

(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2015-92474
(P2015-92474A)

(43) 公開日 平成27年5月14日(2015.5.14)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO 1 M 4/02 (2006.01)	HO 1 M 4/02	Z 5 E 078
HO 1 M 10/04 (2006.01)	HO 1 M 10/04	Z 5 H 028
HO 1 G 11/38 (2013.01)	HO 1 M 10/04 HO 1 G 11/38	W 5 H 050

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2014-203634 (P2014-203634)
 (22) 出願日 平成26年10月2日 (2014. 10. 2)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-208840 (P2013-208840)
 (32) 優先日 平成25年10月4日 (2013. 10. 4)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 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 一ツ柳 彩
 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
 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
 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
 三宅 裕之
 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

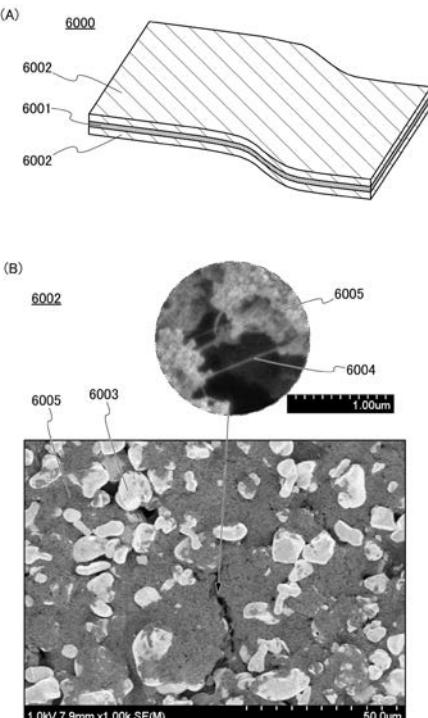
(54) 【発明の名称】蓄電体

(57) 【要約】

【課題】曲げ伸ばしを繰り返しても充放電容量が低下しにくい蓄電体を実現する。

【解決手段】可撓性を有する蓄電体において、活物質を含む活物質層の総量に対するバインダの含有量を、1 wt %以上10 wt %以下、好ましくは2 wt %以上8 wt %以下、より好ましくは3 wt %以上5 wt %以下とする。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第1結着剤を含む正極活物質層を有する正極と、
第2結着剤を含む負極活物質層を有する負極と、を有し、
前記第1結着剤の含有量が、前記正極活物質層の総量の
1wt%以上10wt%以下であることを特徴とする蓄電体。

【請求項 2】

第1結着剤を含む正極活物質層を有する正極と、
第2結着剤を含む負極活物質層を有する負極と、を有し、
前記第2結着剤の含有量が、前記負極活物質層の総量の
1wt%以上10wt%以下であることを特徴とする蓄電体。 10

【請求項 3】

第1結着剤を含む正極活物質層を有する正極と、
第2結着剤を含む負極活物質層を有する負極と、
を有し、
前記第1結着剤の含有量が、前記正極活物質層の総量の
1wt%以上10wt%以下であり、
前記第2結着剤の含有量が、前記負極活物質層の総量の
1wt%以上10wt%以下であることを特徴とする蓄電体。 20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明の一態様は、物、方法、または、製造方法に関する。または、本発明の一態様は、プロセス、マシン、マニュファクチャ、または、組成物（コンポジション・オブ・マター）に関する。特に、本発明の一態様は、半導体装置、表示装置、発光装置、蓄電装置、記憶装置、それらの駆動方法、または、それらの製造方法に関する。特に、本発明の一態様は、蓄電体およびその作製方法に関する。

【0002】

なお、本明細書中において蓄電体とは、蓄電機能を有する素子及び装置全般を指すものである。また、本明細書中において電気化学デバイスとは、蓄電体、導電層、抵抗、容量素子などを利用することで機能しうる装置全般を指している。 30

【背景技術】**【0003】**

近年、リチウムイオン二次電池等の二次電池、リチウムイオンキャパシタ、空気電池等、種々の蓄電体の開発が盛んに行われている。特に高出力、高エネルギー密度であるリチウムイオン二次電池は、携帯電話やスマートフォン、ノート型パソコンコンピュータ等の携帯情報端末、携帯音楽プレーヤ、デジタルカメラ等の電子機器、あるいは医療機器、ハイブリッド車（HEV）、電気自動車（EV）、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など、半導体産業の発展に伴い急速にその需要が拡大し、充電可能なエネルギーの供給源として現代の情報化社会に不可欠なものとなっている。 40

【0004】

リチウムイオン電池に求められる特性として、高エネルギー密度化、サイクル特性の向上及び様々な動作環境での安全性、長期信頼性の向上などがある。

【0005】

また、近年、頭部に装着する表示装置など、人体や湾曲面に装着して使用される可撓性を有する表示装置が提案されている。また、湾曲面に装着可能な可撓性を有する蓄電体が求められている。

【0006】

また、リチウムイオン電池の一例としては、少なくとも、正極、負極、及び電解液を有し

10

20

30

40

50

ている（特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2012-9418号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

可撓性を有する蓄電体は、曲げ伸ばし（曲げ戻し）を繰り返すと充放電容量が低下するという問題があった。そこで、曲げ伸ばしを繰り返しても充放電容量が低下しにくい蓄電体などを実現することを課題の一つとする。

【0009】

または、不良が起きにくい電極などを実現することを課題の一つとする。または、新規な蓄電体などを提供することを課題の一つとする。なお、これらの課題の記載は、他の課題の存在を妨げるものではない。なお、本発明の一態様は、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】

【0010】

発明者は、活物質の密着性を高めるために混合する結着剤（バインダ）に着目し、曲げ伸ばしを繰り返しても充放電容量が低下しにくい蓄電体を実現することを見出した。

【0011】

例えば、活物質を含む活物質層の総量に対するバインダの含有量を、1wt%以上10wt%以下、好ましくは2wt%以上8wt%以下、より好ましくは3wt%以上5wt%以下とする。

【0012】

本発明の一態様は、第1結着剤を含む正極活物質層を有する正極と、第2結着剤を含む負極活物質層を有する負極と、を有し、第1結着剤の含有量が、正極活物質層の総量の1wt%以上10wt%以下であることを特徴とする蓄電体である。

【0013】

または、本発明の一態様は、第1結着剤を含む正極活物質層を有する正極と、第2結着剤を含む負極活物質層を有する負極と、を有し、第2結着剤の含有量が、負極活物質層の総量の1wt%以上10wt%以下であることを特徴とする蓄電体である。

【0014】

または、本発明の一態様は、第1結着剤を含む正極活物質層を有する正極と、第2結着剤を含む負極活物質層を有する負極と、を有し、第1結着剤の含有量が、正極活物質層の総量の1wt%以上10wt%以下であり、第2結着剤の含有量が、負極活物質層の総量の1wt%以上10wt%以下であることを特徴とする蓄電体である。

【発明の効果】

【0015】

曲げ伸ばしを繰り返しても充放電容量が低下しにくい蓄電体などを実現することができる。または、新規な蓄電体などを提供することができる。なお、これらの効果の記載は、他の効果の存在を妨げるものではない。なお、本発明の一態様は、必ずしも、これらの効果の全てを有する必要はない。なお、これら以外の効果は、明細書、図面、請求項などの記載から、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、これら以外の効果を抽出することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】正極の一例を示す図。

10

20

30

40

50

【図2】負極の一例を示す図。

【図3】ラミネート型の蓄電体の一例を示す図。

【図4】コイン型の蓄電体の一例を示す図。

【図5】円筒型の蓄電体の一例を示す図。

【図6】蓄電装置の一例を示す図。

【図7】蓄電装置の一例を示す図。

【図8】蓄電装置の一例を示す図。

【図9】蓄電装置の一例を示す図。

【図10】蓄電装置の一例を示す図。

【図11】蓄電体を用いた電子機器の一例を示す図。

10

【図12】蓄電体を用いた電子機器の一例を示す図。

【図13】蓄電体を用いた電子機器の一例を示す図。

【図14】蓄電体を用いた車両の一例を示す図。

【図15】繰り返し曲げ試験装置の外観写真および該試験装置を説明する図。

【図16】充放電容量の測定結果を示す図。

【図17】放電容量の維持率を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下では、本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。ただし、本発明の一態様は以下の説明に限定されず、その形態および詳細を様々に変更し得ることは、当業者であれば容易に理解される。また、本発明の一態様は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

20

【0018】

なお、本明細書で説明する各図において、各構成の大きさ、層の厚さ、または領域は、発明を明瞭化するために誇張または省略されている場合がある。よって、必ずしもそのスケールに限定されない。

【0019】

なお、本明細書等における「第1」、「第2」等の序数詞は、構成要素の混同を避けるために付したものであり、工程順または積層順など、なんらかの順番や順位を示すものではない。また、本明細書等において序数詞が付されていない用語であっても、構成要素の混同を避けるため、特許請求の範囲において序数詞が付される場合がある。

30

【0020】

(実施の形態1)

蓄電体の構成例について図1および図2を用いて説明する。

【0021】

[1. 正極]

まず、蓄電体を構成する正極の一例について、図1を用いて説明する。

【0022】

正極6000は、正極集電体6001と、正極集電体6001上に形成された正極活物質層6002などにより構成される。図1(A)においては、シート状(又は帯状)の正極集電体6001の両面に正極活物質層6002を設けた例を示しているが、これに限られず、正極活物質層6002は、正極集電体6001の一方の面にのみ設けてよい。また、図1(A)においては、正極活物質層6002は、正極集電体6001上の全域に設けているが、これに限られず、正極集電体6001の一部に設けても良い。例えば、正極集電体6001と正極タブとが接続する部分には、正極活物質層6002を設けないとよい。

40

【0023】

正極集電体6001には、金、白金、亜鉛、鉄、銅、アルミニウム、チタン等の金属、及びこれらの合金(例えば、ステンレス)など、導電性の高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

50

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 6001 は、箔状、板状(シート状)、網状、パンチングメタル状、エキスバンドメタル状等の形状を適宜用いることができる。正極集電体 6001 は、厚みが 5 μm 以上 30 μm 以下のものを用いるとよい。また、正極集電体 6001 の表面に、グラファイトなどを用いてアンダーコート層を設けてもよい。

【0024】

図 1 (B) に、正極活物質層 6002 の表面を走査電子顕微鏡 (SEM : Scanning Electron Microscope) で撮影した写真を例示する。正極活物質層 6002 は、粒状の正極活物質 6003 と、導電助剤 6004 と、バインダ 6005 を含む。

10

【0025】

正極活物質 6003 は、原料化合物を所定の比率で混合し焼成した焼成物を、適當な手段により粉碎、造粒及び分級した、平均粒径や粒径分布を有する二次粒子からなる粒状の正極活物質である。このため、正極活物質の形状は、図 1 (B) に示した形状に限られるものではない。正極活物質 6003 の形状としては、例えば粒状、板状、棒状、円柱状、粉状、鱗片状等任意の形状とすることができます。また、板状の表面に凹凸形状を有するものや、表面に微細な凹凸形状を有するもの、多孔質形状を有するものなど立体形状を有するものであってもよい。

20

【0026】

正極活物質 6003 としては、リチウムイオン等のキャリア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。

【0027】

オリビン型構造のリチウム含有材料(一般式 LiMPO_4 (Mは、Fe (II)、Mn (II)、Co (II)、Ni (II)の一以上))の代表例としては、 LiFePO_4 、 LiNiPO_4 、 LiCoPO_4 、 LiMnPO_4 、 $\text{LiFe}_{a\text{Ni}_b}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{a\text{Co}_b}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{a\text{Mn}_b}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiNi}_{a\text{Co}_b}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiNi}_{a\text{Mn}_b}\text{PO}_4$ ($a+b$ は1以下、 $0 < a < 1$ 、 $0 < b < 1$)、 $\text{LiFe}_{c\text{Ni}_d}\text{Co}_e\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{c\text{Ni}_d}\text{Mn}_e\text{PO}_4$ 、 $\text{LiNi}_{c\text{Co}_d}\text{Mn}_e\text{PO}_4$ ($c+d+e$ は1以下、 $0 < c < 1$ 、 $0 < d < 1$ 、 $0 < e < 1$)、 $\text{LiFe}_{f\text{Ni}_g}\text{Co}_h\text{Mn}_i\text{PO}_4$ ($f+g+h+i$ は1以下、 $0 < f < 1$ 、 $0 < g < 1$ 、 $0 < h < 1$ 、 $0 < i < 1$) 等がある。

30

【0028】

特に LiFePO_4 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。

【0029】

層状岩塩型の結晶構造を有するリチウム含有材料としては、例えば、コバルト酸リチウム(LiCoO_2)、 LiNiO_2 、 LiMnO_2 、 Li_2MnO_3 、 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$ 等の NiCo 系(一般式は、 $\text{LiNi}_{x}\text{Co}_{1-x}\text{O}_2$ ($0 < x < 1$))、 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{O}_2$ 等の NiMn 系(一般式は、 $\text{LiNi}_{x}\text{Mn}_{1-x}\text{O}_2$ ($0 < x < 1$))、 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$ 等の NiMnCo 系(NMCともいう。一般式は、 $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_{1-x-y}\text{O}_2$ ($x > 0$ 、 $y > 0$ 、 $x+y < 1$))が挙げられる。さらに、 $\text{Li}(\text{Ni}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05})\text{O}_2$ 、 $\text{Li}_2\text{MnO}_3 - \text{LiMO}_2$ ($M = \text{Co}, \text{Ni}, \text{Mn}$) 等も挙げられる。

40

【0030】

特に、 LiCoO_2 は、容量が大きいこと、 LiNiO_2 に比べて大気中で安定であることと、 LiNiO_2 に比べて熱的に安定であること等の利点があるため、好ましい。

50

【0031】

スピネル型の結晶構造を有するリチウム含有材料としては、例えば、 LiMn_2O_4 、 $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$ 、 $\text{Li}(\text{MnAl})_2\text{O}_4$ 、 $\text{LiMn}_{1.5}\text{Ni}_{0.5}\text{O}_4$ 等が挙げられる。

【0032】

LiMn_2O_4 等のマンガンを含むスピネル型の結晶構造を有するリチウム含有材料に、少量のニッケル酸リチウム(LiNiO_2 や $\text{LiNi}_{1-x}\text{MO}_2$ ($M = \text{Co}, \text{Al}$ 等))を混合すると、マンガンの溶出を抑制する、電解液の分解を抑制する等の利点があり好ましい。

【0033】

また、正極活物質として、一般式 $\text{Li}_{(2-j)}\text{MSiO}_4$ (M は、 Fe (II)、 Mn (II)、 Co (II)、 Ni (II)の一以上、 $0 < j < 2$)で表される複合酸化物を用いることができる。一般式 $\text{Li}_{(2-j)}\text{MSiO}_4$ の代表例としては、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{FeSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{NiSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{CoSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{MnSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Ni}_{1-k}\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Co}_{1-k}\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Mn}_{1-k}\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_k\text{Co}_{1-k}\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_k\text{Mn}_{1-k}\text{SiO}_4$ ($k+1$ は1以下、 $0 < k < 1$ 、 $0 < l < 1$)、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_m\text{Ni}_n\text{Co}_q\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_m\text{Ni}_n\text{Mn}_q\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_m\text{Co}_n\text{Mn}_q\text{SiO}_4$ ($m+n+q$ は1以下、 $0 < m < 1$ 、 $0 < n < 1$ 、 $0 < q < 1$)、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_r\text{Ni}_s\text{Co}_t\text{Mn}_u\text{SiO}_4$ ($r+s+t+u$ は1以下、 $0 < r < 1$ 、 $0 < s < 1$ 、 $0 < t < 1$ 、 $0 < u < 1$)等が挙げられる。

【0034】

また、正極活物質として、 $A_x\text{M}_2(\text{XO}_4)_3$ ($A = \text{Li}, \text{Na}, \text{Mg}$ 、 $M = \text{Fe}, \text{Mn}, \text{Ti}, \text{V}, \text{Nb}, \text{Al}$ 、 $X = \text{S}, \text{P}, \text{Mo}, \text{W}, \text{As}, \text{Si}$)の一般式で表されるナシコン型化合物を用いることができる。ナシコン型化合物としては、 $\text{Fe}_2(\text{MnO}_4)_3$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{Li}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ 等が挙げられる。また、正極活物質として、 $\text{Li}_2\text{MPO}_4\text{F}$ 、 $\text{Li}_2\text{MP}_2\text{O}_7$ 、 Li_5MO_4 ($M = \text{Fe}, \text{Mn}$)の一般式で表される化合物、 NaF_3 、 FeF_3 等のペロブスカイト型フッ化物、 TiS_2 、 MoS_2 等の金属カルコゲナイト(硫化物、セレン化物、テルル化物)、 LiMVO_4 等の逆スピネル型の結晶構造を有するリチウム含有材料、バナジウム酸化物系(V_2O_5 、 V_6O_{13} 、 LiV_3O_8 等)、マンガン酸化物、有機硫黄化合物等の材料を用いることができる。

【0035】

なお、キャリアイオンが、リチウムイオン以外のアルカリ金属イオンや、アルカリ土類金属イオンの場合、正極活物質6003として、上記化合物や酸化物において、リチウムの代わりに、アルカリ金属(例えば、ナトリウムやカリウム等)、アルカリ土類金属(例えば、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、ベリリウム、マグネシウム等)を用いてもよい。例えば、 NaFeO_2 や、 $\text{Na}_{2/3}[\text{Fe}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ などのナトリウム含有層状酸化物を正極活物質として用いることができる。

【0036】

また、正極活物質として、上記材料を複数組み合わせた材料を用いてもよい。例えば、上記材料を複数組み合わせた固溶体を正極活物質として用いることができる。例えば、 $\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2$ と Li_2MnO_3 の固溶体を正極活物質として用いることができる。

【0037】

なお、図示しないが、正極活物質6003の表面に炭素層や、酸化ジルコニアなどの酸化物層を設けてもよい。炭素層や酸化物層を設けることで、電極の導電性を向上させることができる。正極活物質6003への炭素層の被覆は、正極活物質の焼成時にグルコース等の炭水化物を混合することで形成することができる。

【0038】

粒状の正極活物質6003の一次粒子の平均粒径は、50nm以上100μm以下のものを用いるとよい。

【0039】

導電助剤6004としては、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、グラフェン、フラーレンなどを用いることができる。

【0040】

導電助剤6004により、正極6000中に電子伝導のネットワークを形成することができる。導電助剤6004により、正極活物質6003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6002中に導電助剤6004を添加することにより、高い電子伝導性を有する正極活物質層6002を実現することができる。10

【0041】

また、バインダ6005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。

【0042】

正極活物質層6002の総量に対するバインダ6005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6002の総量に対する導電助剤6004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。20

【0043】

塗布法を用いて正極活物質層6002を形成する場合は、正極活物質6003とバインダ6005と導電助剤6004を混合して正極ペースト(スラリー)を作製し、正極集電体6001上に塗布して乾燥させればよい。

【0044】

[2. 負極]

次に、蓄電体を構成する負極の一例について、図2を用いて説明する。30

【0045】

負極6100は、負極集電体6101と、負極集電体6101上に形成された負極活物質層6102などにより構成される。図2(A)においては、シート状(又は帯状)の負極集電体6101の両面に負極活物質層6102を設けた例を示しているが、これに限られず、負極活物質層6102は、負極集電体6101の一方の面にのみ設けてもよい。また、図2(A)においては、負極活物質層6102は、負極集電体6101上の全域に設けているが、これに限られず、負極集電体6101の一部に設けても良い。例えば、負極集電体6101と負極タブとが接続する部分には、負極活物質層6102を設けないとよい。

【0046】

負極集電体6101には、白金、鉄、銅、チタン、タンタル、マンガン等の金属、及びこれらの合金(例えば、ステンレス)など、導電性の高く、リチウム等のキャリア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、タンクスチル、コバルト、ニッケル等がある。負極集電体6101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。負極集電体6101は、厚みが5μm以上30μm以下のものを用いるとよい。また、負極集電体6101の表面に、グラファイトなどを用いてアンダーコート層を設けてもよい。40

10

20

30

40

50

【0047】

図2(B)に、負極活物質層6102の表面を走査電子顕微鏡(Scanning Electron Microscope)で撮影した写真を例示する。図2(B)では、負極活物質層6102が、負極活物質6103とバインダ6105(結着剤)を含む例を示しているが、負極活物質層6102に導電助剤を加えてよい。

【0048】

負極活物質6103は、リチウムの溶解・析出、又はリチウムイオンの挿入・脱離が可能な材料であれば、特に限定されない。負極活物質6103の材料としては、リチウム金属やチタン酸リチウムの他、蓄電分野に一般的な炭素系材料や、合金系材料等が挙げられる。

10

【0049】

リチウム金属は、酸化還元電位が低く(標準水素電極に対して-3.045V)、重量及び体積当たりの比容量が大きい(それぞれ3860mAh/g、2062mAh/cm³)ため、好ましい。

【0050】

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挙げられる。

【0051】

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挙げられる。

20

【0052】

黒鉛は、リチウムイオンが層間に挿入されたときに(リチウム-黒鉛層間化合物の生成時に)、リチウム金属と同程度に卑な電位を示す(0.1乃至0.3V vs. Li/Li⁺)。これにより、リチウムイオン電池は高い作動電圧を示すことができる。さらに、黒鉛は、単位体積当たりの容量が比較的高い、体積膨張が小さい、安価である、リチウム金属に比べて安全性が高い等の利点を有するため、好ましい。

【0053】

負極活物質として、リチウムとの合金化・脱合金化反応により充放電反応を行うことが可能な合金系材料も用いることができる。キャリアイオンがリチウムイオンである場合、合金系材料としては、例えば、Mg、Ca、Al、Si、Ge、Sn、Pb、Sb、Bi、Ag、Au、Zn、Cd、Hg及びIn等のうち少なくとも一つを含む材料が挙げられる。このような元素は炭素に対して容量が大きく、特にシリコンは理論容量が4200mAh/gと飛躍的に高い。このため、負極活物質にシリコンを用いることが好ましい。このような元素を用いた合金系材料としては、例えば、SiO、Mg₂Si、Mg₂Ge、SnO、SnO₂、Mg₂Sn、SnS₂、V₂Sn₃、FeSn₂、CoSn₂、Ni₃Sn₂、Cu₆Sn₅、Ag₃Sn、Ag₃Sb、Ni₂MnSb、CeSb₃、LaSn₃、La₃Co₂Sn₇、CoSb₃、InSb、SbSn等が挙げられる。

30

【0054】

また、負極活物質6103として、二酸化チタン(TiO₂)、リチウムチタン酸化物(Li₄Ti₅O₁₂)、リチウム-黒鉛層間化合物(LixC₆)、五酸化ニオブ(Nb₂O₅)、酸化タンゲステン(WO₃)、酸化モリブデン(MoO₃)等の酸化物を用いることができる。

40

【0055】

また、負極活物質6103として、リチウムと遷移金属の複窒化物である、Li₃N型構造をもつLi_{3-x}M_xN(M=Co、Ni、Cu)を用いることができる。例えば、Li_{2.6}Co_{0.4}N₃は大きな充放電容量(900mAh/g、1890mAh/cm³)を示し好ましい。

【0056】

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イオンを含むため、正極活物質としてリチウムイオンを含まないV₂O₅、Cr₃O₈等の材料と組み合わせ

50

ることができ好ましい。なお、正極活物質にリチウムイオンを含む材料を用いる場合でも、あらかじめ正極活物質に含まれるリチウムイオンを脱離させておくことで、負極活物質としてリチウムと遷移金属の複窒化物を用いることができる。

【0057】

また、コンバージョン反応が生じる材料を負極活物質6103として用いることもできる。例えば、酸化コバルト(CoO)、酸化ニッケル(NiO)、酸化鉄(FeO)等の、リチウムと合金化反応を行わない遷移金属酸化物を負極活物質に用いてもよい。コンバージョン反応が生じる材料としては、さらに、 Fe_2O_3 、CuO、 Cu_2O 、 RuO_2 、 Cr_2O_3 等の酸化物、 $CoS_{0.89}$ 、NiS、CuS等の硫化物、 Zn_3N_2 、 Cu_3N 、 Ge_3N_4 等の窒化物、 NiP_2 、 FeP_2 、 CoP_3 等のリン化物、 FeF_3 、 BiF_3 等のフッ化物でも起こる。なお、上記フッ化物の電位は高いため、正極活物質6003として用いてもよい。10

【0058】

負極活物質の形状は、図2(B)に示した形状に限られるものではない。負極活物質6103の形状としては、例えば粒状、板状、棒状、円柱状、粉状、鱗片状等任意の形状とすることができる。また、板状の表面に凹凸形状を有するものや、表面に微細な凹凸形状を有するもの、多孔質形状を有するものなど立体形状を有するものであってもよい。

【0059】

塗布法を用いて負極活物質層6102を形成する場合は、負極活物質6103と結着剤6105を混合して負極ペースト(スラリー)を作製し、負極集電体6101上に塗布して乾燥させればよい。なお、負極ペーストに導電助剤を添加してもよい。20

【0060】

また、負極活物質層6102にリチウムをプレドープしてもよい。プレドープの方法としては、スパッタリング法により負極活物質層6102表面にリチウム層を形成してもよい。また、負極活物質層6102の表面にリチウム箔を設けることで、負極活物質層6102にリチウムをプレドープすることもできる。

【0061】

また、負極活物質6103の表面に、グラフェンを形成してもよい。例えば、負極活物質6103をシリコンとした場合、充放電サイクルにおけるキャリアイオンの吸蔵・放出に伴う体積の変化が大きいため、負極集電体6101と負極活物質層6102との密着性が低下し、充放電により電池特性が劣化してしまう。そこで、シリコンを含む負極活物質6103の表面にグラフェンを形成すると、充放電サイクルにおいて、シリコンの体積が変化したとしても、負極集電体6101と負極活物質層6102との密着性の低下を抑制することができ、電池特性の劣化が低減されるため好ましい。30

【0062】

また、負極活物質6103の表面に、酸化物等の被膜を形成してもよい。充電時において電解液の分解等により形成される被膜は、その形成時に消費された電荷量を放出することができず、不可逆容量を形成する。これに対し、酸化物等の被膜をあらかじめ負極活物質6103の表面に設けておくことで、不可逆容量の発生を抑制又は防止することができる。40

【0063】

このような負極活物質6103を被覆する被膜には、ニオブ、チタン、バナジウム、タンタル、タンゲステン、ジルコニアム、モリブデン、ハフニウム、クロム、アルミニウム若しくはシリコンのいずれか一の酸化膜、又はこれら元素のいずれか一とリチウムとを含む酸化膜を用いることができる。このような被膜は、従来の電解液の分解生成物により負極表面に形成される被膜に比べ、十分緻密な膜である。

【0064】

例えば、酸化ニオブ(Nb₂O₅)は、電気伝導度が $10^{-9} S/cm^2$ と低く、高い絶縁性を示す。このため、酸化ニオブ膜は負極活物質と電解液との電気化学的な分解反応を阻害する。一方で、酸化ニオブのリチウム拡散係数は $10^{-9} cm^2/sec$ であり、高

10

20

30

40

50

いリチウムイオン伝導性を有する。このため、リチウムイオンを透過させることが可能である。

【0065】

負極活物質6103を被覆する被膜の形成には、例えばゾル・ゲル法を用いることができる。ゾル・ゲル法とは、金属アルコキシドや金属塩等からなる溶液を、加水分解反応・重縮合反応により流動性を失ったゲルとし、このゲルを焼成して薄膜を形成する方法である。ゾル・ゲル法は液相から薄膜を形成する方法であるから、原料を分子レベルで均質に混合することができる。このため、溶媒の段階の金属酸化膜の原料に、黒鉛等の負極活物質を加えることで、容易にゲル中に活物質を分散させることができる。このようにして、負極活物質6103の表面に被膜を形成することができる。当該被膜を用いることで、蓄電体の容量の低下を防止することができる。10

【0066】

負極活物質層6102の総量に対するバインダ6105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、負極活物質層6102に導電助剤を添加する場合は、負極活物質層6102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。

【0067】

[3. 電解液]

蓄電体に用いる電解液の溶媒としては、非プロトン性有機溶媒が好ましく、例えば、エチレンカーボネート(E C)、プロピレンカーボネート(P C)、ブチレンカーボネート、クロロエチレンカーボネート、ビニレンカーボネート、-ブチロラクトン、-バレオラクトン、ジメチルカーボネート(D M C)、ジエチルカーボネート(D E C)、エチルメチルカーボネート(E M C)、ギ酸メチル、酢酸メチル、酪酸メチル、1,3-ジオキサン、1,4-ジオキサン、ジメトキシエタン(D M E)、ジメチルスルホキシド、ジエチルエーテル、メチルジグライム、アセトニトリル、ベンゾニトリル、テトラヒドロフラン、スルホラン、スルトン等の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。20

【0068】

また、電解液の溶媒としてゲル化される高分子材料を用いることで、漏液性等に対する安全性が高まる。また、蓄電体の薄型化及び軽量化が可能である。ゲル化される高分子材料の代表例としては、シリコーンゲル、アクリルゲル、アクリロニトリルゲル、ポリエチレンオキサイド、ポリプロピレンオキサイド、フッ素系ポリマー等がある。30

【0069】

また、電解液の溶媒として、難燃性及び難揮発性であるイオン液体(常温溶融塩)を一つ又は複数用いることで、蓄電体の内部短絡や、過充電等によって内部温度が上昇しても、蓄電体の破裂や発火などを防ぐことができる。

【0070】

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LiPF₆、LiClO₄、LiAsF₆、LiBF₄、LiAlCl₄、LiSCN、LiBr、LiI、Li₂SO₄、Li₂B₁₀C₁₁O、Li₂B₁₂C₁₁、LiCF₃SO₃、LiC₄F₉SO₃、LiC(CF₃SO₂)₃、LiC(C₂F₅SO₂)₃、LiN(CF₃SO₂)₂、LiN(C₄F₉SO₂)(CF₃SO₂)、LiN(C₂F₅SO₂)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。40

【0071】

また、蓄電体に用いる電解液は、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重量比を1%以下、好ましくは0.1%以下、よ

り好ましくは0.01%以下とすることが好ましい。また、電解液にビニレンカーボネットなどの添加剤を加えてもよい。

【0072】

[4. セパレータ]

蓄電体のセパレータには、セルロースや、ポリプロピレン(PP)、ポリエチレン(PE)、ポリプロテン、ナイロン、ポリエステル、ポリスルホン、ポリアクリロニトリル、ポリフッ化ビニリデン、テトラフルオロエチレン等の多孔性絶縁体を用いることができる。また、ガラス纖維等の不織布や、ガラス纖維と高分子纖維を複合した隔膜を用いてもよい。

【0073】

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て実施することが可能である。

【0074】

(実施の形態2)

本実施の形態では、ラミネート型の蓄電体の一例について、図3(A)を参照して説明する。ラミネート型の蓄電体を、可撓性を有する構成とすることで、湾曲面へ装着を容易とすることができる。また、可撓性を有する部位を少なくとも一部有する電子機器に実装すれば、電子機器の変形に合わせて蓄電体も曲げることもできる。

【0075】

図3(A)に示すラミネート型の蓄電体500は、正極集電体501および正極活物質層502を有する正極503と、負極集電体504および負極活物質層505を有する負極506と、セパレータ507と、電解液508と、外装体509と、を有する。外装体509内に設けられた正極503と負極506との間にセパレータ507が設置されている。また、外装体509内は、電解液508で満たされている。

【0076】

図3(A)に示すラミネート型の蓄電体500において、正極集電体501および負極集電体504は、外部との電気的接触を得る端子の役割も兼ねている。そのため、正極集電体501および負極集電体504の一部は、外装体509から外側に露出するように配置してもよい。また、正極集電体501および負極集電体504を、外装体509から外側に露出させず、リード電極を用いてそのリード電極と正極集電体501、或いは負極集電体504と超音波接合させてリード電極を外側に露出するようにしてもよい。

【0077】

ラミネート型の蓄電体500において、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ラミネートフィルムを用いることができる。

【0078】

また、ラミネート型の蓄電体500の断面構造の一例を図3(B)に示す。図3(A)では簡略のため、2つの集電体で構成する例を示しているが、実際は、複数の電極層で構成する。

【0079】

図3(B)では、一例として、電極層数を16としている。なお、電極層数を16としても蓄電体500は、可撓性を有する。図3(B)では負極集電体504が8層と、正極集電体501が8層の合計16層の構造を示している。なお、図3(B)は負極の取り出し部の断面を示しており、8層の負極集電体504を超音波接合させている。勿論、電極層数は16に限定されず、多くてもよいし、少なくてよい。電極層数が多い場合には、より多くの容量を有する蓄電体とすることができます。また、電極層数が少ない場合には、薄型化でき、可撓性に優れた蓄電体とすることができます。

【0080】

なお、本実施の形態では、蓄電体として、ラミネート型の蓄電体を示したが、本発明の

10

20

30

40

50

態様は、コイン型、円筒型、その他の封止型蓄電体、角型蓄電体等様々な形状の蓄電体に用いることができる。また、正極、負極、及びセパレータが複数積層された構造、正極、負極、及びセパレータが捲回された構造であってもよい。

【0081】

なお、正極503は、上記実施の形態に開示した正極6000と同様に作製することができる。また、負極506は、上記実施の形態に開示した負極6100と同様に作製することができる。上記実施の形態に開示した正極および負極を用いることで、曲げ伸ばしを繰り返しても充放電容量が低下しにくい蓄電体を実現することができる。

【0082】

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て実施することが可能である。

10

【0083】

(実施の形態3)

本実施の形態では、コイン型の蓄電体の一例について、図4(A)を参照して説明する。コイン型の蓄電体を、可撓性を有する構成とすることで、湾曲面へ装着を容易とすることができます。また、可撓性を有する部位を少なくとも一部有する電子機器に実装すれば、電子機器の変形に合わせて蓄電体も曲げることもできる。

【0084】

図4(A)は、コイン型(単層偏平型)の蓄電体の外観図であり、図4(B)は、その断面図である。

20

【0085】

コイン型の蓄電体300は、正極端子を兼ねた外装体301と負極端子を兼ねた外装体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。また、正極304は、実施の形態1に開示した正極6000と同様に作製することができる。

【0086】

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。また、負極307は、実施の形態1に開示した負極6100と同様に作製することができる。なお、正極活物質層306と負極活物質層309との間に30

30

【0087】

実施の形態1に開示した正極および負極を用いることで、曲げ伸ばしを繰り返しても充放電容量が低下しにくいコイン型の蓄電体を実現することができる。

【0088】

外装体301、外装体302には、可撓性を有し、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。外装体301は正極304と、外装体302は負極307とそれぞれ電気的に接続する。

40

【0089】

これら負極307、正極304及びセパレータ310を電解液に含浸させ、図4(B)に示すように、外装体301を下にして正極304、セパレータ310、負極307、外装体302をこの順で積層し、外装体301と外装体302とをガスケット303を介して圧着して可撓性を有するコイン型の蓄電体300を製造することができる。

【0090】

ここで、図4(C)を用いてバッテリーの充電時の電流の流れを説明しておく。リチウムを用いたバッテリー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、リチウムを用いたバッテリーでは、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

50

、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、正極は「正極」または「+極（プラス極）」と呼び、負極は「負極」または「-極（マイナス極）」と呼ぶこととする。酸化反応や還元反応に関連したアノード（陽極）やカソード（陰極）という用語を用いると、充電時と放電時とでは、逆になってしまい、混乱を招く可能性がある。したがって、アノード（陽極）やカソード（陰極）という用語は、本明細書においては用いないこととする。仮にアノード（陽極）やカソード（陰極）という用語を用いる場合には、充電時か放電時かを明記し、正極（プラス極）と負極（マイナス極）のどちらに対応するものかも併記することとする。

【0091】

10

図4（C）に示す蓄電体400は、正極402、負極404、電解液406、およびセパレータ408を有する。また、正極402と負極404のそれぞれに端子が接続されている。それぞれの端子には充電器が接続され、蓄電体400が充電される。蓄電体400の充電が進めば、正極402と負極404の電位差は大きくなる。図4（C）では、蓄電体400の外部の端子から、正極402の方へ流れ、蓄電体400の中において、正極402から負極404の方へ流れ、負極404から蓄電体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。

【0092】

20

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て実施することが可能である。

【0093】

（実施の形態4）

本実施の形態では、円筒型の蓄電体の一例について、図5を参照して説明する。円筒型の蓄電体を、可撓性を有する構成とすることで、湾曲面へ装着を容易とすることができます。また、可撓性を有する部位を少なくとも一部有する電子機器に実装すれば、電子機器の変形に合わせて蓄電体も曲げることもできる。

【0094】

円筒型の蓄電体600は図5（A）に示すように、上面に正極キャップ（電池蓋）601を有し、側面及び底面に外装体602を有している。これら正極キャップと外装体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。

30

【0095】

図5（B）は、円筒型の蓄電体の断面を模式的に示した図である。中空円柱状の外装体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。外装体602は、一端が閉じられ、他端が開いている。外装体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。外装体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、対向する一対の絶縁板608、609により挟まれている。また、電池素子が設けられた外装体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、コイン型の蓄電体と同様のものを用いることができる。

40

【0096】

正極604および負極606は、実施の形態1に開示した正極6000および負極6100と同様に作製すればよい。実施の形態1に開示した正極および負極を用いることで、曲げ伸ばしを繰り返しても充放電容量が低下しにくい可撓性を有する円筒型の蓄電体を実現することができる。

【0097】

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

50

(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は外装体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と電気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との電気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(BaTiO₃)系半導体セラミックス等を用いることができる。

10

【0098】

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て実施することが可能である。

【0099】

(実施の形態5)

本実施の形態では、蓄電装置(蓄電池)の構造例について、図6乃至図10を用いて説明する。蓄電装置を、可撓性を有する構成とすることで、湾曲面へ装着を容易とすることができます。また、可撓性を有する部位を少なくとも一部有する電子機器に実装すれば、電子機器の変形に合わせて蓄電装置も曲げることもできる。なお、本明細書等において、蓄電装置は、少なくとも本発明の一態様に係る蓄電体を有する。

20

【0100】

図6(A)および図6(B)は、蓄電装置の外観図を示す図である。図6(A)および図6(B)に示す蓄電装置は、回路基板900と、蓄電体913と、を有する。蓄電体913には、ラベル910が貼られている。さらに、図6(B)に示すように、蓄電装置は、端子951と、端子952と、を有し、ラベル910の裏にアンテナ914と、アンテナ915と、を有する。

【0101】

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、および回路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。

30

【0102】

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およびアンテナ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

【0103】

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。

【0104】

蓄電装置は、アンテナ914およびアンテナ915と、蓄電体913との間に層916を有する。層916は、例えば蓄電体913による電磁界を遮蔽する機能を有する。層916としては、例えば磁性体を用いることができる。層916を遮蔽層としてもよい。

【0105】

なお、蓄電装置の構造は、図6に限定されない。

【0106】

50

例えば、図7(A-1)および図7(A-2)に示すように、図6(A)および図6(B)に示す蓄電体913のうち、対向する一対の面のそれぞれにアンテナを設けてもよい。図7(A-1)は、上記一対の面の一方側方向から見た外観図であり、図7(A-2)は、上記一対の面の他方側方向から見た外観図である。なお、図6(A)および図6(B)に示す蓄電装置と同じ部分については、図6(A)および図6(B)に示す蓄電装置の説明を適宜援用できる。

【0107】

図7(A-1)に示すように、蓄電体913の一対の面の一方に層916を挟んでアンテナ914が設けられ、図7(A-2)に示すように、蓄電体913の一対の面の他方に層917を挟んでアンテナ915が設けられる。層917は、例えば蓄電体913による電磁界を遮蔽する機能を有する。層917としては、例えば磁性体を用いることができる。層917を遮蔽層としてもよい。

10

【0108】

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

【0109】

又は、図7(B-1)および図7(B-2)に示すように、図6(A)および図6(B)に示す蓄電体913のうち、対向する一対の面のそれぞれに別のアンテナを設けてもよい。図7(B-1)は、上記一対の面の一方側方向から見た外観図であり、図7(B-2)は、上記一対の面の他方側方向から見た外観図である。なお、図6(A)および図6(B)に示す蓄電装置と同じ部分については、図6(A)および図6(B)に示す蓄電装置の説明を適宜援用できる。

20

【0110】

図7(B-1)に示すように、蓄電体913の一対の面の一方に層916を挟んでアンテナ914およびアンテナ915が設けられ、図7(B-2)に示すように、蓄電体913の一対の面の他方に層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およびアンテナ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

【0111】

又は、図8(A)に示すように、図6(A)および図6(B)に示す蓄電体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に電気的に接続される。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6(A)および図6(B)に示す蓄電装置と同じ部分については、図6(A)および図6(B)に示す蓄電装置の説明を適宜援用できる。

40

【0112】

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。

【0113】

又は、図8(B)に示すように、図6(A)および図6(B)に示す蓄電体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に電気的に接続される。なお、センサ921は、ラベル910の裏側に設けられてもよい。なお、図6(A)および図6(B)に示す蓄電装置と同じ部分については、図6(A)および図6(B)に示す蓄電装置の説明を適宜援用できる。

【0114】

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

50

、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。

【0115】

さらに、蓄電体913の構造例について図9および図10を用いて説明する。

【0116】

図9(A)に示す蓄電体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9(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および端子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。

10

【0117】

なお、図9(B)に示すように、図9(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9(B)に示す蓄電体913は、筐体930aと筐体930bが貼り合わされており、筐体930aおよび筐体930bで囲まれた領域に捲回体950が設けられている。

20

【0118】

筐体930a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、蓄電体913による電界の遮蔽を抑制できる。なお、筐体930aによる電界の遮蔽が小さければ、筐体930a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930bとしては、例えば金属材料を用いることができる。

20

【0119】

さらに、捲回体950の構造について図10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が重なり合って積層され、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。

30

【0120】

負極931は、端子951および端子952の一方を介して図6に示す端子911に接続される。正極932は、端子951および端子952の他方を介して図6に示す端子911に接続される。

【0121】

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て実施することが可能である。

【0122】

(実施の形態6)

40

本発明の一態様に係る蓄電体は、電力により駆動する様々な電子機器の電源として用いることができる。図11乃至図14に、本発明の一態様に係る蓄電体を用いた電子機器の具体例を示す。

【0123】

本発明の一態様に係る蓄電体を用いた電子機器として、テレビ、モニタ等の表示装置、照明装置、デスクトップ型或いはノート型のパソコンコンピュータ、ワードプロセッサ、DVD(Digital Versatile Disc)などの記録媒体に記憶された静止画又は動画を再生する画像再生装置、ポータブルCDプレーヤ、ラジオ、テープレコーダ、ヘッドホンステレオ、ステレオ、置き時計、壁掛け時計、コードレス電話子機、トランシーバ、携帯電話、自動車電話、携帯型ゲーム機、タブレット型端末、パチンコ機な

50

どの大型ゲーム機、電卓、携帯情報端末、電子手帳、電子書籍、電子翻訳機、音声入力機器、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、電気シェーバ、電子レンジ等の高周波加熱装置、電気炊飯器、電気洗濯機、電気掃除機、温水器、扇風機、毛髪乾燥機、エアコンディショナー、加湿器、除湿器などの空調設備、食器洗い器、食器乾燥器、衣類乾燥器、布団乾燥器、電気冷蔵庫、電気冷凍庫、電気冷凍冷蔵庫、DNA保存用冷凍庫、懐中電灯、チエーンソー等の工具、煙感知器、透析装置等の医療機器などが挙げられる。さらに、誘導灯、信号機、ベルトコンベア、エレベータ、エスカレータ、産業用ロボット、電力貯蔵システム、電力の平準化やスマートグリッドのための蓄電装置等の産業機器が挙げられる。また、燃料を用いたエンジンや、非水系二次電池からの電力を用いて電動機により推進する移動体なども、電子機器の範疇に含まれるものとする。上記移動体として、例えば、電気自動車（EV）、内燃機関と電動機を併せ持ったハイブリッド車（HEV）、プラグインハイブリッド車（PHEV）、これらのタイヤ車輪を無限軌道に変えた装軌車両、電動アシスト自転車を含む原動機付自転車、自動二輪車、電動車椅子、ゴルフ用カート、小型又は大型船舶、潜水艦、ヘリコプター、航空機、ロケット、人工衛星、宇宙探査機や惑星探査機、宇宙船などが挙げられる。

10

【0124】

また、本発明の一態様に係る蓄電体を、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。

【0125】

図11(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。

20

【0126】

図11(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11(C)に示す。蓄電装置7407はラミネート型の蓄電体である。

【0127】

図11(D)は、バンブ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11(E)に曲げられた蓄電装置7104の状態を示す。

30

【0128】

図12(A)および図12(B)に、2つ折り可能なタブレット型端末の一例を示す。図12(A)および図12(B)に示すタブレット型端末9600は、筐体9630a、筐体9630b、筐体9630aと筐体9630bを接続する可動部9640、表示部9631aと表示部9631bを有する表示部9631、表示モード切り替えスイッチ9626、電源スイッチ9627、省電力モード切り替えスイッチ9625、留め具9629、操作スイッチ9628、を有する。図12(A)は、タブレット型端末9600を開いた状態を示し、図12(B)は、タブレット型端末9600を閉じた状態を示している。

40

【0129】

また、タブレット型端末9600は、筐体9630aおよび筐体9630bの内部に蓄電体9635を有する。蓄電体9635は、可動部9640を通り、筐体9630aと筐体9630bに渡って設けられている。

【0130】

表示部9631aは、一部をタッチパネルの領域9632aとすることができます。表示された操作キー9638にふれることでデータ入力をすることができる。なお、表示部9631aにおいては、一例として半分の領域が表示のみの機能を有する構成、もう半分の領域がタッチパネルの機能を有する構成を示しているが該構成に限定されない。表示部9631aの全ての領域がタッチパネルの機能を有する構成としても良い。例えば、表示部96

50

31aの全面をキーボードボタン表示させてタッチパネルとし、表示部9631bを表示画面として用いることができる。

【0131】

また、表示部9631bにおいても表示部9631aと同様に、表示部9631bの一部をタッチパネルの領域9632bとすることができます。また、タッチパネルのキー表示切り替えボタン9639が表示されている位置に指やスタイラスなどでふれることで表示部9631bにキー表示することができる。

【0132】

また、タッチパネルの領域9632aとタッチパネルの領域9632bに対して同時にタッチ入力することもできる。

10

【0133】

また、表示モード切り替えスイッチ9626は、縦表示又は横表示などの表示の向きを切り替え、白黒表示やカラー表示の切り替えなどを選択できる。省電力モード切り替えスイッチ9625は、タブレット型端末9600に内蔵している光センサで検出される使用時の外光の光量に応じて表示の輝度を最適なものとすることができる。タブレット型端末は光センサだけでなく、ジャイロ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサなどの他の検出装置を内蔵させてもよい。

【0134】

また、図12(A)では表示部9631bと表示部9631aの表示面積が同じ例を示しているが特に限定されず、一方のサイズともう一方のサイズが異なっていてもよく、表示の品質も異なっていてもよい。例えば一方が他方よりも高精細な表示を行える表示パネルとしてもよい。

20

【0135】

図12(B)は、閉じた状態であり、タブレット型端末は、筐体9630、太陽電池9633、DCDCコンバータ9636を含む充放電制御回路9634有する。また、蓄電体9635として、本発明の一態様の蓄電体を用いる。

20

【0136】

なお、タブレット型端末9600は2つ折り可能なため、未使用時に筐体9630aおよび筐体9630bを重ね合せるように折りたたむことができる。折りたたむことにより、表示部9631a、表示部9631bを保護できるため、タブレット型端末9600の耐久性を高めることができる。また、本発明の一態様の蓄電体を用いた蓄電体9635は可携性を有し、曲げ伸ばしを繰り返しても充放電容量が低下しにくい。よって、信頼性の優れたタブレット型端末を提供できる。

30

【0137】

また、この他にも図12(A)および図12(B)に示したタブレット型端末は、様々な情報(静止画、動画、テキスト画像など)を表示する機能、カレンダー、日付又は時刻などを表示部に表示する機能、表示部に表示した情報をタッチ入力操作又は編集するタッチ入力機能、様々なソフトウェア(プログラム)によって処理を制御する機能、等を有することができる。

40

【0138】

タブレット型端末の表面に装着された太陽電池9633によって、電力をタッチパネル、表示部、又は映像信号処理部等に供給することができる。なお、太陽電池9633は、筐体9630の一面又は二面に設けることができ、蓄電体9635の充電を効率的に行う構成とすることができます。なお蓄電体9635としては、リチウムイオン電池を用いると、小型化を図れる等の利点がある。

【0139】

また、図12(B)に示す充放電制御回路9634の構成、および動作について図12(C)にブロック図を示し説明する。図12(C)には、太陽電池9633、蓄電体9635、DCDCコンバータ9636、コンバータ9637、スイッチSW1乃至SW3、表示部9631について示しており、蓄電体9635、DCDCコンバータ9636、コン

50

バータ 9 6 3 7、スイッチ SW 1 乃至 SW 3 が、図 1 2 (B) に示す充放電制御回路 9 6 3 4 に対応する箇所となる。

【 0 1 4 0 】

まず外光により太陽電池 9 6 3 3 により発電がされる場合の動作の例について説明する。太陽電池で発電した電力は、蓄電体 9 6 3 5 を充電するための電圧となるよう D C D C コンバータ 9 6 3 6 で昇圧又は降圧がなされる。そして、表示部 9 6 3 1 の動作に太陽電池 9 6 3 3 からの電力が用いられる際にはスイッチ SW 1 をオンにし、コンバータ 9 6 3 7 で表示部 9 6 3 1 に必要な電圧に昇圧又は降圧をすることとなる。また、表示部 9 6 3 1 での表示を行わない際には、SW 1 をオフにし、SW 2 をオンにして蓄電体 9 6 3 5 の充電を行う構成とすればよい。

10

【 0 1 4 1 】

なお太陽電池 9 6 3 3 については、発電手段の一例として示したが、特に限定されず、圧電素子（ピエゾ素子）や熱電変換素子（ペルティエ素子）などの他の発電手段による蓄電体 9 6 3 5 の充電を行う構成であってもよい。例えば、無線（非接触）で電力を送受信して充電する無接点電力伝送モジュールや、また他の充電手段を組み合わせて行う構成としてもよい。

【 0 1 4 2 】

図 1 3 に、他の電子機器の例を示す。図 1 3 において、表示装置 8 0 0 0 は、本発明の一態様に係る蓄電装置 8 0 0 4 を用いた電子機器の一例である。具体的に、表示装置 8 0 0 0 は、T V 放送受信用の表示装置に相当し、筐体 8 0 0 1 、表示部 8 0 0 2 、スピーカ部 8 0 0 3 、蓄電装置 8 0 0 4 等を有する。本発明の一態様に係る蓄電装置 8 0 0 4 は、筐体 8 0 0 1 の内部に設けられている。表示装置 8 0 0 0 は、商用電源から電力の供給を受けることでもできるし、蓄電装置 8 0 0 4 に蓄積された電力を用いることもできる。よって、停電などにより商用電源から電力の供給が受けられない時でも、本発明の一態様に係る蓄電装置 8 0 0 4 を無停電電源として用いることで、表示装置 8 0 0 0 の利用が可能となる。

20

【 0 1 4 3 】

表示部 8 0 0 2 には、液晶表示装置、有機 E L 素子などの発光素子を各画素に備えた発光装置、電気泳動表示装置、D M D (D i g i t a l M i c r o m i r r o r D e v i c e) 、P D P (P l a s m a D i s p l a y P a n e l) 、F E D (F i e l d E m i s s i o n D i s p l a y) などの、半導体表示装置を用いることができる。

30

【 0 1 4 4 】

なお、表示装置には、T V 放送受信用の他、パーソナルコンピュータ用、広告表示用など、全ての情報表示用表示装置が含まれる。

【 0 1 4 5 】

図 1 3 において、据え付け型の照明装置 8 1 0 0 は、本発明の一態様に係る蓄電装置 8 1 0 3 を用いた電子機器の一例である。具体的に、照明装置 8 1 0 0 は、筐体 8 1 0 1 、光源 8 1 0 2 、蓄電装置 8 1 0 3 等を有する。図 1 3 では、蓄電装置 8 1 0 3 が、筐体 8 1 0 1 及び光源 8 1 0 2 が据え付けられた天井 8 1 0 4 の内部に設けられている場合を例示しているが、蓄電装置 8 1 0 3 は、筐体 8 1 0 1 の内部に設けられていても良い。照明装置 8 1 0 0 は、商用電源から電力の供給を受けることもできるし、蓄電装置 8 1 0 3 に蓄積された電力を用いることもできる。よって、停電などにより商用電源から電力の供給が受けられない時でも、本発明の一態様に係る蓄電装置 8 1 0 3 を無停電電源として用いることで、照明装置 8 1 0 0 の利用が可能となる。

40

【 0 1 4 6 】

なお、図 1 3 では天井 8 1 0 4 に設けられた据え付け型の照明装置 8 1 0 0 を例示しているが、本発明の一態様に係る蓄電装置は、天井 8 1 0 4 以外、例えば側壁 8 1 0 5 、床 8 1 0 6 、窓 8 1 0 7 等に設けられた据え付け型の照明装置に用いることもできるし、卓上型の照明装置などに用いることもできる。

【 0 1 4 7 】

50

また、光源 8102 には、電力を利用して人工的に光を得る人工光源を用いることができる。具体的には、白熱電球、蛍光灯などの放電ランプ、LED や有機 EL 素子などの発光素子が、上記人工光源の一例として挙げられる。

【0148】

図 13において、室内機 8200 及び室外機 8204 を有するエアコンディショナーは、本発明の一態様に係る蓄電装置 8203 を用いた電子機器の一例である。具体的に、室内機 8200 は、筐体 8201、送風口 8202、蓄電装置 8203 等を有する。図 13 では、蓄電装置 8203 が、室内機 8200 に設けられている場合を例示しているが、蓄電装置 8203 は室外機 8204 に設けられていても良い。或いは、室内機 8200 と室外機 8204 の両方に、蓄電装置 8203 が設けられていても良い。エアコンディショナーは、商用電源から電力の供給を受けることもできるし、蓄電装置 8203 に蓄積された電力を用いることもできる。特に、室内機 8200 と室外機 8204 の両方に蓄電装置 8203 が設けられている場合、停電などにより商用電源から電力の供給が受けられない時でも、本発明の一態様に係る蓄電装置 8203 を無停電電源として用いることで、エアコンディショナーの利用が可能となる。

10

【0149】

なお、図 13 では、室内機と室外機で構成されるセパレート型のエアコンディショナーを例示しているが、室内機の機能と室外機の機能とを 1 つの筐体に有する一体型のエアコンディショナーに、本発明の一態様に係る蓄電装置を用いることもできる。

20

【0150】

図 13において、電気冷凍冷蔵庫 8300 は、本発明の一態様に係る蓄電装置 8304 を用いた電子機器の一例である。具体的に、電気冷凍冷蔵庫 8300 は、筐体 8301、冷蔵室用扉 8302、冷凍室用扉 8303、蓄電装置 8304 等を有する。図 13 では、蓄電装置 8304 が、筐体 8301 の内部に設けられている。電気冷凍冷蔵庫 8300 は、商用電源から電力の供給を受けることもできるし、蓄電装置 8304 に蓄積された電力を用いることもできる。よって、停電などにより商用電源から電力の供給が受けられない時でも、本発明の一態様に係る蓄電装置 8304 を無停電電源として用いることで、電気冷凍冷蔵庫 8300 の利用が可能となる。

【0151】

なお、上述した電子機器のうち、電子レンジ等の高周波加熱装置、電気炊飯器などの電子機器は、短時間で高い電力を必要とする。よって、商用電源では賄いきれない電力を補助するための補助電源として、本発明の一態様に係る蓄電装置を用いることで、電子機器の使用時に商用電源のブレーカーが落ちるのを防ぐことができる。

30

【0152】

また、電子機器が使用されない時間帯、特に、商用電源の供給元が供給可能な総電力量のうち、実際に使用される電力量の割合（電力使用率と呼ぶ）が低い時間帯において、蓄電装置に電力を蓄えておくことで、上記時間帯以外において電力使用率が高まるのを抑えることができる。例えば、電気冷凍冷蔵庫 8300 の場合、気温が低く、冷蔵室用扉 8302、冷凍室用扉 8303 の開閉が行われない夜間ににおいて、蓄電装置 8304 に電力を蓄える。そして、気温が高くなり、冷蔵室用扉 8302、冷凍室用扉 8303 の開閉が行われる昼間ににおいて、蓄電装置 8304 を補助電源として用いることで、昼間の電力使用率を低く抑えることができる。

40

【0153】

また、蓄電装置を車両に搭載すると、ハイブリッド車（HEV）、電気自動車（EV）、又はプラグインハイブリッド車（PHEV）等の次世代クリーンエネルギー自動車を実現できる。

【0154】

図 14において、本発明の一態様を用いた車両を例示する。図 14（A）に示す自動車 8400 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

50

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、航続距離の長い車両を実現することができる。また、自動車 8400 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 8401 やルームライト（図示せず）などの発光装置に電力を供給することができる。

【0155】

また、蓄電装置は、自動車 8400 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 8400 が有するナビゲーションシステムなどの半導体装置に電力を供給することができる。

【0156】

図 14 (B) に示す自動車 8500 は、自動車 8500 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 14 (B) に、地上設置型の充電装置 8021 から自動車 8500 に搭載された蓄電装置に、ケーブル 8022 を介して充電を行っている状態を示す。充電に際しては、充電方法やコネクタの規格等は CHADEMO (登録商標) やコンボ等の所定の方式で適宜行えばよい。充電装置 8021 は、商用施設に設けられた充電ステーションでもよく、また家庭の電源であってもよい。例えば、プラグイン技術によって、外部からの電力供給により自動車 8500 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

【0157】

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

【0158】

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することができ、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。

30

【0159】

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て実施することが可能である。

【実施例 1】

【0160】

上記実施の形態に開示したラミネート型の蓄電体 1200 を作製し、蓄電体 1200 の繰り返し曲げ試験前後での充放電容量を測定した。

40

【0161】

<蓄電体の構成>

まず、作製したラミネート型の蓄電体 1200 の構成について説明する。

【0162】

[正極]

正極の集電体として、厚さ $20 \mu m$ のアルミニウムを用い、正極の集電体上に正極活性質層を形成した。正極活性質層は、活性質、導電助剤、バインダを混合して形成した。また、正極活性質として $LiCoO_2$ を用い、導電助剤としてアセチレンブラックを用い、バインダとしてポリフッ化ビニリデン (PVdF) を用いた。導電助剤は、正極活性質層の総量に対して 5 wt % 含有させた。なお、バインダの含有量については後述する。

【0163】

50

[負極]

負極の集電体として、厚さ $18\text{ }\mu\text{m}$ の銅を用い、負極の集電体上に負極活性物質層を形成した。負極活性物質層は、負極活性物質とバインダを混合して形成した。また、負極活性物質としてM C M B（人造黒鉛）を用い、バインダとしてポリフッ化ビニリデン（P V d F）を用いた。なお、バインダの含有量については後述する。

【0164】

[電解液]

エチレンカーボネート（E C）とジエチルカーボネート（D E C）を3:7の容量比で混ぜた溶媒1Lに対して、LiPF₆を1mol混合し、電解液として用いた。

【0165】

[セパレータ]

セパレータとして、ポリプロピレン（P P）を用いた。

【0166】

[外装体]

外装体として、ナイロンとポリプロピレンでアルミニウムを挟んだ三層構造のラミネートフィルムを用いた。該ラミネートフィルムのポリプロピレン側に、正極、負極、電解液、およびセパレータが配置される。

【0167】

<繰り返し曲げ試験>

続いて、曲げ伸ばし動作を反復する「繰り返し曲げ試験」を行い、繰り返し曲げ試験前後における放電容量の変化を調べた。繰り返し曲げ試験を行った試験装置、試験方法、および試験結果について説明する。

【0168】

[試験装置]

図15(A)に、試験装置1100の外観写真を示す。図15(B)および図15(C)は、試験装置1100を側面から見た図である。また、図15(B)および図15(C)は、試験装置1100の動作を説明するための図である。説明をわかりやすくするために、図15(B)および図15(C)では、試験装置1100の一部の構成要素の記載を省略している。

【0169】

作製した蓄電体1200は、2枚の保持板1101の間に挟まれた状態で、試験装置1100の上部に配置されている。保持板1101は、フレキシブル性を有し、かつ、繰り返し曲げ試験に耐えうる材料を用いる必要がある。本実施例では、保持板1101として厚さ0.2mmのリン青銅板を用いた。ただし、保持板1101として用いることができる材料はこれに限定されない。保持板1101に用いる材料は、リン青銅などの金属材料に限らず、樹脂材料などでもよい。なお、保持板1101に用いたリン青銅は遮光性を有する。図15(A)では、保持板1101に遮られて蓄電体1200を直接視認できないため、蓄電体1200を破線で示している。

【0170】

また、試験装置1100は奥行き方向に伸びた半径40mmの円柱状の支持体1103を蓄電体1200の直下に有する(図15(B)および図15(C)参照。)。

【0171】

また、試験装置1100は、長軸と短軸を有するL字型のアーム1102aおよびアーム1102bを有する。また、試験装置1100は、ロッド1106を有するエアシリンダ1105、および部品1107を有する。

【0172】

アーム1102aは、長軸が左側、短軸が下側に伸びた状態で支持体1103の左側に配置され、アーム1102bは、長軸が右側、短軸が下側に伸びた状態で支持体1103の右側に配置されている(図15(B)および図15(C)参照。)。また、アーム1102aは、長軸と短軸の交差部分が支点1104aと機械的に接続され、アーム1102b

10

20

30

40

50

は、長軸と短軸の交差部分が支点 1104b と機械的に接続されている。なお、支持体 1103、支点 1104a、および支点 1104b は固定されている。

【0173】

また、アーム 1102a が有する短軸の先端と、アーム 1102b が有する短軸の先端は、部品 1107 と機械的に接続されている。また、アーム 1102a が有する長軸の先端は、保持板 1101 の一方の端部と機械的に接続され、アーム 1102b が有する長軸の先端は、保持板 1101 の他方の端部と機械的に接続されている。

【0174】

エアシリンダ 1105 は、圧縮空気を用いてロッド 1106 を動かすことができる。例えば、本実施例では、エアシリンダ 1105 はロッド 1106 を上昇または下降させることができる。部品 1107 はロッド 1106 と接続されており、ロッド 1106 の上昇または下降に連動して、部品 1107 も上昇または下降する。

10

【0175】

部品 1107 を下降させると、アーム 1102a は、支点 1104a を中心にして回転し、長軸の先端部分が上昇する。また、部品 1107 を下降させると、アーム 1102b は、支点 1104b を中心にして回転し、長軸の先端部分が上昇する（図 15（B）参照。）。また、部品 1107 を上昇させると、アーム 1102a は、支点 1104a を中心にして回転し、長軸の先端部分が下降する。また、部品 1107 を上昇させると、アーム 1102b は、支点 1104b を中心にして回転し、長軸の先端部分が下降する（図 15（C）参照。）。

20

【0176】

前述した通り、アーム 1102a およびアーム 1102b の長軸の先端部分は保持板 1101 の端部と機械的に接続されている。アーム 1102a およびアーム 1102b の長軸の先端部分を下げるにより、支持体 1103 に沿って保持板 1101 を曲げることができる。また、本実施例に示す繰り返し曲げ試験は、蓄電体 1200 を 2 枚の保持板 1101 で挟んだ状態で行っている。よって、アーム 1102a およびアーム 1102b の長軸の先端部分を下げる（部品 1107 を上げる）ことにより、円柱状の支持体 1103 に沿って、蓄電体 1200 を曲げができる（図 15（C）参照。）。具体的には、本実施例では支持体 1103 の半径を 40mm として、蓄電体 1200 が曲率半径 40mm で曲がるようにした。

30

【0177】

また、アーム 1102a およびアーム 1102b の長軸の先端部分を上げる（部品 1107 を下げる）ことにより、支持体 1103 と蓄電体 1200 の接触が減り、前述した曲率半径を大きくすることができます（図 15（B）参照。）。具体的には、本実施例ではアーム 1102a およびアーム 1102b の長軸の先端部分が最も上がった時に、前述した曲率半径が 150mm となるようにした。

40

【0178】

また、蓄電体 1200 の繰り返し曲げ試験を、蓄電体 1200 を 2 枚の保持板 1101 で挟んだ状態で行うことにより、不要な力が蓄電体 1200 に加わることを防ぐことができる。また、蓄電体 1200 全体を均一な力で曲げができる。

【0179】

[試験方法]

正極活物質層および負極活物質層とも、総量に対してバインダを 10wt% 含有させた蓄電体 1200a と、5wt% 含有させた蓄電体 1200b を用いて、表 1 に示す条件で繰り返し曲げ試験を行った。

【0180】

【表1】

試験温度	25°C
充電状態	100%充電
伸ばし時曲率半径	150mm
曲げ時曲率半径	40mm
周期	10秒。 (3秒かけて曲げて最大曲率半径の状態にして、2秒間保持。 その後、3秒かけて伸ばして最小曲率半径の状態にして、2秒間保持。)
曲げ伸ばし回数	1000回

10

【0181】

また、試験前後において、表2に示す条件で充放電容量を測定した。

【0182】

【表2】

電圧範囲	4.2~2.5V
充電レート	0.2C
放電レート	0.2C
処理温度	25°C

20

【0183】

[試験結果]

図16に充放電容量の測定結果を示す。図16(A)は、蓄電体1200aの充放電容量の測定結果であり、図16(B)は、蓄電体1200bの充放電容量の測定結果である。

図16(A)、図16(B)とも、横軸は正極活物質層1gあたりの容量を示し、縦軸は電圧を示している。

30

【0184】

図16(A)中、曲線811は繰り返し曲げ試験前の充電容量を示し、曲線812は繰り返し曲げ試験後の充電容量を示している。また、曲線813は繰り返し曲げ試験前の放電容量を示し、曲線814は繰り返し曲げ試験後の放電容量を示している。また、図16(B)中、曲線821は繰り返し曲げ試験前の充電容量を示し、曲線822は繰り返し曲げ試験後の充電容量を示している。また、曲線823は繰り返し曲げ試験前の放電容量を示し、曲線824は繰り返し曲げ試験後の放電容量を示している。

【0185】

図17(A)(B)に、蓄電体1200aおよび蓄電体1200bの繰り返し曲げ試験前後における放電容量の測定結果を示す。なお、図17(A)中の維持率は、試験前の放電容量に対する試験後の放電容量の割合を百分率で示した値である。また、図17(B)に、図17(A)に示した蓄電体1200aおよび蓄電体1200bそれぞれの維持率を棒グラフで示す。図17(A)および図17(B)より、蓄電体1200aおよび蓄電体1200bとも、放電容量の維持率は95%以上であることがわかる。特に、蓄電体1200bの放電容量の維持率は99%であり、繰り返し曲げ試験前後において容量の劣化がほとんど生じていないことがわかる。

40

【符号の説明】

【0186】

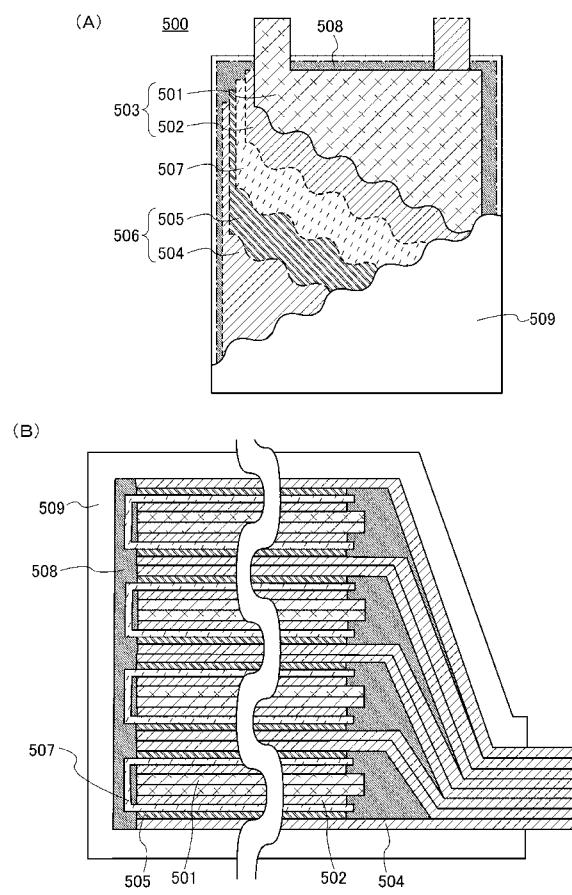
3 0 1	外装体	
3 0 2	外装体	
3 0 3	ガスケット	
3 0 4	正極	
3 0 5	正極集電体	
3 0 6	正極活物質層	
3 0 7	負極	
3 0 8	負極集電体	
3 0 9	負極活物質層	
3 1 0	セパレータ	10
4 0 0	蓄電体	
4 0 2	正極	
4 0 4	負極	
4 0 6	電解液	
4 0 8	セパレータ	
5 0 0	蓄電体	
5 0 1	正極集電体	
5 0 2	正極活物質層	
5 0 3	正極	
5 0 4	負極集電体	20
5 0 5	負極活物質層	
5 0 6	負極	
5 0 7	セパレータ	
5 0 8	電解液	
5 0 9	外装体	
6 0 0	蓄電体	
6 0 1	正極キャップ	
6 0 2	外装体	
6 0 3	正極端子	
6 0 4	正極	30
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 1	P T C 素子	
6 1 2	安全弁機構	
8 1 1	曲線	
8 1 2	曲線	
8 1 3	曲線	40
8 1 4	曲線	
8 2 1	曲線	
8 2 2	曲線	
8 2 3	曲線	
8 2 4	曲線	
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	蓄電体	50

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	
9 1 9	端子	
9 2 0	表示装置	
9 2 1	センサ	
9 2 2	端子	10
9 3 0	筐体	
9 3 1	負極	
9 3 2	正極	
9 3 3	セパレータ	
9 5 0	捲回体	
9 5 1	端子	
9 5 2	端子	
1 1 0 0	試験装置	
1 1 0 1	保持板	
1 1 0 3	支持体	
1 2 0 0	蓄電体	20
6 0 0 0	正極	
6 0 0 1	正極集電体	
6 0 0 2	正極活物質層	
6 0 0 3	正極活物質	
6 0 0 4	導電助剤	
6 0 0 5	バインダ	
6 1 0 0	負極	
6 1 0 1	負極集電体	
6 1 0 2	負極活物質層	
6 1 0 3	負極活物質	30
6 1 0 5	バインダ	
7 1 0 0	携帯表示装置	
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	40
7 4 0 4	外部接続ポート	
7 4 0 5	スピーカ	
7 4 0 6	マイク	
7 4 0 7	蓄電装置	
8 0 0 0	表示装置	
8 0 0 1	筐体	
8 0 0 2	表示部	
8 0 0 3	スピーカ部	
8 0 0 4	蓄電装置	
8 0 2 1	充電装置	50

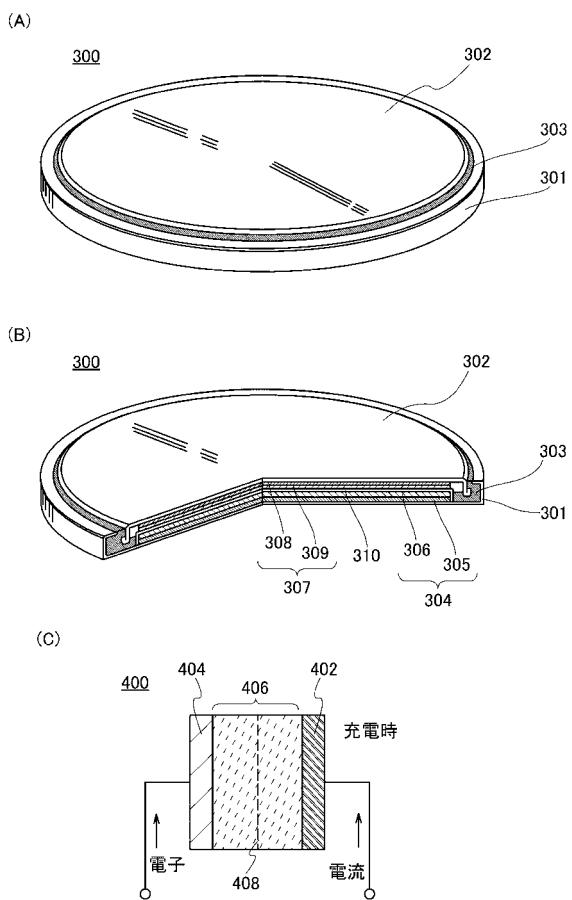
8 0 2 2	ケーブル	
8 1 0 0	照明装置	
8 1 0 1	筐体	
8 1 0 2	光源	
8 1 0 3	蓄電装置	
8 1 0 4	天井	
8 1 0 5	側壁	
8 1 0 6	床	
8 1 0 7	窓	
8 2 0 0	室内機	10
8 2 0 1	筐体	
8 2 0 2	送風口	
8 2 0 3	蓄電装置	
8 2 0 4	室外機	
8 3 0 0	電気冷凍冷蔵庫	
8 3 0 1	筐体	
8 3 0 2	冷蔵室用扉	
8 3 0 3	冷凍室用扉	
8 3 0 4	蓄電装置	
8 4 0 0	自動車	20
8 4 0 1	ヘッドライト	
8 5 0 0	自動車	
9 6 0 0	タブレット型端末	
9 6 2 5	スイッチ	
9 6 2 6	スイッチ	
9 6 2 7	電源スイッチ	
9 6 2 8	操作スイッチ	
9 6 2 9	具	
9 6 3 0	筐体	
9 6 3 1	表示部	30
9 6 3 3	太陽電池	
9 6 3 4	充放電制御回路	
9 6 3 5	蓄電体	
9 6 3 6	D C D C コンバータ	
9 6 3 7	コンバータ	
9 6 3 8	操作キー	
9 6 3 9	ボタン	
9 6 4 0	可動部	
1 2 0 0 a	蓄電体	
1 2 0 0 b	蓄電体	40
9 3 0 a	筐体	
9 3 0 b	筐体	
9 6 3 0 a	筐体	
9 6 3 0 b	筐体	
9 6 3 1 a	表示部	
9 6 3 1 b	表示部	
9 6 3 2 a	領域	
9 6 3 2 b	領域	
1 1 0 2 a	アーム	
1 1 0 2 b	アーム	50

1 1 0 4 a	支点
1 1 0 4 b	支点
1 1 0 5	シリンドラ
1 1 0 6	ロッド
1 1 0 7	部品

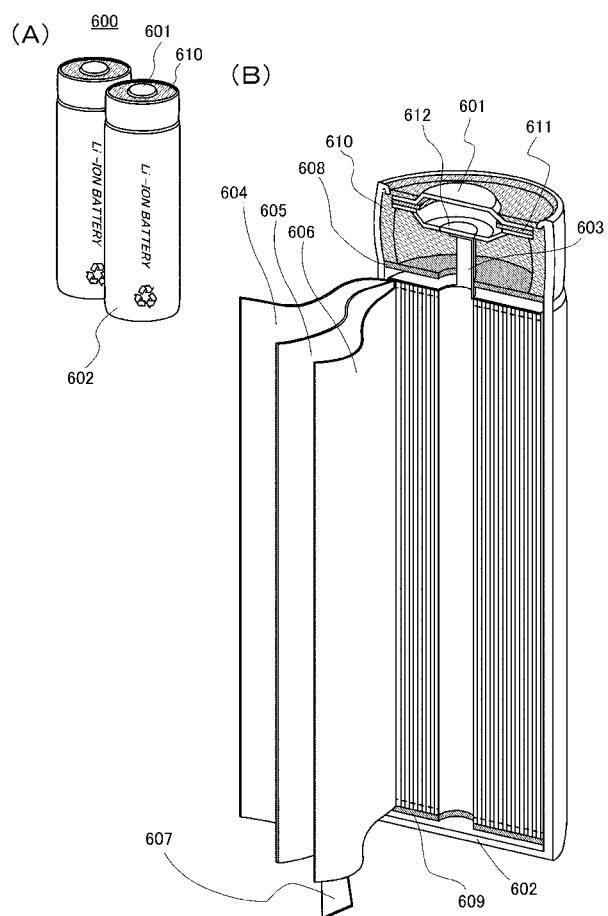
【図 3】



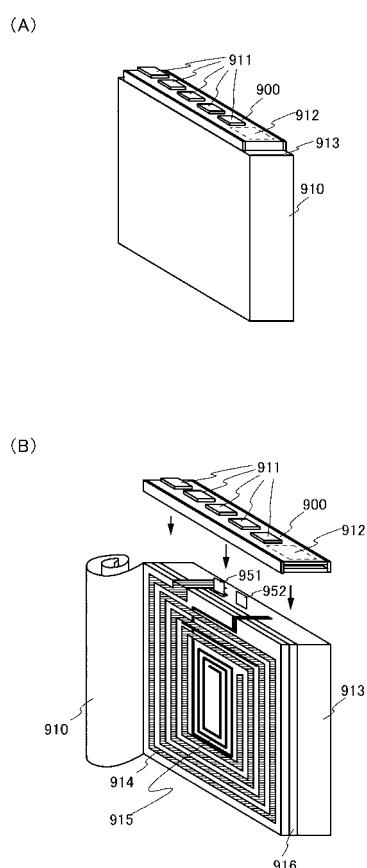
【図 4】



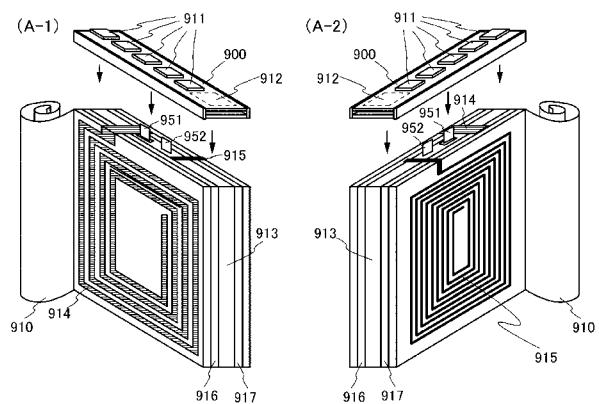
【図5】



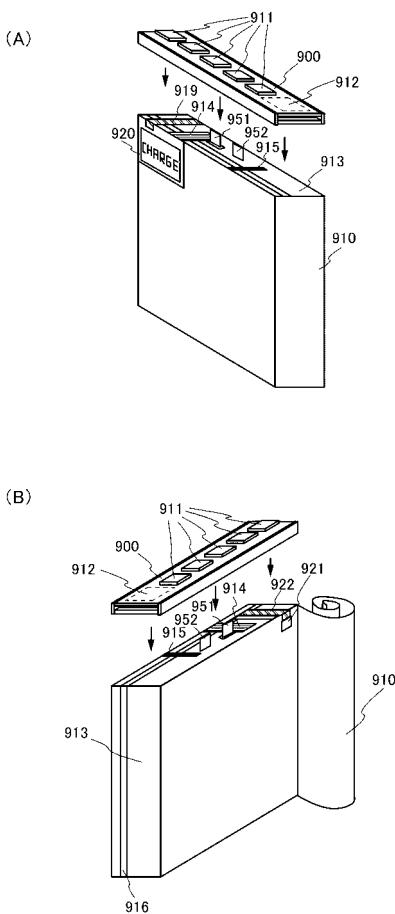
【図6】



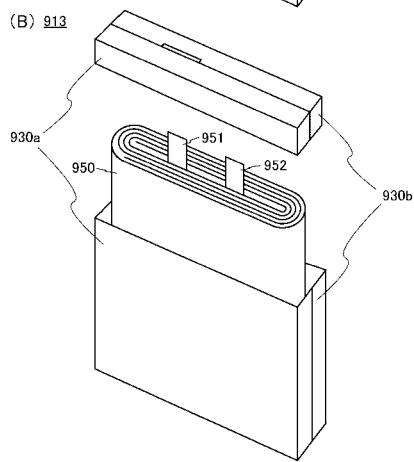
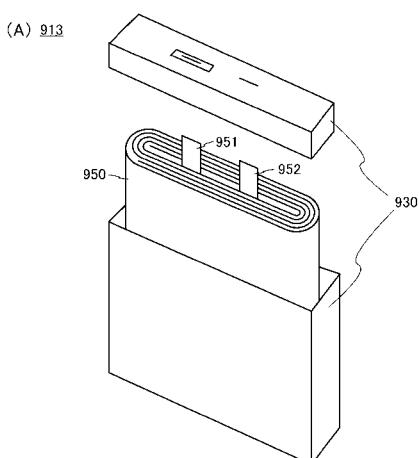
【図7】



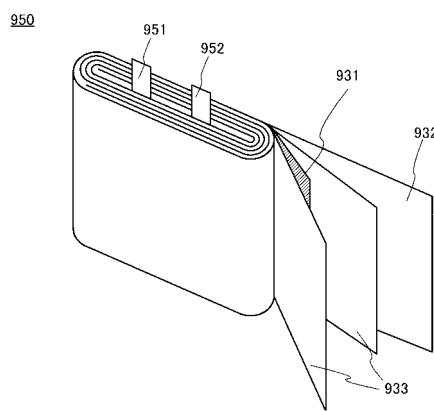
【図8】



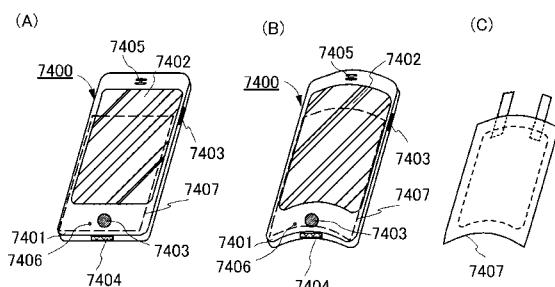
【図 9】



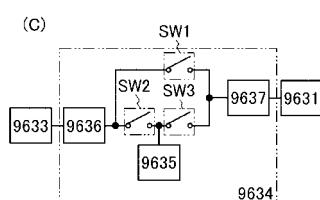
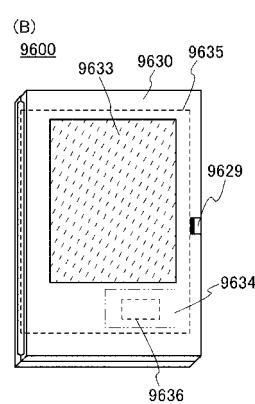
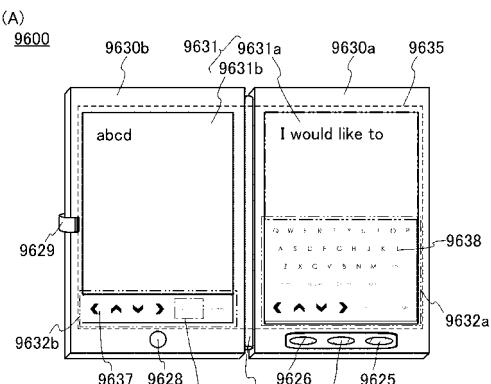
【図 10】



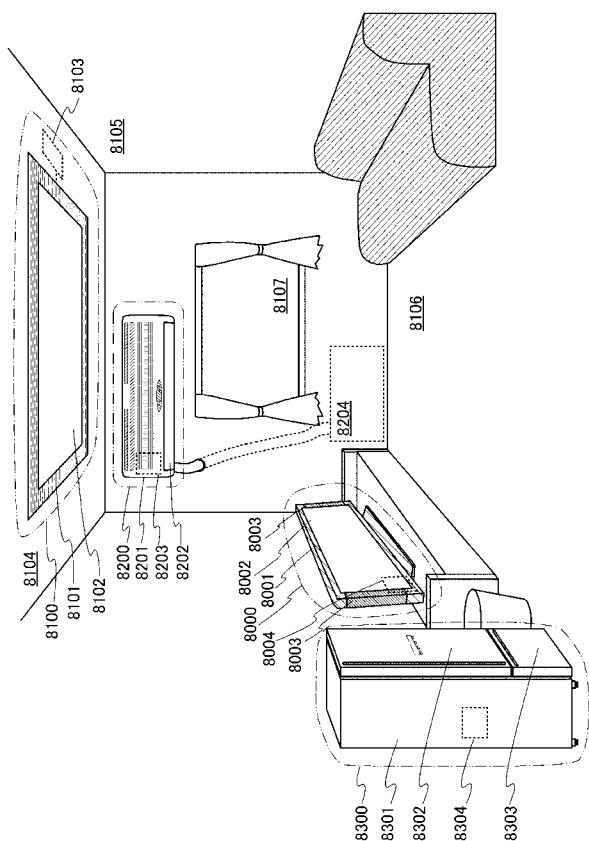
【図 11】



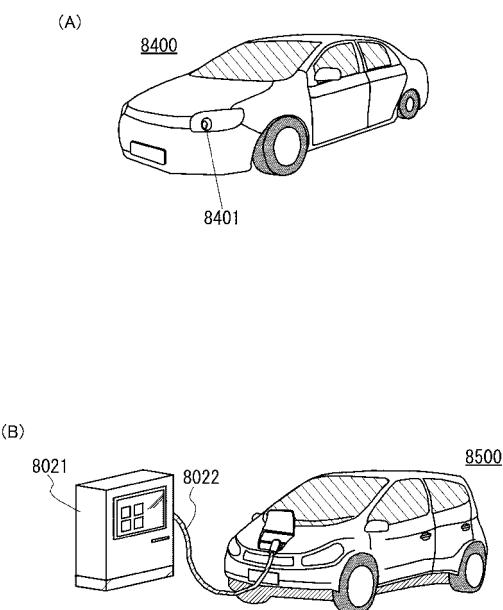
【図 12】



【図 1 3】



【図 1 4】

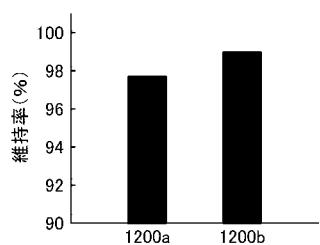


【図 1 7】

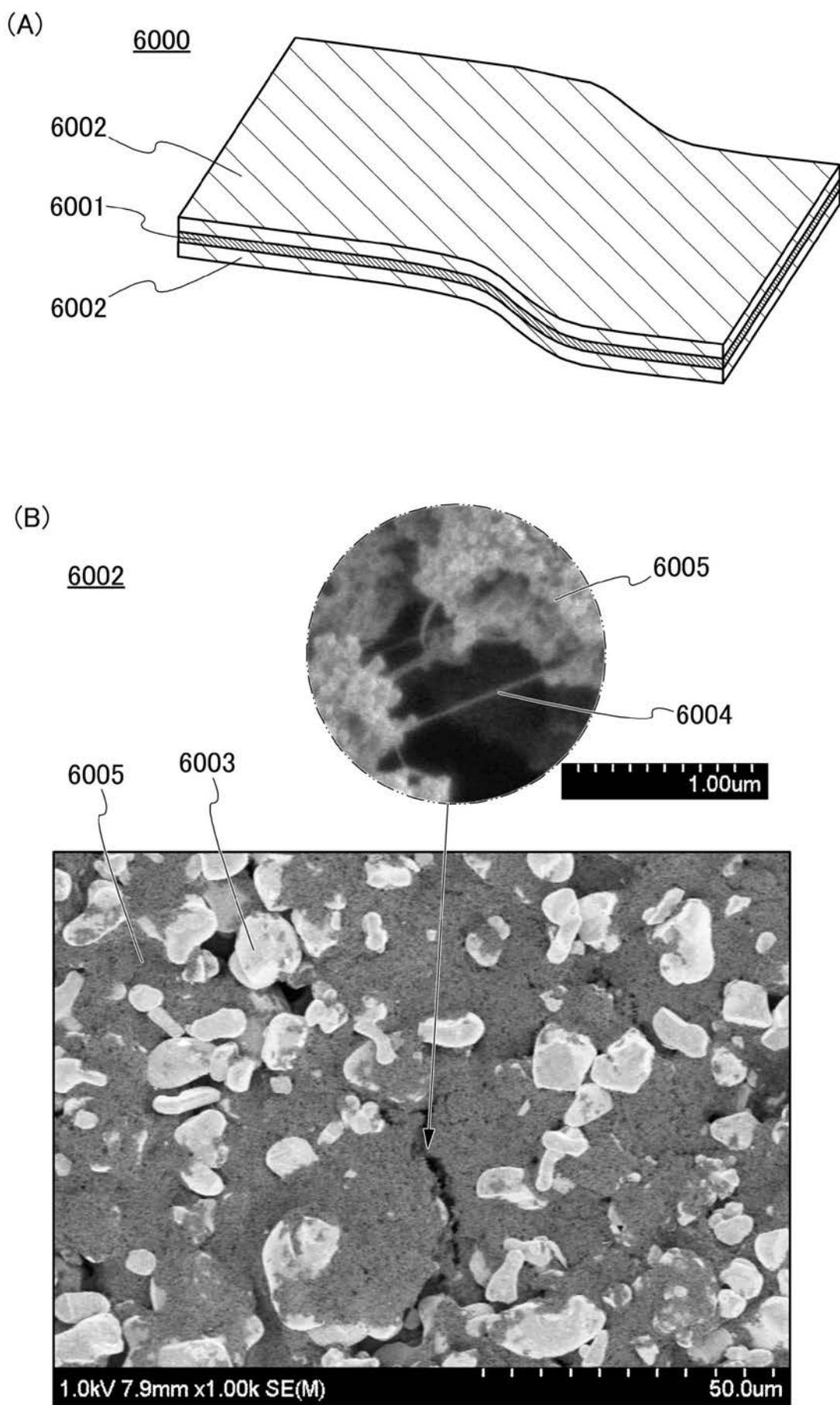
(A)

	試験前 (mAh/g)	試験後 (mAh/g)	維持率 (%)
1200a	142.6	139.3	97.7
1200b	148.7	147.2	99.0

(B)

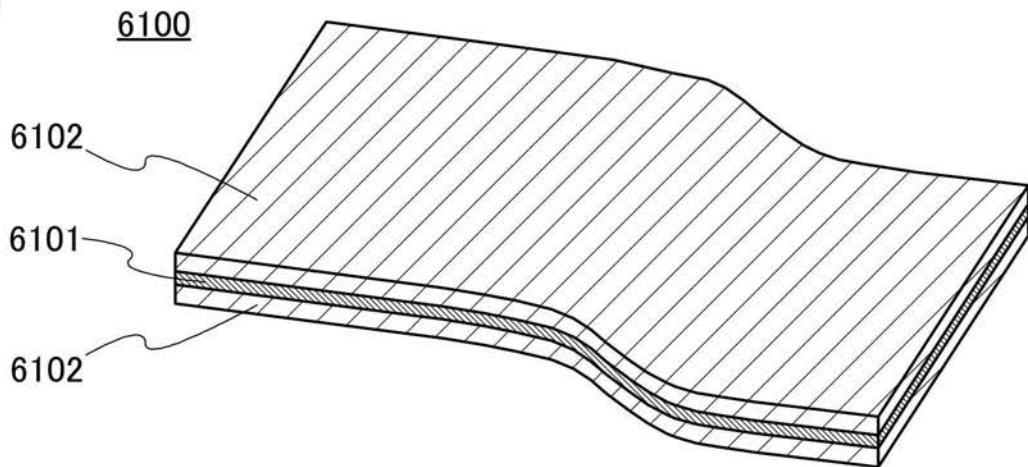


【図1】

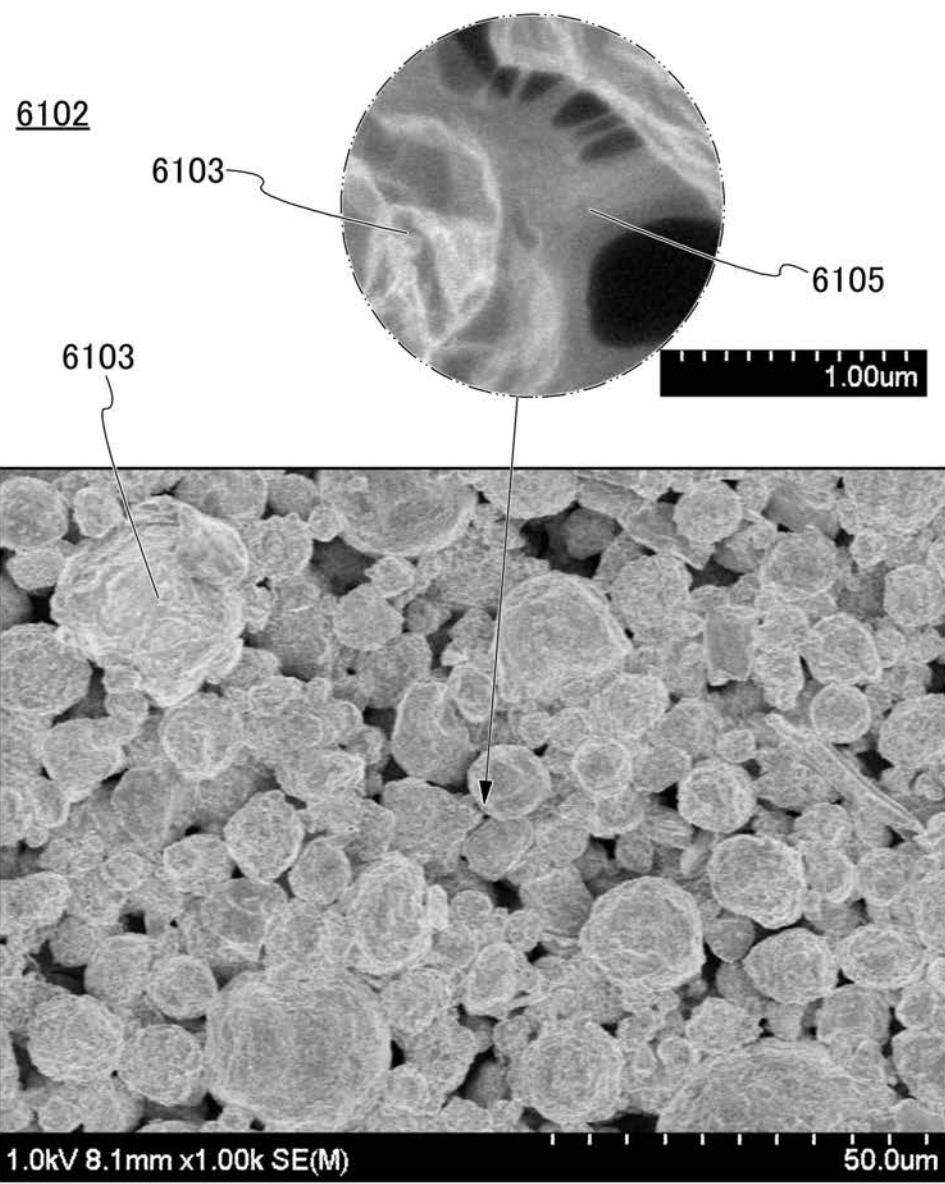


【図2】

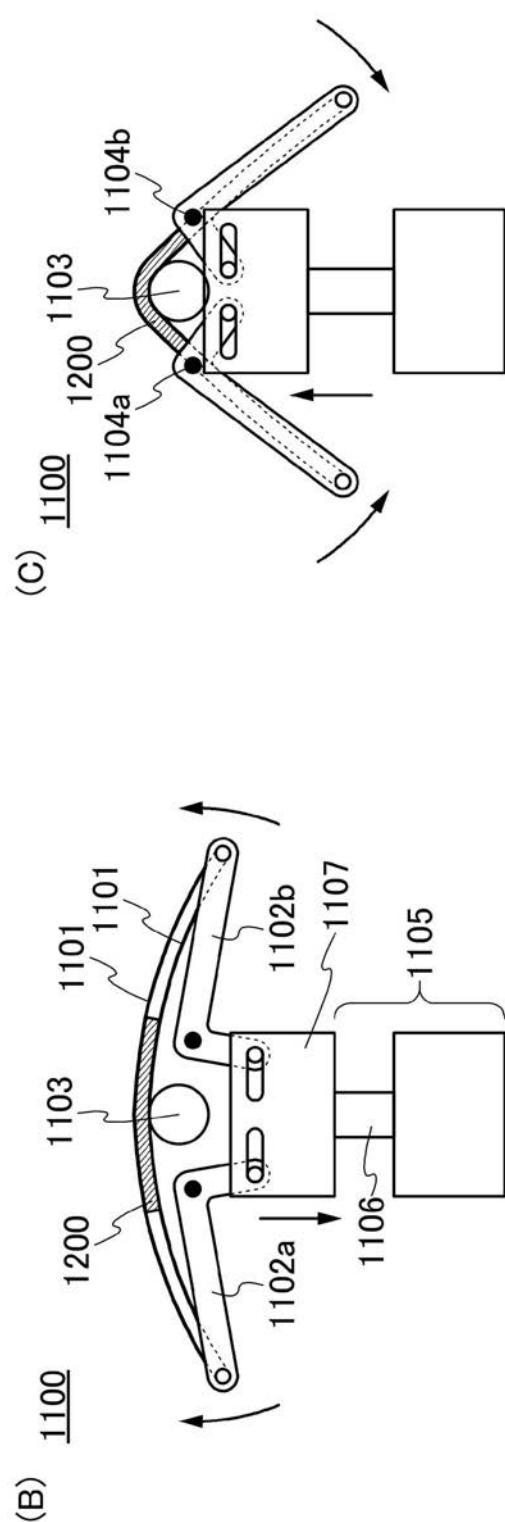
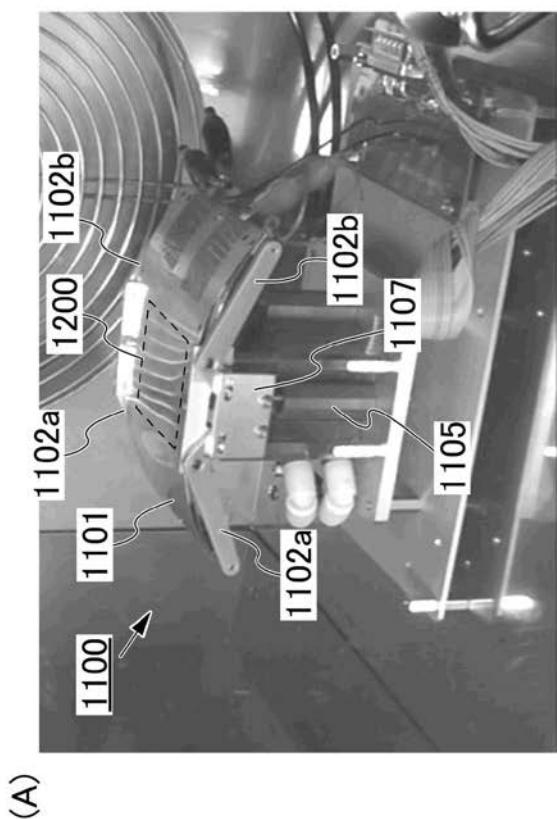
(A)



(B)

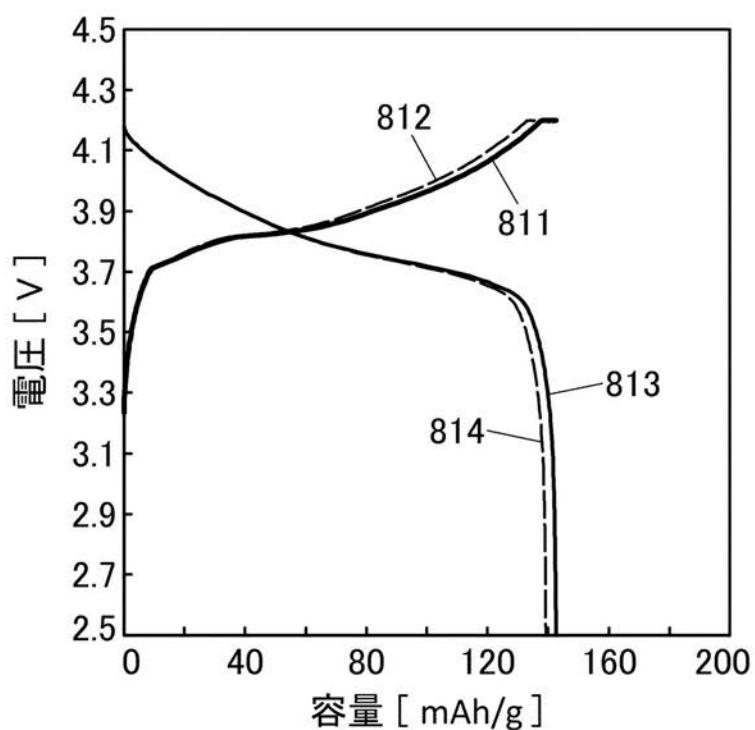


【図 15】

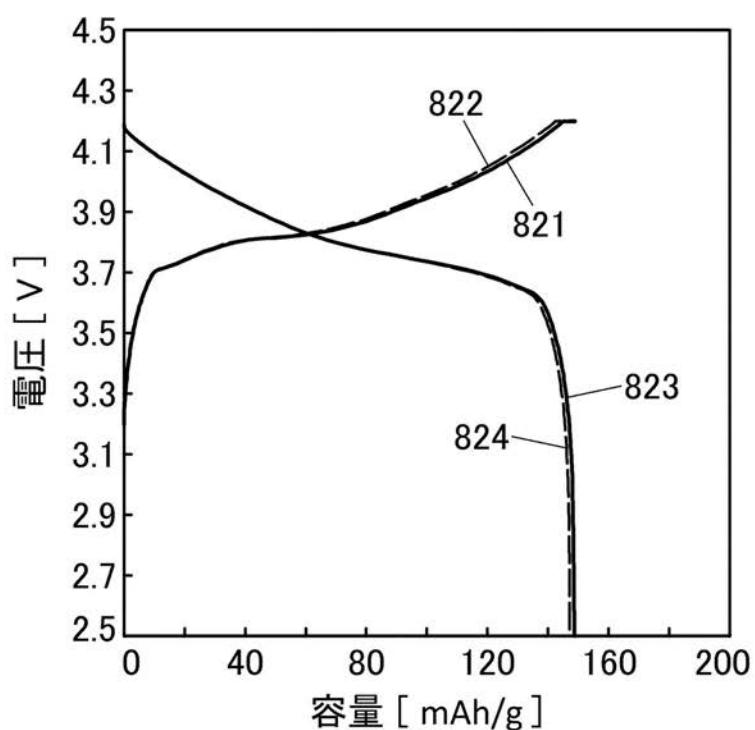


【図16】

(A)



(B)



フロントページの続き

F ターム(参考) 5E078 AA01 AA10 AA15 AB06 AB12 BA04 BA17 BA26 BA44 BA53
BA71 BB33 DA02 DA06 FA02 FA12 FA13 HA02 HA13
5H028 AA05 EE06 HH01
5H050 AA02 AA14 BA15 CA01 CA02 CA07 CA08 CA09 CA10 CA11
CA26 CB01 CB02 CB03 CB04 CB05 CB07 CB08 CB09 CB11
CB12 DA11 EA10 EA24 FA02 FA05 HA01