

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-181523

(P2016-181523A)

(43) 公開日 平成28年10月13日(2016. 10. 13)

|                               |              |             |
|-------------------------------|--------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                  | F I          | テーマコード (参考) |
| <b>H O 1 M 4/58 (2010.01)</b> | H O 1 M 4/58 | 5 H O 5 O   |
| <b>H O 1 M 4/36 (2006.01)</b> | H O 1 M 4/36 | D           |
|                               | H O 1 M 4/36 | C           |

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 17 頁)

|              |                                     |          |                     |
|--------------|-------------------------------------|----------|---------------------|
| (21) 出願番号    | 特願2016-136873 (P2016-136873)        | (71) 出願人 | 000153878           |
| (22) 出願日     | 平成28年7月11日 (2016. 7. 11)            |          | 株式会社半導体エネルギー研究所     |
| (62) 分割の表示   | 特願2014-231210 (P2014-231210)<br>の分割 | (72) 発明者 | 川上 貴洋               |
| 原出願日         | 平成23年4月26日 (2011. 4. 26)            |          | 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2010-104610 (P2010-104610)        |          | 半導体エネルギー研究所内        |
| (32) 優先日     | 平成22年4月28日 (2010. 4. 28)            | (72) 発明者 | 山梶 正樹               |
| (33) 優先権主張国  | 日本国 (JP)                            |          | 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 | 高橋 ネイディーン           |
|              |                                     |          | 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 | 山崎 舜平               |
|              |                                     |          | 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        |

最終頁に続く

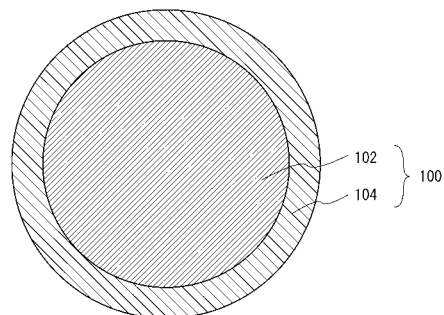
(54) 【発明の名称】 リチウム二次電池用正極

(57) 【要約】

【課題】放電容量が大きく、かつ、エネルギー密度の高い蓄電装置を得ることを課題の一とする。

【解決手段】正極活物質を正極集電体上に有する正極と、正極と電解質を介して対向する負極とを有し、正極活物質は、リチウムとニッケルとを含む化合物で形成される第1の領域と、第1の領域を覆い、且つリチウムと、鉄、マンガン、及びコバルトの一以上とを含み、且つニッケルを含まない化合物で形成される第2の領域とを有する蓄電装置である。正極活物質粒子の表層部全面がニッケルの含まれない領域で形成されていることで、ニッケルが電解液に触れる事が無くなるため、ニッケルの触媒効果の発現を抑制し、且つニッケルの持つ高い放電電位を利用することが出来る。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

正極集電体と、  
 前記正極集電体上の正極活物質と、と有し、  
 前記正極活物質は、第 1 の領域と、第 2 の領域と、を有し、  
 前記第 2 の領域は、前記第 1 の領域を覆い、  
 前記第 1 の領域は、 $\text{Li}_{1-x_1}\text{Ni}_y\text{Me}_{1-y}\text{PO}_4$  (Me は、Fe、Mn、及び Co の一以上、 $x_1$  は 0 以上 1 以下、 $y$  は 0 より大きく 1 以下) を有し、  
 前記第 2 の領域は、 $\text{Li}_{1-x_2}\text{MePO}_4$  (Me は、Fe、Mn、及び Co の一以上、 $x_2$  は 0 以上 1 以下) を有し、  
 前記第 2 の領域は、Ni を含まず、  
 前記第 1 の領域の前記  $\text{Li}_{1-x_1}\text{Ni}_y\text{Me}_{1-y}\text{PO}_4$  (Me は、Fe、Mn、及び Co の一以上、 $x_1$  は 0 以上 1 以下、 $y$  は 0 より大きく 1 以下) は、オリビン構造を有し、  
 前記第 2 の領域の前記  $\text{Li}_{1-x_2}\text{MePO}_4$  (Me は、Fe、Mn、及び Co の一以上、 $x_2$  は 0 以上 1 以下) は、オリビン構造を有し、  
 前記第 1 の領域の Ni は、濃度勾配を有することを特徴とするリチウム二次電池用正極。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 において、  
 前記正極活物質は、粒子状であることを特徴とするリチウム二次電池用正極。

20

## 【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 において、  
 前記正極活物質の表面に炭素材料が担持されていることを特徴とするリチウム二次電池用正極。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

開示される発明の一様態は、蓄電装置に関する。

## 【背景技術】

30

## 【0002】

パーソナルコンピュータや携帯電話などの携帯可能な電子機器の分野が著しく進歩している。携帯可能な電子機器において、小型軽量で信頼性を有し、高エネルギー密度且つ充可能な蓄電装置が必要になっている。このような蓄電装置として、例えばリチウムイオン二次電池が知られている。また、環境問題やエネルギー問題の認識の高まりから二次電池を搭載した電気推進車両の開発も急速に進んでいる。

## 【0003】

リチウムイオン二次電池において、正極活物質として、リン酸鉄リチウム ( $\text{LiFePO}_4$ )、リン酸コバルトリチウム ( $\text{LiCoPO}_4$ )、リン酸ニッケルリチウム ( $\text{LiNiPO}_4$ ) などの、リチウム (Li) と鉄 (Fe)、コバルト (Co) またはニッケル (Ni) とを含むオリビン型のリン酸化合物などが知られている (特許文献 1、非特許文献 1、及び非特許文献 2 参照)。

40

## 【0004】

リン酸鉄リチウムは組成式  $\text{LiFePO}_4$  で表され、リチウムがすべて引き抜かれた  $\text{FePO}_4$  も安定であるため安全に高容量が実現できる。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献 1】特開平 11-25983 号公報

## 【非特許文献】

50

## 【0006】

【非特許文献1】Byoungwoo Kang、Gerbrand Ceder、「Nature」、(英国)、2009年3月、第458巻、p. 190-193

【非特許文献2】F. Zhou et al.、「Electrochemistry Communications」、(オランダ)、2004年11月、第6巻、第11号、p. 1144-1148

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

上述のリチウムとニッケルとを含むオリビン型のリン酸化合物で形成される正極活物質は、リチウムと鉄とを含み、且つニッケルを含まないオリビン型のリン酸化合物で形成される正極活物質と比較して放電電位が高いことが期待されている。また、リチウムとニッケルとを含むオリビン型のリン酸化合物（例えば、一般式 $\text{LiNiPO}_4$ ）と、リチウムと鉄とを含み、且つニッケルを含まないオリビン型のリン酸化合物（例えば、一般式 $\text{LiFePO}_4$ ）とは、理論容量がほぼ同じである。これらのことから、リチウムとニッケルとを含むオリビン型のリン酸化合物で形成される正極活物質は、エネルギー密度が高いことが期待されている。

10

## 【0008】

しかし、リチウムとニッケルとを含むオリビン型のリン酸化合物で形成される正極活物質を用いても、期待された電位が発現できていない。これは、電解液（有機溶媒）の分解が一つの原因と考えられる。

20

## 【0009】

正極活物質であるリチウムとニッケルとを含むオリビン型のリン酸化合物に含まれるニッケル原子は、電解液に含まれる有機物質の酸化還元反応の触媒として機能しうる。このため、正極活物質に含まれるニッケル金属またはニッケル化合物が、電解液と接触すると、電解液に含まれる有機物質の酸化還元反応が促進され、分解される可能性がある。

## 【0010】

また、正極活物質の原料であるニッケル金属、またはニッケル化合物が製造工程で未反応のまま残存し、正極活物質と混在する場合、当該残存原料が電解液に含まれる有機物質の酸化還元反応の触媒として機能しうる。このため、電解液に含まれる有機物質の酸化還元反応が促進され、分解される可能性がある。

30

## 【0011】

上記の課題に鑑み、開示される発明の一様態では、エネルギー密度の高い蓄電装置を得ることを課題の一とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0012】

本発明の一態様は、リチウム（Li）とニッケル（Ni）とを含む化合物で形成される第1の領域と、第1の領域を覆い、且つリチウム（Li）と、鉄（Fe）、マンガン（Mn）、及びコバルト（Co）の一以上とを含み、且つニッケル（Ni）を含まない化合物で形成される第2の領域とを有する正極活物質である。

40

## 【0013】

また、本発明の一態様は、正極活物質を正極集電体上に有する正極と、正極と電解質を介して対向する負極とを有し、正極活物質は、リチウムとニッケルとを含む化合物で形成される第1の領域と、第1の領域を覆い、且つリチウムと、鉄、マンガン、及びコバルトの一以上とを含み、且つニッケルを含まない化合物で形成される第2の領域とを有する蓄電装置である。

## 【0014】

正極活物質は粒子状であり、後述の正極活物質層は複数の粒子を含んで形成される。

## 【0015】

すなわち、本発明の一態様は、正極活物質粒子の中心側に位置し、リチウムとニッケルと

50

を含む化合物で形成される第1の領域と、第1の領域の表面の全面を覆い、且つリチウムと、鉄、マンガン、及びコバルトの一以上とを含み、且つニッケルを含まない化合物で形成される第2の領域とを有する正極活物質粒子である。正極活物質粒子の表層部全面がニッケルの含まれない領域で形成されていることで、ニッケルが電解液に触れる事が無くなるため、ニッケルの触媒効果の発現を抑制し、且つニッケルの持つ高い放電電位を利用することが出来る。

#### 【0016】

第1の領域はニッケルを含むリン酸化合物を用いても良い。また、第2の領域はニッケルを含まないリン酸化合物を用いても良い。リン酸化合物の代表例としてオリビン構造のリン酸化合物があり、第1の領域にニッケルを含むオリビン構造のリン酸化合物を用いても良い。また、第2の領域にニッケルを含まないオリビン構造のリン酸化合物を用いても良い。さらに、第1の領域と第2の領域のどちらにもオリビン構造のリン酸化合物を用いても良い。

10

#### 【0017】

本発明の一態様は、正極活物質を正極集電体上に有する正極と、正極と電解質を介して対向する負極とを有し、正極活物質は、一般式  $Li_{1-x_1}Ni_yM_{1-y}PO_4$  ( $x_1$  は0以上1以下) ( $M$  は、Fe、Mn、及びCoの一以上) ( $y$  は0より大きく1以下) で表される物質で形成される第1の領域と、第1の領域を覆い、且つ一般式  $Li_{1-x_2}MePO_4$  ( $x_2$  は0以上1以下) ( $Me$  は、Fe、Mn、及びCoの一以上) で表される物質で形成される第2の領域とを有する蓄電装置である。 $M$ 、及び $Me$  はFe、Mn、及びCoのうち単一の元素または複数の元素を取りうるとする。複数の元素の場合、その構成元素の比率は任意とすることが出来る。

20

#### 【0018】

一般式  $Li_{1-x_1}Ni_yM_{1-y}PO_4$  ( $x_1$  は0以上1以下) ( $M$  は、Fe、Mn、及びCoの一以上) ( $y$  は0より大きく1以下) で表される物質について、 $M$  が単一の元素または複数の元素の場合について以下に示す。

#### 【0019】

$M$  がFe、Mn、及びCoのうち単一の元素である場合には、第1の領域を形成する物質は、一般式  $Li_{1-x_1}Ni_a(M_1)_bPO_4$  ( $x_1$  は0以上1以下) ( $M_1$  は、Fe、Mn、又はCoいずれか) ( $a+b=1$ 、 $a$  は0より大きく1未満、かつ $b$  は0より大きく1未満) で表される。

30

#### 【0020】

$M$  がFe、Mn、及びCoのうち二つの元素である場合には、第1の領域を形成する物質は、一般式  $Li_{1-x_1}Ni_a(M_1)_b(M_2)_cPO_4$  ( $x_1$  は0以上1以下) ( $M_1 \neq M_2$ 、 $M_1$  及び $M_2$  は、それぞれFe、Mn、及びCoのいずれか) ( $a+b+c=1$ 、 $a$  は0より大きく1未満、 $b$  は0より大きく1未満、かつ $c$  は0より大きく1未満) で表される。

#### 【0021】

$M$  がFe、Mn、及びCoのうち三つの元素である場合には、第1の領域を形成する物質は、一般式  $Li_{1-x_1}Ni_a(M_1)_b(M_2)_c(M_3)_dPO_4$  ( $x_1$  は0以上1以下) ( $M_1 \neq M_2$ 、 $M_1 \neq M_3$ 、 $M_2 \neq M_3$ 、かつ $M_1$ 、 $M_2$  及び $M_3$  は、それぞれFe、Mn、及びCoのいずれか) ( $a+b+c+d=1$ 、 $a$  は0より大きく1未満、 $b$  は0より大きく1未満、 $c$  は0より大きく1未満、かつ $d$  は0より大きく1未満) で表される。

40

#### 【0022】

一般式  $Li_{1-x_2}MePO_4$  ( $x_2$  は0以上1以下) ( $Me$  は、Fe、Mn、及びCoの一以上) で表される物質について、 $Me$  が単一の元素または複数の元素の場合について以下に示す。

#### 【0023】

$Me$  がFe、Mn、及びCoのうち単一の元素である場合には、第2の領域を形成する物

50

質は、一般式  $Li_{1-x_2}(Me_1)PO_4$  ( $x_2$  は 0 以上 1 以下) ( $Me_1$  は、Fe、Mn、及び Co いずれか一) で表される。

#### 【0024】

Me が Fe、Mn、及び Co のうち二つの元素である場合には、第 2 の領域を形成する物質は、一般式  $Li_{1-x_2}(Me_1)_a(Me_2)_bPO_4$  ( $x_2$  は 0 以上 1 以下) ( $Me_1 \neq Me_2$ 、かつ  $Me_1$  及び  $Me_2$  は、それぞれ Fe、Mn、及び Co のいずれか一) ( $a+b=1$ 、 $a$  は 0 より大きく 1 未満、かつ  $b$  は 0 より大きく 1 未満) で表される。

#### 【0025】

Me、が Fe、Mn、及び Co のうち三つの元素である場合には、第 2 の領域を形成する物質は、一般式  $Li_{1-x_2}(Me_1)_a(Me_2)_b(Me_3)_cPO_4$  ( $x_2$  は 0 以上 1 以下) ( $Me_1 \neq Me_2$ 、 $Me_2 \neq Me_3$ 、 $Me_1 \neq Me_3$ 、 $Me_1$ 、 $Me_2$ 、及び  $Me_3$  は、Fe、Mn、及び Co のいずれか一) ( $a+b+c=1$ 、 $a$  は 0 より大きく 1 未満、 $b$  は 0 より大きく 1 未満、かつ  $c$  は 0 より大きく 1 未満) で表される。

#### 【0026】

一般式  $Li_{1-x_1}Ni_yM_{1-y}PO_4$  ( $x_1$  は 0 以上 1 以下) ( $M$  は、Fe、Mn、及び Co の一以上) ( $y$  は 0 より大きく 1 以下) で表される物質はオリビン構造であってよい。

#### 【0027】

一般式  $Li_{1-x_2}MePO_4$  ( $x_2$  は 0 以上 1 以下) ( $Me$  は、Fe、Mn、及び Co の一以上) で表される物質はオリビン構造であってよい。

#### 【0028】

また、第 1 の領域及び第 2 の領域の結晶格子の軸方向が一致していることでリチウムの拡散パス（チャンネル）が屈曲することなく一次元的に揃うので充放電しやすい。なお、本明細書において一致とは、上記第 1 の領域と上記第 2 の領域の間で結晶格子の軸方向の差が 10 度以下で略一致している場合を含む。

#### 【0029】

さらに、第 1 の領域と第 2 の領域の間に格子定数が連続的に変化するように、第 1 の領域にはニッケルの濃度勾配があることがより望ましい。格子定数が連続的に変化することで応力や歪みが低減され、リチウムの拡散が行いやすくなる。

#### 【発明の効果】

#### 【0030】

開示される発明の一形態により、放電電圧が高く、エネルギー密度の大きな蓄電装置を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0031】

【図 1】本発明の正極活物質（粒子）の断面図である。

【図 2】蓄電装置の断面図である。

【図 3】蓄電装置の応用の形態を説明するための斜視図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0032】

本発明の実施の形態について、図面を参照して以下に説明する。ただし、本発明は以下の説明に限定されるものではない。本発明の趣旨およびその範囲から逸脱することなく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からである。したがって、本発明は以下に示す実施の形態および実施例の記載内容のみに限定して解釈されるものではない。なお、図面を用いて本発明の構成を説明するにあたり、同じものを指す符号は異なる図面間でも共通して用いる。

#### 【0033】

なお、各実施の形態の図面等において示す各構成の、大きさ、層の厚さ、または領域は、明瞭化のために誇張されて表記している場合がある。よって、必ずしもそのスケールに限定されない。

10

20

30

40

50

## 【0034】

なお、本明細書にて用いる第1、第2、第3といった序数を用いた用語は、構成要素を識別するために便宜上付したものであり、その数を限定するものではない。

## 【0035】

(実施の形態1)

本実施の形態では、本発明の一形態である正極活物質の構造について図1を用いて説明する。

## 【0036】

図1は本発明の一形態である粒子状の正極活物質の断面模式図に相当する。

## 【0037】

図1に示すように、本実施の形態は、正極活物質100として、リチウム及びニッケルを含む化合物で形成される第1の領域(以下、当該領域を第1の領域102という。)と、第1の領域102の表面の全面を覆い、且つリチウムと、鉄、マンガン、及びコバルトの一以上とを含み、且つニッケルを含まない化合物で形成される第2の領域(以下、当該領域を第2の領域104という。)とを有する。

## 【0038】

正極活物質は粒子状であり、後述の正極活物質層は当該粒子状の正極活物質を複数用いて形成される。

## 【0039】

すなわち、正極活物質100は、中心側に位置し、リチウムとニッケルとを含む化合物で形成される第1の領域102と、第1の領域の表面の全面を覆い、且つリチウムと、鉄、マンガン、及びコバルトの一以上とを含み、且つニッケルを含まない化合物で形成される第2の領域104とを有する正極活物質粒子である。正極活物質粒子の表層部全面がニッケルの含まれない第2の領域104で形成されていることで、ニッケルが電解液に触れる事が無くなるため、ニッケルの触媒効果の発現を抑制し、且つニッケルの持つ高い放電電位を利用することが出来る。

## 【0040】

第1の領域102はニッケルを含むリン酸化合物を用いても良い。リン酸化合物の代表例としてオリビン構造のリン酸化合物があり、第1の領域102にニッケルを含むオリビン構造のリン酸化合物を用いても良い。

## 【0041】

第1の領域102がオリビン構造の場合、リチウム、遷移金属、及びリン酸( $\text{PO}_4$ )で構成される。遷移金属としては鉄、マンガン、コバルト、ニッケルの一以上で、且つニッケルを含むものが挙げられる。酸化還元電位の大きいニッケルを含むことで高い放電電位が期待される。更には、第1の領域102中のニッケルの比率が高いほどニッケルの酸化還元による放電容量の比率が高くなるため高エネルギー密度が期待できる。一般式 $\text{Li}_{1-x}\text{Ni}_y\text{Me}_{1-y}\text{PO}_4$ ( $x$ は0以上1以下)( $\text{Me}$ は、Fe、Mn、及びCoの一以上)において、 $y$ の値は0より大きく1以下、更には0.8以上、更には1とすることで、より高エネルギー密度が期待できる。

## 【0042】

第1の領域102内において、ニッケルは濃度勾配を持っていても良い。

## 【0043】

第1の領域102は不純物として正極活物質として機能しない化合物(例えばNiを含む原料)を含む場合もある。

## 【0044】

第2の領域104は充放電に寄与する正極活物質となりうる化合物であれば容量低下を招かず良い。

## 【0045】

また、第2の領域104はニッケルを含まないリン酸化合物を用いても良い。リン酸化合物の代表例としてオリビン構造のリン酸化合物があり、第2の領域104にオリビン構造

10

20

30

40

50

のリン酸化合物を用いても良い。

#### 【0046】

第2の領域104がオリビン構造の場合、リチウム、遷移金属、及びリン酸( $\text{PO}_4$ )で構成される。遷移金属としては鉄、マンガン、コバルトの一以上で、且つニッケルを含まないものが挙げられる。一般式 $\text{Li}_{1-x_2}\text{MePO}_4$  ( $x_2$ は0以上1以下) ( $\text{Me}$ は、Fe、Mn、及びCoの一以上)で表される。第2の領域104もオリビン構造であるため充放電において容量(成分)にはなるが、ニッケルを含まないため、放電電位が低くなり、エネルギー密度は下がる。よって、正極活物質100の粒子の粒径 $r$ に対し、第2の領域104の膜厚 $d$ の比率 $c$  ( $c = d/r$ )は低いほど好ましい。 $c$ の値として、好ましくは0.005以上0.25以下、より好ましくは0.01以上0.1以下である。得たいエネルギー密度により適宜比率を変えて作製すればよい。

10

#### 【0047】

第1の領域102及び第2の領域104における化合物は、充放電に伴いリチウムが脱離挿入される。そのため、第1の領域102を形成する物質の一般式 $\text{Li}_{1-x_1}\text{Ni}_y\text{M}_{1-y}\text{PO}_4$  ( $x_1$ は0以上1以下) ( $\text{M}$ は、Fe、Mn、及びCoの一以上) ( $y$ は0より大きく1以下)、及び第2の領域104を形成する物質の一般式 $\text{Li}_{1-x_2}\text{MePO}_4$  ( $x_2$ は0以上1以下) ( $\text{Me}$ は、Fe、Mn、及びCoの一以上)において、 $x_1$ 、 $x_2$ の値は0以上1以下の範囲で任意の値となる。また、それぞれの領域内においてリチウムの濃度は勾配を有する場合もある。

#### 【0048】

20

第1の領域102及び第2の領域104における化合物はリチウムの代わりに、アルカリ金属(例えば、ナトリウム(Na)やカリウム(K)など)やアルカリ土類金属(例えば、ベリリウム(Be)、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)、ストロンチウム(Sr)、バリウム(Ba)など)を用いることも出来る。または、第1の領域102及び第2の領域104における化合物は、リチウムとアルカリ金属またはアルカリ土類金属の一以上とを含む化合物を用いることもできる。

#### 【0049】

本実施の形態に示す正極活物質100は、中心側に位置し、リチウムとニッケルとを含む化合物で形成される第1の領域102と、第1の領域の表面の全面を覆い、リチウムと、鉄、マンガン、及びコバルトの一以上とを含み、且つニッケルを含まない化合物で形成される第2の領域104とを有する。正極活物質粒子の表層部全面がニッケルの含まれない第2の領域104で形成されているため、ニッケルが電解液に触れる事が無くなり、ニッケルの触媒効果の発現を抑制し、且つニッケルの持つ高い放電電位を利用することが出来る。

30

#### 【0050】

(実施の形態2)

本実施の形態では、実施の形態1と比較して、より放電容量及びエネルギー密度の高い正極活物質について、説明する。

#### 【0051】

本実施の形態では、第1の領域102及び第2の領域104が共に、オリビン構造のリン酸化合物を有する正極活物質について説明する。

40

#### 【0052】

第1の領域102を形成する物質は、オリビン構造であり、リチウム、遷移金属、及びリン酸( $\text{PO}_4$ )で構成される。遷移金属としては鉄、マンガン、コバルト、ニッケルの一以上で、且つニッケルを含む。また、第1の領域102を形成する物質は、一般式 $\text{Li}_{1-x_1}\text{Ni}_y\text{Me}_{1-y}\text{PO}_4$  ( $x_1$ は0以上1以下) ( $\text{Me}$ は、Fe、Mn、及びCoの一以上) ( $y$ は0より大きく1以下)で表される。

#### 【0053】

第2の領域104を形成する物質は、オリビン構造であり、リチウム、遷移金属、及びリン酸( $\text{PO}_4$ )で構成される。遷移金属としては鉄、マンガン、コバルトの一以上で、且

50

つニッケルを含まない。また、第2の領域104を形成する物質は、一般式 $Li_{1-x}MePO_4$  ( $x$ は0以上1以下) (Meは、Fe、Mn、及びCoの一以上)で表される。

#### 【0054】

オリビン構造はリチウムの拡散パス(チャンネル)が $\langle 010 \rangle$ 方向に1次元的である。第1の領域102及び第2の領域104が共にオリビン構造のリン酸化合物の場合、第1の領域102と第2の領域104の結晶格子の軸方向が一致しているとリチウムの拡散パス(チャンネル)が屈曲することなく揃うので充放電がよりし易くなる。第1の領域102と第2の領域104の間で結晶格子の軸方向の差が10度以下で略一致していることが望ましい。

10

#### 【0055】

さらに、第1の領域102と第2の領域104は構成元素が異なるため、それぞれの領域における結晶の格子定数が異なる。格子定数が異なる領域が接することで境界面に応力や格子歪み、格子のずれが発生するなど、リチウムの拡散を阻害する可能性がある。そこで、第1の領域102と第2の領域104の間に格子定数が連続的に変化するように、第1の領域にはニッケルの濃度勾配があることがより望ましい。格子定数が連続的に変化することで応力や歪みが低減され、リチウムの拡散が行いやすくなる。

#### 【0056】

本実施の形態に示す正極活物質は、第1の領域102及び第2の領域104が共に、オリビン構造のリン酸化合物を有するため、ニッケルの触媒効果の発現を抑制し、ニッケルの持つ高い放電電位を利用することが出来ると共に、充放電がよりし易くなる。

20

#### 【0057】

(実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の一形態である正極活物質の作製方法について、以下に説明する。

#### 【0058】

まず、第1の領域102を作製する。

#### 【0059】

実施の形態1及び2に示すようなリチウムとニッケルとを含む化合物の一般式の化学量論比に合わせて、各原料において所望のモル比を得られる量を秤量する。例えば、上記オリビン型リン酸化合物の場合では、一般式 $Li_{1-x}Ni_yMe_{1-y}PO_4$  ( $x$ は0以上1以下) (Meは、Fe、Mn、及びCoの一以上) ( $y$ は0より大きく1以下)でリチウム：ニッケル：M：リン酸基=1：y：(1-y)：1(ただし、yは0より大きく1以下、更には0.8以上、更には1)であり、このモル比に合わせて、各原料の重量を正確に秤量する。

30

#### 【0060】

リチウムの原料として、炭酸リチウム( $LiCO_3$ )、水酸化リチウム( $Li(OH)$ )、水酸化リチウム水和物( $Li(OH) \cdot H_2O$ )、硝酸リチウム( $LiNO_3$ )等がある。鉄の原料として、シュウ酸鉄2水和物( $Fe(COO)_2 \cdot 2H_2O$ )、塩化鉄( $FeCl_2$ )等がある。またリン酸の原料として、リン酸水素二アンモニウム( $(NH_4)_2HPO_4$ )、リン酸二水素アンモニウム( $NH_4H_2PO_4$ )、五酸化二リン( $P_2O_5$ )等がある。

40

#### 【0061】

また、マンガンの原料として、炭酸マンガン( $MnCO_3$ )、塩化マンガン四水和物( $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ )等がある。ニッケルの原料として、酸化ニッケル( $NiO$ )、水酸化ニッケル( $Ni(OH)_2$ )等がある。コバルトの原料として、炭酸コバルト( $CoCO_3$ )、塩化コバルト( $CoCl_2$ )等がある。

#### 【0062】

ただし、リチウム、鉄、マンガン、ニッケル、コバルトなどの各金属のいずれかを含む原料であれば、上記の原料に限定されず、他の酸化物、炭酸塩、シュウ酸塩、塩化物、硫酸

50



塩などを用いてもよい。

【0063】

また、リン酸の原料としては、上記原料に限定されず、他のリン酸を含む原料を用いることができる。

【0064】

秤量された各原料を粉砕機に入れ微細な粉体になるまで粉砕する（第1の粉砕工程）。その時には原料に他の金属が混入しないように配慮された材料（例えばメノウなど）からなる粉砕機を使用した方がよい。この時に微量のアセトン、アルコールなどを加えると、原料はまとまり易くなり、粉体として飛散することを抑制できる。

【0065】

その後、粉体を第1の圧力での加圧工程を行い、ペレット状に成型する。これを焼成炉に入れ、加熱して第1の焼成工程を行う。原料における様々な脱ガス及び熱分解は、ほぼ当該工程で行われている。また、当該工程においてリチウムとニッケルとを含む化合物が形成される。例えばリチウムとニッケルとを含むオリビン型リン酸化合物である。

【0066】

その後、アセトンなどの溶剤と共にペレットを粉砕機に入れ再度粉砕する（第2の粉砕工程）。

【0067】

次に、第2の領域104を形成する。

【0068】

実施の形態1及び2に示すようなリチウムと、鉄、マンガン、及びコバルトの一以上とを含み、且つニッケルを含まない化合物の一般式の化学量論比に合わせて、各原料において所望のモル比を得られる量を秤量する。例えばオリビン型リン酸化合物の場合では、一般式  $Li_{1-x}MePO_4$ （ $x$ は0以上1以下）（ $Me$ は、 $Fe$ 、 $Mn$ 、及び $Co$ の一以上）でリチウム： $Me$ ：リン酸基＝1：1：1であり、このモル比に合わせて、各原料の重量を正確に秤量する。

【0069】

秤量された各原料を粉砕機に入れ微細な粉体になるまで粉砕する（第3の粉砕工程）。その時には原料に他の金属が混入しないように配慮された材料（例えばメノウなど）からなる粉砕機を使用した方がよい。この時に微量のアセトン、アルコールなどを加えると、原料はまとまり易くなり、粉体として飛散することを抑制できる。

【0070】

その後、第2の粉砕工程で得られた粉体（第1の領域102となる部分）と第3の粉砕工程で得られた粉体（第2の領域104を形成する原料）をよく混合し、第2の圧力での加圧工程を行い、ペレット状に成型する。これを焼成炉に入れ、加熱して第2の焼成工程を行う。リチウムと、鉄、マンガン、及びコバルトの一以上とを含み、且つニッケルを含まない化合物の原料における様々な脱ガス及び熱分解は、ほぼ当該工程で行われている。また、当該工程においてリチウムとニッケルとを含む化合物で形成される第1の領域102と、第1の領域102の表面の全面を覆い、且つリチウムと、鉄、マンガン、及びコバルトの一以上とを含み、且つニッケルを含まない化合物で形成される第2の領域104とを有する正極活物質100が形成される。例えば、リチウムとニッケルとを含むオリビン型リン酸化合物で形成される第1の領域102と、第1の領域102の表面の全面を覆い、且つリチウムと、鉄、マンガン、及びコバルトの一以上とを含み、且つニッケルを含まないオリビン型リン酸化合物で形成される第2の領域104とを有する正極活物質100が形成される。

【0071】

また、上記第1の焼成工程においてニッケルを含む原材料が残存しても、当該工程においてニッケルを含まない化合物により覆われることで、ニッケルが電解液に触れる事が無くなるため、ニッケルの触媒効果の発現を抑制し、且つニッケルの持つ高い放電電位を利用することが出来る。

10

20

30

40

50

## 【0072】

その後、アセトンなどの溶剤と共にペレットを粉碎機に入れ再度粉碎する（第4の粉碎工程）。次に、微細な粉体を再度ペレット状に成型し、焼成炉にて第3の焼成工程を行う。第3の焼成工程により、リチウムと、ニッケルとを含む化合物で形成される第1の領域102と、第1の領域102の表面の全面を覆い、且つリチウムと、鉄、マンガン、及びコバルトの一以上とを含み、且つニッケルを含まない化合物で形成される第2の領域104とを有する正極活物質100の粒子を複数作製することができる。例えば、リチウムとニッケルとを含む結晶性の良いオリビン型リン酸化合物で形成される第1の領域102と、第1の領域102の表面の全面を覆い、且つリチウムと、鉄、マンガン、及びコバルトの一以上とを含み、且つニッケルを含まないオリビン型リン酸化合物で形成される第2の領域104とを有する正極活物質100の粒子を複数作製することができる。

10

## 【0073】

なお第3の焼成工程の際に、グルコースなどの有機化合物を添加してもよい。グルコースを添加して以後の工程を行うと、グルコースから供給された炭素が、正極活物質の表面に担持される。

## 【0074】

なお本明細書中では、正極活物質の表面に炭素材料が担持されることを、リン酸鉄化合物がカーボンコートされるとも言う。

## 【0075】

担持される炭素（炭素層）の厚さは、0nmより大きく100nm以下、好ましくは2nm以上10nm以下が好ましい。

20

## 【0076】

正極活物質の表面に炭素を担持させることで、正極活物質表面の導電率を上昇させることができる。また、正極活物質同士が、表面に担持された炭素を介して接すれば、正極活物質同士が導通し、後述の正極活物質層の導電率をさらに高めることができる。

## 【0077】

なお、本実施の形態では、グルコースはリン酸基と容易に反応するため、炭素の供給源としてグルコースを用いたが、グルコースの代わりに、リン酸基との反応性のよい環状単糖類、直鎖単糖類、または多糖類を用いてもよい。

## 【0078】

第3の焼成工程を経て得られた正極活物質100の粒子の粒径は、10nm以上200nm以下、好ましくは、20nm以上80nm以下が好ましい。正極活物質の粒径が上記範囲であると正極活物質粒子が小さいため、リチウムイオンの挿入脱離がしやすくなり、二次電池のレート特性が向上し、短時間での充電が可能である。

30

## 【0079】

なお、第1の領域の形成方法として、本実施の形態の代わりに、ゾルゲル法、水熱法、共沈法、スプレードライ法などを用いることも可能である。また、第2の領域の形成方法として、本実施の形態の代わりに、スパッタリング法、CVD法、ゾルゲル法、水熱法、共沈法などを用いることも可能である。

## 【0080】

本実施の形態により、ニッケルの触媒効果の発現を抑制し、且つニッケルの持つ高い放電電位を利用することが可能な正極活物質を形成することが出来る。

40

## 【0081】

（実施の形態4）

上述の作製工程によって得られた正極活物質を用いたリチウムイオン二次電池について、以下に説明する。リチウムイオン二次電池の概要を図2に示す。

## 【0082】

図2に示すリチウムイオン二次電池は、正極202、負極207、及びセパレータ210を外部と隔絶する筐体220の中に設置し、筐体220中に電解液211が充填されている。また、正極202及び負極207との間にセパレータ210を有する。正極集電体2

50

00には第1の電極221が、負極集電体205には第2の電極222が接続されており、第1の電極221及び第2の電極222より、充電や放電が行われる。また、正極活物質層201及びセパレータ210の間と負極活物質層206及びセパレータ210の間とはそれぞれは一定間隔をおいて示しているが、これに限らず、正極活物質層201及びセパレータ210と負極活物質層206及びセパレータ210とはそれぞれが接していても構わない。また、正極202及び負極207は間にセパレータ210を配置した状態で筒状に丸めても構わない。

#### 【0083】

正極集電体200に接して正極活物質層201が形成されている。正極活物質層201には、実施の形態3で作製した、リチウムとニッケルとを含む化合物で形成される第1の領域102と、第1の領域102の表面の全面を覆い、且つリチウムと、鉄、マンガン、及びコバルトの一以上とを含み、且つニッケルを含まない化合物で形成される第2の領域104とを有する正極活物質100が含まれている。一方、負極集電体205に接して負極活物質層206が形成されている。本明細書では、正極活物質層201と、それが形成された正極集電体200を合わせて正極202と呼ぶ。また、負極活物質層206と、それが形成された負極集電体205を合わせて負極207と呼ぶ。

10

#### 【0084】

なお、活物質とは、キャリアであるイオンの挿入及び脱離に関わる物質を指し、グルコースを用いた炭素層などを含むものではない。後に説明する塗布法により正極202を作製する時には、炭素層が形成された活物質と共に、導電助剤やバインダ、溶媒等の他の材料を混合したものを正極活物質層201として正極集電体200上に形成する。よって、活物質と正極活物質層201は区別される。

20

#### 【0085】

正極集電体200としては、アルミニウム、ステンレス等の導電性の高い材料を用いることができる。正極集電体200は、箔状、板状、網状等の形状を適宜用いることができる。

#### 【0086】

正極活物質としては、リチウムとニッケルとを含む化合物で形成される第1の領域102と、第1の領域102の表面の全面を覆い、且つリチウムと、鉄、マンガン、及びコバルトの一以上とを含み、且つニッケルを含まない化合物で形成される第2の領域104とを有する正極活物質100を用いる。例えば、オリビン構造であって、一般式 $Li_{1-x_1}Ni_yM_{1-y}PO_4$  ( $x_1$ は0以上1以下) ( $M$ は、Fe、Mn、及びCoの一以上) ( $y$ は0より大きく1以下) で表される物質で形成される第1の領域102と、第1の領域102を覆い、且つオリビン構造であって、一般式 $Li_{1-x_2}MePO_4$  ( $x_2$ は0以上1以下) ( $Me$ は、Fe、Mn、及びCoの一以上) で表される物質で形成される第2の領域104とを有する正極活物質100を用いる。

30

#### 【0087】

実施の形態3に示す第3の焼成工程後、得られた正極活物質を再度粉砕機で粉砕して(第5の粉砕工程)、微粉体を得る。得られた微粉体を正極活物質として用い、導電助剤やバインダ、溶媒を加えてペースト状に調合する。

40

#### 【0088】

導電助剤は、その材料自身が電子導電体であり、電池装置内で他の物質と化学変化を起こさないものであればよい。例えば、黒鉛、炭素繊維、カーボンブラック、アセチレンブラック、VGC F (登録商標) などの炭素系材料、銅、アルミニウムもしくは銀などの金属材料またはこれらの混合物の粉末や繊維などがそれに該当する。導電助剤とは、活物質間の導電性を助ける物質であり、離れている活物質の間に充填され、活物質同士の導通をとる材料である。

#### 【0089】

バインダとしては、多糖類、熱可塑性樹脂またはゴム弾性を有するポリマーなどが挙げられる。例えば、澱粉、カルボキシメチルセルロース、ヒドロキシプロピルセルロース、再

50

生セルロース、ジアセチルセルロース、ポリビニルクロリド、ポリビニルピロリドン、ポリテトラフルオロエチレン、ポリフッ化ビニリデン、ポリエチレン、ポリプロピレン、EPDM (Ethylene Propylene Diene Monomer)、スルホン化EPDM、スチレンブタジエンゴム、ブタジエンゴム、フッ素ゴムなどを用いることができる。その他、ポリビニルアルコールやポリエチレンオキシドなどを用いてもよい。

#### 【0090】

活物質、導電助剤、及びバインダは、それぞれ80～96重量%、2～10重量%、2～10重量%の割合で、且つ全体で100重量%になるように混合する。更に、活物質、導電助剤、及びバインダの混合物と同体積程度の有機溶媒を混合し、スラリー状に加工する。なお、活物質、導電助剤、バインダ、及び有機溶媒をスラリー状に加工して得られたものを、スラリーと呼ぶ。溶媒としては、Nメチル-2ピロリドンや乳酸エステルなどがある。成膜した時の活物質および導電助剤の密着性が弱い時にはバインダを多くし、活物質の電気抵抗率が高い時には導電助剤を多くするなどして、活物質、導電助剤、バインダの割合を適宜調整するとよい。

10

#### 【0091】

ここでは、正極集電体200としてアルミ箔を用い、その上にスラリーを滴下してキャスト法により薄く広げた後、ロールプレス器で更に延伸し、厚みを均等にした後、真空乾燥(10Pa以下)や加熱乾燥(150～280℃)して、正極集電体200上に正極活物質層201を形成する。正極活物質層201の厚さは、20～100μmの間で所望の厚さを選択する。クラックや剥離が生じないように、正極活物質層201の厚さを適宜調整することが好ましい。さらには、電池の形態にもよるが、正極集電体が平板状だけでなく、筒状に丸められた時に、正極活物質層201にクラックや剥離が生じないようにすることが好ましい。

20

#### 【0092】

負極集電体205としては、銅、ステンレス、鉄等の導電性の高い材料を用いることができる。

#### 【0093】

負極活物質層206としては、リチウム、アルミニウム、黒鉛、シリコン、ゲルマニウムなどが用いられる。負極集電体205上に、塗布法、スパッタ法、蒸着法などにより負極活物質層206を形成してもよい。負極集電体205を用いずそれぞれの負極活物質層206を単体で負極として用いてもよい。黒鉛と比較すると、ゲルマニウム、シリコン、リチウム、アルミニウムの理論リチウム吸蔵容量が大きい。吸蔵容量が大きいと小面積でも十分に充放電が可能であり、負極として機能するため、コストの節減及び二次電池の小型化につながる。ただし、シリコンなどはリチウムを吸蔵することにより体積が最大で4倍程度まで増加し、材料自身が脆くなったり、充放電を繰り返すことにより充放電の容量の低下(サイクル劣化)が顕著になるなどの問題があり劣化対策は必要である。

30

#### 【0094】

電解液は、キャリアイオンであるアルカリ金属イオンを含み、このキャリアイオンが電気伝導を担っている。アルカリ金属イオンとしては、例えば、リチウムイオンがある。

40

#### 【0095】

電解液211は、例えば溶媒と、その溶媒に溶解するリチウム塩から構成されている。リチウム塩としては、例えば、塩化リチウム(LiCl)、フッ化リチウム(LiF)、過塩素酸リチウム(LiClO<sub>4</sub>)、硼弗化リチウム(LiBF<sub>4</sub>)、LiAsF<sub>6</sub>、LiPF<sub>6</sub>、Li(C<sub>2</sub>F<sub>5</sub>SO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>N等がある。

#### 【0096】

電解液211の溶媒として、環状カーボネート類(例えば、エチレンカーボネート(以下、ECと略す)、プロピレンカーボネート(PC)、ブチレンカーボネート(BC)、およびビニレンカーボネート(VC)など)、非環状カーボネート類(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))

50

、メチルプロピルカーボネート（MPC）、メチルイソブチルカーボネート（MIBC）、およびジプロピルカーボネート（DPC）など）、脂肪族カルボン酸エステル類（ギ酸メチル、酢酸メチル、プロピオン酸メチル、およびプロピオン酸エチルなど）、非環状エーテル類（γ-ブチロラクトン等のγ-ラクトン類、1, 2-ジメトキシエタン（DME）、1, 2-ジエトキシエタン（DEE）、およびエトキシメトキシエタン（EME）など）、環状エーテル類（テトラヒドロフラン、2-メチルテトラヒドロフラン等）、環状スルホン（スルホランなど）、アルキルリン酸エステル（ジメチルスルホキシド、1, 3-ジオキソラン等）やリン酸トリメチル、リン酸トリエチル、およびリン酸トリオクチルなど）やそのフッ化物があり、これらの一種または二種以上を混合して使用する。

#### 【0097】

セパレータ210として、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（ビナロンともいう）（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、上記した電解液211に溶解しない材料を選ぶ必要がある。

#### 【0098】

より具体的には、セパレータ210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およびこれらの誘導体、セルローズ、紙、不織布から選ばれる一種を単独で、または二種以上を組み合わせて用いることができる。

#### 【0099】

上記に示すリチウムイオン二次電池に充電をする時には、第1の電極221に正極端子、第2の電極222に負極端子を接続する。正極202からは電子が第1の電極221を介して奪われ、第2の電極222を通じて負極207に移動する。加えて、正極からはリチウムイオンが正極活物質層201中の正極活物質から溶出し、セパレータ210を通過して負極207に達し、負極活物質層206内の負極活物質に取り込まれる。同時に正極活物質層201では、正極活物質から電子が放出され、正極活物質に含まれる遷移金属（鉄、マンガン、コバルト、ニッケルの一以上）の酸化反応が生じる。

#### 【0100】

放電する時には、負極207では、負極活物質層206がリチウムをイオンとして放出し、第2の電極222に電子が送り込まれる。リチウムイオンはセパレータ210を通過して、正極活物質層201に達し、正極活物質層201中の正極活物質に取り込まれる。その時には、負極207からの電子も正極202に到達し、正極活物質に含まれる遷移金属（鉄、マンガン、コバルト、ニッケルの一以上）の遷移金属の還元反応が生じる。

#### 【0101】

本実施の形態によって得られるエネルギー密度は、正極活物質100の粒子の粒径 $r$ に対し、第2の領域104の膜厚 $d$ の比率 $c$ （ $c = d / r$ ）が低いほど大きくなる。 $c$ の値として、好ましくは0.005以上0.25以下、より好ましくは0.01以上0.1以下である。得たいエネルギー密度により適宜比率を変えて作製すればよい。

#### 【0102】

以上のようにして作製したリチウムイオン二次電池は、ニッケルを含む化合物を正極活物質として有している。正極活物質にニッケルを含むため高い放電電位が実現される。例えば、オリビン構造を有する正極活物質では、含まれる遷移金属の種類によって多少の違いはあるが、活物質単位重量あたりの理論容量は、ほぼ同じ値を示す。そのため、放電電位が高いほど高いエネルギー密度が期待される。

#### 【0103】

電解液に用いられる有機溶媒は、広い電位窓を持つ材料すなわち酸化電位と還元電位の差

10

20

30

40

50

が大きい材料を選ぶ必要がある。酸化電位と還元電位の差が小さい有機溶媒を用いるとリチウムの充放電が出来る電位になる前に、有機溶媒の酸化還元が始まり、有機溶媒を分解してしまいリチウムの充放電が出来ないからである。なお、電解液の酸化電位と還元電位はサイクリックボルタンメトリー法などにより確認することが出来る。リチウムとニッケルとを含む化合物で形成される正極活物質で期待される充放電電位幅よりも広い電位窓を持つ有機溶媒を用いる必要がある。

#### 【0104】

しかしながら、リチウムとニッケルを含むオリビン型のリン酸化合物（例えば  $\text{LiNiPO}_4$ ）で形成される正極活物質を用いて、且つリチウムとニッケルとを含むオリビン型のリン酸化合物で形成される正極活物質で期待される充放電電位幅よりも広い電位窓を持つ有機溶媒を用いて電池を作製し、充放電を行おうとしても、期待される電位になる前にニッケルの触媒効果のため、溶媒の分解が促進され充放電が出来ない。

10

#### 【0105】

一方、本実施の形態で得られた、リチウム及びニッケルを含む化合物で形成される第1の領域102と、第1の領域102の表面の全面を覆い、且つリチウムと、鉄、マンガン、及びコバルトの一以上とを含み、且つニッケルを含まない化合物で形成される第2の領域104とを有する正極活物質100を用いることで、リン酸ニッケルリチウム（ $\text{LiNiPO}_4$ ）のみで期待されるエネルギー密度には及ばないが、ニッケルの触媒効果を抑制することで充放電が可能となり、結果的にエネルギー密度を高くできる。

#### 【0106】

20

（実施の形態5）

本実施の形態では、実施の形態4で説明した蓄電装置の応用形態について図3を用いて説明する。

#### 【0107】

実施の形態4で説明した蓄電装置は、デジタルカメラやビデオカメラ等のカメラ、携帯電話、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、音響再生装置等の電子機器に用いることができる。また、電気自動車、ハイブリッド自動車、鉄道用電気車両、作業車、カート、車椅子、自転車等の電気推進車両に用いることができる。ここでは、電気推進車両の代表例として車椅子を用いて説明する。

30

#### 【0108】

図3は電動式の車椅子501の斜視図である。電動式の車椅子501は、使用者が座る座部503、座部503の後方に設けられた背もたれ505、座部503の前下方に設けられたフットレスト507、座部503の左右に設けられたアームレスト509、背もたれ505の上部後方に設けられたハンドル511を有する。アームレスト509の一方には、車椅子の動作を制御するコントローラ513が設けられる。座部503の下方のフレーム515を介して、座部503前下方には一対の前輪517が設けられ、座部503の後下方には一対の後輪519が設けられる。後輪519は、モータ、ブレーキ、ギア等を有する駆動部521に接続される。座部503の下方には、バッテリー、電力制御部、制御手段等を有する制御部523が設けられる。制御部523は、コントローラ513及び駆動部521と接続しており、使用者によるコントローラ513の操作により、制御部523を介して駆動部521が駆動し、電動式の車椅子501の前進、後進、旋回等の動作及び速度を制御する。

40

#### 【0109】

実施の形態4で説明した蓄電装置を制御部523のバッテリーに用いることができる。制御部523のバッテリーは、プラグイン技術による外部から電力供給により充電をすることができる。なお、電気推進車両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ことができる。

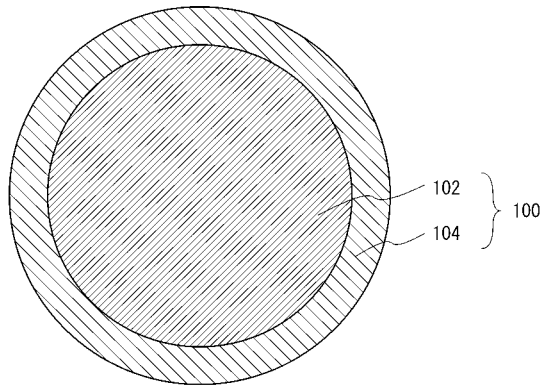
#### 【符号の説明】

#### 【0110】

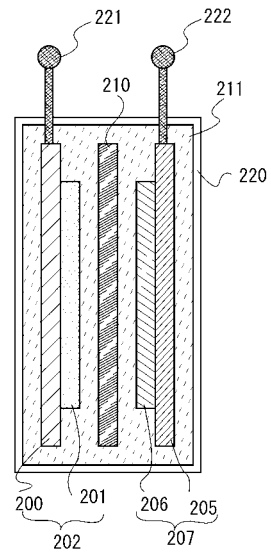
50

|       |         |    |
|-------|---------|----|
| 1 0 0 | 正極活物質   |    |
| 1 0 2 | 第 1 の領域 |    |
| 1 0 4 | 第 2 の領域 |    |
| 2 0 0 | 正極集電体   |    |
| 2 0 1 | 正極活物質層  |    |
| 2 0 2 | 正極      |    |
| 2 0 5 | 負極集電体   |    |
| 2 0 6 | 負極活物質層  |    |
| 2 0 7 | 負極      |    |
| 2 1 0 | セパレータ   | 10 |
| 2 1 1 | 電解液     |    |
| 2 2 0 | 筐体      |    |
| 2 2 1 | 第 1 の電極 |    |
| 2 2 2 | 第 2 の電極 |    |
| 5 0 1 | 電動式の車椅子 |    |
| 5 0 3 | 座部      |    |
| 5 0 5 | 背もたれ    |    |
| 5 0 7 | フットレスト  |    |
| 5 0 9 | アームレスト  |    |
| 5 1 1 | ハンドル    | 20 |
| 5 1 3 | コントローラ  |    |
| 5 1 5 | フレーム    |    |
| 5 1 7 | 一对の前輪   |    |
| 5 1 9 | 一对の後輪   |    |
| 5 2 1 | 駆動部     |    |
| 5 2 3 | 制御部     |    |

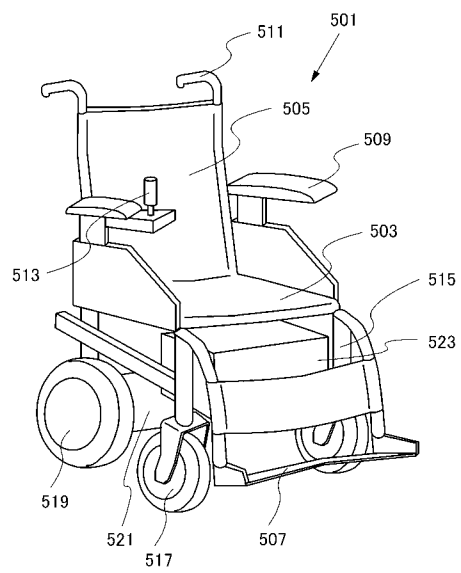
【図 1】



【図 2】



【図 3】





---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5H050 AA08 CA01 CA29 CB08 CB11 CB12 DA09 EA01 EA08 FA17  
FA18 HA02