2 と、負極リード 5 1 1 と、を電氣的に接続することができる。

30

## 【 0 0 9 5 】

次に、外装体 5 0 9 上に、正極 5 0 3 、負極 5 0 6 、及びセパレータ 5 0 7 を配置する。

## 【 0 0 9 6 】

次に、外装体 5 0 9 を、図 9 ( C ) の外装体 5 0 9 の中央付近に破線で示した部分で折り曲げる。

## 【 0 0 9 7 】

図 1 0 に、外装体 5 0 9 の外周を熱圧着により接合した部位を、接合部 1 1 8 として示す。電解液 5 0 8 を入れるための導入口 1 1 9 以外の外装体 5 0 9 の外周部を、熱圧着により接合する。熱圧着の際、電極リードに設けられた封止層も溶けて電極リードと外装体 5 0 9 との間を固定することができる。また、外装体 5 0 9 と電極リードとの間の密着性を向上することができる。

40

## 【 0 0 9 8 】

そして、減圧雰囲気下、或いは不活性ガス雰囲気下で所望の量の電解液 5 0 8 を導入口 1 1 9 から外装体 5 0 9 の内側に入れる。そして、最後に、導入口 1 1 9 を熱圧着により接合する。このようにして、薄型の蓄電池である二次電池 5 0 0 を作製することができる。

## 【 0 0 9 9 】

二次電池 5 0 0 を作製した後は、エージングを行うことが好ましい。エージング条件の一例について以下に説明する。まず初めに 0 . 0 0 1 C 以上 0 . 2 C 以下のレートで充電を行う。温度は例えば室温以上 5 0 以下とすればよい。このときに、電解液の分解が生じ、ガスが発生した場合には、そのガスがセル内にたまると、電解液が電極表面と接する

50

ことができない領域が発生してしまう。つまり、電極の実効的な反応面積が減少し、実効的な抵抗が高くなることに相当する。

【0100】

過度に抵抗が高くなると、電極の抵抗に応じて充電電圧が上昇し、負極電位が下がることによって、黒鉛へのリチウムの挿入と同時に、黒鉛表面にリチウムが析出してしまう場合がある。このリチウムの析出は容量の低下を招く場合がある。例えば、リチウムが析出した後、表面に被膜等が成長してしまうと、表面に析出したリチウムが再溶出できなくなり、容量に寄与しないリチウムが生じてしまう。また、析出したリチウムが物理的に崩落し、電極との導通を失った場合にも、やはり容量に寄与しないリチウムが生じてしまう。よって、負極電位が充電電圧上昇によりリチウム電位まで到達しないように、ガスを抜くことが好ましい。

10

【0101】

ガス抜きを行う場合には、例えば薄型の蓄電池の外装体の一部を切断し、開封すればよい。ガスにより外装体が膨張している場合には、再度、外装体の形を整えることが好ましい。また、再封止の前に必要に応じて電解液を足してもよい。

【0102】

また、ガス抜きを行った後に、室温よりも高い温度、好ましくは30 以上60 以下、より好ましくは35 以上50 以下において、例えば1時間以上100時間以下の間、充電状態で保持してもよい。初めに行う充電の際に、表面で分解した電解液は被膜を形成する。よって、例えばガス抜き後に室温よりも高い温度で保持することにより、形成された被膜が緻密化する場合も考えられる。

20

【0103】

正極の構成

次に本発明の一態様に係る二次電池に用いられる各構成物とその材料について説明する。まず、正極について図4(A)を用いて説明する。正極は、正極活物質層502と、正極集電体501とを含む。

【0104】

正極活物質層502に用いられる正極活物質材料としては、リチウムイオン等のキャリア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、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等が挙げられる。

30

【0105】

例えば、実施例1に示すリン酸鉄リチウム(LiFePO<sub>4</sub>)は、安全性、安定性、高容量密度、高電位、初期酸化(充電)時に引き抜けるリチウムイオンの存在等、正極活物質に求められる事項をバランスよく満たしているため、好ましい。

【0106】

正極活物質は負極活物質と共に、二次電池の電池反応の中心的役割を担いキャリアイオンの放出及び吸収を行う物質である。二次電池の寿命を高めるためには、電池反応の不可逆反応に係る容量が少ない材料であることが好ましく、充放電効率の高い材料であることが好ましい。

40

【0107】

活物質は電解液と接するため、活物質と電解液とが反応し、反応により活物質が失われ劣化すると、二次電池の容量が低下するため、劣化の少ない二次電池を実現するためには、二次電池内のこのような反応が生じないことが望ましい。

【0108】

電極の導電助剤として、アセチレンブラック(AB)、グラファイト(黒鉛)粒子、カーボンナノチューブ、還元された酸化グラフェン(RGO)、フラーレンなどを用いることができる。

【0109】

導電助剤により、電極中に電気伝導のネットワークを形成することができる。導電助剤に

50

より、正極活物質どうしの電気伝導の経路を維持することができる。正極活物質層中に導電助剤を添加することにより、高い電気伝導性を有する正極活物質層502を実現することができる。

【0110】

また、バインダーとして、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。

【0111】

正極活物質層502の総量に対するバインダーの含有量は、1wt%以上10wt%以下が好ましく、2wt%以上8wt%以下がより好ましく、3wt%以上5wt%以下がさらに好ましい。また、正極活物質層502の総量に対する導電助剤の含有量は、1wt%以上10wt%以下が好ましく、1wt%以上5wt%以下がより好ましい。

【0112】

塗布法を用いて正極活物質層502を形成する場合は、正極活物質とバインダーと導電助剤と分散媒を混合して電極スラリーを作製し、正極集電体501上に塗布して乾燥させればよい。

【0113】

なお、正極集電体501にはステンレス、金、白金、アルミニウム、チタン等の金属、及びこれらの合金など、導電性の高く、リチウム等のキャリアイオンと合金化しない材料を用いることができる。また、シリコン、チタン、ネオジム、スカンジウム、モリブデンなどの耐熱性を向上させる元素が添加されたアルミニウム合金を用いることができる。また、シリコンと反応してシリサイドを形成する金属元素で形成してもよい。シリコンと反応してシリサイドを形成する金属元素としては、ジルコニウム、チタン、ハフニウム、バナジウム、ニオブ、タンタル、クロム、モリブデン、タングステン、コバルト、ニッケル等がある。正極集電体は、箔状、板状(シート状)、網状、パンチングメタル状、エキスパンドメタル状等の形状を適宜用いることができる。

【0114】

以上の工程で二次電池の正極を作製することができる。

【0115】

負極の構成

次に負極について図4(A)を用いて説明する。負極は、負極活物質層505と、負極集電体504とを含む。負極を形成する工程を以下に説明する。

【0116】

負極活物質層505に用いられる負極活物質として、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。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。また、黒鉛の形状としては鱗片状のものや球状のものなどがある。

【0117】

負極活物質として、炭素系材料以外に、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も用いることができる。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を用いることができる。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と高く好ましい。このような元素を用いた合金系材料(化合物系材料)としては、例えば、 $Mg_2Si$ 、 $Mg_2Ge$ 、 $Mg_2Sn$ 、 $SnS_2$ 、 $V_2Sn_3$ 、 $FeSn_2$ 、 $CoSn_2$ 、 $Ni_3Sn_2$ 、 $Cu_6Sn_5$ 、 $Ag_3Sn$ 、 $Ag_3Sb$ 、 $Ni_2MnSb$ 、 $CeSb_3$ 、 $LaSn_3$ 、 $La_3Co_2Sn_7$ 、 $CoSb_3$ 、 $InSb$

10

20

30

40

50

、SbSn等がある。

【0118】

また、負極活物質として、SiO、SnO、SnO<sub>2</sub>、二酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)、リチウムチタン酸化物(Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub>)、リチウム-黒鉛層間化合物(Li<sub>x</sub>C<sub>6</sub>)、五酸化ニオブ(Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)、酸化タングステン(WO<sub>2</sub>)、酸化モリブデン(MoO<sub>2</sub>)等の酸化物を用いることができる。

【0119】

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<sub>3</sub>N型構造をもつLi<sub>3-x</sub>M<sub>x</sub>N(MはCo、Niまたは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。

10

【0120】

リチウムと遷移金属の複窒化物を用いると、負極活物質中にリチウムを含むため、正極活物質としてリチウムを含まない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る。なお、正極活物質にリチウム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窒化物を用いることができる。

【0121】

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<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>0.89</sub>、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。

20

【0122】

負極活物質は、一例としては、粒径が50nm以上100μm以下のものを用いるとよい。

【0123】

なお、正極活物質層502においても負極活物質層505においても、活物質材料は複数の材料を特定の割合で組み合わせて用いてもよい。活物質層に複数の材料を用いることで、より詳細に活物質層の性能を選択することができる。

30

【0124】

電極の導電助剤として、アセチレンブラック(AB)、グラファイト(黒鉛)粒子、カーボンナノチューブ、還元された酸化グラフェン(RGO)、フラーレンなどを用いることができる。

【0125】

導電助剤により、電極中に電気伝導のネットワークを形成することができる。導電助剤により、負極活物質どうしの電気伝導の経路を維持することができる。負極活物質層中に導電助剤を添加することにより、高い電気伝導性を有する負極活物質層505を実現することができる。

40

【0126】

また、バインダーとして、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。

【0127】

負極活物質層505の総量に対するバインダーの含有量は、1wt%以上10wt%以下が好ましく、2wt%以上8wt%以下がより好ましく、3wt%以上5wt%以下がさ

50

らに好ましい。また、負極活物質層505の総量に対する導電助剤の含有量は、1wt%以上10wt%以下が好ましく、1wt%以上5wt%以下がより好ましい。

#### 【0128】

次いで、負極集電体504上に負極活物質層505を形成する。塗布法を用いて負極活物質層505を形成する場合は、負極活物質とバインダーと導電助剤と分散媒を混合してスラリーを作製し、負極集電体504に塗布して乾燥させる。また、乾燥後に必要があればプレス処理を行ってもよい。

#### 【0129】

なお、負極集電体504には、ステンレス、金、白金、亜鉛、鉄、銅、チタン、タンタル等の金属、及びこれらの合金など、導電性の高く、リチウム等のキャリアイオンと合金化しない材料を用いることができる。また、シリコンと反応してシリサイドを形成する金属元素で形成してもよい。シリコンと反応してシリサイドを形成する金属元素としては、ジルコニウム、チタン、ハフニウム、バナジウム、ニオブ、タンタル、クロム、モリブデン、タングステン、コバルト、ニッケル等がある。負極集電体504は、箔状、板状（シート状）、網状、円柱状、コイル状、パンチングメタル状、エキスパンドメタル状等の形状を適宜用いることができる。負極集電体504は、厚みが5 $\mu$ m以上30 $\mu$ m以下のものを用いるとよい。また、電極集電体の表面の一部に、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。

#### 【0130】

以上の工程で二次電池の負極を作製することができる。

#### 【0131】

##### セパレータの構成

セパレータ507について説明する。セパレータ507の材料としては、紙、不織布、ガラス繊維、あるいは、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、ポリウレタンといった合成繊維等を用いればよい。ただし、後述の電解液に溶解しない材料を選ぶ必要がある。

#### 【0132】

より具体的には、セパレータ507の材料として、例えば、フッ素系ポリマー、ポリエチレンオキシド、ポリプロピレンオキシド等のポリエーテル、ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィン、ポリアクリロニトリル、ポリ塩化ビニリデン、ポリメチルメタクリレート、ポリメチルアクリレート、ポリビニルアルコール、ポリメタクリロニトリル、ポリビニルアセテート、ポリビニルピロリドン、ポリエチレンイミン、ポリブタジエン、ポリスチレン、ポリイソブレン、ポリウレタン系高分子及びこれらの誘導体、セルロース、紙、不織布、ガラス繊維から選ばれる一種を単独で、又は二種以上を組み合わせて用いることができる。

#### 【0133】

##### 電解液の構成

#### 【0134】

本発明の一態様に係る二次電池に用いることができる電解液508は、電解質（溶質）を含む非水溶液（溶媒）とすることが好ましい。

#### 【0135】

電解液508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。例えば、非プロトン性有機溶媒が好ましく、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、 $\gamma$ -ブチロラクトン、 $\gamma$ -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-ジオキサソラン、1,4-ジオキサソラン、ジメトキシエタン（DME）、ジメチルスルホキシド、ジエチルエーテル、メチルジグリム、アセトニトリル、ベンゾニトリル、テトラヒドロフラン、スルホラン、スルトン等の1種、又はこれらのうちの2種以上を任意の組み合わせ及び比率で用いることができる。

10

20

30

40

50

## 【0136】

また、電解液508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、ポリエチレンオキシド系ゲル、ポリプロピレンオキシド系ゲル、フッ素系ポリマーのゲル等がある。

## 【0137】

また、電解液の溶媒として、難燃性及び難蒸発性であるイオン液体（常温熔融塩ともいう）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。これにより、二次電池の安全性を高めることができる。

10

## 【0138】

なお、上記の電解質では、キャリアイオンがリチウムイオンである場合について説明したが、リチウムイオン以外のキャリアイオンも用いることができる。リチウムイオン以外のキャリアイオンとしては、アルカリ金属イオンやアルカリ土類金属イオンの場合、電解質として、上記リチウム塩において、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、ペリリウム、マグネシウム等）を用いてもよい。

## 【0139】

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

20

## 【0140】

また、上記の溶媒に溶解させる電解質としては、キャリアにリチウムイオンを用いる場合、例えば $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{LiClO}_4$ 、 $\text{LiAsF}_6$ 、 $\text{LiBF}_4$ 、 $\text{LiAlCl}_4$ 、 $\text{LiSCN}$ 、 $\text{LiBr}$ 、 $\text{LiI}$ 、 $\text{Li}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{Li}_2\text{B}_{10}\text{Cl}_{10}$ 、 $\text{Li}_2\text{B}_{12}\text{Cl}_{12}$ 、 $\text{LiCF}_3\text{SO}_3$ 、 $\text{LiC}_4\text{F}_9\text{SO}_3$ 、 $\text{LiC}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3$ 、 $\text{LiC}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_3$ 、 $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ 、 $\text{LiN}(\text{C}_4\text{F}_9\text{SO}_2)(\text{CF}_3\text{SO}_2)$ 、 $\text{LiN}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2$ 等のリチウム塩を一種、又はこれらのうちの二種以上を任意の組み合わせ及び比率で用いることができる。

30

## 【0141】

なお、電解液は、正極の集電体と反応し、正極集電体を腐食する場合がある。そのような腐食を防止するため、電解液に数wt%の $\text{LiPF}_6$ を添加してもよい。正極集電体表面に不導体膜を生じ、該不導体膜が電解液と正極集電体との反応を抑制できる場合がある。ただし、正極活物質層を溶解させないために、 $\text{LiPF}_6$ の濃度は10wt%以下、好ましくは5wt%以下、より好ましくは3wt%以下とするとよい。

## 【0142】

## グラフェン化合物

なお、本発明の一態様において、蓄電装置を構成する各部材にグラフェン化合物を用いることができる。グラフェン化合物は後述の通り、修飾により構造及び特性を幅広く選択することができたため、グラフェン化合物を適用しようとする部材に応じて、好ましい性質を発現させることができる。また、グラフェン化合物は機械的強度が高いため、グラフェン化合物は可撓性を有する蓄電装置を構成する各部材にも適用することができる。以下、グラフェン化合物について説明する。

40

## 【0143】

グラフェンは、炭素原子が1原子層配列したものであり、炭素原子間に結合を有する。グラフェンが2層以上100層以下重なったものを、マルチグラフェンと呼ぶ場合がある。グラフェンおよびマルチグラフェンは、例えば、長手方向、あるいは面における長軸の

50

長さが50 nm以上100 μm以下または800 nm以上50 μm以下である。

【0144】

本明細書等において、グラフェンまたはマルチグラフェンを基本骨格として有する化合物を「グラフェン化合物（「グラフェンコンパウンド：Graphene Compound」ともいう）」と呼ぶ。グラフェン化合物には、グラフェンとマルチグラフェンを含む。

【0145】

以下に、グラフェン化合物について詳細を説明する。

【0146】

グラフェン化合物は例えば、グラフェンまたはマルチグラフェンが、炭素以外の原子、または炭素以外の原子を有する原子団に修飾された化合物である。また、グラフェンまたはマルチグラフェンが、アルキル基、アルキレン等の炭素を主とした原子団に修飾された化合物であってもよい。なお、グラフェンまたはマルチグラフェンを修飾する原子団を、置換基、官能基、または特性基等と呼ぶ場合がある。ここで、本明細書等において修飾とは、置換反応、付加反応またはその他の反応により、グラフェン、マルチグラフェン、グラフェン化合物、または酸化グラフェン（後述）に、炭素以外の原子、炭素以外の原子を有する原子団、または炭素を主とした原子団を導入することをいう。

10

【0147】

なお、グラフェンの表面と裏面は、それぞれ異なる原子や原子団により修飾されていてもよい。また、マルチグラフェンにおいては、それぞれの層が異なる原子や原子団に修飾されていてもよい。

20

【0148】

上述の原子または原子団により修飾されたグラフェンの一例として、酸素または酸素を含む官能基に修飾されたグラフェンまたはマルチグラフェンが挙げられる。ここで酸素を含む官能基として例えば、エポキシ基、カルボキシル基などのカルボニル基、または水酸基等が挙げられる。酸素または酸素を有する官能基により修飾されたグラフェン化合物を、酸化グラフェンと呼ぶ場合がある。また、本明細書においては、酸化グラフェンは多層の酸化グラフェンをも含むものとする。

【0149】

酸化グラフェンにおける修飾の一例として、酸化グラフェンのシリル化について説明する。まず、窒素雰囲気中において、容器内に酸化グラフェンを入れ、容器にn-ブチルアミン(C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>NH<sub>2</sub>)を加え、60 に保ち1時間攪拌する。次に、容器にトルエンを加え、シリル化剤として、アルキルトリクロロシランをさらに加えて、窒素雰囲気中において、60 に保ち5時間攪拌する。次に、容器にさらにトルエンを加え、吸引濾過して固体粉末を得て、これをエタノール中に分散させる。さらにこれを吸引濾過して固体粉末を得て、アセトンに分散させる。さらに、これを吸引濾過して固体粉末を得て、液体成分を気化してシリル化された酸化グラフェンが得られる。

30

【0150】

なお修飾は、シリル化に限定されず、シリル化も上述の方法に限定されない。また、1種類の原子または原子団を導入するだけでなく、複数の種類の修飾を施し、複数の種類の原子または原子団を導入してもよい。グラフェン化合物に特定の原子団を導入することで、グラフェン化合物の物性を変化させることができる。従って、グラフェン化合物の用途に応じて望ましい修飾を施すことにより、グラフェン化合物に所望の性質を意図的に発現させることができる。

40

【0151】

次に、酸化グラフェンの作製方法の一例を説明する。酸化グラフェンは、上記グラフェンまたはマルチグラフェンを酸化して得ることができる。または、酸化グラフェンは、酸化グラファイトを分離して得ることができる。酸化グラファイトは、グラファイトを酸化して得ることができる。ここで、酸化グラフェンに、さらに上述の原子または原子団を修飾してもよい。

50

## 【0152】

酸化グラフェンを還元して得られる化合物を、「RGO (Reduced Graphene Oxide)」と呼ぶ場合がある。なお、RGOには、酸化グラフェンに含まれる酸素は全て脱離されずに、一部の酸素または酸素を含む原子団が炭素に結合した状態で残存する場合がある。例えばRGOは、エポキシ基、カルボキシル基などのカルボニル基、または水酸基等の官能基を有する場合がある。

## 【0153】

グラフェン化合物は、複数のグラフェン化合物が部分的に重なりながら1枚のシート状となってもよい。このようなグラフェン化合物を、グラフェン化合物シートと呼ぶ場合がある。グラフェン化合物シートは例えば、厚さが0.33nm以上10mm以下、より好ましくは0.34nmより大きく10μm以下の領域を有する。グラフェン化合物シートは、炭素以外の原子、炭素以外の原子を有する原子団、またはアルキル基等の炭素を主とした原子団等により修飾されていてもよい。また、グラフェン化合物シートが有する複数の層のそれぞれにおいて、異なる原子または原子団により修飾されていてもよい。

10

## 【0154】

グラフェン化合物は、炭素で構成される六員環の他に、炭素で構成される五員環や、炭素で構成される七員環以上の多員環を有してもよい。ここで、七員環以上の多員環の近傍では、リチウムイオンが通過可能な領域が生じる場合がある。

## 【0155】

また例えば、複数のグラフェン化合物が集まって、シート状の形状となってもよい。

20

## 【0156】

グラフェン化合物は平面的な形状を有するため、面接触を可能とする。

## 【0157】

グラフェン化合物は薄くても導電性が高い場合があり、また面接触によりグラフェン化合物同士、あるいはグラフェン化合物と活物質との間の接触面積を増加させることができる。よって、体積あたりの量が少なくても効率よく導電パスを形成することができる。

## 【0158】

一方で、グラフェン化合物を絶縁体として用いることもできる。例えばグラフェン化合物シートをシート状の絶縁体として用いることができる。ここで例えば、酸化グラフェンは酸化されていないグラフェン化合物と比較して絶縁性が高い場合がある。また、原子団に修飾されたグラフェン化合物は、修飾する原子団の種類により、絶縁性を高めることができる場合がある。

30

## 【0159】

ここで、本明細書等においてグラフェン化合物は、グラフェン前駆体を有してもよい。グラフェン前駆体とは、グラフェンを製造するために用いられる物質のことをいい、グラフェン前駆体には例えば、上述の酸化グラフェンや、酸化グラファイトなどを含んでもよい。

## 【0160】

なお、アルカリ金属を有するグラフェンや、酸素等の炭素以外の元素を有するグラフェンを、グラフェン類似体と呼ぶ場合がある。本明細書等においてグラフェン化合物には、グラフェン類似体も含まれる。

40

## 【0161】

また、本明細書等におけるグラフェン化合物は、層間に原子、原子団、およびそれらのイオンを有してもよい。なお、グラフェン化合物が層間に原子、原子団、およびそれらのイオンを有することにより、グラフェン化合物の物性、例えば電気伝導性やイオン伝導性が変化する場合がある。また、層間距離が大きくなる場合がある。

## 【0162】

グラフェン化合物は、高い導電性を有するという優れた電気特性と、高い柔軟性および高い機械的強度を有するという優れた物理特性と、を有する場合がある。また、グラフェン化合物は、修飾の種類に応じて、導電性を極めて低くし絶縁体とすることができる場合が

50

ある。また、グラフェン化合物は平面的な形状を有する。グラフェン化合物は、接触抵抗の低い面接触を可能とする。

【0163】

外装体の構成

次に、外装体509について説明する。外装体509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外装体の外面としてポリアミド系樹脂、ポリエステル系樹脂等の絶縁性合成樹脂膜を設けた三層構造のフィルムを用いることができる。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。外装体を内側に折り曲げて重ねて、または、2つの外装体それぞれの内面を向い合せて重ねて熱を加えることにより、内面の材料が融け2つの外装体を融着することができ、封止構造を作製することができる。

10

【0164】

外装体が融着等され封止構造が形成されている箇所を封止部とすると、外装体を内側に折り曲げて重ねた場合は、折り目以外の個所に封止部が形成され、外装体の第1の領域と、該第1の領域と重なる第2の領域とが融着等された構造となる。また、2枚の外装体を重ねた場合は熱融着等の方法で外周すべてに封止部が形成される。

【0165】

可撓性の二次電池

本実施の形態にて示された各部材の材料から、可撓性を有する材料を選択して用いると、可撓性を有する二次電池を作製することができる。近年、変形可能なデバイスの研究及び開発が盛んである。そのようなデバイスに用いる二次電池として、可撓性を有する二次電池の需要が生じている。

20

【0166】

2枚のフィルムを外装体として電極・電解液など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11(A))。二次電池を湾曲させて断面を円弧状とすると曲率中心1800に近いフィルムの表面には圧縮応力がかかり、曲率中心1800から遠いフィルムの表面には引っ張り応力がかかる(図11(B))。

30

【0167】

可撓性を有する二次電池を変形させたとき、外装体に大きな応力がかかるが、外装体の表面に凹部または凸部で形成される模様を形成すると、二次電池の変形により圧縮応力や引っ張り応力がかかったとしても、ひずみによる影響を抑えることができる。そのため、二次電池は、曲率中心に近い側の外装体の曲率半径が30mm好ましくは10mmとなる範囲で変形することができる。

【0168】

面の曲率半径について、図12を用いて説明する。図12(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12(B)に曲面1700の上面図を示す。図12(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、本明細書等では、最も小さい曲率半径を面の曲率半径とする。

40

【0169】

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11(C)に示す形状や、波状(図11(D))、S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

50

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となる範囲で二次電池が変形することができる。

【0170】

本実施の形態で示す二次電池の正極活物質層には、本発明の一態様に係る正極活物質層が用いられている。そのため、二次電池の出力を高めることができる。

【0171】

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

【0172】

(実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の一態様に係る二次電池の構造について、図13乃至図14を参照して説明する。

【0173】

コイン型二次電池

図13(A)は、コイン型(単層偏平型)の二次電池の外観図であり、図13(B)は、その断面図である。

【0174】

コイン型の二次電池300は、正極端子を兼ねた正極缶301と負極端子を兼ねた負極缶302とが、ポリプロピレン等で形成されたガスケット303で絶縁シールされている。正極304は、正極集電体305と、これと接するように設けられた正極活物質層306により形成される。正極活物質層306は、正極活物質の他、正極活物質の密着性を高めるための結着剤(バインダー)、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。

【0175】

正極活物質には、実施の形態1で示した材料を用いることができる。

【0176】

また、負極307は、負極集電体308と、これに接するように設けられた負極活物質層309により形成される。負極活物質層309は、負極活物質の他、負極活物質の密着性を高めるための結着剤(バインダー)、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。正極活物質層306と負極活物質層309との間には、セパレータ310と、電解質(図示せず)とを有する。

【0177】

正極缶301、負極缶302には、電解液に対して耐腐食性のある、ニッケル、アルミニウム、チタン等の金属、またはこれらの合金やこれらと他の金属との合金(例えばステンレス鋼等)を用いることができる。また、電解液による腐食を防ぐため、ニッケルやアルミニウム等で被覆することが好ましい。正極缶301は正極304と、負極缶302は負極307とそれぞれ電氣的に接続する。

【0178】

これら負極307、正極304及びセパレータ310を電解質に含浸させ、図13(B)に示すように、正極缶301を下にして正極304、セパレータ310、負極307、負極缶302をこの順で積層し、正極缶301と負極缶302とをガスケット303を介して圧着してコイン形の二次電池300を製造する。

【0179】

ここで図13(C)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

10

20

30

40

50

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。

#### 【0180】

図13(C)に示す2つの端子には充電器が接続され、二次電池400が充電される。二次電池400の充電が進めば、電極間の電位差は大きくなる。図13(C)では、二次電池400の外部の端子から、正極402の方へ流れ、二次電池400の中において、正極402から負極404の方へ流れ、負極から二次電池400の外部の端子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。

10

#### 【0181】

##### 円筒型二次電池

次に、円筒型の二次電池の一例について、図14を参照して説明する。円筒型の二次電池600は図14(A)に示すように、上面に正極キャップ（電池蓋）601を有し、側面及び底面に電池缶（外装缶）602を有している。これら正極キャップ601と電池缶（外装缶）602とは、ガスケット（絶縁パッキン）610によって絶縁されている。

#### 【0182】

図14(B)は、円筒型の二次電池の断面を模式的に示した図である。中空円柱状の電池缶602の内側には、帯状の正極604と負極606とがセパレータ605を間に挟んで捲回された電池素子が設けられている。図示しないが、電池素子はセンターピンを中心に捲回されている。電池缶602は、一端が閉じられ、他端が開いている。電池缶602には、電解液に対して耐腐食性のあるニッケル、アルミニウム、チタン等の金属、又はこれらの合金やこれらと他の金属との合金（例えば、ステンレス鋼等）を用いることができる。また、電解液による腐食を防ぐため、ニッケルやアルミニウム等を被覆することが好ましい。電池缶602の内側において、正極、負極及びセパレータが捲回された電池素子は、対向する一對の絶縁板608、609により挟まれている。また、電池素子が設けられた電池缶602の内部は、非水電解液（図示せず）が注入されている。非水電解液は、コ

20

30

#### 【0183】

正極604及び負極606は、上述したコイン型の二次電池の正極及び負極と同様に製造すればよいが、円筒型の二次電池に用いる正極及び負極は捲回するため、集電体の両面に活物質を形成する点において異なる。正極604には正極端子（正極集電リード）603が接続され、負極606には負極端子（負極集電リード）607が接続される。正極端子603及び負極端子607は、ともにアルミニウムなどの金属材料を用いることができる。正極端子603は安全弁機構612に、負極端子607は電池缶602の底にそれぞれ抵抗溶接される。安全弁機構612は、PTC素子（Positive Temperature Coefficient）611を介して正極キャップ601と電氣的に接続されている。安全弁機構612は電池の内圧の上昇が所定の閾値を超えた場合に、正極キャップ601と正極604との電氣的な接続を切断するものである。また、PTC素子611は温度が上昇した場合に抵抗が増大する熱感抵抗素子であり、抵抗の増大により電流量を制限して異常発熱を防止するものである。PTC素子には、チタン酸バリウム（BaTiO<sub>3</sub>）系半導体セラミックス等を用いることができる。

40

#### 【0184】

本実施の形態で示す二次電池の正極活物質層には、本発明の一態様に係る正極活物質層が用いられている。そのため、二次電池の出力を高めることができる。

#### 【0185】

また、可撓性を有するラミネート型の二次電池を電子機器に実装する例を図15に示す。

50

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、テレビジョン装置（テレビ、又はテレビジョン受信機ともいう）、コンピュータ用などのモニタ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機（携帯電話、携帯電話装置ともいう）、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。

【0186】

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。

【0187】

図15(A)は、携帯電話機の一例を示している。携帯電話機7400は、筐体7401に組み込まれた表示部7402の他、操作ボタン7403、外部接続ポート7404、スピーカ7405、マイク7406などを備えている。なお、携帯電話機7400は、蓄電装置7407を有している。

10

【0188】

図15(B)は、携帯電話機7400を湾曲させた状態を示している。携帯電話機7400を外部の力により変形させて全体を湾曲させると、その内部に設けられている蓄電装置7407も湾曲される。また、その時、曲げられた蓄電装置7407の状態を図15(C)に示す。蓄電装置7407はラミネート型の二次電池である。

【0189】

図15(D)は、バンゲル型の表示装置の一例を示している。携帯表示装置7100は、筐体7101、表示部7102、操作ボタン7103、及び蓄電装置7104を備える。また、図15(E)に曲げられた蓄電装置7104の状態を示す。

20

【0190】

#### 蓄電装置の構造例

蓄電装置の構造例について、図16乃至図20を用いて説明する。

【0191】

図16(A)及び図16(B)は、蓄電装置の外観図を示す図である。蓄電装置は、回路基板900と、二次電池913と、を有する。二次電池913には、ラベル910が貼られている。さらに、図16(B)に示すように、蓄電装置は、端子951と、端子952と、アンテナ914と、アンテナ915と、を有する。

30

【0192】

回路基板900は、端子911と、回路912と、を有する。端子911は、端子951、端子952、アンテナ914、アンテナ915、及び回路912に接続される。なお、端子911を複数設けて、複数の端子911のそれぞれを、制御信号入力端子、電源端子などとしてもよい。

【0193】

回路912は、回路基板900の裏面に設けられていてもよい。なお、アンテナ914及びアンテナ915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。又は、アンテナ914若しくはアンテナ915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914若しくはアンテナ915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。

40

【0194】

アンテナ914の線幅は、アンテナ915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914により受電する電力量を大きくできる。

【0195】

蓄電装置は、アンテナ914及びアンテナ915と、二次電池913との間に層916を有する。層916は、例えば二次電池913による電磁界への影響を防止することができ

50

る機能を有する。層 916 としては、例えば磁性体を用いることができる。

【0196】

なお、蓄電装置の構造は、図 16 に限定されない。

【0197】

例えば、図 17 (A - 1) 及び図 17 (A - 2) に示すように、図 16 (A) 及び図 16 (B) に示す二次電池 913 のうち、対向する一对の面のそれぞれにアンテナを設けてもよい。図 17 (A - 1) は、上記一对の面の一方側方向から見た外観図であり、図 17 (A - 2) は、上記一对の面の他方側方向から見た外観図である。なお、図 16 (A) 及び図 16 (B) に示す蓄電装置と同じ部分については、図 16 (A) 及び図 16 (B) に示す蓄電装置の説明を適宜援用できる。

10

【0198】

図 17 (A - 1) に示すように、二次電池 913 の一对の面の一方に層 916 を挟んでアンテナ 914 が設けられ、図 17 (A - 2) に示すように、二次電池 913 の一对の面の他方に層 917 を挟んでアンテナ 915 が設けられる。層 917 は、例えば二次電池 913 による電磁界への影響を防止することができる機能を有する。層 917 としては、例えば磁性体を用いることができる。

【0199】

上記構造にすることにより、アンテナ 914 及びアンテナ 915 の両方のサイズを大きくすることができる。

【0200】

又は、図 17 (B - 1) 及び図 17 (B - 2) に示すように、図 16 (A) 及び図 16 (B) に示す二次電池 913 のうち、対向する一对の面のそれぞれに別のアンテナを設けてもよい。図 17 (B - 1) は、上記一对の面の一方側方向から見た外観図であり、図 17 (B - 2) は、上記一对の面の他方側方向から見た外観図である。なお、図 16 (A) 及び図 16 (B) に示す蓄電装置と同じ部分については、図 16 (A) 及び図 16 (B) に示す蓄電装置の説明を適宜援用できる。

20

【0201】

図 17 (B - 1) に示すように、二次電池 913 の一对の面の一方に層 916 を挟んでアンテナ 914 及びアンテナ 915 が設けられ、図 17 (B - 2) に示すように、二次電池 913 の一对の面の他方に層 917 を挟んでアンテナ 918 が設けられる。アンテナ 918 は、例えば、外部機器とのデータ通信を行うことができる機能を有する。アンテナ 918 には、例えばアンテナ 914 及びアンテナ 915 に適用可能な形状のアンテナを適用することができる。アンテナ 918 を介した蓄電装置と他の機器との通信方式としては、NFC など、蓄電装置と他の機器との間で用いることができる応答方式などを適用することができる。

30

【0202】

又は、図 18 (A) に示すように、図 16 (A) 及び図 16 (B) に示す二次電池 913 に表示装置 920 を設けてもよい。表示装置 920 は、端子 919 を介して端子 911 に電氣的に接続される。なお、表示装置 920 が設けられる部分にラベル 910 を設けなくてもよい。なお、図 16 (A) 及び図 16 (B) に示す蓄電装置と同じ部分については、図 16 (A) 及び図 16 (B) に示す蓄電装置の説明を適宜援用できる。

40

【0203】

表示装置 920 には、例えば充電中であるか否かを示す画像、蓄電量を示す画像などを表示してもよい。表示装置 920 としては、例えば電子ペーパー、液晶表示装置、エレクトロルミネセンス (EL ともいう) 表示装置などを用いることができる。例えば、電子ペーパーを用いることにより表示装置 920 の消費電力を低減することができる。

【0204】

又は、図 18 (B) に示すように、図 16 (A) 及び図 16 (B) に示す二次電池 913 にセンサ 921 を設けてもよい。センサ 921 は、端子 922 を介して端子 911 に電氣的に接続される。なお、図 16 (A) 及び図 16 (B) に示す蓄電装置と同じ部分につい

50

ては、図 16 (A) 及び図 16 (B) に示す蓄電装置の説明を適宜援用できる。

【0205】

センサ 921 としては、例えば、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、におい、又は赤外線を測定することができる機能を有すればよい。センサ 921 を設けることにより、例えば、蓄電装置が置かれている環境を示すデータ（温度など）を検出し、回路 912 内のメモリに記憶しておくこともできる。

【0206】

さらに、二次電池 913 の構造例について図 19 及び図 20 を用いて説明する。

【0207】

図 19 (A) に示す二次電池 913 は、筐体 930 の内部に端子 951 と端子 952 が設けられた捲回体 950 を有する。捲回体 950 は、筐体 930 の内部で電解液に含浸される。端子 952 は、筐体 930 に接し、端子 951 は、絶縁材などを用いることにより筐体 930 に接していない。なお、図 19 (A) では、便宜のため、筐体 930 を分離して図示しているが、実際は、捲回体 950 が筐体 930 に覆われ、端子 951 及び端子 952 が筐体 930 の外に延在している。筐体 930 としては、金属材料（例えばアルミニウムなど）又は樹脂材料を用いることができる。

【0208】

なお、図 19 (B) に示すように、図 19 (A) に示す筐体 930 を複数の材料によって形成してもよい。例えば、図 19 (B) に示す二次電池 913 は、筐体 930 a と筐体 930 b が貼り合わされており、筐体 930 a 及び筐体 930 b で囲まれた領域に捲回体 950 が設けられている。

【0209】

筐体 930 a としては、有機樹脂など、絶縁材料を用いることができる。特に、アンテナが形成される面に有機樹脂などの材料を用いることにより、二次電池 913 による電界の遮蔽を抑制できる。なお、筐体 930 a による電界の遮蔽が小さければ、筐体 930 a の内部にアンテナ 914 やアンテナ 915 などのアンテナを設けてもよい。筐体 930 b としては、例えば金属材料を用いることができる。

【0210】

さらに、捲回体 950 の構造について図 20 に示す。捲回体 950 は、負極 931 と、正極 932 と、セパレータ 933 と、を有する。捲回体 950 は、セパレータ 933 を挟んで負極 931 と、正極 932 が重なり合っただ積層され、該積層シートを捲回させた捲回体である。なお、負極 931 と、正極 932 と、セパレータ 933 と、の積層を、さらに複数重ねてもよい。

【0211】

負極 931 は、端子 951 及び端子 952 の一方を介して図 16 に示す端子 911 に接続される。正極 932 は、端子 951 及び端子 952 の他方を介して図 16 に示す端子 911 に接続される。

【0212】

電気機器の一例：車両に搭載する例

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

【0213】

図 21 において、本発明の一態様を用いた車両を例示する。図 21 (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。本発明の一態様を用いることで、繰り返し充放電することができる車両を実現することができる。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

10

20

30

40

50

)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21(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21(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、プラグイン技術によって、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。

10

【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、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。

20

【0217】

本発明の一態様によれば、蓄電装置のサイクル特性が良好となり、信頼性を向上させることができる。また、本発明の一態様によれば、蓄電装置の特性を向上させることができ、よって、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、他の実施の形態と適宜組み合わせる実施することが可能である。

30

【0219】

なお、本明細書等においては、ある一つの実施の形態において述べる図または文章において、少なくとも一つの具体例が記載される場合、その具体例の上位概念を導き出すことは、当業者であれば容易に理解される。したがって、ある一つの実施の形態において述べる図または文章において、少なくとも一つの具体例が記載される場合、その具体例の上位概念も、発明の一態様として開示されているものであり、発明の一態様を構成することが可能である。そして、その発明の一態様は、明確であると言える。

【0220】

なお、本明細書等においては、少なくとも図に記載した内容(図の中の一部でもよい)は、発明の一態様として開示されているものであり、発明の一態様を構成することが可能である。したがって、ある内容について、図に記載されていれば、文章を用いて述べていなくても、その内容は、発明の一態様として開示されているものであり、発明の一態様を構成することが可能である。同様に、図の一部を取り出した図についても、発明の一態様として開示されているものであり、発明の一態様を構成することが可能である。そして、その発明の一態様は明確であると言える。

40

【0221】

(実施の形態4)

上記実施の形態で説明した材料を含む電池セルと組み合わせる用いることができる電池制御ユニット(Battery Management Unit: BMU)、及び該電池制御ユニットを構成する回路に適したトランジスタについて、図22乃至図28を参照し

50

て説明する。本実施の形態では、特に直列に接続された電池セルを有する蓄電装置の電池制御ユニットについて説明する。

【0222】

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

【0223】

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

【0224】

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

【0225】

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

【0226】

ここで、CAAC-OS膜について説明する。

【0227】

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

【0228】

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

【0229】

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

【0230】

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

【0231】

CAAC-OS膜に対し、X線回折（XRD: X-Ray Diffraction）装置を用いて構造解析を行うと、例えばInGaZnO<sub>4</sub>の結晶を有するCAAC-OS膜

10

20

30

40

50

の out - o f - p l a n e 法による解析では、回折角 (  $2\theta$  ) が  $31^\circ$  近傍にピークが現れる場合がある。このピークは、 $\text{InGaZnO}_4$  の結晶の ( 0 0 9 ) 面に帰属されることから、CAAC - OS 膜の結晶が c 軸配向性を有し、c 軸が被形成面または上面に略垂直な方向を向いていることが確認できる。

#### 【 0 2 3 2 】

なお、 $\text{InGaZnO}_4$  の結晶を有する CAAC - OS 膜の out - o f - p l a n e 法による解析では、 $2\theta$  が  $31^\circ$  近傍のピークの他に、 $2\theta$  が  $36^\circ$  近傍にもピークが現れる場合がある。 $2\theta$  が  $36^\circ$  近傍のピークは、CAAC - OS 膜中の一部に、c 軸配向性を有さない結晶が含まれることを示している。CAAC - OS 膜は、 $2\theta$  が  $31^\circ$  近傍にピークを示し、 $2\theta$  が  $36^\circ$  近傍にピークを示さないことが好ましい。

10

#### 【 0 2 3 3 】

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

#### 【 0 2 3 4 】

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

20

#### 【 0 2 3 5 】

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

30

#### 【 0 2 3 6 】

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

#### 【 0 2 3 7 】

なお、OS トランジスタは、チャネル形成領域にシリコンを有するトランジスタ ( S i トランジスタ ) に比べてバンドギャップが大きいため、高電圧を印加した際の絶縁破壊が生じにくい。直列に電池セルを接続する場合、数 1 0 0 V の電圧が生じることになるが、蓄電装置においてこのような電池セルに適用される電池制御ユニットの回路構成には、前述の OS トランジスタで構成することが適している。

40

#### 【 0 2 3 8 】

図 2 2 には、蓄電装置のブロック図の一例を示す。図 2 2 に示す蓄電装置 B T 0 0 は、端子対 B T 0 1 と、端子対 B T 0 2 と、切り替え制御回路 B T 0 3 と、切り替え回路 B T 0 4 と、切り替え回路 B T 0 5 と、変圧制御回路 B T 0 6 と、変圧回路 B T 0 7 と、直列に接続された複数の電池セル B T 0 9 を含む電池部 B T 0 8 と、を有する。

#### 【 0 2 3 9 】

50

また、図 2 2 の蓄電装置 B T 0 0 において、端子対 B T 0 1 と、端子対 B T 0 2 と、切り替え制御回路 B T 0 3 と、切り替え回路 B T 0 4 と、切り替え回路 B T 0 5 と、変圧制御回路 B T 0 6 と、変圧回路 B T 0 7 とにより構成される部分を、電池制御ユニットと呼ぶことができる。

【 0 2 4 0 】

切り替え制御回路 B T 0 3 は、切り替え回路 B T 0 4 及び切り替え回路 B T 0 5 の動作を制御する。具体的には、切り替え制御回路 B T 0 3 は、電池セル B T 0 9 毎に測定された電圧に基づいて、放電する電池セル（放電電池セル群）、及び充電する電池セル（充電電池セル群）を決定する。

【 0 2 4 1 】

さらに、切り替え制御回路 B T 0 3 は、当該決定された放電電池セル群及び充電電池セル群に基づいて、制御信号 S 1 及び制御信号 S 2 を出力する。制御信号 S 1 は、切り替え回路 B T 0 4 へ出力される。この制御信号 S 1 は、端子対 B T 0 1 と放電電池セル群とを接続させるように切り替え回路 B T 0 4 を制御する信号である。また、制御信号 S 2 は、切り替え回路 B T 0 5 へ出力される。この制御信号 S 2 は、端子対 B T 0 2 と充電電池セル群とを接続させるように切り替え回路 B T 0 5 を制御する信号である。

【 0 2 4 2 】

また、切り替え制御回路 B T 0 3 は、切り替え回路 B T 0 4、切り替え回路 B T 0 5、及び変圧回路 B T 0 7 の構成を踏まえ、端子対 B T 0 1 と放電電池セル群との間、または端子対 B T 0 2 と充電電池セル群との間で、同じ極性の端子同士が接続されるように、制御信号 S 1 及び制御信号 S 2 を生成する。

【 0 2 4 3 】

切り替え制御回路 B T 0 3 の動作の詳細について述べる。

【 0 2 4 4 】

まず、切り替え制御回路 B T 0 3 は、複数の電池セル B T 0 9 毎の電圧を測定する。そして、切り替え制御回路 B T 0 3 は、例えば、所定の閾値以上の電圧の電池セル B T 0 9 を高電圧の電池セル（高電圧セル）、所定の閾値未満の電圧の電池セル B T 0 9 を低電圧の電池セル（低電圧セル）と判断する。

【 0 2 4 5 】

なお、高電圧セル及び低電圧セルを判断する方法については、様々な方法を用いることができる。例えば、切り替え制御回路 B T 0 3 は、複数の電池セル B T 0 9 の中で、最も電圧の高い、又は最も電圧の低い電池セル B T 0 9 の電圧を基準として、各電池セル B T 0 9 が高電圧セルか低電圧セルかを判断してもよい。この場合、切り替え制御回路 B T 0 3 は、各電池セル B T 0 9 の電圧が基準となる電圧に対して所定の割合以上か否かを判定する等して、各電池セル B T 0 9 が高電圧セルか低電圧セルかを判断することができる。そして、切り替え制御回路 B T 0 3 は、この判断結果に基づいて、放電電池セル群と充電電池セル群とを決定する。

【 0 2 4 6 】

なお、複数の電池セル B T 0 9 の中には、高電圧セルと低電圧セルが様々な状態で混在し得る。例えば、切り替え制御回路 B T 0 3 は、高電圧セルと低電圧セルが混在する中で、高電圧セルが最も多く連続して直列に接続された部分を放電電池セル群とする。また、切り替え制御回路 B T 0 3 は、低電圧セルが最も多く連続して直列に接続された部分を充電電池セル群とする。また、切り替え制御回路 B T 0 3 は、過充電又は過放電に近い電池セル B T 0 9 を、放電電池セル群又は充電電池セル群として優先的に選択するようにしてもよい。

【 0 2 4 7 】

ここで、本実施の形態における切り替え制御回路 B T 0 3 の動作例を、図 2 3 を用いて説明する。図 2 3 は、切り替え制御回路 B T 0 3 の動作例を説明するための図である。なお、説明の便宜上、図 2 3 では 4 個の電池セル B T 0 9 が直列に接続されている場合を例に説明する。

10

20

30

40

50

## 【 0 2 4 8 】

まず、図 2 3 ( A ) の例では、電池セル a 乃至 d の電圧を電圧  $V_a$  乃至電圧  $V_d$  とすると、 $V_a = V_b = V_c > V_d$  の関係にある場合を示している。つまり、連続する 3 つの高電圧セル a 乃至 c と、1 つの低電圧セル d とが直列に接続されている。この場合、切り替え制御回路 B T 0 3 は、連続する 3 つの高電圧セル a 乃至 c を放電電池セル群として決定する。また、切り替え制御回路 B T 0 3 は、低電圧セル d を充電電池セル群として決定する。

## 【 0 2 4 9 】

次に、図 2 3 ( B ) の例では、 $V_c > V_a = V_b > V_d$  の関係にある場合を示している。つまり、連続する 2 つの低電圧セル a、b と、1 つの高電圧セル c と、1 つの過放電間近の低電圧セル d とが直列に接続されている。この場合、切り替え制御回路 B T 0 3 は、高電圧セル c を放電電池セル群として決定する。また、切り替え制御回路 B T 0 3 は、低電圧セル d が過放電間近であるため、連続する 2 つの低電圧セル a 及び b ではなく、低電圧セル d を充電電池セル群として優先的に決定する。

## 【 0 2 5 0 】

最後に、図 2 3 ( C ) の例では、 $V_a > V_b = V_c = V_d$  の関係にある場合を示している。つまり、1 つの高電圧セル a と、連続する 3 つの低電圧セル b 乃至 d とが直列に接続されている。この場合、切り替え制御回路 B T 0 3 は、高電圧セル a を放電電池セル群と決定する。また、切り替え制御回路 B T 0 3 は、連続する 3 つの低電圧セル b 乃至 d を充電電池セル群として決定する。

## 【 0 2 5 1 】

切り替え制御回路 B T 0 3 は、上記図 2 3 ( A ) 乃至 ( C ) の例のように決定された結果に基づいて、切り替え回路 B T 0 4 の接続先である放電電池セル群を示す情報が設定された制御信号 S 1 と、切り替え回路 B T 0 5 の接続先である充電電池セル群を示す情報が設定された制御信号 S 2 を、切り替え回路 B T 0 4 及び切り替え回路 B T 0 5 に対してそれぞれ出力する。

## 【 0 2 5 2 】

以上が、切り替え制御回路 B T 0 3 の動作の詳細に関する説明である。

## 【 0 2 5 3 】

切り替え回路 B T 0 4 は、切り替え制御回路 B T 0 3 から出力される制御信号 S 1 に応じて、端子対 B T 0 1 の接続先を、切り替え制御回路 B T 0 3 により決定された放電電池セル群に設定する。

## 【 0 2 5 4 】

端子対 B T 0 1 は、対を成す端子 A 1 及び A 2 により構成される。切り替え回路 B T 0 4 は、この端子 A 1 及び A 2 のうち、いずれか一方を放電電池セル群の中で最も上流（高電位側）に位置する電池セル B T 0 9 の正極端子と接続し、他方を放電電池セル群の中で最も下流（低電位側）に位置する電池セル B T 0 9 の負極端子と接続することにより、端子対 B T 0 1 の接続先を設定する。なお、切り替え回路 B T 0 4 は、制御信号 S 1 に設定された情報を用いて放電電池セル群の位置を認識することができる。

## 【 0 2 5 5 】

切り替え回路 B T 0 5 は、切り替え制御回路 B T 0 3 から出力される制御信号 S 2 に応じて、端子対 B T 0 2 の接続先を、切り替え制御回路 B T 0 3 により決定された充電電池セル群に設定する。

## 【 0 2 5 6 】

端子対 B T 0 2 は、対を成す端子 B 1 及び B 2 により構成される。切り替え回路 B T 0 5 は、この端子 B 1 及び B 2 のうち、いずれか一方を充電電池セル群の中で最も上流（高電位側）に位置する電池セル B T 0 9 の正極端子と接続し、他方を充電電池セル群の中で最も下流（低電位側）に位置する電池セル B T 0 9 の負極端子と接続することにより、端子対 B T 0 2 の接続先を設定する。なお、切り替え回路 B T 0 5 は、制御信号 S 2 に設定された情報を用いて充電電池セル群の位置を認識することができる。

## 【0257】

切り替え回路BT04及び切り替え回路BT05の構成例を示す回路図を図24及び図25に示す。

## 【0258】

図24では、切り替え回路BT04は、複数のトランジスタBT10と、バスBT11及びBT12とを有する。バスBT11は、端子A1と接続されている。また、バスBT12は、端子A2と接続されている。複数のトランジスタBT10のソース又はドレインの一方は、それぞれ1つおきに交互に、バスBT11及びBT12と接続されている。また、複数のトランジスタBT10のソース又はドレインの他方は、それぞれ隣接する2つの電池セルBT09の間に接続されている。

10

## 【0259】

なお、複数のトランジスタBT10のうち、最上流に位置するトランジスタBT10のソース又はドレインの他方は、電池部BT08の最上流に位置する電池セルBT09の正極端子と接続されている。また、複数のトランジスタBT10のうち、最下流に位置するトランジスタBT10のソース又はドレインの他方は、電池部BT08の最下流に位置する電池セルBT09の負極端子と接続されている。

## 【0260】

切り替え回路BT04は、複数のトランジスタBT10のゲートに与える制御信号S1に応じて、バスBT11に接続される複数のトランジスタBT10のうちの1つと、バスBT12に接続される複数のトランジスタBT10のうちの1つとをそれぞれ導通状態にすることにより、放電電池セル群と端子対BT01とを接続する。これにより、放電電池セル群の中で最も上流に位置する電池セルBT09の正極端子は、端子対の端子A1又はA2のいずれか一方と接続される。また、放電電池セル群の中で最も下流に位置する電池セルBT09の負極端子は、端子対の端子A1又はA2のいずれか他方、すなわち正極端子と接続されていない方の端子に接続される。

20

## 【0261】

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

30

## 【0262】

また、図24では、切り替え回路BT05は、複数のトランジスタBT13と、電流制御スイッチBT14と、バスBT15と、バスBT16とを有する。バスBT15及びBT16は、複数のトランジスタBT13と、電流制御スイッチBT14との間に配置される。複数のトランジスタBT13のソース又はドレインの一方は、それぞれ1つおきに交互に、バスBT15及びBT16と接続されている。また、複数のトランジスタBT13のソース又はドレインの他方は、それぞれ隣接する2つの電池セルBT09の間に接続されている。

40

## 【0263】

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

## 【0264】

トランジスタBT13には、トランジスタBT10と同様に、OSトランジスタを用いることが好ましい。OSトランジスタはオフ電流が小さいため、充電電池セル群に属しない電池セルから漏洩する電荷量を減らし、時間の経過による容量の低下を抑制することがで

50

きる。また O S トランジスタは高電圧を印加した際の絶縁破壊が生じにくい。そのため、充電電池セル群を充電するための電圧が大きくても、非導通状態とするトランジスタ B T 1 3 が接続された電池セル B T 0 9 と端子対 B T 0 2 とを絶縁状態とすることができる。

【 0 2 6 5 】

電流制御スイッチ B T 1 4 は、スイッチ対 B T 1 7 とスイッチ対 B T 1 8 とを有する。スイッチ対 B T 1 7 の一端は、端子 B 1 に接続されている。また、スイッチ対 B T 1 7 の他端は 2 つのスイッチで分岐しており、一方のスイッチはバス B T 1 5 に接続され、他方のスイッチはバス B T 1 6 に接続されている。スイッチ対 B T 1 8 の一端は、端子 B 2 に接続されている。また、スイッチ対 B T 1 8 の他端は 2 つのスイッチで分岐しており、一方のスイッチはバス B T 1 5 に接続され、他方のスイッチはバス B T 1 6 に接続されている。

10

【 0 2 6 6 】

スイッチ対 B T 1 7 及びスイッチ対 B T 1 8 が有するスイッチは、トランジスタ B T 1 0 及びトランジスタ B T 1 3 と同様に、O S トランジスタを用いることが好ましい。

【 0 2 6 7 】

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

【 0 2 6 8 】

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

20

【 0 2 6 9 】

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

【 0 2 7 0 】

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

30

【 0 2 7 1 】

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

40

【 0 2 7 2 】

また、電流制御スイッチ B T 1 4 は、切り替え回路 B T 0 5 ではなく、切り替え回路 B T

50

04に含まれていてもよい。

【0273】

図25は、図24とは異なる、切り替え回路BT04及び切り替え回路BT05の構成例を示す回路図である。

【0274】

図25では、切り替え回路BT04は、複数のトランジスタ対BT21と、バスBT24及びバスBT25とを有する。バスBT24は、端子A1と接続されている。また、バスBT25は、端子A2と接続されている。複数のトランジスタ対BT21の一端は、それぞれトランジスタBT22とトランジスタBT23とにより分岐している。トランジスタBT22のソース又はドレインの一方は、バスBT24と接続されている。また、トランジスタBT23のソース又はドレインの一方は、バスBT25と接続されている。また、複数のトランジスタ対BT21の他端は、それぞれ隣接する2つの電池セルBT09の間に接続されている。なお、複数のトランジスタ対BT21のうち、最上流に位置するトランジスタ対BT21の他端は、電池部BT08の最上流に位置する電池セルBT09の正極端子と接続されている。また、複数のトランジスタ対BT21のうち、最下流に位置するトランジスタ対BT21の他端は、電池部BT08の最下流に位置する電池セルBT09の負極端子と接続されている。

10

【0275】

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

20

【0276】

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

30

【0277】

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

40

【0278】

切り替え回路BT05は、制御信号S2に応じてトランジスタBT32及びトランジスタBT33の導通/非導通状態を切り換えることにより、当該トランジスタ対BT31の接続先を、端子B1又は端子B2のいずれか一方に切り替える。詳細には、トランジスタBT32が導通状態であれば、トランジスタBT33は非導通状態となり、その接続先は端子B1になる。逆に、トランジスタBT33が導通状態であれば、トランジスタBT32

50

は非導通状態となり、その接続先は端子B 2になる。トランジスタB T 3 2及びトランジスタB T 3 3のどちらが導通状態となるかは、制御信号S 2によって決定される。

【0279】

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

【0280】

また、2つのトランジスタ対B T 3 1のそれぞれの接続先は、端子対B T 0 2に印加される電圧の極性によって決定される。具体的には、端子B 1が正極、端子B 2が負極となるような電圧が端子対B T 0 2に印加されている場合、上流側のトランジスタ対B T 3 1は、トランジスタB T 3 2が導通状態となり、トランジスタB T 3 3が非導通状態となるように、制御信号S 2によって制御される。一方、下流側のトランジスタ対B T 3 1は、トランジスタB T 3 3が導通状態、トランジスタB T 3 2が非導通状態となるように、制御信号S 2によって制御される。また、端子B 1が負極、端子B 2が正極となるような電圧が端子対B T 0 2に印加されている場合は、上流側のトランジスタ対B T 3 1は、トランジスタB T 3 3が導通状態となり、トランジスタB T 3 2が非導通状態となるように、制御信号S 2によって制御される。一方、下流側のトランジスタ対B T 3 1は、トランジスタB T 3 2が導通状態、トランジスタB T 3 3が非導通状態となるように、制御信号S 2

10

20

【0281】

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

【0282】

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

30

【0283】

また、放電電池セル群に含まれる電池セルB T 0 9の個数が、充電電池セル群に含まれる電池セルB T 0 9の個数以下である場合は、充電電池セル群を充電するために必要な充電電圧を確保する必要がある。そのため、変圧制御回路B T 0 6は、充電電池セル群に過剰な充電電圧が印加されない範囲で放電電圧(V d i s)を昇圧させるように変圧回路B T 0 7を制御する変圧信号S 3を出力する。

40

【0284】

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

【0285】

ここで、本実施形態における変圧制御回路B T 0 6の動作例を、図26(A)乃至(C)を用いて説明する。図26(A)乃至(C)は、図23(A)乃至(C)で説明した放電電池セル群及び充電電池セル群に対応させた、変圧制御回路B T 0 6の動作例を説明するための概念図である。なお図26(A)乃至(C)は、電池制御ユニットB T 4 1を図示している。電池制御ユニットB T 4 1は、上述したように、端子対B T 0 1と、端子対B

50

T 0 2 と、切り替え制御回路 B T 0 3 と、切り替え回路 B T 0 4 と、切り替え回路 B T 0 5 と、変圧制御回路 B T 0 6 と、変圧回路 B T 0 7 とにより構成される。

【 0 2 8 6 】

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

10

【 0 2 8 7 】

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

20

【 0 2 8 8 】

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

【 0 2 8 9 】

図 2 6 ( A ) に示される例では、放電電池セル群に含まれる電池セル B T 0 9 の個数が 3 個で、充電電池セル群に含まれる電池セル B T 0 9 の数が 1 個であるため、変圧制御回路 B T 0 6 は、 $1/3$  より少し大きい値を変換比  $N$  として算出する。そして、変圧制御回路 B T 0 6 は、放電電圧を当該変換比  $N$  に応じて降圧し、充電電圧に変換する変圧信号 S 3 を変圧回路 B T 0 7 に出力する。そして、変圧回路 B T 0 7 は、変圧信号 S 3 に応じて変圧された充電電圧を、端子対 B T 0 2 に印加する。そして、端子対 B T 0 2 に印加される充電電圧によって、充電電池セル群に含まれる電池セル B T 0 9 が充電される。

30

【 0 2 9 0 】

また、図 2 6 ( B ) や図 2 6 ( C ) に示される例でも、図 2 6 ( A ) と同様に、変換比  $N$  が算出される。図 2 6 ( B ) や図 2 6 ( C ) に示される例では、放電電池セル群に含まれる電池セル B T 0 9 の個数が、充電電池セル群に含まれる電池セル B T 0 9 の個数以下であるため、変換比  $N$  は 1 以上となる。よって、この場合は、変圧制御回路 B T 0 6 は、放電電圧を昇圧して充電電圧に変換する変圧信号 S 3 を出力する。

40

【 0 2 9 1 】

変圧回路 B T 0 7 は、変圧信号 S 3 に基づいて、端子対 B T 0 1 に印加される放電電圧を充電電圧に変換する。そして、変圧回路 B T 0 7 は、変換された充電電圧を端子対 B T 0 2 に印加する。ここで、変圧回路 B T 0 7 は、端子対 B T 0 1 と端子対 B T 0 2 との間を電氣的に絶縁している。これにより、変圧回路 B T 0 7 は、放電電池セル群の中で最も下流に位置する電池セル B T 0 9 の負極端子の絶対電圧と、充電電池セル群の中で最も下流に位置する電池セル B T 0 9 の負極端子の絶対電圧との差異による短絡を防止する。さらに、変圧回路 B T 0 7 は、上述したように、変圧信号 S 3 に基づいて放電電池セル群の合

50

計電圧である放電電圧を充電電圧に変換する。

【0292】

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

【0293】

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

10

【0294】

絶縁型DC-DCコンバータを用いた変圧回路BT07の構成を図27に示す。絶縁型DC-DCコンバータBT51は、スイッチ部BT52とトランス部BT53とを有する。スイッチ部BT52は、絶縁型DC-DCコンバータの動作のオン/オフを切り替えるスイッチであり、例えば、MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)やバイポーラ型トランジスタ等を用いて実現される。また、スイッチ部BT52は、変圧制御回路BT06から出力される、オン/オフ比を制御する変圧信号S3に基づいて、絶縁型DC-DCコンバータBT51のオン状態とオフ状態を周期的に切り替える。なお、スイッチ部BT52は、使用される絶縁型DC-DCコンバータの方式によって様々な構成を取り得る。トランス部BT53は、端子対BT01から印加される放電電圧を充電電圧に変換する。詳細には、トランス部BT53は、スイッチ部BT52のオン/オフ状態と連動して動作し、そのオン/オフ比に応じて放電電圧を充電電圧に変換する。この充電電圧は、スイッチ部BT52のスイッチング周期において、オン状態となる時間が長いほど大きくなる。一方、充電電圧は、スイッチ部BT52のスイッチング周期において、オン状態となる時間が短いほど小さくなる。なお、絶縁型DC-DCコンバータを用いる場合、トランス部BT53の内部で、端子対BT01と端子対BT02は互いに絶縁することができる。

20

【0295】

本実施形態における蓄電装置BT00の処理の流れを、図28を用いて説明する。図28は、蓄電装置BT00の処理の流れを示すフローチャートである。

30

【0296】

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

40

50

電電池セル群に含まれる電池セルB T 0 9の個数と、充電電池セル群に含まれる電池セルB T 0 9の個数とに基づいて、変圧信号S 3を生成する(ステップS 0 0 7)。そして、蓄電装置B T 0 0は、変圧信号S 3に基づいて、端子対B T 0 1に印加される放電電圧を充電電圧に変換し、端子対B T 0 2に印加する(ステップS 0 0 8)。これにより、放電電池セル群の電荷が充電電池セル群へ移動される。

【0297】

また、図28のフローチャートでは、複数のステップが順番に記載されているが、各ステップの実行順序は、その記載の順番に制限されない。

【0298】

以上、本実施形態によれば、放電電池セル群から充電電池セル群へ電荷を移動させる際、キャパシタ方式のように、放電電池セル群からの電荷を一旦蓄積し、その後充電電池セル群へ放出させるような構成を必要としない。これにより、単位時間あたりの電荷移動効率を向上させることができる。また、切り替え回路B T 0 4及び切り替え回路B T 0 5により、放電電池セル群及び充電電池セル群のうち、変圧回路と接続する電池セルを、個別に切り替えられる。

10

【0299】

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

20

【0300】

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

【0301】

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

30

【0302】

(実施の形態5)

二次電池の他の構造例

図29に、本発明の一態様に係る二次電池2100を示す。図29(A)は二次電池2100の斜視図、図29(B)は二次電池2100の上面図である。図29(C)は、図29(B)の一点破線G1-G2における断面図である。

【0303】

図29に示す二次電池2100は、外装体2107の3辺が封止されている。また、正極リード2121および負極リード2125、および正極2111、負極2115およびセパレータ2103を有する。なお、図29(C)では図を明瞭にするため、正極2111、負極2115、セパレータ2103、正極リード2121、負極リード2125、および封止層2120を抜粋して示す。また、一部の電極は2以上の集電体を有し、該集電体は互いの活物質が形成されていない面で接していてもよい。

40

【0304】

ここで図30を用いて、図29に示す二次電池2100の作製方法の一部について説明する。

【0305】

まずセパレータ2103上に、負極2115を配置する(図30(A))。このとき、負

50

極 2 1 1 5 が有する負極活物質層が、セパレータ 2 1 0 3 と重畳するように配置する。

【 0 3 0 6 】

次に、セパレータ 2 1 0 3 を折り曲げ、負極 2 1 1 5 の上にセパレータ 2 1 0 3 を重ねる。次に、セパレータ 2 1 0 3 の上に、正極 2 1 1 1 を重ねる（図 3 0 ( B )）。このとき、正極 2 1 1 1 が有する正極活物質層が、セパレータ 2 1 0 3 および負極活物質層と重畳するように配置する。なお、集電体の片面に活物質層が形成されている電極を用いる場合は、正極 2 1 1 1 の正極活物質層と、負極 2 1 1 5 の負極活物質層がセパレータ 2 1 0 3 を介して対向するように配置する。

【 0 3 0 7 】

セパレータ 2 1 0 3 にポリプロピレン等の熱溶着が可能な材料を用いている場合は、セパレータ 2 1 0 3 同士が重畳している領域を熱溶着してから次の電極を重ねることで、作製工程中に電極がずれることを抑制できる。具体的には、負極 2 1 1 5 または正極 2 1 1 1 と重畳しておらず、セパレータ 2 1 0 3 同士が重畳している領域、たとえば図 3 0 ( B ) の領域 2 1 0 3 a で示す領域を熱溶着することが好ましい。

【 0 3 0 8 】

この工程を繰り返すことで、図 3 0 ( C ) に示すように、セパレータ 2 1 0 3 を挟んで正極 2 1 1 1 および負極 2 1 1 5 を積み重ねることができる。

【 0 3 0 9 】

なお、あらかじめ繰り返し折り曲げたセパレータ 2 1 0 3 に、複数の負極 2 1 1 5 および複数の正極 2 1 1 1 を交互に挟むように配置してもよい。

【 0 3 1 0 】

次に、図 3 0 ( C ) に示すように、セパレータ 2 1 0 3 で複数の正極 2 1 1 1 および複数の負極 2 1 1 5 を覆う。

【 0 3 1 1 】

さらに、図 3 0 ( D ) に示すように、セパレータ 2 1 0 3 同士が重畳している領域、例えば図 3 0 ( D ) に示す領域 2 1 0 3 b を熱溶着することで、複数の正極 2 1 1 1 と複数の負極 2 1 1 5 を、セパレータ 2 1 0 3 によって覆い、結束する。

【 0 3 1 2 】

なお、複数の正極 2 1 1 1、複数の負極 2 1 1 5 およびセパレータ 2 1 0 3 を、結束材を用いて結束してもよい。

【 0 3 1 3 】

このような工程で正極 2 1 1 1 および負極 2 1 1 5 を積み重ねるため、セパレータ 2 1 0 3 は、1 枚のセパレータ 2 1 0 3 の中で、複数の正極 2 1 1 1 と複数の負極 2 1 1 5 に挟まれている領域と、複数の正極 2 1 1 1 と複数の負極 2 1 1 5 を覆うように配置されている領域とを有する。

【 0 3 1 4 】

換言すれば、図 2 9 の二次電池 2 1 0 0 が有するセパレータ 2 1 0 3 は、一部が折りたたまれた 1 枚のセパレータである。セパレータ 2 1 0 3 の折りたたまれた領域に、複数の正極 2 1 1 1 と、複数の負極 2 1 1 5 が挟まれている。

【 0 3 1 5 】

図 3 1 に、図 2 9 と異なる二次電池 2 2 0 0 を示す。図 3 1 ( A ) は二次電池 2 2 0 0 の斜視図、図 3 1 ( B ) は二次電池 2 2 0 0 の上面図である。図 3 1 ( C 1 ) は第 1 の電極組立体 2 1 3 0、図 3 1 ( C 2 ) は第 2 の電極組立体 2 1 3 1 の断面図である。図 3 1 ( D ) は、図 3 1 ( B ) の一点破線 H 1 - H 2 における断面図である。なお、図 3 1 ( D ) では図を明瞭にするため、第 1 の電極組立体 2 1 3 0、第 2 の電極組立体 2 1 3 1 およびセパレータ 2 1 0 3 を抜粋して示す。また、一部の電極は 2 以上の集電体を有し、該集電体は互いの活物質が形成されていない面で接していてもよい。

【 0 3 1 6 】

図 3 1 に示す二次電池 2 2 0 0 は、正極 2 1 1 1 a と負極 2 1 1 5 a の配置、およびセパレータ 2 1 0 3 の配置が図 2 9 の二次電池 2 1 0 0 と異なる。

10

20

30

40

50

## 【0317】

図31(D)に示すように、二次電池2200は、複数の第1の電極組立体2130および複数の第2の電極組立体2131を有する。

## 【0318】

図31(C1)に示すように、第1の電極組立体2130では、正極集電体の両面に正極活物質層を有する正極2111a、セパレータ2103、負極集電体の両面に負極活物質層を有する負極2115a、セパレータ2103、正極集電体の両面に正極活物質層を有する正極2111aがこの順に積層されている。また図31(C2)に示すように、第2の電極組立体2131では、負極集電体の両面に負極活物質層を有する負極2115a、セパレータ2103、正極集電体の両面に正極活物質層を有する正極2111a、セパレータ2103、負極集電体の両面に負極活物質層を有する負極2115aがこの順に積層されている。

10

## 【0319】

さらに図31(D)に示すように、複数の第1の電極組立体2130および複数の第2の電極組立体2131は、巻回したセパレータ2103によって覆われている。

## 【0320】

ここで図32を用いて、図31に示す二次電池2200の作製方法の一部について説明する。

## 【0321】

まずセパレータ2103上に、第1の電極組立体2130を配置する(図32(A))。

20

## 【0322】

次に、セパレータ2103を折り曲げ、第1の電極組立体2130の上にセパレータ2103を重ねる。次に、第1の電極組立体2130の上下に、セパレータ2103を介して、2組の第2の電極組立体2131を重ねる(図32(B))。

## 【0323】

次に、セパレータ2103を、2組の第2の電極組立体2131を覆うように巻回させる。さらに、2組の第2の電極組立体2131の上下に、セパレータ2103を介して、2組の第1の電極組立体2130を重ねる(図32(C))。

## 【0324】

次に、セパレータ2103を、2組の第1の電極組立体2130を覆うように巻回させる(図32(D))。

30

## 【0325】

このような工程で複数の第1の電極組立体2130および複数の第2の電極組立体2131を積み重ねるため、これらの電極組立体は、渦巻き状に巻回されたセパレータ2103の間に配置される。

## 【0326】

なお、最も外側に配置される第1の電極組立体2130の正極2111aは、外側には正極活物質層を設けないことが好ましい。

## 【0327】

また図31(C1)および(C2)では、電極組立体が電極3枚とセパレータ2枚を有する構成を示したが、本発明の一態様はこれに限らない。電極を4枚以上、セパレータを3枚以上有する構成としてもよい。電極を増やすことで、二次電池2200の容量をより向上させることができる。また電極を2枚、セパレータを1枚有する構成としてもよい。電極が少ない場合、より湾曲に強い二次電池2200とすることができる。また図31(D)では、二次電池2200が第1の電極組立体2130を3組、第2の電極組立体2131を2組有する構成を示したが、本発明の一態様はこれに限らない。さらに多くの電極組立体を有する構成としてもよい。電極組立体を増やすことで、二次電池2200の容量をより向上させることができる。またより少ない電極組立体を有する構成としてもよい。電極組立体が少ない場合、より湾曲に強い二次電池2200とすることができる。

40

## 【0328】

50

二次電池 2 2 0 0 の、正極 2 1 1 1 と負極 2 1 1 5 の配置、およびセパレータ 2 1 0 3 の配置の他は、図 2 9 についての記載を参酌することができる。

【 0 3 2 9 】

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

【 実施例 1 】

【 0 3 3 0 】

本実施例では、実施の形態 1 で示した方法で作製した、本発明の一態様に係るリチウム含有複合リン酸塩について説明する。

【 0 3 3 1 】

まず、 $Li : Fe : P = 2 : 1 : 1$  のモル比となるように、 $LiOH \cdot H_2O$ 、 $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ 、及び  $NH_4H_2PO_4$  をそれぞれ秤量した。具体的には、 $LiOH \cdot H_2O$  を 1.6784 g と、 $FeCl_2 \cdot 4H_2O$  を 3.9758 g と、 $NH_4H_2PO_4$  を 2.3014 g とをそれぞれ秤量した。

【 0 3 3 2 】

次に、窒素バブリングを 30 分行った純水 30 ml に  $LiOH \cdot H_2O$ 、 $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ 、 $NH_4H_2PO_4$  をそれぞれ溶解させて、 $Li$  を含む溶液、 $P$  を含む溶液、及び  $Fe$  を含む溶液を形成した。

【 0 3 3 3 】

次に、大気雰囲気下で、攪拌させながら  $Li$  を含む溶液及び  $P$  を含む溶液を混合して、混合液 C を形成した。

【 0 3 3 4 】

次に、大気雰囲気下で、混合液 C を攪拌しながら、 $Fe$  を含む溶液を少量ずつ滴下し、窒素バブリングを 30 分行った純水 10 ml を加えて、混合液 D を形成した。

【 0 3 3 5 】

次に、フッ素樹脂性内筒を有するオートクレーブ装置に混合液 D を入れ、150 で 19 時間、加熱した。加熱中の内筒内の圧力は 0.2 MPa から 0.4 MPa の間であった。加熱した後、内筒を冷却し、内筒内の合成物を、ろ過し、水洗した。オートクレーブ装置にはオーエムラボテック社製ミニリアクター MS 200 - C を用いた。

【 0 3 3 6 】

次に、真空雰囲気及び 60 で 2 時間乾燥させ、合成物 B を採取した。

【 0 3 3 7 】

次に、合成物 B を走査型電子顕微鏡 (SEM) で観察した。SEM 像を図 3 3 に示す。リチウム含有複合リン酸塩が 2 つの板状の構造体を有し、2 つの板状の構造体の間に角柱状の構造体を有し、2 つの板状の構造体の間に空隙があることを確認できた。なお、SEM 観察には日立ハイテクノロジーズ社製走査電子顕微鏡装置 SU 8030 を用い、倍率を 30,000 倍として観察した。

【 0 3 3 8 】

次に、合成物 B を FIB (Focused Ion Beam) で断面加工し、合成物 B の断面を SEM で観察した。SEM 像を図 3 4 に示す。FIB での断面加工と SEM 観察を繰り返すことで、構造の 3 次元の情報を得られる。このような観察手法は Slice and View と呼ばれる。図 3 4 (A) 乃至図 3 4 (F) は Slice and View で得られた像であり、図 3 4 (A) 乃至図 3 4 (F) の破線で示す粒子は、同じ粒子を示す。リチウム含有複合リン酸塩が 2 つの板状の構造体を有し、2 つの板状の構造体の間に角柱状の構造体を有し、2 つの板状の構造体の間に空隙があることを確認できた。なお、FIB 加工には FEI 社製 HELIOS NANOLAB 650 装置を、SEM 観察には FEI 社製 HELIOS NANOLAB 650 装置を使用した。

【 0 3 3 9 】

次に、合成物 B の電子線回折 (XRD) 測定を行った。XRD スペクトルを図 3 5 に示す。図 3 5 は、横軸に回折角度  $2\theta$  [deg.] として、縦軸に回折 X 線強度 (任意単位) をとる。図 3 5 の上は合成物 B、下は無機結晶構造データベース (Inorganic

10

20

30

40

50

Crystal Structure Database: ICSD)のLiFePO<sub>4</sub> (ICSD Code 92198)を示しており、ピーク位置がほぼ一致することから、合成物Bはオリビン型構造のリチウム鉄リン酸の結晶であることを確認できた。なお、XRD測定にはBruker AXS社製X線回折装置D8 ADVANCEを用い、X線源として波長0.15418 nmのCuK $\alpha$ 線を用いた。

#### 【0340】

次に、合成物Bの粒子径測定を行った。粒子径のヒストグラムを図36に示す。図36は、横軸に粒子径[ $\mu\text{m}$ ]として、縦軸に体積基準の頻度[%]をとる。小粒子径側の分布は一次粒子、大粒子径側の分布は凝集体(二次粒子)と考えることができ、一次粒子の最頻値は0.68  $\mu\text{m}$ であった。なお、粒子径測定には島津製作所社製レーザー回折式粒度分布測定装置SALD-2200を用い、粒子径範囲0.03  $\mu\text{m}$ から1000  $\mu\text{m}$ で、対数スケールで51分割した測定間隔で測定した。

10

#### 【0341】

以上のように、本実施例では、本発明の一態様に係るリチウム含有複合リン酸塩について合成し、粒子形状等を確認した。

#### 【符号の説明】

#### 【0342】

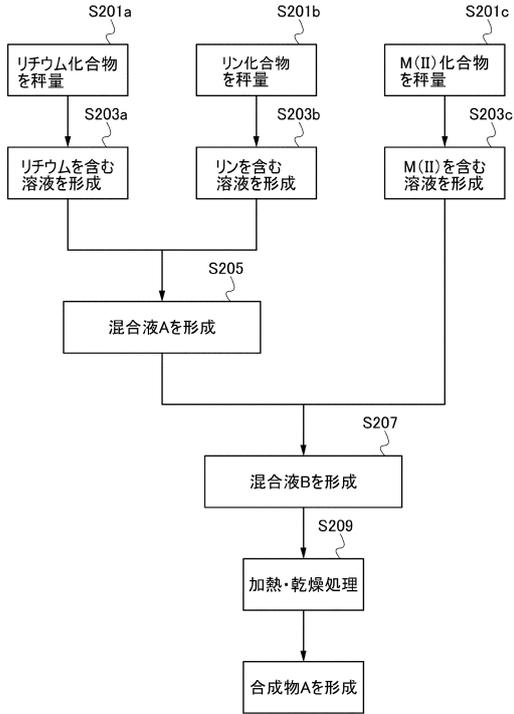
115	封止層	
118	接合部	
119	導入口	20
200	構造体	
202	構造体	
204	構造体	
281	タブ領域	
282	タブ領域	
300	二次電池	
301	正極缶	
302	負極缶	
303	ガスケット	
304	正極	30
305	正極集電体	
306	正極活物質層	
307	負極	
308	負極集電体	
309	負極活物質層	
310	セパレータ	
400	二次電池	
402	正極	
404	負極	
406	電解液	40
408	セパレータ	
500	二次電池	
501	正極集電体	
502	正極活物質層	
503	正極	
504	負極集電体	
505	負極活物質層	
506	負極	
507	セパレータ	
508	電解液	50

5 0 9	外装体	
5 1 0	正極リード	
5 1 1	負極リード	
5 1 2	接合部	
5 1 3	湾曲部	
5 1 4	接合部	
5 1 8	接合部	
6 0 0	二次電池	
6 0 1	正極キャップ	
6 0 2	電池缶	10
6 0 3	正極端子	
6 0 4	正極	
6 0 5	セパレータ	
6 0 6	負極	
6 0 7	負極端子	
6 0 8	絶縁板	
6 0 9	絶縁板	
6 1 0	ガスケット	
6 1 1	P T C 素子	
6 1 2	安全弁機構	20
9 0 0	回路基板	
9 1 0	ラベル	
9 1 1	端子	
9 1 2	回路	
9 1 3	二次電池	
9 1 4	アンテナ	
9 1 5	アンテナ	
9 1 6	層	
9 1 7	層	
9 1 8	アンテナ	30
9 1 9	端子	
9 2 0	表示装置	
9 2 1	センサ	
9 2 2	端子	
9 3 0	筐体	
9 3 0 a	筐体	
9 3 0 b	筐体	
9 3 1	負極	
9 3 2	正極	
9 3 3	セパレータ	40
9 5 0	捲回体	
9 5 1	端子	
9 5 2	端子	
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	
1 8 0 1	フィルム	50

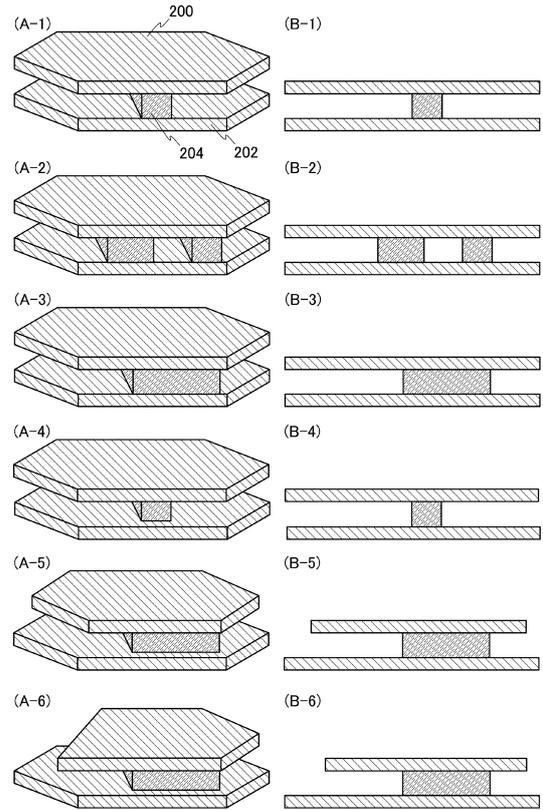
1 8 0 2	曲率半径	
1 8 0 3	フィルム	
1 8 0 4	曲率半径	
1 8 0 5	電極・電解液など	
2 1 0 0	二次電池	
2 1 0 3	セパレータ	
2 1 0 3 a	領域	
2 1 0 3 b	領域	
2 1 0 7	外装体	
2 1 1 1	正極	10
2 1 1 1 a	正極	
2 1 1 5	負極	
2 1 1 5 a	負極	
2 1 2 0	封止層	
2 1 2 1	正極リード	
2 1 2 5	負極リード	
2 1 3 0	第1の電極組立体	
2 1 3 1	第2の電極組立体	
2 2 0 0	二次電池	
7 1 0 0	携帯表示装置	20
7 1 0 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	
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	30
7 4 0 6	マイク	
7 4 0 7	蓄電装置	
8 0 2 1	充電装置	
8 0 2 2	ケーブル	
8 1 0 0	自動車	
8 1 0 1	ヘッドライト	
8 2 0 0	自動車	
S 1	制御信号	
S 2	制御信号	
S 3	変圧信号	40
B T 0 0	蓄電装置	
B T 0 1	端子対	
B T 0 2	端子対	
B T 0 3	切り替え制御回路	
B T 0 4	切り替え回路	
B T 0 5	切り替え回路	
B T 0 6	変圧制御回路	
B T 0 7	変圧回路	
B T 0 8	電池部	
B T 0 9	電池セル	50

B T 1 0	トランジスタ	
B T 1 1	バス	
B T 1 2	バス	
B T 1 3	トランジスタ	
B T 1 4	電流制御スイッチ	
B T 1 5	バス	
B T 1 6	バス	
B T 1 7	スイッチ対	
B T 1 8	スイッチ対	
B T 2 1	トランジスタ対	10
B T 2 2	トランジスタ	
B T 2 3	トランジスタ	
B T 2 4	バス	
B T 2 5	バス	
B T 3 1	トランジスタ対	
B T 3 2	トランジスタ	
B T 3 3	トランジスタ	
B T 3 4	バス	
B T 3 5	バス	
B T 4 1	電池制御ユニット	20
B T 5 1	絶縁型 D C - D C コンバータ	
B T 5 2	スイッチ部	
B T 5 3	トランス部	
S 0 0 1	ステップ	
S 0 0 2	ステップ	
S 0 0 3	ステップ	
S 0 0 4	ステップ	
S 0 0 5	ステップ	
S 0 0 6	ステップ	
S 0 0 7	ステップ	30
S 0 0 8	ステップ	
S 2 0 1 a	ステップ	
S 2 0 1 b	ステップ	
S 2 0 1 c	ステップ	
S 2 0 3 a	ステップ	
S 2 0 3 b	ステップ	
S 2 0 3 c	ステップ	
S 2 0 5	ステップ	
S 2 0 7	ステップ	
S 2 0 9	ステップ	40

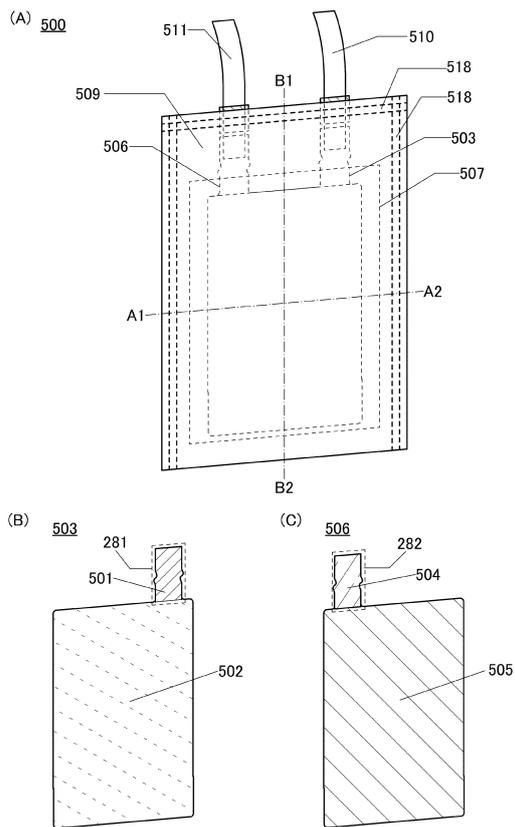
【図1】



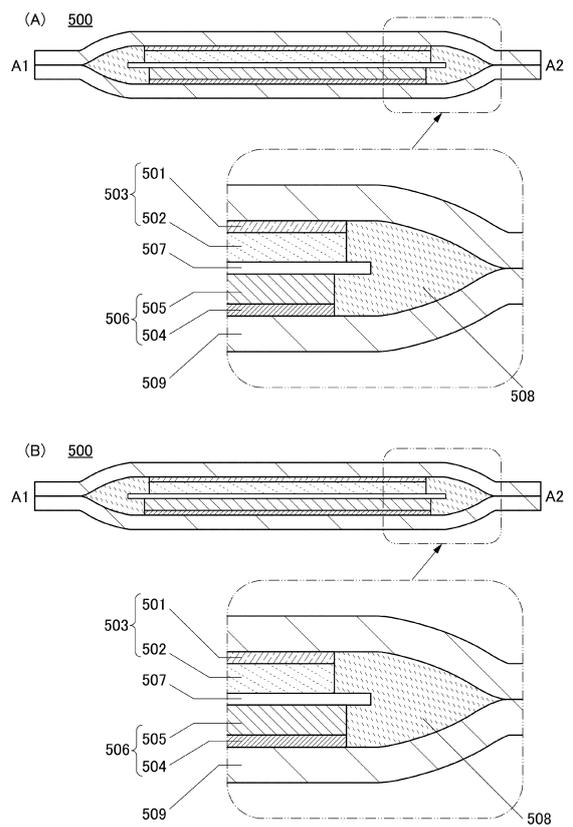
【図2】



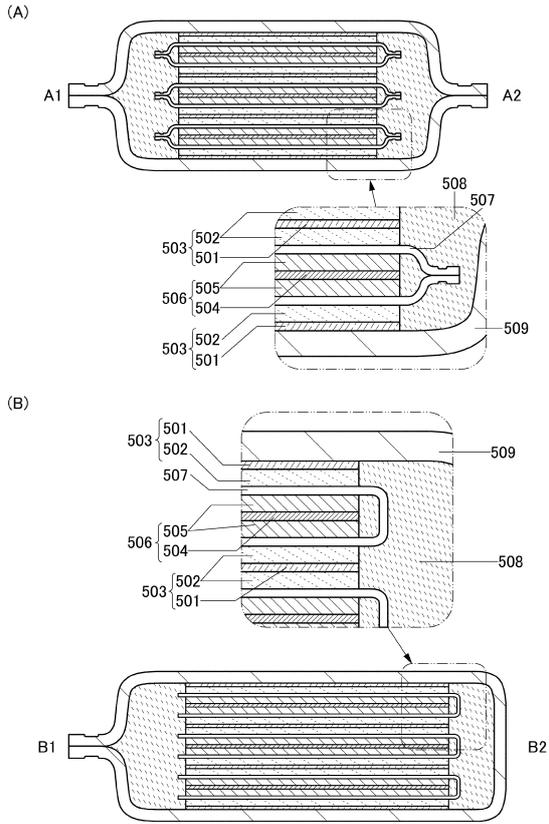
【図3】



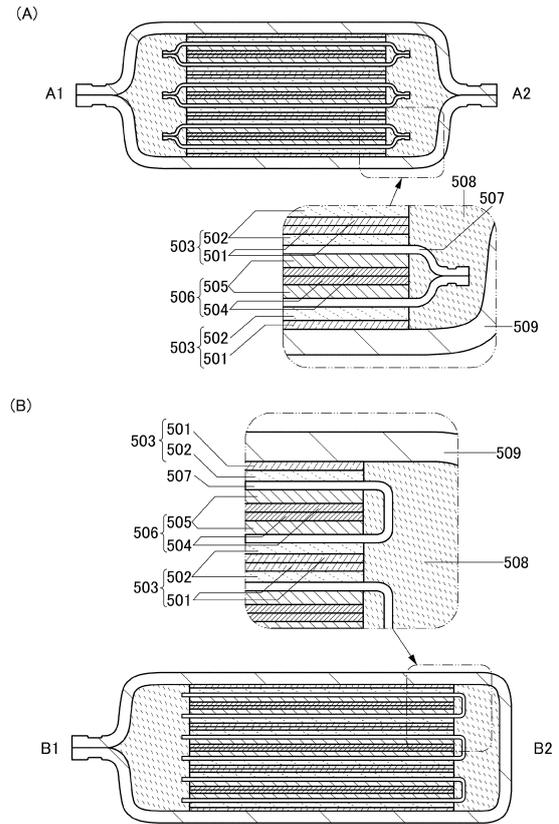
【図4】



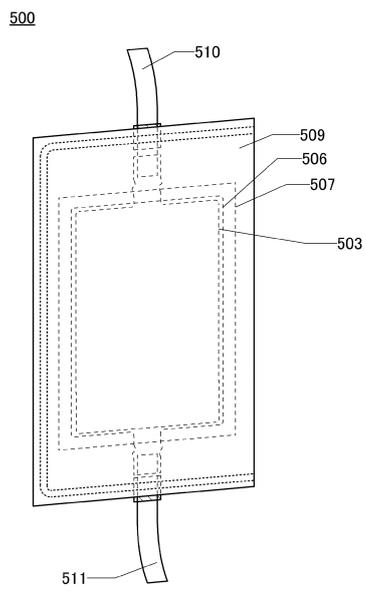
【図5】



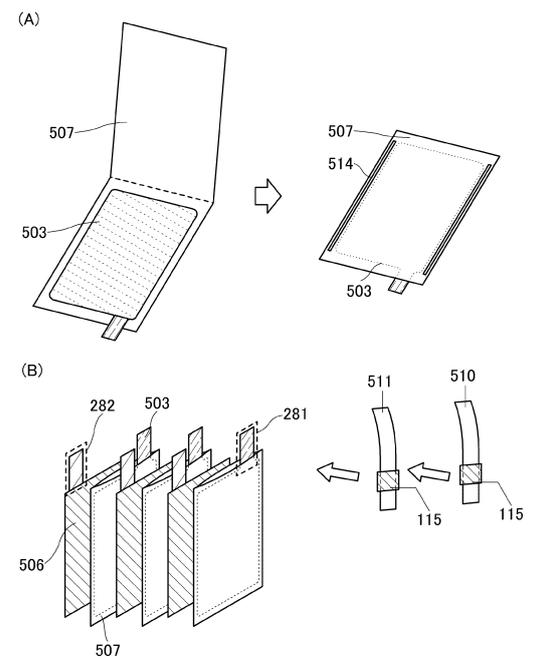
【図6】



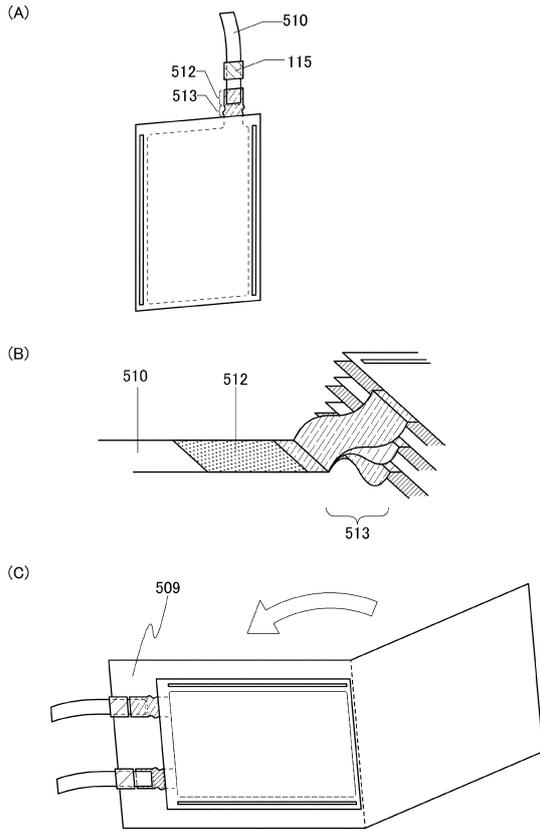
【図7】



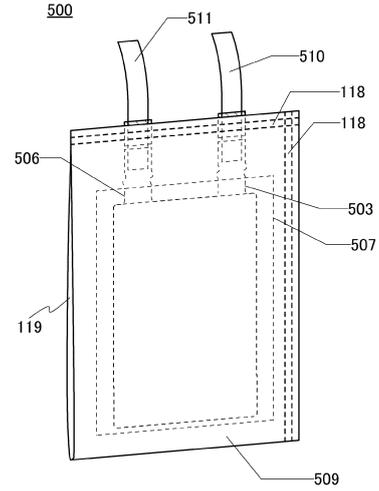
【図8】



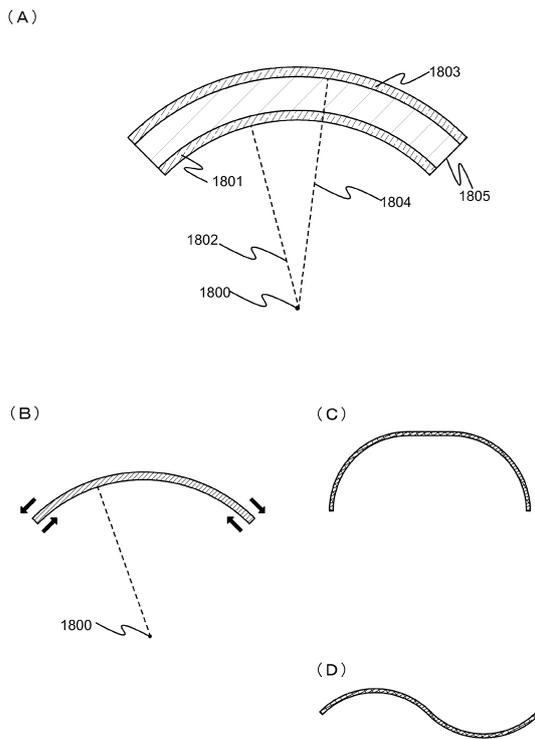
【図 9】



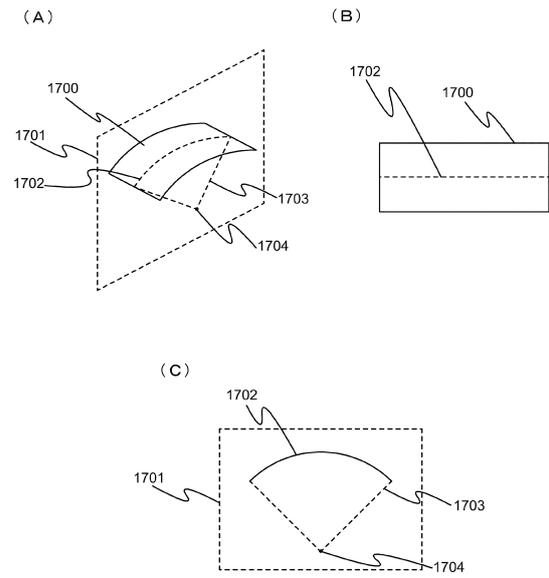
【図 10】



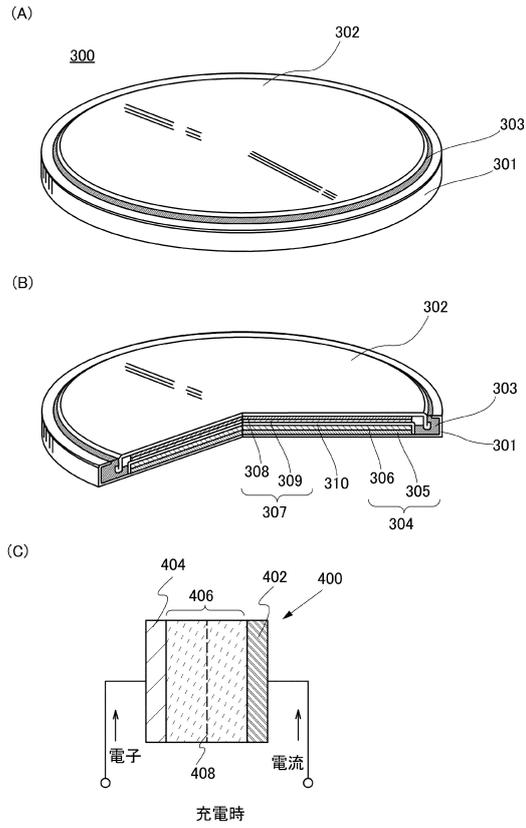
【図 11】



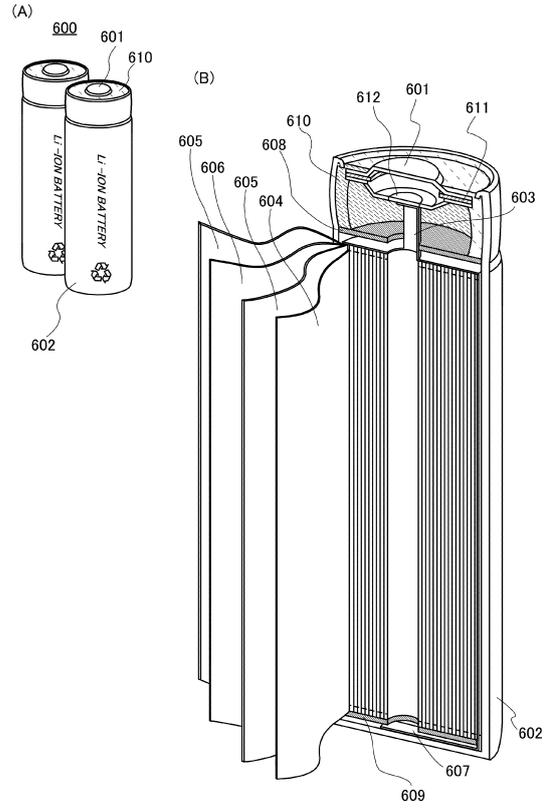
【図 12】



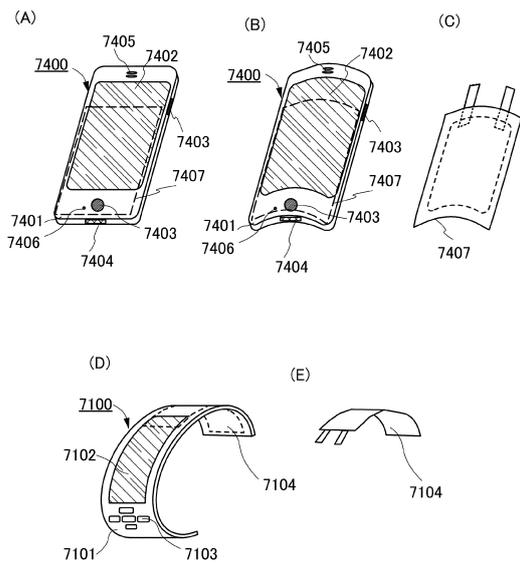
【図13】



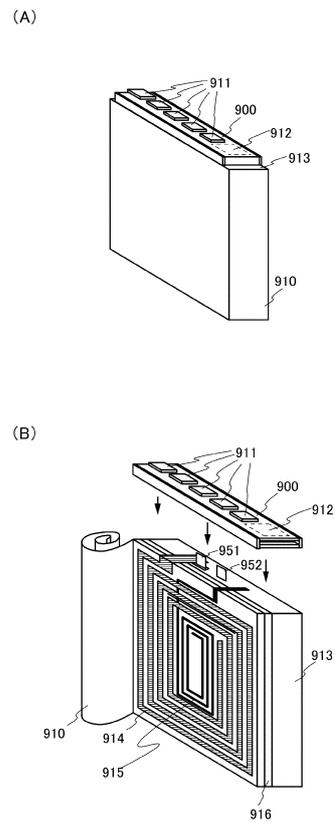
【図14】



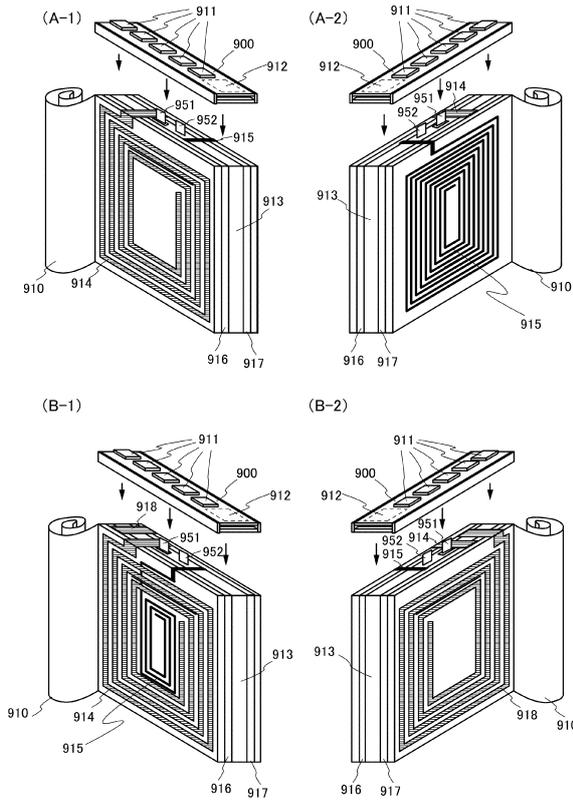
【図15】



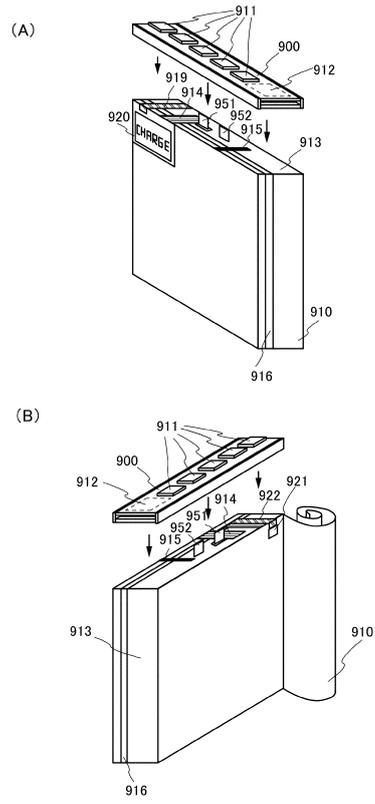
【図16】



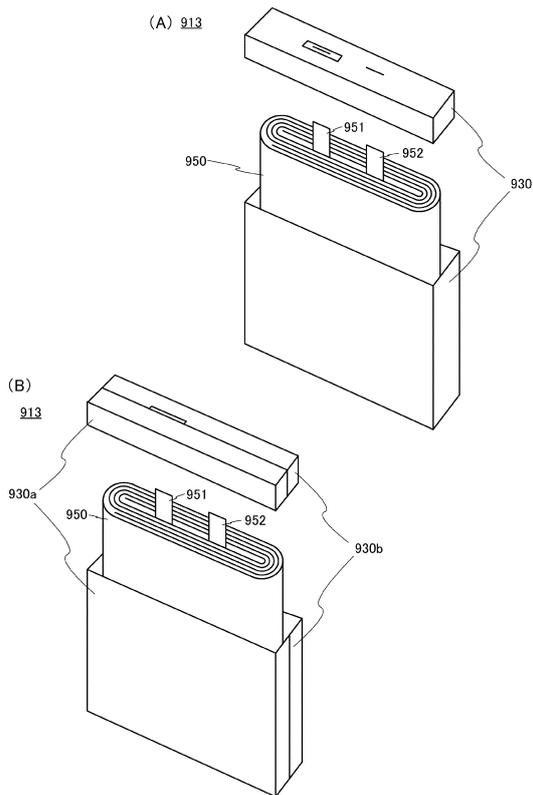
【 図 17 】



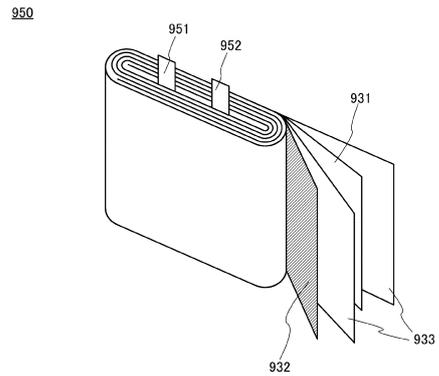
【 図 18 】



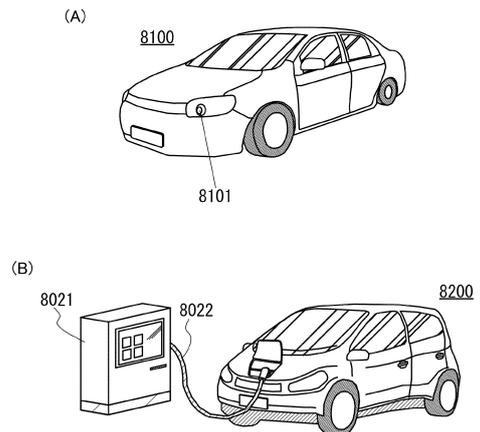
【 図 19 】



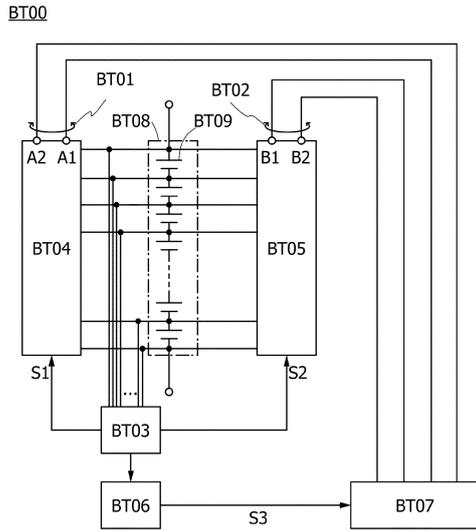
【 図 20 】



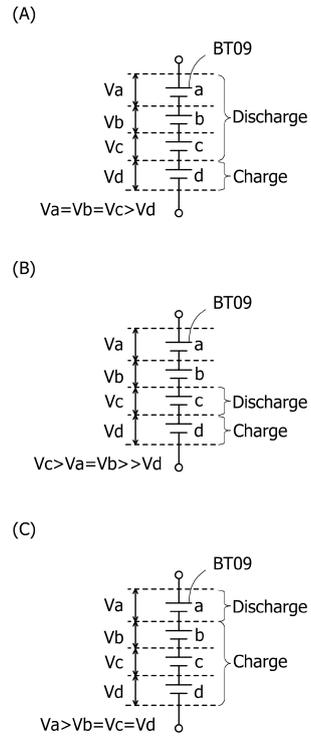
【 図 21 】



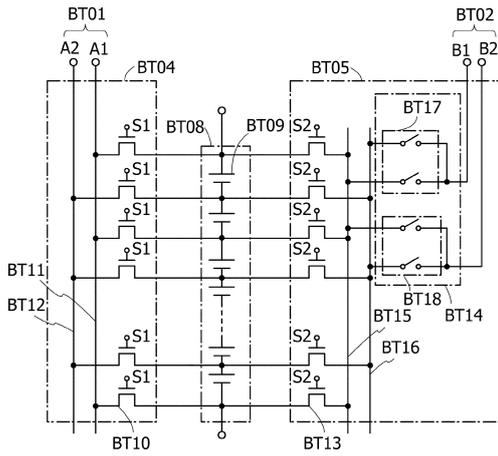
【 図 2 2 】



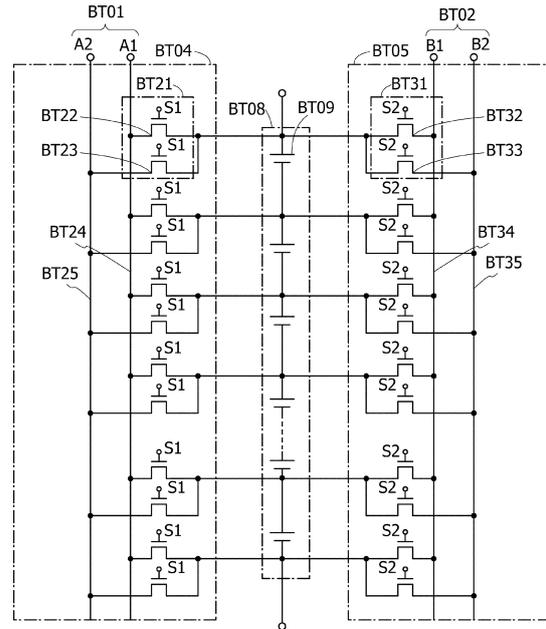
【 図 2 3 】



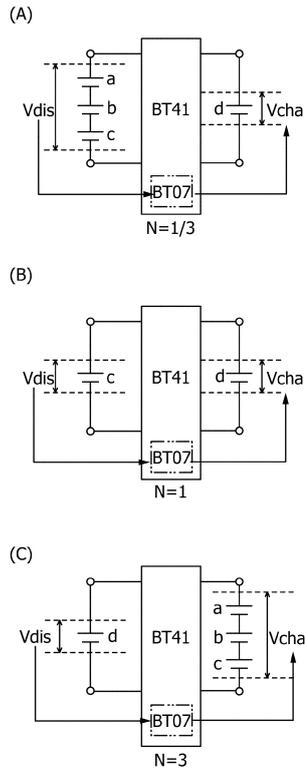
【 図 2 4 】



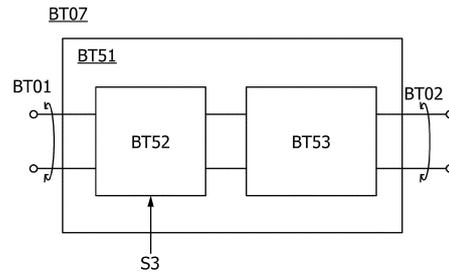
【 図 2 5 】



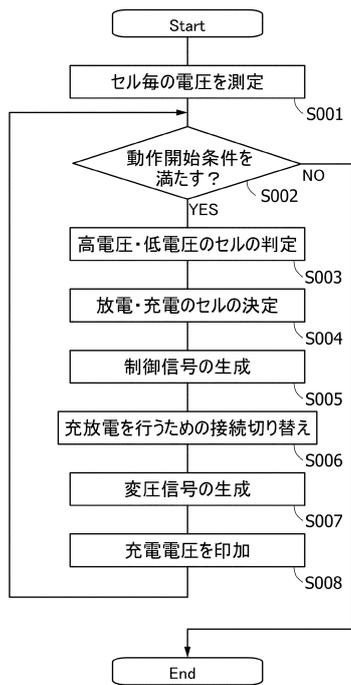
【図 26】



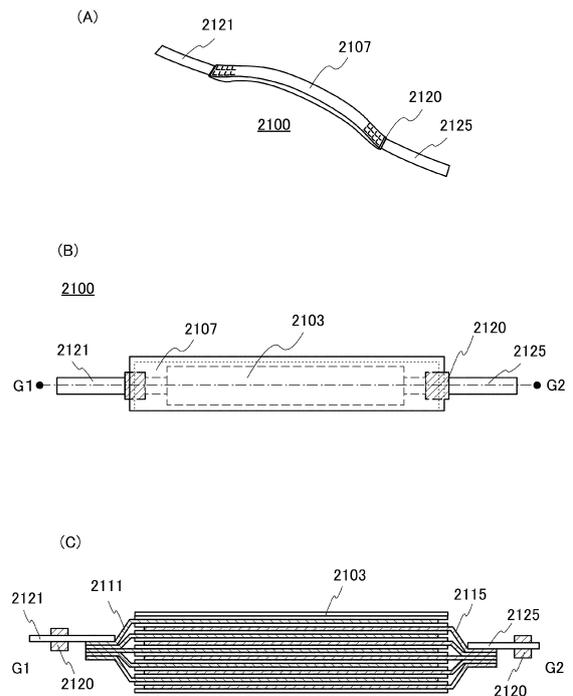
【図 27】



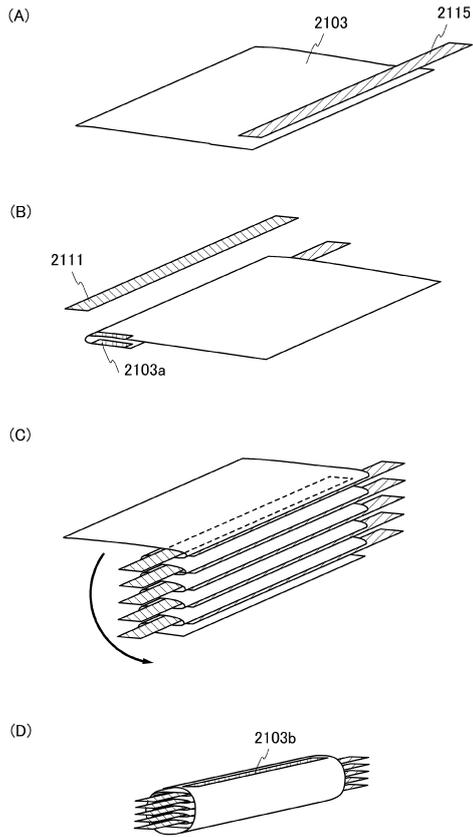
【図 28】



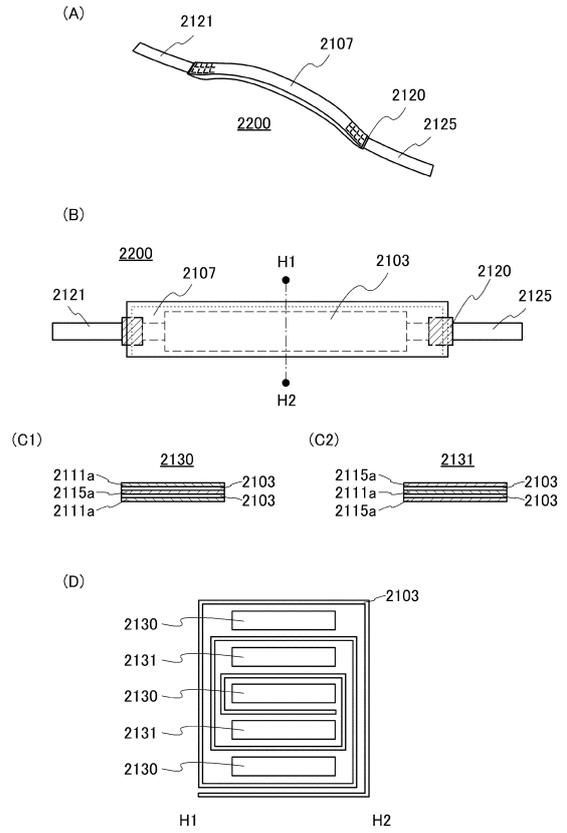
【図 29】



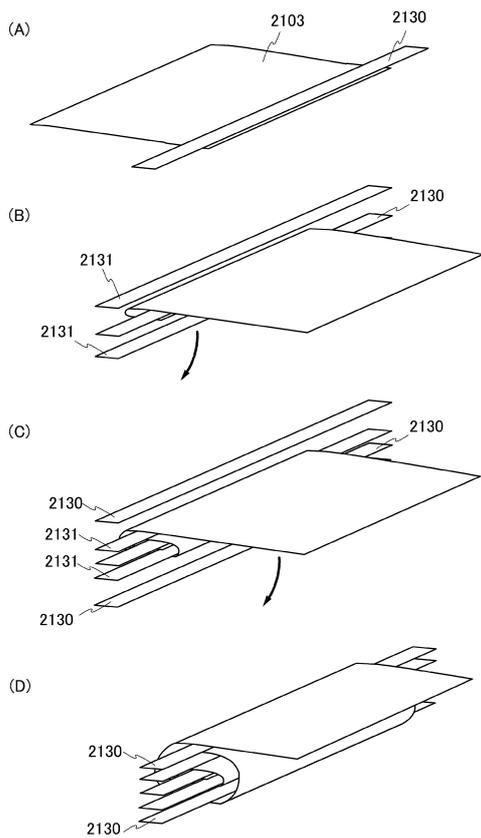
【 図 3 0 】



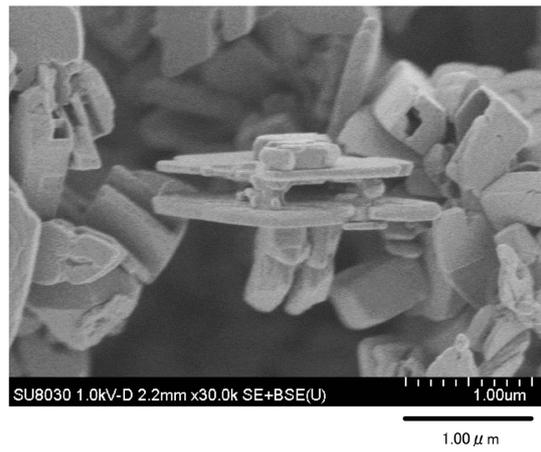
【 図 3 1 】



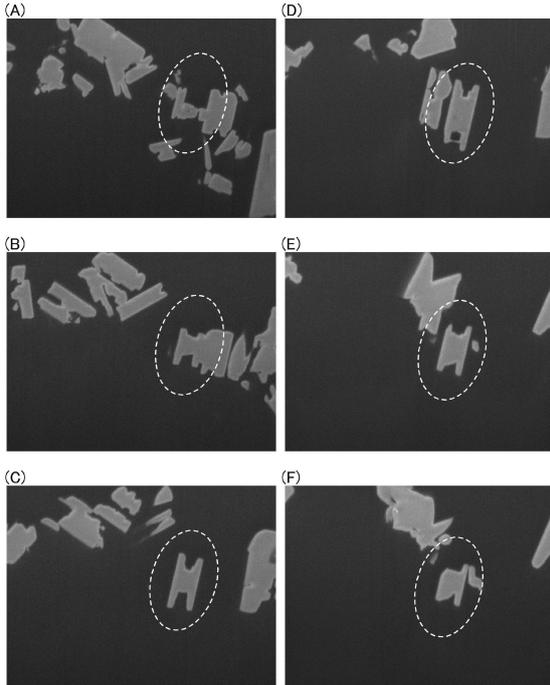
【 図 3 2 】



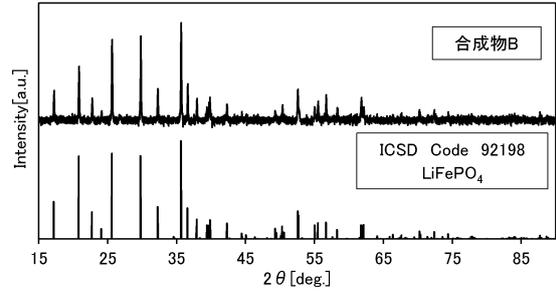
【 図 3 3 】



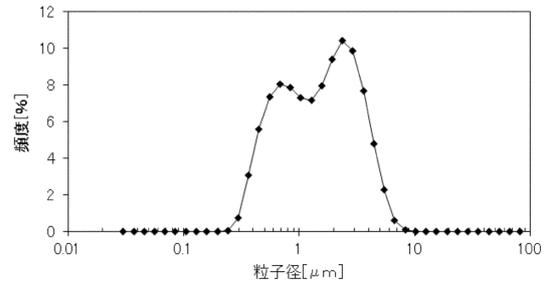
【 3 4 】



【 3 5 】



【 3 6 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 1 M      4 / 5 8