

(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2017-120729
(P2017-120729A)

(43) 公開日 平成29年7月6日(2017.7.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1M 10/0587 (2010.01)	HO 1M 10/0587	5H011
HO 1M 2/02 (2006.01)	HO 1M 2/02 A	5H028
HO 1M 10/04 (2006.01)	HO 1M 10/04 W	5H029
HO 1M 4/13 (2010.01)	HO 1M 4/13	5H050
HO 1M 4/02 (2006.01)	HO 1M 4/02 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2015-257036 (P2015-257036)
(22) 出願日 平成27年12月28日 (2015.12.28)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 100117606
弁理士 安部 誠
(74) 代理人 100136423
弁理士 大井 道子
(74) 代理人 100142239
弁理士 福富 俊輔
(72) 発明者 高畑 浩二
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
Fターム(参考) 5H011 AA13 CC06
5H028 AA05 CC13 EE01 HH00

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二次電池

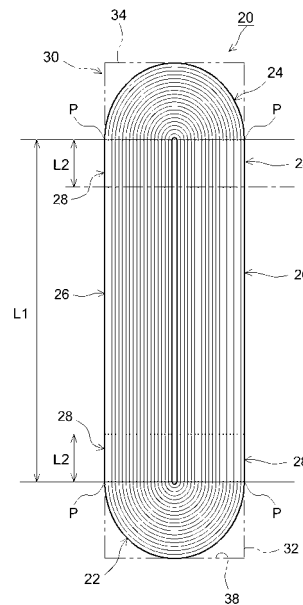
(57) 【要約】

【課題】電荷担体の析出が抑制された二次電池を提供すること。

【解決手段】

本発明に係る二次電池が備える扁平捲回電極体 20 は、捲回軸方向に直交する一方向において、両端の2つのR部 22, 24 と、2つのR部 22, 24 に挟まれた平面部 26 とを備えている。平面部 26 は、該平面部 26 とR部 22, 24 との境界Pを起点として該境界Pから平面部 26 側に向かって平面部 26 の全長L1の少なくとも3%までの部分であって、かつ、該境界Pから平面部 26 側に向かって平面部 26 の全長L1の多くとも17.8%までに当たる部分に低目付領域 28 を有している。低目付領域 28 以外の平面部 26 における正極活物質層の目付量を100%とした場合に、低目付領域 28 における正極活物質層の目付量が、90.9%以下である

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

長尺な正極集電体上に正極活物質層を備える正極シートと、長尺な負極集電体上に負極活物質層を備える負極シートと、前記正極シートと前記負極シートとの間に介在するセパレータとを重ね合わせて扁平状に捲回した扁平捲回電極体と、

前記扁平捲回電極体を収容した角型の電池ケースと

を備え、

前記扁平捲回電極体の捲回軸方向に直交する一方向において、

前記扁平捲回電極体は、両端の2つのR部と、該2つのR部に挟まれた平面部とを備えており、

前記平面部は、該平面部と前記R部との境界を起点として該境界から前記平面部側に向かって前記平面部の全長の少なくとも3%までの部分であって、かつ、該境界から前記平面部側に向かって前記平面部の全長の多くとも17.8%までに当たる部分に低目付領域を有しており、

前記低目付領域以外の前記平面部における正極活物質層の目付量を100%とした場合に、前記低目付領域における正極活物質層の目付量が、90.9%以下である、二次電池。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、二次電池に関し、詳しくは正極シートと負極シートとがセパレータを介して扁平形状に捲回された捲回電極体を備えた二次電池に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、リチウムイオン二次電池、ニッケル水素電池等の二次電池は、車両搭載用電源、あるいはパソコンおよび携帯端末の電源として好ましく用いられている。特に、リチウムイオン二次電池（例えば特許文献1）は、軽量で高エネルギー密度が得られることから、車両搭載用の高出力電源あるいは電力貯蔵システムの電源等として好ましく用いられている。この種の二次電池について、長尺な正極集電体上に正極活物質層を備える正極シートと、長尺な負極集電体上に負極活物質層を備える負極シートとを、セパレータを介在させて重ねて、捲回した捲回電極体を、さらに扁平に押し曲げて、角型の電池ケースに収容する形態の電池が提案されている。かかる扁平捲回電極体は、捲回軸に直交する一方向において、両端のR部（扁平捲回電極体の曲率部分（外形が湾曲した部分））と該2つのR部に挟まれた平面部（扁平捲回電極体の扁平部分（外形が平坦な部分））とから構成されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2005-174653号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記扁平形状の捲回電極体を備えた二次電池について、本発明者は、捲回電極体のR部と平面部との境目の平面部側において、電荷担体（リチウムイオン二次電池ではリチウムイオン）が析出する事象を見出した。本発明は上記課題を解決するものである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明に係る二次電池は、長尺な正極集電体上に正極活物質層を備える正極シートと、長尺な負極集電体上に負極活物質層を備える負極シートと、前記正極シートと前記負極シ

50

ートとの間に介在するセパレータとを重ね合わせて扁平状に捲回した扁平捲回電極体と、前記扁平捲回電極体を収容した角型の電池ケースとを備える。前記扁平捲回電極体の捲回軸方向に直交する一方向において、前記扁平捲回電極体は、両端の2つのR部と、該2つのR部に挟まれた平面部とを備えている。また、前記平面部は、該平面部と前記R部との境界を起点として該境界から前記平面部側に向かって前記平面部の全長の少なくとも3%までの部分であって、かつ、該境界から前記平面部側に向かって前記平面部の全長の多くとも17.8%までに当たる部分に低目付領域を有している。そして、前記低目付領域以外の前記平面部における正極活物質層の目付量を100%とした場合に、前記低目付領域における正極活物質層の目付量が、90.9%以下である。かかる構成によると、R部と平面部との境目の平面部側において電荷担体が析出する事象が抑制され得る。

10

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】一実施形態に係る非水電解液二次電池の構造の一例を示す図である。

【図2】捲回電極体を模式的に示す図である。

【図3】図2のIII-III断面図である。

【図4】捲回電極体を説明するための模式図である。

【図5】捲回電極体の最外周の一部を拡大した要部拡大模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下、本発明の一実施形態に係る非水電解液二次電池を図面に基づいて説明する。ここでは、リチウムイオン二次電池を例に挙げて二次電池を説明する。なお、同じ作用を奏する部材、部位には適宜に同じ符号を付している。また、各図面は、模式的に描いており、必ずしも実物を反映しない。また、各図面は、一例を示すのみであり、各図面は、特に言及されない限りにおいて本発明を限定しない。

20

【0008】

本明細書において「二次電池」とは、繰り返し充電可能な電池一般をいい、リチウムイオン二次電池、ニッケル水素電池などのいわゆる蓄電池を包含する。また、本明細書において「リチウムイオン二次電池」とは、電荷担体としてリチウムイオンを利用し、正負極間におけるリチウムイオンに伴う電荷の移動により充放電が実現される二次電池をいう。

【0009】

図1は、本発明の一実施形態に係るリチウムイオン二次電池100を示している。このリチウムイオン二次電池100は、図1に示すように、捲回電極体20と電池ケース30とを備えている。図2は、捲回電極体20を示す図である。図3は、図2中のIII-III断面を示している。本発明の一実施形態に係るリチウムイオン二次電池100は、図1および図2に示すように、扁平形状の扁平捲回電極体20が、図示しない液状の非水電解質（すなわち非水電解液）とともに、扁平な角形の電池ケース（即ち外装容器）30に収容されている。

30

【0010】

電池ケース30は、一端（電池の通常の使用状態における上端部に相当する。）に開口部を有する箱形（すなわち有底直方体状）のケース本体32と、その開口部に取り付けられて該開口部を塞ぐ矩形状プレート部材からなる蓋体（封口板）34とから構成される。電池ケース30の材質は、例えばアルミニウムが例示される。図1に示すように、蓋体34には外部接続用の正極端子42および負極端子44が形成されている。蓋体34の両端子42、44の間には、電池ケース30の内圧が所定レベル以上に上昇した場合に該内圧を開放するように構成された薄肉の安全弁36が形成されている。

40

【0011】

捲回電極体20は、長尺なシート状正極（正極シート50）と、該正極シート50と同様の長尺シート状負極（負極シート60）とを計二枚の長尺シート状セパレータ（セパレータ70、72）とを備えている。

【0012】

50

< 正極 >

正極シート 50 は、帯状の正極集電体 52 と正極活物質層 54 とを備えている。正極集電体 52 には、例えば、厚さが凡そ $15 \mu\text{m}$ の帯状のアルミニウム箔が用いられている。正極集電体 52 の幅方向片側の縁部に沿って未塗工部 52a が設定されている。図示例では、正極活物質層 54 は、正極集電体 52 に設定された未塗工部 52a を除いて、正極集電体 52 の両面に保持されている。正極活物質層 54 は、正極活物質を含んでいる。

【 0013 】

< 正極活物質 >

正極活物質としては、リチウムイオン二次電池の正極活物質として使用し得ることが知られている各種の材料を特に限定なく使用することができる。例えば、リチウム (Li) と少なくとも 1 種の遷移金属元素とを構成金属元素として含む層状構造やスピネル構造などのリチウム遷移金属化合物などを用いることができる。具体例としては、 LiNiO_2 、 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 等が挙げられる。

10

【 0014 】

正極活物質層 54 は、正極活物質の他に、必要に応じて導電材、バインダ (結着材) などの添加材を含有し得る。導電材としては、カーボン粉末やカーボンファイバーなどの導電性粉末材料が好ましく用いられる。カーボン粉末としては、種々のカーボンブラック、例えばアセチレンブラックが好ましい。

【 0015 】

バインダとしては、各種のポリマー材料が挙げられる。例えば、水系の組成物 (分散媒が水または水を主成分とする混合溶媒である組成物) を用いて正極活物質層を形成する場合には、水溶性または水分散性のポリマー材料を用いることができる。水溶性または水分散性のポリマー材料としては、カルボキシメチルセルロース (CMC) などのセルロース系ポリマー; ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) などのフッ素系樹脂; スチレンブタジエンゴム (SBR) などのゴム類; が例示される。あるいは、溶剤系の組成物 (分散媒が主として有機溶媒である組成物) を用いて正極活物質層を形成する場合には、ポリフッ化ビニリデン (PVdF) などのハロゲン化ビニル樹脂; ポリエチレンオキサイド (PEO) などのポリアルキレンオキサイド; などのポリマー材料を用いることができる。このようなバインダは、1 種を単独でまたは 2 種以上を組み合わせて用いることができる。

20

30

【 0016 】

< 負極 >

負極シート 60 は、図 2 に示すように、帯状の負極集電体 62 と負極活物質層 64 とを備えている。負極集電体 62 には、例えば、厚さが凡そ $10 \mu\text{m}$ の帯状の銅箔が用いられている。負極集電体 62 の幅方向片側には、縁部に沿って未塗工部 62a が設定されている。負極活物質層 64 は、負極集電体 62 に設定された未塗工部 62a を除いて、負極集電体 62 の両面に保持されている。負極活物質層 64 は、負極活物質を含んでいる。

【 0017 】

< 負極活物質 >

負極活物質としては、従来からリチウムイオン二次電池に用いられる物質の一種または二種以上を特に限定なく使用することができる。負極活物質の一例として、グラファイト (黒鉛)、ハードカーボン (難黒鉛化炭素)、ソフトカーボン (易黒鉛化炭素) などの炭素材料; 酸化ケイ素、酸化チタン、酸化バナジウム、リチウムチタン複合酸化物 (Lithium Titanium Composite Oxide: LTO)、などの金属酸化物材料; 窒化リチウム、リチウムコバルト複合窒化物、リチウムニッケル複合窒化物などの金属窒化物材料; などが挙げられる。なかでも黒鉛系の炭素材料を好適に採用し得る。

40

【 0018 】

負極活物質層 64 は、負極活物質の他に、必要に応じてバインダ (結着材)、増粘剤な

50

どの添加材を含有し得る。負極活物質層 6 4 に用いられるバインダおよび増粘剤としては、正極活物質層 5 4 について説明したバインダと同様のものを用いることができる。

【0019】

<セパレータ>

セパレータ 7 0、7 2 は、正極シート 5 0 と負極シート 6 0 とを隔てる部材である。この例では、セパレータ 7 0、7 2 は、微小な孔を複数有する所定幅の帯状の基材を含む。該基材には、例えば、多孔質ポリオレフィン系樹脂で構成された単層構造（例えばポリエチレンの単層構造）のシート基材、或いは積層構造（例えばポリプロピレンとポリエチレンとポリプロピレンの 3 層構造）のシート基材を用いることができる。図 2 および図 3 に示すように、負極活物質層 6 4 の幅 b_1 は、正極活物質層 5 4 の幅 a_1 よりも広い。また、セパレータ 7 0、7 2 の幅 c_1 、 c_2 は、負極活物質層 6 4 の幅 b_1 よりも広い（ c_1 、 $c_2 > b_1 > a_1$ ）。

10

【0020】

扁平捲回電極体 2 0 は、扁平捲回電極体 2 0 は、正極活物質層 5 4 と負極活物質層 6 4 との間にセパレータ 7 0、7 2 を介在させつつ、正極シート 5 0 と負極シート 6 0 とを重ね、かつ、扁平状に捲回した電極体である。この実施形態では、正極シート 5 0 と負極シート 6 0 とセパレータ 7 2 は、長手方向を揃えて、正極シート 5 0、セパレータ 7 0、負極シート 6 0、セパレータ 7 2 の順で重ねられている。また、正極集電体 5 2 と負極集電体 6 2 とは、集電性を高める目的で、互いの未塗工部 5 2 a、6 2 a が扁平捲回電極体 2 0 の幅方向で反対側に突出するように、重ねられている。重ねられた各シート材（正極シート 5 0、負極シート 6 0、セパレータ 7 0、7 2）は、幅方向に設定された捲回軸周りに捲回されている。

20

【0021】

非水電解液は、典型的には常温（例えば 25）において液状を呈し、好ましくは使用温度域内（例えば -20 ~ 60）において常に液状を呈する。非水電解液としては、非水溶媒中に支持塩（例えばリチウム塩）を溶解または分散させたものを好適に採用し得る。支持塩としては、一般的な非水電解液二次電池と同様のものを適宜選択して採用し得る。例えば、 $LiPF_6$ 、 $LiBF_4$ 、 $LiClO_4$ 、 $LiAsF_6$ 、 $Li(CF_3SO_2)_2N$ 、 $LiCF_3SO_3$ などのリチウム塩を用いることができる。なかでも $LiPF_6$ を好適に採用し得る。上記支持塩の濃度は、 $0.7 mol/L \sim 1.3 mol/L$ の範囲内となるよう調製することが好ましい。

30

【0022】

非水溶媒としては、一般的な非水電解液二次電池に用いられる各種のカーボネート類、エーテル類、エステル類、ニトリル類、スルホン類、ラクトン類などの有機溶媒を特に限定なく用いることができる。具体例として、エチレンカーボネート（EC）、プロピレンカーボネート（PC）、ジエチルカーボネート（DEC）、ジメチルカーボネート（DMC）、エチルメチルカーボネート（EMC）などが挙げられる。

【0023】

以下、図 4 および図 5 を加えて、扁平捲回電極体 2 0 の構成についてさらに詳述する。図 4 は、捲回電極体を捲回軸方向から見た模式図である。図 5 は、扁平捲回電極体 2 0 の最外周の一部を拡大した要部拡大模式図である。

40

【0024】

扁平捲回電極体 2 0 は、図 4、図 5 に示すように（すなわち捲回軸に直交する断面からみてよく判るように）、捲回軸方向に直交する一方向において、両端の 2 つの R 部 2 2、2 4 と、該 2 つの R 部 2 2、2 4 に挟まれた平面部 2 6 とを備えている。この実施形態では、扁平捲回電極体 2 0 は、電池ケース 3 0 の底面（下面）3 8 に面する下 R 部 2 2 と、電池ケース 3 0 の蓋体（上面）3 4 に面する上 R 部 2 4 と、該上 R 部 2 2 と該下 R 部 2 4 とに挟まれた 2 つの平面部 2 6 と、から構成されている。下 R 部 2 2 および上 R 部 2 4 は、扁平捲回電極体 2 0 の曲率部分（外形が湾曲した部分）に相当する。また、2 つの平面部 2 6 は、扁平捲回電極体 2 0 の扁平部分（外形が平坦な部分）に相当する。この例で

50

は、2つの平面部26は電池ケース30の幅広い側面に対向して配置されている。

【0025】

ここで、本発明者は、上記扁平捲回電極体20を備えた二次電池について、扁平捲回電極体20のR部22、24と平面部26との境目の平面部26側において、リチウムが析出する事象を見出した。扁平捲回電極体20のR部22、24と平面部26との境目でリチウムが析出する要因について、本発明者は、以下のように推察している。

【0026】

すなわち、扁平捲回電極体20のR部22、24と平面部26との境目（特に境目の平面部26側）の負極活物質層においては、充電時に平面部26およびR部22、24の双方からの電流が集中し、該双方の正極活物質層からリチウムイオンが入ってくる。そのため、リチウムイオンが負極活物質内に直ぐには入りきらず、負極上で析出しやすくなると考えられる。この問題に対処すべく、例えばR部22、24の活物質をすべて無くすことが考えられるが、R部22、24の活物質を無くすと、その分、電池容量が低下する要因になり得る。

【0027】

本発明者は、平面部26とR部22、24との境目の平面部26側でリチウムが析出する原因の一つをこのように考えている。本発明者は、リチウムイオン二次電池100の性能を高く維持するため、このようなリチウムの析出は出来る限り少なくするべきと考えている。このため、リチウムイオン二次電池100について、平面部26とR部22、24との境目でリチウムが析出しにくい新規な構造を提案する。

【0028】

すなわち、ここで提案されるリチウムイオン二次電池100は、図1～5に示すように、長尺な正極集電体52上に正極活物質層54を備える正極シート50と、長尺な負極集電体62上に負極活物質層64を備える負極シート60と、正極シート50と負極シート60との間に介在するセパレータ70、72とを重ね合わせて扁平状に捲回した扁平捲回電極体20と、扁平捲回電極体20を収容した角型の電池ケース30とを備えている。扁平捲回電極体20は、正極集電体52および負極集電体62の幅方向に設定された捲回軸廻りに捲回された扁平捲回電極体20である。捲回軸に直交する一方向において、扁平捲回電極体20は、両端の2つのR部22、24（半円形状のR部）と、該2つのR部22、24に挟まれた平面部26とを備えている。

【0029】

平面部26は、前記捲回軸に直交する一方向において、該平面部26とR部22、24との境界Pを起点として該境界Pから平面部26側に向かって平面部26の全長L1の少なくとも3%までの部分であって、かつ、該境界Pから平面部26側に向かって平面部26の全長L1の多くとも17.8%までに当たる部分に低目付領域28を有している。そして、低目付領域28以外の平面部26における正極活物質層54の目付量を100%とした場合に、低目付領域28における正極活物質層54の目付量が、0%以上90.9%以下である。かかる構成によれば、電池容量を高く保ちつつ、R部22、24と平面部26との境目の平面部26側に位置する低目付領域28においてリチウムが析出する事象を抑制し得る。

【0030】

低目付領域28は、前記捲回軸に直交する一方向において、平面部26とR部22、24との境界Pを起点として該境界Pから平面部26側に向かって平面部26の全長L1の少なくとも3%までの部分として規定される。すなわち、平面部26の全長L1に対する低目付領域28の長さL2の比率（ $L2 / L1$ ） $\times 100$ ）が3%以上である。低目付領域28の長さL2の比率は、例えば8%以上、典型的には12%以上である。このような低目付領域28の長さL2の比率の値であると、リチウムの析出を効果的に抑制し得る。また、低目付領域28は、平面部26とR部22、24との境界Pを起点として該境界Pから平面部26側に向かって平面部26の全長L1の多くとも17.8%までの部分として規定される。すなわち、平面部26の全長L1に対する低目付領域28の長さL2の

10

20

30

40

50

比率 ($L2 / L1$) $\times 100$) が 17.8% 以下である。低目付領域 28 の長さ $L2$ の比率は、例えば 16% 以下、典型的には 14% 以下である。このような低目付領域 28 の長さ $L2$ の比率の値であると、該低目付領域 28 を設けたことによるデメリット (例えば電池容量の低下) を抑えつつ、R 部 22、24 と平面部 26 との境目の平面部 26 側におけるリチウムの析出を効果的に抑制し得る。

【0031】

低目付領域 28 における正極活物質層 54 の目付量 (すなわち正極活物質層 54 の単位面積当たりの質量) は、該低目付領域 28 以外の平面部 26 における正極活物質層 54 の目付量を 100% とした場合に、概ね 90.9% 以下である。このような低目付領域 28 における正極活物質層 54 の目付量の範囲であると、R 部 22、24 と平面部 26 との境目の平面部 26 側におけるリチウムの析出を効果的に抑制し得る。上記低目付領域 28 における正極活物質層 54 の目付量は、例えば 80% 以下、典型的には 70% 以下、例えば 60% 以下であってもよい。このような低目付領域 28 における正極活物質層 54 の目付量の値であると、R 部 22、24 と平面部 26 との境目の平面部 26 側におけるリチウムの析出を効果的に抑制し得る。また、低目付領域 28 における正極活物質層 54 の目付量は、該低目付領域 28 以外の平面部 26 における正極活物質層 54 の目付量を 100% とした場合に、概ね 0% 以上である。上記低目付領域 28 における正極活物質層 54 の目付量は、例えば、20% 以上、典型的には 30% 以上、例えば 50% 以上であってもよい。このような低目付領域 28 における正極活物質層 54 の目付量の値であると、該低目付領域 28 を設けたことによるデメリット (例えば電池容量の低下) を抑えつつ、R 部 22、24 と平面部 26 との境目の平面部 26 側におけるリチウムの析出を効果的に抑制し得る。ここで開示される技術は、例えば低目付領域 28 における正極活物質層 54 の上記目付量が、0% ~ 80% (例えば 0 ~ 50%) である態様で好ましく実施され得る。

【0032】

試験例 1

本発明者は、上記扁平捲回電極体 20 の作用効果を評価するべく以下の試験を行った。

【0033】

正極シート 50 は、正極活物質層 54 に含まれる正極活物質としてリチウムニッケルマンガンコバルト複合酸化物 ($LiNi_{1/3}Mn_{1/3}Co_{1/3}O_2$) 粉末が用いられている。導電材にアセチレンブラック (AB)、バインダとして P V D F を用いた。ここで、正極活物質層 54 を形成する際の合剤には、正極活物質と、AB と、P V D F を、質量割合にて、正極活物質 : AB : P V D F = 91 : 6 : 3 とし、NMP を分散溶媒として混合したペーストを用意した。そして、かかるペーストを、正極集電体 52 としてのアルミニウム箔の上に帯状に塗布し、乾燥させ、ロールプレスによる圧延を行なって、正極シート 50 を形成した。

【0034】

負極シート 60 は、負極活物質層 64 に含まれる負極活物質として天然黒鉛粉末が用いられている。バインダとして S B R、増粘剤として C M C を用いた。ここで、負極活物質層 64 を形成する際の合剤には、負極活物質と、P V D F と、C M C を、質量割合にて、負極活物質 : S B R : C M C = 98 : 1 : 1 とし、水を分散溶媒として混合したペーストを用意した。そして、かかるペーストを、負極集電体 62 としての銅箔の両面に帯状に塗布し、乾燥させ、ロールプレスによる圧延を行なって、負極シート 60 を形成した。

【0035】

上記正極シート 50 および負極シート 60 を 2 枚のセパレータ 70、72 を介して捲回することによって捲回体を作製し、この捲回体を横方向から押し潰すことによって扁平形状の扁平捲回電極体 20 を作製した。このようにして得られた扁平捲回電極体 20 を非水電解液とともに角型の電池ケース 30 に収容し、電池ケース 30 の開口部を気密に封口した。ここでは、セパレータ 70、72 には、ポリプロピレン (PP) とポリエチレン (PE) とポリプロピレン (PP) の 3 層構造からなる多孔質膜を使用した。また、エチレンカーボネートとジメチルカーボネートとエチルメチルカーボネートとを体積比率において

、 3 : 4 : 3 で配合し、 LiPF_6 を 1 mol 溶解させた電解液を使用した。

【 0 0 3 6 】

上記試験に用いられる扁平捲回電極体 2 0 は、図 4 および図 5 に示すように、正極集電体 5 2 および負極集電体 6 2 の幅方向に設定された捲回軸廻りに捲回された扁平捲回電極体 2 0 である。扁平捲回電極体 2 0 は、捲回軸に直交する一方向において、両端の 2 つの R 部 2 2、2 4 と、該 2 つの R 部 2 2、2 4 に挟まれた平面部 2 6 とを備えている。平面部 2 6 は、該平面部 2 6 と R 部 2 2、2 4 との境界 P を起点として該境界 P から平面部 2 6 側に向かって平面部 2 6 の全長 L 1 の所定範囲に低目付領域 2 8 を有している。本例では、平面部 2 6 の全長 L 1 に対する低目付領域 2 8 の長さ L 2 の長さ比率 ($L 2 / L 1$) $\times 1 0 0$) が 2 . 5 % ~ 6 3 . 7 % の範囲内でそれぞれ異なるサンプルを作製した。また、低目付領域 2 8 には、正極活物質層 5 4 を形成しなかった。すなわち、低目付領域 2 8 以外の平面部 2 6 における正極活物質層 5 4 の目付量 (1 0 0 %) に対する、低目付領域 2 8 における正極活物質層 5 4 の目付量の目付比率は、0 % で一定とした。

10

【 0 0 3 7 】

< リチウム析出試験 >

以上のように得られた各サンプルの電池のそれぞれに対し、ハイレート充放電を繰り返す充放電パターンを付与し、充放電サイクル試験を行った。具体的には、電池を SOC 5 0 % に調整した後、- 1 0 環境下において、2 0 C の定電流充電によって 1 0 秒間の充電を行い、1 0 分間休止した後、2 0 C の定電流放電によって 1 0 秒間の放電を行い、1 0 分間休止する充放電サイクルを 1 0 0 0 回連続して繰り返した。そして、充放電サイクル後の電池および扁平捲回電極体を解体し、平面部と R 部との境目におけるリチウムの析出の有無を目視で確認した。結果を表 1 に示す。

20

【 0 0 3 8 】

【表 1】

表 1

長さ比率(%) ($L2/L1$) $\times 100$	析出判定
2.5	×
3	○
5.1	○
7.6	○
12.7	○
17.8	○
25.5	×
38.2	×
50.9	×
63.7	×

30

【 0 0 3 9 】

表 1 に示すように、平面部 2 6 の全長 L 1 に対する低目付領域 2 8 の長さ L 2 の長さ比率を 3 % ~ 1 7 . 8 % したサンプルは、充放電サイクル後においても平面部と R 部との境目でリチウムの析出は認められず、リチウムの析出が抑制されていた。この結果から、平面部 2 6 の全長 L 1 に対する低目付領域 2 8 の長さ L 2 の長さ比率は 3 % ~ 1 7 . 8 % にすることが適当である。

40

【 0 0 4 0 】

試験例 2

本例では、平面部 2 6 の全長 L 1 に対する低目付領域 2 8 の長さ L 2 の長さ比率が 3 % ~ 1 5 % の範囲内でそれぞれ異なるサンプルを作製した。また、低目付領域 2 8 以外の平面部 2 6 における正極活物質層 5 4 の目付量 (1 0 0 %) に対する、低目付領域 2 8 における正極活物質層 5 4 の目付量の目付比率が 0 % ~ 1 0 0 % の範囲内でそれぞれ異なるサ

50

ンプルを作製した。そして、試験例 1 と同じ手順でリチウム析出試験を実施し、平面部と R 部との境目におけるリチウムの析出の有無を目視で確認した。結果を表 2 に示す。

【 0 0 4 1 】

【表 2】

表2

目付比率(%)	析出判定
100	×
96.4	×
90.9	○
75.5	○
59.1	○
38.2	○
0	○

10

【 0 0 4 2 】

表 2 に示すように、低目付領域 2 8 以外の平面部 2 6 における正極活物質層 5 4 の目付量に対する、低目付領域 2 8 における正極活物質層 5 4 の目付量の目付比率を 9 0 . 9 % 以下としたサンプルは、充放電サイクル後においても平面部と R 部との境目でリチウムの析出は認められず、リチウムの析出が抑制されていた。この結果から、低目付領域 2 8 以外の平面部 2 6 における正極活物質層 5 4 の目付量に対する、低目付領域 2 8 における正極活物質層 5 4 の目付量の目付比率は 9 0 . 9 % 以下とすることが適当である。

20

【 0 0 4 3 】

以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示にすぎず、請求の範囲を限定するものではない。請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。

【符号の説明】

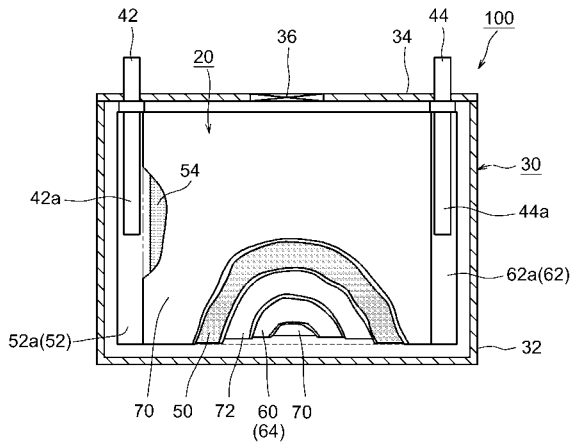
【 0 0 4 4 】

2 0 扁平捲回電極体
 2 2、2 4 R 部
 2 6 平面部
 2 8 低目付領域
 3 0 電池ケース
 3 2 ケース本体
 3 4 蓋体
 5 0 正極シート
 5 2 正極集電体
 5 4 正極活物質層
 6 0 負極シート
 6 2 負極集電体
 6 4 負極活物質層
 7 0、7 2 セパレータ
 1 0 0 リチウムイオン二次電池

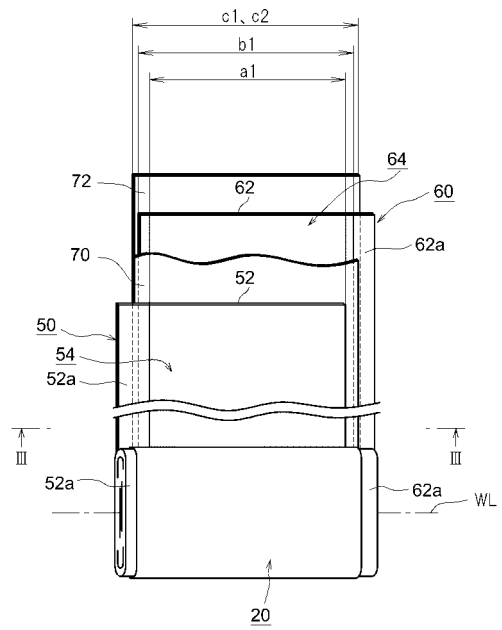
30

40

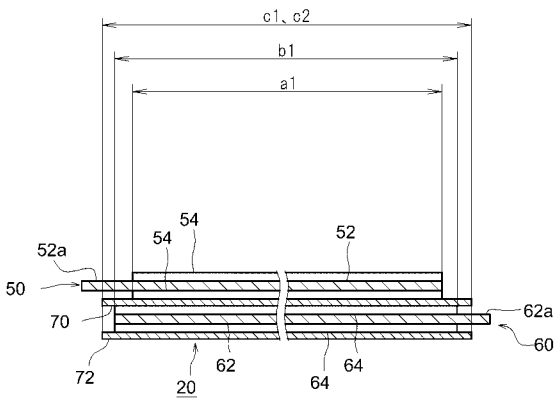
【 図 1 】



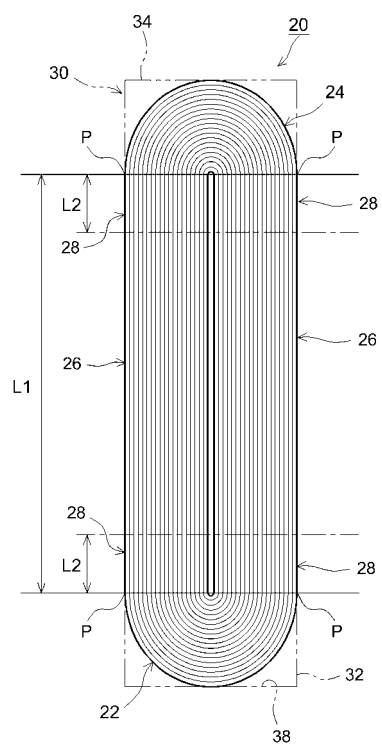
【 図 2 】



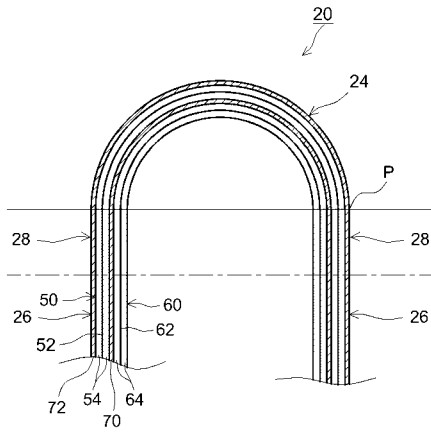
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H029 AJ12 AK03 AL01 AL02 AL03 AL06 AL07 AL08 AM02 AM03
AM05 AM07 BJ02 BJ14 DJ02 EJ01 HJ00 HJ12
5H050 AA15 BA11 BA17 CA08 CA09 CB01 CB02 CB03 CB07 CB08
CB09 DA02 EA10 EA23 EA24 EA28 FA08 HA00 HA12