

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5727880号
(P5727880)

(45) 発行日 平成27年6月3日 (2015. 6. 3)

(24) 登録日 平成27年4月10日 (2015. 4. 10)

(51) Int. Cl.	F I	
HO 1 M 4/58 (2010. 01)	HO 1 M 4/58	
HO 1 M 4/36 (2006. 01)	HO 1 M 4/36	E
CO 1 B 25/45 (2006. 01)	HO 1 M 4/36	C
CO 1 B 33/20 (2006. 01)	CO 1 B 25/45	Z
	CO 1 B 33/20	

請求項の数 5 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2011-143409 (P2011-143409)	(73) 特許権者	000153878
(22) 出願日	平成23年6月28日 (2011. 6. 28)		株式会社半導体エネルギー研究所
(65) 公開番号	特開2012-33478 (P2012-33478A)		神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地
(43) 公開日	平成24年2月16日 (2012. 2. 16)	(72) 発明者	山梶 正樹
審査請求日	平成26年5月6日 (2014. 5. 6)		神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2010-151742 (P2010-151742)		半導体エネルギー研究所内
(32) 優先日	平成22年7月2日 (2010. 7. 2)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	審査官	結城 佐織

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電極用材料および電極用材料の作製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一般式 Li_2MSiO_4 (式中、MはFe、Co、Mn、Niから選択される少なくとも1種の元素) で表される化合物を主成分として含む核と、

一般式 LiMPO_4 で表される化合物を主成分として含み、前記核の周囲を覆う被覆層と、

前記核と、前記被覆層との間に、固溶体と、を有し、

前記一般式 LiMPO_4 で表される化合物は、前記一般式 Li_2MSiO_4 で表される化合物と比較して導電性が高い電極用材料。

【請求項 2】

前記被覆層を覆うカーボンコート層を有する請求項 1 に記載の電極用材料。

【請求項 3】

前記カーボンコート層の膜厚は、0 nmより大きく100 nm以下である請求項 1 または 2 に記載の電極用材料。

【請求項 4】

一般式 Li_2MSiO_4 (式中、MはFe、Co、Mn、Niから選択される少なくとも1種の元素) で表される化合物中のLiの供給源と成る化合物、Mの供給源と成る化合物、およびSiの供給源と成る化合物に溶液を加えて混合し、第1の混合材料を作製する工程と、

前記第1の混合材料に第1の熱処理をする工程と、

前記第 1 の熱処理をされた混合材料に、一般式 LiMPO_4 で表される化合物中の Li の供給源となる化合物、 M の供給源となる化合物、および PO_4 の供給源となる化合物を加えて混合し、第 2 の混合材料を作製する工程と、

前記第 2 の混合材料に第 2 の熱処理をする工程と、
を有し、

前記一般式 LiMPO_4 で表される化合物は、前記一般式 Li_2MSiO_4 で表される化合物と比較して導電性が高い、電極用材料の作製方法。

【請求項 5】

請求項 4 において、前記第 2 の熱処理の際に、グルコースを添加する電極用材料の作製方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

電極用材料および電極用材料の作製方法に関する。

【背景技術】

【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電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。

20

【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 (LiFePO_4)、リン酸マンガンリチウム (LiMnPO_4)、リン酸コバルトリチウム (LiCoPO_4)、リン酸ニッケルリチウム (LiNiPO_4) などの、リチウム (Li) と鉄 (Fe)、マンガン (Mn)、コバルト (Co) またはニッケル (Ni) とを含むオリビン構造を有する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)。

【0004】

また、上述のオリビン構造を有するリン酸化合物と同じオリビン構造を有するシリケート系 (ケイ酸塩) 化合物をリチウムイオン二次電池の正極活物質として用いることが提案されている (例えば、特許文献 2)。また、特許文献 2 には、正極活物質に炭素成分を含有させることで、該正極活物質の導電性を向上する方法が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 11 - 25983 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 335325 号公報

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献 1】Byoungwoo Kang, Gerbrand Ceder, 「Nature」、2009、Vol. 458 (12)、p. 190 - 193

【非特許文献 2】F. Zhou et al., 「Electrochemistry Communications」、2004、6、p. 1144 - 1148

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、オリビン構造を有するリン酸化合物、またはオリビン構造を有するケイ酸塩化合物はバルク電気伝導性が低く、粒子単体としては電極用材料として十分な特性を得ることが困難である。

50

【0008】

上記問題を鑑み、開示される発明の一態様では、電気伝導性が向上した電極用材料、およびそれを用いた蓄電装置を提供することを課題の一とする。

【0009】

また、開示される発明の一態様では、容量の大きな電極用材料、およびそれを用いた蓄電装置を提供することを課題の一とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一態様は、電極用材料および電極用材料の作製方法である。より詳細には以下の通りである。

10

【0011】

本発明の一態様は、一般式 Li_2MSiO_4 （式中、MはFe、Co、Mn、Niから選択される少なくとも1種の元素）で表される化合物を主成分として含む核と、一般式 $LiMPO_4$ で表される化合物を主成分として含み、前記核の周囲を覆う被覆層と、を有する粒状の電極用材料である。

【0012】

なお、一般式 Li_2MSiO_4 に含まれるMと、一般式 $LiMPO_4$ に含まれるMは、同じであっても、異なってもよい。また、一般式 $LiMPO_4$ で表される化合物は、一般式 Li_2MSiO_4 で表される化合物と比較して導電性が高い化合物であることが好ましい。

20

【0013】

上記の構成において、核と、被覆層との間に、固溶体を有することが好ましい。

【0014】

また、上記の構成において、被覆層を覆うカーボンコート層を有することが好ましい。また、上記の構成において、カーボンコート層の膜厚は、0nmより大きく100nm以下であることが好ましい。

【0015】

また、上記構成において、粒の粒径は、10nm以上100nm以下であることが好ましい。

【0016】

30

また、上記構成において、核の重量は、前記被覆層の重量よりも大きいことが好ましい。

【発明の効果】

【0017】

本発明の一態様により、電気伝導性が高い電極用材料を得ることが可能である。さらに、このような電極用材料を得ることにより、放電容量が大きい蓄電装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】正極活物質（粒子）の断面図である。

【図2】蓄電装置の断面図の一例である。

40

【図3】蓄電装置の応用の形態の一例を説明するための図である。

【図4】蓄電装置の応用の形態の一例を説明するための斜視図である。

【図5】蓄電装置の応用の形態の一例を説明するための図である。

【図6】無線給電システムの構成の一例を示す図である。

【図7】無線給電システムの構成の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定されず、本明細書などにおいて開示する発明の趣旨から逸脱することなく形態および詳細を様々に変更し得ることは当業者にとって自明である。また、異

50

なる実施の形態に係る構成は、適宜組み合わせて実施することが可能である。なお、以下に説明する発明の構成において、同一部分または同様な機能を有する部分には同一の符号を用い、その繰り返しの説明は省略する。

【0020】

なお、図面などにおいて示す各構成の、位置、大きさ、範囲などは、理解の簡単のため、実際の位置、大きさ、範囲などを表していない場合がある。このため、開示する発明は、必ずしも、図面などに開示された位置、大きさ、範囲などに限定されない。

【0021】

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。

10

【0022】

(実施の形態1)

本実施の形態では、本発明の一態様である電極用材料の構造について、図1を用いて説明する。

【0023】

図1(A)に、本発明の一態様である正極活物質100の断面模式図を示す。

【0024】

正極活物質100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100を複数用いて形成される。

【0025】

20

図1(A)に示すように、正極活物質100は、一般式 Li_2MSiO_4 (式中、MはFe、Co、Mn、Niから選択される少なくとも1種の元素)で表される化合物を主成分として含む核102と、一般式 $LiMPO_4$ で表される化合物を主成分として含み、核102の周囲を覆う被覆層104と、を有する。また、核102と被覆層104の間には、固溶体106が存在する。固溶体106は、一般式 Li_2MSiO_4 で表される化合物に一般式 $LiMPO_4$ で表される化合物がわずかに溶け込んだものである。固溶体106は、一般式 Li_2MSiO_4 で表される化合物に一般式 $LiMPO_4$ で表される化合物が10%程度溶け込んだものであることが好ましい。

【0026】

図1(A)に示すように、一般式 Li_2MSiO_4 で表される化合物を主成分として含む核102と、一般式 $LiMPO_4$ で表される化合物を主成分として含む被覆層104との間において、固溶体106が存在することにより、正極活物質100表面において、一般式 Li_2MSiO_4 に含まれるLiの挿入脱離によるエネルギー障壁を下げる事が可能である。その結果、正極活物質100は、利用できる容量を理論容量に近づけることができる。また、正極活物質100の電気伝導性を向上させることができる。

30

【0027】

正極活物質100は、コアシェル構造をとる。コアシェル構造とは、2種類の化学種の一方が核(コア)を形成し、もう一方の化学種がその周囲を取り囲んだ(シェル)構造のことである。このような構造をとることにより、被覆層104による核の安定化、核102による被覆層104の高機能化、核102および被覆層104のそれぞれの性質を同時に利用することができる。つまり、核102において、一般式 Li_2MSiO_4 で表される化合物を含むことで、遷移金属1molに対して、Liが2mol含まれるため、正極活物質100を容量の大きな電極材料として用いることができる。また、一般式 Li_2MSiO_4 で表される化合物よりも電気伝導性の高い $LiMPO_4$ で表される化合物で核102を被覆することにより、容量が大きく、電気伝導性の高い電極材料(正極活物質100)を形成することができる。

40

【0028】

図1(B)に示す正極活物質100は、一般式 Li_2MSiO_4 で表される化合物を主成分として含む核102と、一般式 $LiMPO_4$ で表される化合物を主成分として含み、核102の周囲を覆う被覆層104と、を有し、該被覆層104はカーボンコート層108

50

で覆われている。また、核 102 と被覆層 104 との間には、固溶体 106 が存在する。

【0029】

図 1 (B) に示すように、被覆層 104 の表面にカーボンコート層 108 を設けることで、正極活物質 100 の導電率を向上させることができる。また、正極活物質 100 同士が、カーボンコート層 108 を介して接することにより、正極活物質 100 同士が導通し、正極活物質 100 の電気伝導性をさらに向上させることができる。

【0030】

次に、本発明の一態様である電極用材料（正極活物質 100）の作製方法の一例について説明する。

【0031】

まず、一般式 Li_2MSiO_4 で表される化合物を含む核 102 の作製方法の一例について説明する。

【0032】

まず、一般式中の Li の供給源となる化合物、 M の供給源となる化合物および Si の供給源となる化合物に溶液を加えて混合し、混合材料を作製する。一般式中の M は、例えば、鉄 (Fe)、マンガン (Mn)、コバルト (Co)、ニッケル (Ni) などの一の元素または複数の元素を表す。

【0033】

一般式中の Li の供給源となる化合物として、例えば、炭酸リチウム (Li_2CO_3)、酸化リチウム (Li_2O)、硫化リチウム (Li_2S)、過酸化リチウム (Li_2O_2)、硫酸リチウム (Li_2SO_4)、亜硫酸リチウム (Li_2SO_3)、チオ硫酸リチウム ($Li_2S_2O_3$) 等のリチウム塩を用いることができる。

【0034】

また、一般式中の M の供給源となる化合物として、例えば、酸化鉄 (II) (FeO)、酸化マンガン (II) (MnO)、酸化コバルト (II) (CoO)、及び酸化ニッケル (II) (NiO) 等の酸化物、または、シュウ酸鉄 (II) 二水和物 ($FeC_2O_4 \cdot 2H_2O$)、シュウ酸マンガン (II) 二水和物 ($MnC_2O_4 \cdot 2H_2O$)、シュウ酸コバルト (II) 二水和物 ($CoC_2O_4 \cdot 2H_2O$)、及びシュウ酸ニッケル (II) 二水和物 ($NiC_2O_4 \cdot 2H_2O$) 等のシュウ酸塩を用いることができる。

【0035】

また、一般式中の Si の供給源となる化合物として、例えば、酸化シリコン (SiO_2) を用いることができる。

【0036】

また、リチウム及びケイ酸塩導入用の原料として、メタケイ酸リチウム (Li_2SiO_3) を用いることができる。

【0037】

次に、一般式中の Li の供給源となる化合物、 M の供給源となる化合物、及び Si の供給源となる化合物に溶媒を加えて混合し、混合材料を作製する。

【0038】

一般式中の Li の供給源となる化合物、 M の供給源となる化合物、及び Si の供給源となる化合物を混合する方法として、例えば、ボールミル処理を用いることができる。具体的な方法は、化合物に揮発性の高いアセトン等の溶媒を加え、金属製またはセラミック製のボール（ボール径 1 mm 以上 10 mm 以下）を用いて、回転数 50 rpm 以上 500 rpm 以下、回転時間 30 分間以上 5 時間以下、の処理を行うというものである。ボールミル処理を行うことにより、化合物を混合すると同時に、化合物の微粒子化を行うことができ、作製後の Li_2MSiO_4 の微粒子化を図ることができる。また、ボールミル処理を行うことにより、化合物を均一に混合することができ、作製後の電極用材料の結晶性を高めることができる。なお、溶媒としてアセトンを示したが、エタノールおよびメタノール等も用いることができる。

【0039】

例えば、一般式中の Li の供給源となる化合物および Si の供給源となる化合物にメタケイ酸リチウム、一般式中の M の供給源となる化合物にシュウ酸鉄 (II) 二水和物を用い、溶媒としてアセトンを加えて、ボールミル処理を行うとよい。

【 0 0 4 0 】

次に、混合材料を加熱して溶媒 (アセトン) を蒸発させた後、ペレットプレスで圧力をかけてペレットを成型し、成型したペレットに対して第 1 の熱処理 (仮焼成) を行う。

【 0 0 4 1 】

例えば、ボールミル処理を行った化合物 (メタケイ酸リチウム、シュウ酸鉄 (II) 二水和物) の混合材料を、 50°C に加熱して溶媒 (アセトン) を蒸発させた後、ペレットプレスにて圧力 14.7 Pa (150 kgf/cm^2) として 5 分間圧力をかけ、ペレットに成型する。その後、ペレットに成型した混合物を、窒素雰囲気中で、第 1 の熱処理 (仮焼成) を行う。

10

【 0 0 4 2 】

第 1 の熱処理は 250°C 以上 450°C 以下、好ましくは 400°C 以下の温度で、1 時間以上 20 時間以下、好ましくは 10 時間以下行えばよい。本実施の形態では焼成温度 350°C 、焼成時間 10 時間で行うこととする。 400°C 以下の低温で第 1 の熱処理 (仮焼成) を行うことにより、シュウ酸鉄 (II) 二水和物を、酸化鉄 (II) とすることができる。

【 0 0 4 3 】

また、第 1 の熱処理は、一般式中の M の酸化防止のため、不活性ガス雰囲気において行えばよい。例えば、不活性ガス雰囲気として、窒素、希ガス (ヘリウム、ネオン、アルゴン、キセノン等) 等を適用することができる。また、水素雰囲気において行ってもよい。

20

【 0 0 4 4 】

次に、第 1 の熱処理を行った混合材料を乳鉢等で粉碎し、再度、ペレットを成形し、成形したペレットに対して第 2 の熱処理 (本焼成) を行う。

【 0 0 4 5 】

第 2 の熱処理は、不活性ガス雰囲気中で、焼成温度 700°C 以上 800°C 以下、焼成時間 1 時間以上 20 時間以下として行うことができる。第 2 の熱処理は、例えば、窒素雰囲気中で、焼成温度 700°C 、焼成時間 10 時間として行うことができる。第 2 の熱処理により、微粒子化された電極用材料の核を形成することができる。

30

【 0 0 4 6 】

以上の工程により、 Li_2MSiO_4 で表される化合物を含む核 102 を作製することができる。

【 0 0 4 7 】

次に、 $LiMPO_4$ で表される化合物を含み、核 102 の周囲を覆う被覆層 104 の作製方法の一例について説明する。

【 0 0 4 8 】

まず、一般式中の Li の供給源と成る化合物、 M の供給源と成る化合物、および PO_4 の供給源と成る化合物に溶液を加えて混合し、混合材料を作製する。また、一般式中の M は、例えば、鉄 (Fe)、マンガン (Mn)、コバルト (Co)、ニッケル (Ni) などの一元素または複数の元素を表す。

40

【 0 0 4 9 】

一般式中の Li の供給源となる化合物および M の供給源となる化合物は、上述の Li_2MSiO_4 の作製方法で示した材料を用いることができるため、詳細な説明は省略する。また、一般式 Li_2MSiO_4 に含まれる M と、一般式 $LiMPO_4$ に含まれる M は、同じであっても、異なってもよい。

【 0 0 5 0 】

また、一般式中の PO_4 の供給源となる化合物として、例えば、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) を用いることができる。

50

【0051】

まず、 Li_2MSiO_4 で表される化合物を乳鉢等で粉碎する。その後、一般式中の Li の供給源となる化合物、 M の供給源となる化合物、および PO_4 の供給源となる化合物に溶媒を加えて混合し、混合材料を作製する。

【0052】

一般式中の Li の供給源となる化合物、 M の供給源となる化合物、および PO_4 の供給源となる化合物を混合する方法としては、ボールミル処理を行えばよい。ボールミル処理の具体的な方法については、上述の Li_2MSiO_4 の作製方法で示した方法を適用することができるため、詳細な説明は省略する。ボールミル処理を行うことにより、化合物を混合すると同時に、化合物の微粒子化を行うことができる。

10

【0053】

例えば、 Li の供給源となる化合物として Li_2CO_3 を用い、 M の供給源となる化合物として $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を用い、 PO_4 の供給源となる化合物として $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ を用い、溶媒としてアセトンを加えて、ボールミル処理を行うとよい。

【0054】

次に、混合材料を加熱して溶媒（アセトン）を蒸発させた後、ペレットプレスで圧力をかけてペレットを成型し、成型したペレットに対して第3の熱処理（仮焼成）を行う。

【0055】

例えば、ボールミル処理を行った化合物（ Li_2CO_3 、 $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ）の混合材料を、50 に加熱して溶媒（アセトン）を蒸発させた後、ペレットプレスにて圧力 14.7 Pa (150 kgf/cm^2) として5分間圧力をかけ、ペレットに成型する。その後、ペレットに成型した混合物を、窒素雰囲気中で、焼成温度 350 、焼成時間 10 時間として第3の熱処理（仮焼成）を行う。第3の熱処理を行うことにより、一般式 Li_2MSiO_4 で表される化合物を主成分として含む核 102 と、一般式 LiMPO_4 で表される化合物を主成分として含み、核 102 の周囲を覆う被覆層 104 を形成することができる。例えば、核 102 として $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$ と、被覆層 104 として LiFePO_4 を形成することができる。また、核 102 の重量は、被覆層 104 の重量よりも大きいものとなる。

20

【0056】

次に、高温（ 600 ）で第4の熱処理（本焼成）を行う。第4の熱処理を行うことにより、核 102 （例えば、 $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$ ）と被覆層 104 （ LiFePO_4 ）に含まれる元素がお互いの領域に拡散し、核 102 と被覆層 104 の境界が不明瞭となった固溶体 106 が形成される。固溶体 106 が形成されることにより、図1に示す構造（正極活物質 100 ）を形成することが可能である。このような固溶体 106 が存在することで、固溶体 106 が存在しない場合と比較して、核 102 に含まれる Li は、効果的に挿入脱離しやすくなる。また、第4の熱処理を行うことにより、 LiMPO_4 の結晶性を高めることもできる。 LiMPO_4 の結晶性を高めることにより、 Li の挿入脱離をさらに起こしやすくなることができる。

30

【0057】

また、第4の熱処理の際に、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（図1（B）参照）。

40

【0058】

なお、本明細書中では、被覆層 104 の表面に炭素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。

【0059】

被覆層 104 の表面に担持される炭素（カーボンコート層 108 とも記す）の厚さは、 0 nm より大きく 100 nm 以下、好ましくは 2 nm 以上 10 nm 以下が好ましい。

【0060】

被覆層 104 の表面に炭素を担持させることで、正極活物質 100 表面の導電率を上昇さ

50

せることができる。また、正極活物質 100 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 100 同士が導通し、正極活物質 100 の導電率をさらに高めることができる。

【0061】

核 102 にカーボンコート層 108 が形成される場合は、核 102 が還元されてしまうおそれがあるが、本発明の一態様のように、核 102 に被覆層 104 を形成することによって、カーボンコート層 108 による核 102 の還元を抑制することができる。

【0062】

なお、本実施の形態では、グルコースは被覆層 104 に含まれる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。

10

【0063】

なお、本実施の形態では、第 4 の熱処理の際に、有機化合物を添加する例について説明したが、本発明の一態様はこれに限定されず、第 5 の熱処理を行って、有機化合物を添加して、カーボンコート層 108 を形成してもよい。

【0064】

第 4 の熱処理を経て得られた正極活物質 100 の粒子の粒径は、10 nm 以上 100 nm 以下、好ましくは、20 nm 以上 60 nm 以下が好ましい。正極活物質 100 の粒径が上記範囲であると正極活物質 100 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、蓄電装置のレート特性が向上し、短時間での充放電が可能である。

20

【0065】

また、 Li_2MSiO_4 の焼成温度は、 LiMPO_4 の焼成温度よりも 100 以上高いため、固溶体 106 の膜厚を薄くすることができる。

【0066】

なお、核 102 の形成方法として、本実施の形態で説明した方法の代わりに、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、被覆層 104 の形成方法として、本実施の形態で説明した方法の代わりに、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。

【0067】

本実施の形態は、他の実施の形態と組み合わせて実施することが可能である。

30

【0068】

(実施の形態 2)

本実施の形態では、上記実施の形態 1 に示す作製工程によって得られた電極用材料を正極活物質として用いたリチウムイオン二次電池について説明する。リチウムイオン二次電池の概要を図 2 に示す。

【0069】

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。

【0070】

40

正極集電体 200 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 と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。

【0071】

正極集電体 200 上に正極活物質層 201 が形成されている。正極活物質層 201 には、実施の形態 1 で作製した電極用材料が複数含まれている。一方、負極集電体 205 の上に

50

は負極活物質層 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。

【0072】

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。よって、例えば、活物質の導電率を表す時には、活物質自身の導電率を指し、表面に形成された炭素層を含む活物質層の導電率を意味するものではない。

【0073】

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。

10

【0074】

正極活物質層 201 としては、実施の形態 1 で示した一般式 Li_2MSiO_4 で表される化合物を主成分として含む核 102 と、一般式 $LiMPO_4$ で表される化合物を主成分として含み、核 102 の周囲を覆う被覆層 104 と、を有する正極活物質 100 が含まれている。または、実施の形態 1 で示した一般式 Li_2MSiO_4 で表される化合物を主成分として含む核 102 と、一般式 $LiMPO_4$ で表される化合物を主成分として含み、核 102 の周囲を覆う被覆層 104 と、を有する正極活物質 100 と、該正極活物質 100 を覆うカーボンコート層 108 と、が含まれている。核 102 と被覆層 104 との間には、固溶体 106 が存在することが好ましい。

20

【0075】

実施の形態 1 に示す第 4 の熱処理（本焼成）後、正極活物質 100 を再度ボールミル粉砕器で粉砕して、微粉体を得る。得られた微粉体に、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。

【0076】

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、V G C F（商標登録）などの炭素系材料、銅、ニッケル、アルミニウムもしくは銀など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。

30

【0077】

バインダとしては、澱粉、ポリビニルアルコール、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、フッ素ゴムもしくはポリエチレンオキシドなどの多糖類、熱可塑性樹脂またはゴム弾性を有するポリマーなどがある。

40

【0078】

電極用材料として用いられる正極活物質 100、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、電極用材料、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、電極用材料、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、活物質の抵抗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。

【0079】

50

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（10 Pa 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、20～100 μm 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、平板状だけでなく、筒状に丸めた時に、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。

【0080】

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

10

【0081】

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 を形成してもよいし、それぞれの材料を単体で負極活物質層 206 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吸蔵により体積が4倍程度まで増えるために、材料自身が脆くなる事や爆発する危険性などにも十分に気をつける必要がある。

20

【0082】

電解質は、液体の電解質である電解液や、固体の電解質である固体電解質を用いればよい。電解液は、キャリアイオンであるアルカリ金属イオン、アルカリ土類金属イオンを含み、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、ナトリウムイオン、若しくはカリウムイオンがある。アルカリ土類金属イオンとしては、例えば、カルシウムイオン、ストロンチウムイオン、若しくはバリウムイオンがある。

【0083】

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またはナトリウム塩と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（LiClO₄）、硼弗化リチウム（LiBF₄）、LiAsF₆、LiPF₆、Li（C₂F₅SO₂）₂N 等がある。ナトリウム塩としては、例えば、塩化ナトリウム（NaCl）、フッ化ナトリウム（NaF）、過塩素酸ナトリウム（NaClO₄）、硼弗化ナトリウム（NaBF₄）等がある。

30

【0084】

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）、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）等）、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。

40

【0085】

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）、ピニロン（ピナロンともいう）（ポリビニルアルコール系繊維）、ポリエステル、アク

50

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 2 1 1 に溶解しない材料を選ぶ必要がある。

【 0 0 8 6 】

より具体的には、セパレータ 2 1 0 の材料として、例えば、フッ素系ポリマ - 、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、ポリイソプレン、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用いることができる。

10

【 0 0 8 7 】

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 2 2 1 に正極端子、第 2 の電極 2 2 2 に負極端子を接続する。正極 2 0 2 からは電子が第 1 の電極 2 2 1 を介して奪われ、第 2 の電極 2 2 2 を通じて負極 2 0 7 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 2 0 1 中の活物質から溶出し、セパレータ 2 1 0 を通過して負極 2 0 7 に達し、負極活物質層 2 0 6 内の活物質に取り込まれる。当該領域でリチウムイオン及び電子が合体して、負極活物質層 2 0 6 に吸蔵される。同時に正極活物質層 2 0 1 では、活物質から電子が放出され、活物質に含まれる金属 M の酸化反応が生じる。

【 0 0 8 8 】

20

放電する時には、負極 2 0 7 では、負極活物質層 2 0 6 がリチウムをイオンとして放出し、第 2 の電極 2 2 2 に電子が送り込まれる。リチウムイオンはセパレータ 2 1 0 を通過して、正極活物質層 2 0 1 に達し、正極活物質層 2 0 1 中の活物質に取り込まれる。その時には、負極 2 0 7 からの電子も正極 2 0 2 に到達し、金属 M の還元反応が生じる。

【 0 0 8 9 】

以上のようにして作製したリチウムイオン二次電池は、オリビン構造を有するリン酸リチウム化合物またはオリビン構造を有するケイ酸リチウム化合物を正極活物質として有している。また、該リン酸リチウム化合物またはケイ酸リチウム化合物中には、キャリアの発生源となる第 2 の金属元素が添加されており、バルク電気伝導率が向上している。そのため、本実施の形態で得られるリチウムイオン二次電池を、放電容量が大きく、充放電の速度が大きいリチウムイオン二次電池とすることができる。

30

【 0 0 9 0 】

以上、本実施の形態に示す構成、方法などは、他の実施の形態に示す構成、方法などと適宜組み合わせ用いることができる。

【 0 0 9 1 】

(実施の形態 3)

本実施の形態では、実施の形態 2 で説明した蓄電装置の応用形態について説明する。

【 0 0 9 2 】

実施の形態 2 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、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。

40

【 0 0 9 3 】

図 3 (A) は、携帯電話機の一例を示している。携帯電話機 4 1 0 は、筐体 4 1 1 に表示部 4 1 2 が組み込まれている。筐体 4 1 1 は、さらに操作ボタン 4 1 3、操作ボタン 4 1 7、外部接続ポート 4 1 4、スピーカー 4 1 5、及びマイク 4 1 6 等を備えている。

【 0 0 9 4 】

図 3 (B) は、電子書籍用端末の一例を示している。電子書籍用端末 4 3 0 は、第 1 の筐体 4 3 1 及び第 2 の筐体 4 3 3 の 2 つの筐体で構成されて、2 つの筐体が軸部 4 3 2 によ

50

り一体にされている。第１の筐体４３１及び第２の筐体４３３は、軸部４３２を軸として開閉動作を行うことができる。第１の筐体４３１には第１の表示部４３５が組み込まれ、第２の筐体４３３には第２の表示部４３７が組み込まれている。その他、第２の筐体４３３に、操作ボタン４３９、電源４４３、及びスピーカー４４１等を備えている。

【００９５】

図４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。

【００９６】

実施の形態２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。

【００９７】

図５は、電気自動車の一例を示している。電気自動車６５０には、蓄電装置６５１が搭載されている。蓄電装置６５１の電力は、制御回路６５３により出力が調整されて、駆動装置６５７に供給される。制御回路６５３は、コンピュータ６５５によって制御される。

【００９８】

駆動装置６５７は、直流電動機若しくは交流電動機単体、又は電動機と内燃機関と、を組み合わせ構成される。コンピュータ６５５は、電気自動車６５０の運転者の操作情報（加速、減速、停止など）や走行時の情報（登坂や下坂等の情報、駆動輪にかかる負荷情報など）の入力情報に基づき、制御回路６５３に制御信号を出力する。制御回路６５３は、コンピュータ６５５の制御信号により、蓄電装置６５１から供給される電気エネルギーを調整して駆動装置６５７の出力を制御する。交流電動機を搭載している場合は、直流を交流に変換するインバータも内蔵される。

【００９９】

実施の形態２で説明した蓄電装置を蓄電装置６５１のバッテリーに用いることができる。蓄電装置６５１は、プラグイン技術による外部からの電力供給により充電することができる。

【０１００】

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。

【０１０１】

本実施の形態は、他の実施の形態と組み合わせ実施することが可能である。

【０１０２】

（実施の形態４）

本実施の形態では、本発明の一態様に係る蓄電装置を、無線給電システム（以下、ＲＦ給電システムと呼ぶ。）に用いた場合の一例を、図６及び図７のブロック図を用いて説明する。なお、各ブロック図では、受電装置および給電装置内の構成要素を機能ごとに分類し、互いに独立したブロックとして示しているが、実際の構成要素は機能ごとに完全に切り分けることが困難であり、一つの構成要素が複数の機能に係わることもあり得る。

【０１０３】

はじめに、図 6 を用いて R F 給電システムについて説明する。

【 0 1 0 4 】

受電装置 8 0 0 は、給電装置 9 0 0 から供給された電力で駆動する電子機器または電気推進車両であるが、この他電力で駆動するものに適宜適用することができる。電子機器の代表的としては、デジタルカメラやビデオカメラ等のカメラ、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、表示装置、コンピュータ等がある。また、電気推進車両の代表例としては、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、車椅子等がある。また、給電装置 9 0 0 は、受電装置 8 0 0 に電力を供給する機能を有する。

【 0 1 0 5 】

図 6 において、受電装置 8 0 0 は、受電装置部 8 0 1 と、電源負荷部 8 1 0 とを有する。受電装置部 8 0 1 は、受電装置用アンテナ回路 8 0 2 と、信号処理回路 8 0 3 と、蓄電装置 8 0 4 とを少なくとも有する。また、給電装置 9 0 0 は、給電装置用アンテナ回路 9 0 1 と、信号処理回路 9 0 2 とを有する。

【 0 1 0 6 】

受電装置用アンテナ回路 8 0 2 は、給電装置用アンテナ回路 9 0 1 が発信する信号を受け取る、あるいは、給電装置用アンテナ回路 9 0 1 に信号を発信する役割を有する。信号処理回路 8 0 3 は、受電装置用アンテナ回路 8 0 2 が受信した信号を処理し、蓄電装置 8 0 4 の充電、および、蓄電装置 8 0 4 から電源負荷部 8 1 0 への電力の供給を制御する。電源負荷部 8 1 0 は、蓄電装置 8 0 4 から電力を受け取り、受電装置 8 0 0 を駆動する駆動部である。電源負荷部 8 1 0 の代表例としては、モータ、駆動回路等があるが、その他の電源負荷部を適宜用いることができる。また、給電装置用アンテナ回路 9 0 1 は、受電装置用アンテナ回路 8 0 2 に信号を送る、あるいは、受電装置用アンテナ回路 8 0 2 からの信号を受け取る役割を有する。信号処理回路 9 0 2 は、給電装置用アンテナ回路 9 0 1 の動作を制御する。すなわち、給電装置用アンテナ回路 9 0 1 から発信する信号の強度、周波数などを制御することができる。

【 0 1 0 7 】

本発明の一態様に係る蓄電装置は、R F 給電システムにおける受電装置 8 0 0 が有する蓄電装置 8 0 4 として利用される。

【 0 1 0 8 】

R F 給電システムに本発明の一態様に係る蓄電装置を利用することで、従来の蓄電装置に比べて蓄電量を増やすことができる。よって、無線給電の間隔を延ばすことができる（何度も給電する手間を省くことができる）。

【 0 1 0 9 】

また、R F 給電システムに本発明の一態様に係る蓄電装置を利用することで、電源負荷部 8 1 0 を駆動することができる蓄電量が従来と同じであれば、受電装置 8 0 0 の小型化及び軽量化が可能である。従って、トータルコストを減らすことができる。

【 0 1 1 0 】

次に、R F 給電システムの他の例について図 7 を用いて説明する。

【 0 1 1 1 】

図 7 において、受電装置 8 0 0 は、受電装置部 8 0 1 と、電源負荷部 8 1 0 とを有する。受電装置部 8 0 1 は、受電装置用アンテナ回路 8 0 2 と、信号処理回路 8 0 3 と、蓄電装置 8 0 4 と、整流回路 8 0 5 と、変調回路 8 0 6 と、電源回路 8 0 7 とを、少なくとも有する。また、給電装置 9 0 0 は、給電装置用アンテナ回路 9 0 1 と、信号処理回路 9 0 2 と、整流回路 9 0 3 と、変調回路 9 0 4 と、復調回路 9 0 5 と、発振回路 9 0 6 とを、少なくとも有する。

【 0 1 1 2 】

受電装置用アンテナ回路 8 0 2 は、給電装置用アンテナ回路 9 0 1 が発信する信号を受け取る、あるいは、給電装置用アンテナ回路 9 0 1 に信号を発信する役割を有する。給電装置用アンテナ回路 9 0 1 が発信する信号を受け取る場合、整流回路 8 0 5 は受電装置用ア

10

20

30

40

50

ンテナ回路 802 が受信した信号から直流電圧を生成する役割を有する。信号処理回路 803 は受電装置用アンテナ回路 802 が受信した信号を処理し、蓄電装置 804 の充電、蓄電装置 804 から電源回路 807 への電力の供給を制御する役割を有する。電源回路 807 は、蓄電装置 804 が蓄電している電圧を電源負荷部に必要な電圧に変換する役割を有する。変調回路 806 は受電装置 800 から給電装置 900 へ何らかの応答を送信する場合に使用される。

【0113】

電源回路 807 を有することで、電源負荷部 810 に供給する電力を制御することができる。このため、電源負荷部 810 に過電圧が印加されることを低減することが可能であり、受電装置 800 の劣化や破壊を低減することができる。

10

【0114】

また、変調回路 806 を有することで、受電装置 800 から給電装置 900 へ信号を送信することが可能である。このため、受電装置 800 の充電量を判断し、一定量の充電が行われた場合に、受電装置 800 から給電装置 900 に信号を送信し、給電装置 900 から受電装置 800 への給電を停止させることができる。この結果、蓄電装置 804 を 100% 充電しないことで過充電による劣化や破壊を低減し、蓄電装置 804 の充電回数を増加させることが可能である。

【0115】

また、給電装置用アンテナ回路 901 は、受電装置用アンテナ回路 802 に信号を送る、あるいは、受電装置用アンテナ回路 802 から信号を受け取る役割を有する。受電装置用アンテナ回路 802 に信号を送る場合、信号処理回路 902 は、受電装置に送信する信号を生成する回路である。発振回路 906 は一定の周波数の信号を生成する回路である。変調回路 904 は、信号処理回路 902 が生成した信号と発振回路 906 で生成された一定の周波数の信号に従って、給電装置用アンテナ回路 901 に電圧を印加する役割を有する。そうすることで、給電装置用アンテナ回路 901 から信号が出力される。一方、受電装置用アンテナ回路 802 から信号を受け取る場合、整流回路 903 は受け取った信号を整流する役割を有する。復調回路 905 は、整流回路 903 が整流した信号から受電装置 800 が給電装置 900 に送った信号を抽出する。信号処理回路 902 は復調回路 905 によって抽出された信号を解析する役割を有する。

20

【0116】

なお、RF 給電を行うことができれば、各回路の間にどんな回路が有っても良い。例えば、受電装置 800 が電磁波を受信し整流回路 805 で直流電圧を生成したあとに、DC-DC コンバータやレギュレータといった回路を設けて、定電圧を生成してもよい。そうすることで、受電装置内部に過電圧が印加されることを抑制することができる。

30

【0117】

本発明の一態様に係る蓄電装置は、RF 給電システムにおける受電装置 800 が有する蓄電装置 804 として利用される。

【0118】

RF 給電システムに本発明の一態様に係る蓄電装置を利用することで、従来の蓄電装置に比べて蓄電量を増やすことができるので、無線給電の間隔を延ばすことができる（何度も給電する手間を省くことができる）。

40

【0119】

また、RF 給電システムに本発明の一態様に係る蓄電装置を利用することで、電源負荷部 810 を駆動することができる蓄電量が従来と同じであれば、受電装置 800 の小型化及び軽量化が可能である。従って、トータルコストを減らすことができる。

【0120】

なお、RF 給電システムに本発明の一態様に係る蓄電装置を利用し、受電装置用アンテナ回路 802 と蓄電装置 804 を重ねる場合は、蓄電装置 804 の充放電に伴い形状が変化し、受電装置用アンテナ回路 802 のインピーダンスが変化しないようにすることが好ましい。アンテナのインピーダンスが変化してしまうと、十分な電力供給がなされない可能

50

性があるためである。例えば、蓄電装置 804 を金属製あるいはセラミックス製の電池パックに装填するようにすればよい。なお、その際、受電装置用アンテナ回路 802 と電池パックは数十 μm 以上離れていることが望ましい。

【0121】

また、本実施の形態では、充電用の信号の周波数に特に限定はなく、電力が伝送できる周波数であればどの帯域であっても構わない。充電用の信号は、例えば、135 kHz の LF 帯（長波）でも良いし、13.56 MHz の HF 帯でも良いし、900 MHz ~ 1 GHz の UHF 帯でも良いし、2.45 GHz のマイクロ波帯でもよい。

【0122】

また、信号の伝送方式は電磁結合方式、電磁誘導方式、共鳴方式、マイクロ波方式など様々な種類があるが、適宜選択すればよい。ただし、雨や泥などの、水分を含んだ異物によるエネルギーの損失を抑えるためには、本発明の一態様では、周波数が低い帯域、具体的には、短波である 3 MHz ~ 30 MHz、中波である 300 kHz ~ 3 MHz、長波である 30 kHz ~ 300 kHz、及び超長波である 3 kHz ~ 30 kHz の周波数を利用した電磁誘導方式や共鳴方式を用いることが望ましい。

【0123】

本実施の形態は、他の実施の形態と組み合わせて実施することが可能である。

【符号の説明】

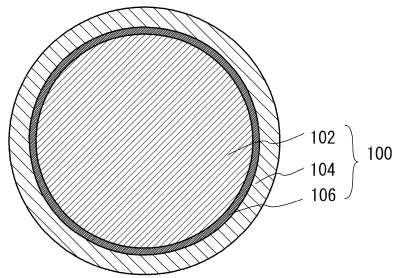
【0124】

100	正極活物質	20
102	核	
104	被覆層	
106	固溶体	
108	カーボンコート層	
200	正極集電体	
201	正極活物質層	
202	正極	
205	負極集電体	
206	負極活物質層	
207	負極	30
210	セパレータ	
211	電解液	
220	筐体	
221	電極	
222	電極	
410	携帯電話機	
411	筐体	
412	表示部	
413	操作ボタン	
414	外部接続ポート	40
415	スピーカー	
416	マイク	
417	操作ボタン	
430	電子書籍用端末	
431	筐体	
432	軸部	
433	筐体	
435	表示部	
437	表示部	
439	操作ボタン	50

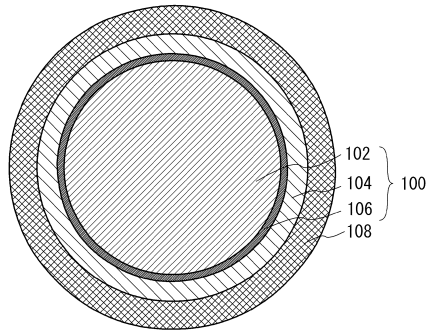
4 4 1	スピーカ	
4 4 3	電源	
5 0 1	車椅子	
5 0 3	座部	
5 0 5	背もたれ	
5 0 7	フットレスト	
5 0 9	アームレスト	
5 1 1	ハンドル	
5 1 3	コントローラ	
5 1 5	フレーム	10
5 1 7	前輪	
5 1 9	後輪	
5 2 1	駆動部	
5 2 3	制御部	
6 5 0	電気自動車	
6 5 1	蓄電装置	
6 5 3	制御回路	
6 5 5	コンピュータ	
6 5 7	駆動装置	
8 0 0	受電装置	20
8 0 1	受電装置部	
8 0 2	受電装置用アンテナ回路	
8 0 3	信号処理回路	
8 0 4	蓄電装置	
8 0 5	整流回路	
8 0 6	変調回路	
8 0 7	電源回路	
8 1 0	電源負荷部	
9 0 0	給電装置	
9 0 1	給電装置用アンテナ回路	30
9 0 2	信号処理回路	
9 0 3	整流回路	
9 0 4	変調回路	
9 0 5	復調回路	
9 0 6	発振回路	

【図 1】

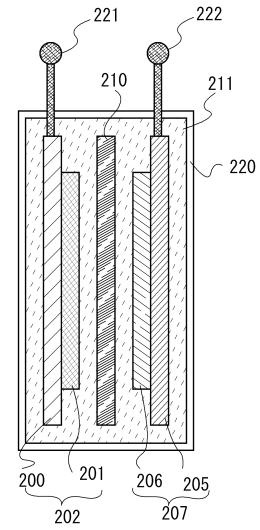
(A)



(B)

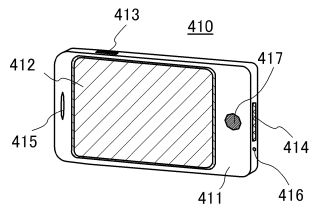


【図 2】

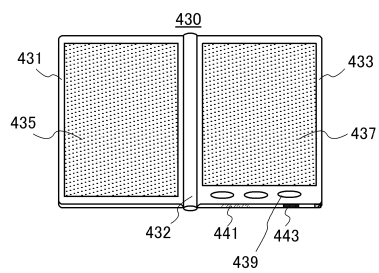


【図 3】

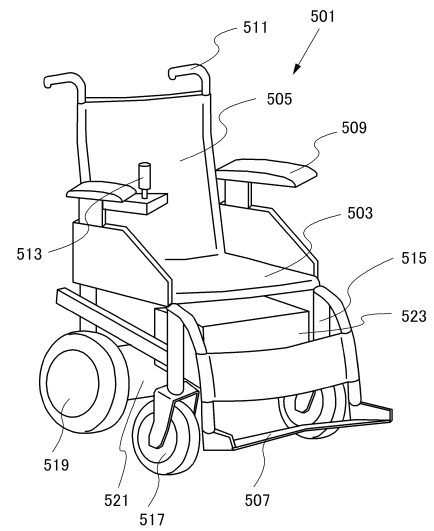
(A)



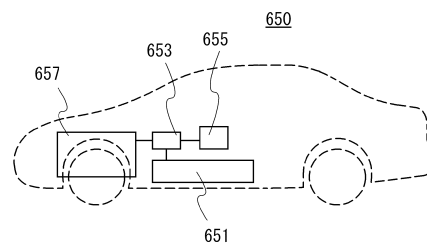
(B)



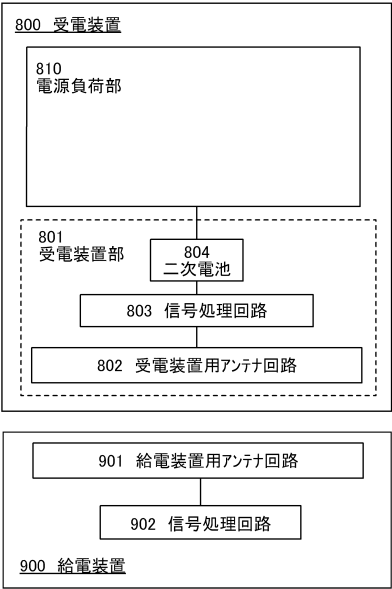
【図 4】



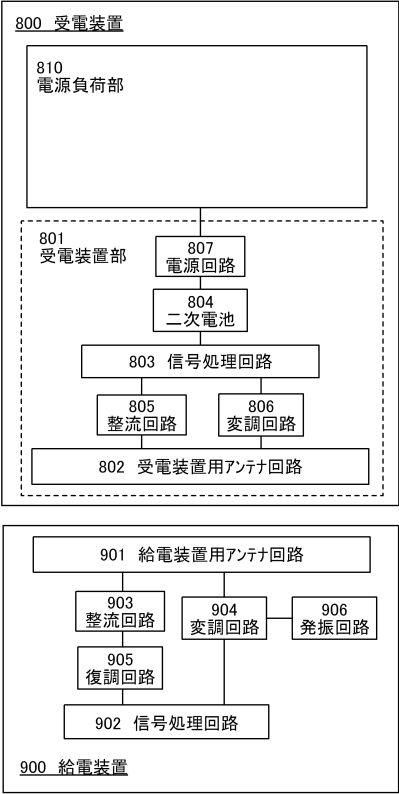
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2013-504858(JP,A)
特開平11-025983(JP,A)
特開2007-335325(JP,A)
特開2009-087682(JP,A)
特開2010-086772(JP,A)
特開2012-048865(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 4/00 - 4/62

JSTPlus/JST7580(JDreamII)