

(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2016-119203
(P2016-119203A)

(43) 公開日 平成28年6月30日(2016.6.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 4/02 (2006.01)	HO 1 M 4/02 Z	5 H O 2 1
HO 1 M 4/04 (2006.01)	HO 1 M 4/04 Z	5 H O 2 9
HO 1 M 2/16 (2006.01)	HO 1 M 2/16 P	5 H O 5 0
HO 1 M 10/0587 (2010.01)	HO 1 M 10/0587	
HO 1 M 4/13 (2010.01)	HO 1 M 4/13	
審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 15 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 (22) 出願日	特願2014-257730 (P2014-257730) 平成26年12月19日 (2014.12.19)	(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 100103894 弁理士 冢入 健 (72) 発明者 梅原 将一 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) 5H021 AA06 BB12 CC03 CC04 EE04 EE30 HH10 5H029 AJ05 AJ12 AK03 AL07 AM02 BJ02 BJ12 BJ14 CJ02 CJ07 CJ18 CJ22 CJ28 DJ04 DJ07 DJ16 EJ12 HJ02 HJ12
		最終頁に続く

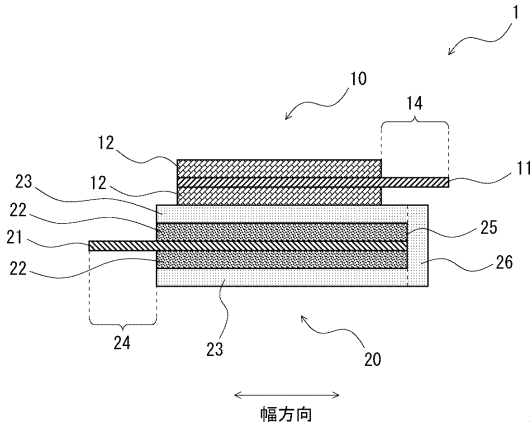
(54) 【発明の名称】 電極体および電極体の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 絶縁粒子を用いて絶縁層を形成した場合であっても、正極と負極との短絡を抑制することが可能な電極体を提供することである。

【解決手段】 本発明にかかる電極体1は、正極10と負極20とを備える。正極10は、正極集電体11と、当該正極集電体11上に配置された正極合剤層12と、を備える。負極20は、負極集電体21と、当該負極集電体21上に配置された負極合剤層22と、当該負極合剤層22上に配置された絶縁粒子を含む絶縁層23と、を備える。負極20の幅方向の端部25の側面には、端部25の側面を覆うように絶縁粒子を含む絶縁層26が形成されている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

正極集電体と、当該正極集電体上に配置された正極合剤層と、を備える正極と、
負極集電体と、当該負極集電体上に配置された負極合剤層と、当該負極合剤層上に配置された絶縁粒子を含む絶縁層と、を備える負極と、が積層された非水電解質二次電池用の電極体であって、

前記正極集電体は、当該正極集電体の幅方向の第 1 正極端部および反対側の第 2 正極端部を有し、前記第 1 正極端部側にのみ前記正極合剤層が配置されていない正極合剤層未形成部を有し、

前記負極集電体は、当該負極集電体の幅方向の第 1 負極端部および反対側の第 2 負極端部を有し、前記第 1 負極端部側にのみ前記負極合剤層が配置されていない負極合剤層未形成部を有し、

前記第 1 正極端部および前記第 1 負極端部は前記幅方向において互いに反対側になるように配置されており、

前記幅方向における前記正極合剤層の両端部は前記幅方向における前記負極合剤層の両端部よりも前記幅方向において内側に位置しており、

前記第 2 負極端部側面には、当該端部側面を覆うように前記絶縁粒子を含む絶縁層が形成されている、

電極体。

【請求項 2】

前記絶縁粒子は熱可塑性を備える樹脂粒子であり、

前記第 2 負極端部側面において前記絶縁粒子同士が熱溶着している、

請求項 1 に記載の電極体。

【請求項 3】

前記絶縁粒子はポリエチレン粒子である、請求項 2 に記載の電極体。

【請求項 4】

前記負極集電体上には、更に、前記負極合剤層の前記負極合剤層未形成部側の端部側面を覆うように前記絶縁粒子を含む絶縁層が形成されている、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の電極体。

【請求項 5】

前記電極体は、前記正極と前記負極とを互いに積層して捲回した捲回電極体である、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の電極体。

【請求項 6】

幅方向において第 1 正極端部および反対側の第 2 正極端部を有する帯状の正極集電体上に、前記第 1 正極端部側にのみ正極合剤層が配置されていない正極合剤層未形成部を有するように前記正極合剤層を塗工して正極を形成する工程と、

幅方向において第 1 負極端部および反対側の第 2 負極端部を有する帯状の負極集電体上に、前記第 1 負極端部側にのみ負極合剤層が配置されていない負極合剤層未形成部を有するように前記負極合剤層を塗工し、更に、前記負極合剤層上と前記第 2 負極端部側面とに絶縁粒子を塗工して負極を形成する工程と、

前記第 1 正極端部と前記第 1 負極端部とが前記幅方向において互いに反対側になるように、かつ前記正極合剤層の前記幅方向の両端部が前記負極合剤層の前記幅方向の両端部よりも前記幅方向において内側に位置するように、前記正極および前記負極を積層する工程と、を備える、

電極体の製造方法。

【請求項 7】

前記負極を形成する工程は、

前記絶縁粒子として熱可塑性を備える樹脂粒子を塗工し、当該樹脂粒子を塗工した後の負極を捲回する工程と、

前記捲回された負極の前記第 2 負極端部側面を前記樹脂粒子の融点以上で加熱して、前

10

20

30

40

50

記端部側面の樹脂粒子を熱溶着する工程と、を備える、
請求項 6 に記載の電極体の製造方法。

【請求項 8】

前記樹脂粒子を熱溶着する際、前記樹脂粒子の融点以上に加熱されている板状部材を、
前記捲回されている負極の前記第 2 負極端部側面に押し付ける、請求項 7 に記載の電極体
の製造方法。

【請求項 9】

前記負極を捲回する際、前記負極の厚さ方向において前記負極同士が互いに離間するよ
うにスペーサを設ける、請求項 7 または 8 に記載の電極体の製造方法。

【請求項 10】

前記正極および前記負極を積層した後、更に、前記正極と前記負極とを捲回する工程を
備える、請求項 6 乃至 9 のいずれか一項に記載の電極体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電極体および電極体の製造方法に関し、特に非水電解質二次電池に用いられる
電極体および電極体の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

非水電解質二次電池の一つにリチウムイオン二次電池がある。リチウムイオン二次電池
は、リチウムイオンを吸蔵・放出する正極および負極の間を、電解質中のリチウムイオン
が移動することで充放電可能な二次電池である。

【0003】

特許文献 1 には、電極活物質の上に絶縁層を塗布して形成した電極板を用いた非水電解
質二次電池に関する技術が開示されている。特許文献 1 にかかる非水電解質二次電池では
、通常のシート状のセパレータは使用せずに絶縁層をセパレータとして使用している。特
許文献 1 に開示されている技術では、絶縁層を形成する粒子として絶縁粒子が用いられて
いる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2013-080655 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 に開示されている非水電解質二次電池のように、電極体の絶縁層に絶縁粒子
を用いた場合は、負極合剤層上に直接絶縁粒子を塗布して絶縁層を形成する。このとき、
負極合剤層の側面（つまり負極の側面）は絶縁層に覆われずに露出している状態となるた
め、電極体に荷重がかかると負極の露出している部分が正極集電体と接触して短絡してし
まうという問題がある。

【0006】

図 15 は、本発明の課題を説明するための図であり、電極体を捲回する前の正極（以下
、正極シートとも記載する）と負極（以下、負極シートとも記載する）の状態を示す上面
図である。図 16 は、図 15 に示す電極体の切断線 X V I - X V I における断面図である
。図 15 に示すように、電極体 101 は、帯状の正極シート 110 と帯状の負極シート 1
20 とを備える。正極シート 110 および負極シート 120 は厚さ方向において積層され
ている。

【0007】

図 15、図 16 に示すように、正極シート 110 は、正極集電体 111 と、当該正極集
電体上（つまり、正極集電体 111 の両面）に配置された正極合剤層 112 と、を備える

10

20

30

40

50

。正極シート 1 1 0 の幅方向の一端（つまり、図 1 5 に示す正極シート 1 1 0 の上側）には、正極合剤層 1 1 2 が配置されていない正極合剤層未形成部 1 1 4 が設けられている。また、負極シート 1 2 0 は、負極集電体 1 2 1 と、当該負極集電体上（つまり、負極集電体 1 2 1 の両面）に配置された負極合剤層 1 2 2 と、当該負極合剤層 1 2 2 上に配置された絶縁粒子を含む絶縁層 1 2 3 と、を備える。負極シート 1 2 0 の幅方向の一端（つまり、図 1 5 に示す負極シート 1 2 0 の下側）には、負極合剤層 1 2 2 が配置されていない負極合剤層未形成部 1 2 4 が設けられている。

【0008】

図 1 6 に示すように、正極シート 1 1 0 および負極シート 1 2 0 は、正極集電体 1 1 1 の正極合剤層未形成部 1 1 4 と負極集電体 1 2 1 の負極合剤層未形成部 1 2 4 とが幅方向において互いに反対側になるように配置されている。また、正極合剤層 1 1 2 の幅方向の両端部は負極合剤層 1 2 3 の幅方向の両端部よりも幅方向において内側に配置されている。このとき、負極 1 2 0 の幅方向の端部 1 2 5 は、正極シート 1 1 0 および負極シート 1 2 0 の積層方向から平面視した際に、正極集電体 1 1 1 の正極合剤層未形成部 1 1 4 と重畳するように配置されている。

【0009】

ここで、電極体 1 0 1 の絶縁層 1 2 3 に絶縁粒子を用いた場合は、負極合剤層 1 2 2 上に絶縁粒子を直接塗布して絶縁層 1 2 3 を形成するため、負極合剤層 1 2 2 の端部 1 2 5 の側面（つまり負極 1 2 0 の側面）は絶縁層 1 2 3 に覆われずに露出している状態となっている。このため、正極 1 1 0 および負極 1 2 0 が積層された電極体 1 0 1 に荷重がかかると、負極合剤層 1 2 2 の端部 1 2 5 が正極集電体 1 1 1 の正極合剤層未形成部 1 1 4 と接触してしまい（図 1 6 の矢印で示す）、正極 1 1 0 と負極 1 2 0 とが短絡してしまうという問題がある。

【0010】

上記課題に鑑み本発明の目的は、絶縁粒子を用いて絶縁層を形成した場合であっても、正極と負極との短絡を抑制することが可能な電極体および電極体の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明にかかる電極体は、正極集電体と、当該正極集電体上に配置された正極合剤層と、を備える正極と、負極集電体と、当該負極集電体上に配置された負極合剤層と、当該負極合剤層上に配置された絶縁粒子を含む絶縁層と、を備える負極と、が積層された非水電解質二次電池用の電極体であって、前記正極集電体は、当該正極集電体の幅方向の第 1 正極端部および反対側の第 2 正極端部を有し、前記第 1 正極端部側にのみ前記正極合剤層が配置されていない正極合剤層未形成部を有し、前記負極集電体は、当該負極集電体の幅方向の第 1 負極端部および反対側の第 2 負極端部を有し、前記第 1 負極端部側にのみ前記負極合剤層が配置されていない負極合剤層未形成部を有し、前記第 1 正極端部および前記第 1 負極端部は前記幅方向において互いに反対側になるように配置されており、前記幅方向における前記正極合剤層の両端部は前記幅方向における前記負極合剤層の両端部よりも前記幅方向において内側に位置しており、前記第 2 負極端部側面には、当該端部側面を覆うように前記絶縁粒子を含む絶縁層が形成されている。

【0012】

本発明にかかる電極体の製造方法は、幅方向において第 1 正極端部および反対側の第 2 正極端部を有する帯状の正極集電体上に、前記第 1 正極端部側にのみ正極合剤層が配置されていない正極合剤層未形成部を有するように前記正極合剤層を塗工して正極を形成する工程と、幅方向において第 1 負極端部および反対側の第 2 負極端部を有する帯状の負極集電体上に、前記第 1 負極端部側にのみ負極合剤層が配置されていない負極合剤層未形成部を有するように前記負極合剤層を塗工し、更に、前記負極合剤層上と前記第 2 負極端部側面とに絶縁粒子を塗工して負極を形成する工程と、前記第 1 正極端部と前記第 1 負極端部とが前記幅方向において互いに反対側になるように、かつ前記正極合剤層の前記幅方向の

両端部が前記負極合剤層の前記幅方向の両端部よりも前記幅方向において内側に位置するように、前記正極および前記負極を積層する工程と、を備える。

【0013】

本発明にかかる電極体および電極体の製造方法では、負極の幅方向の端部側面を覆うように絶縁層を形成している。よって、負極の幅方向の端部が積層方向において正極集電体の正極合剤層未形成部と対向するように配置された場合であっても、負極の端部が正極集電体の正極合剤層未形成部と接触することを抑制することができる。したがって、正極と負極とが短絡することを抑制することができる。

【発明の効果】

【0014】

本発明により、絶縁粒子を用いて絶縁層を形成した場合であっても、正極と負極との短絡を抑制することが可能な電極体および電極体の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】実施の形態にかかる電極体を説明するための上面図である。

【図2】図1に示す電極体の切断線I-Iにおける断面図である。

【図3】実施の形態にかかる電極体を捲回している状態を示す斜視図である。

【図4】実施の形態にかかる電極体の一例を示す断面図である。

【図5】実施の形態にかかる電極体の他の構成例を示す断面図である。

【図6】実施の形態にかかる電極体の他の構成例を示す断面図である。

【図7】実施の形態にかかる電極体の製造方法を説明するためのフローチャートである。

【図8】グラビア塗工装置を用いて負極に絶縁粒子を塗工する工程を説明するための図である。

【図9】グラビア塗工装置を用いて負極に絶縁粒子を塗工する工程を説明するための図である。

【図10A】実施の形態にかかる電極体が備える負極の製造工程を説明するための上面図である。

【図10B】図10Aに示す負極の切断線X-Xにおける断面図である。

【図11A】実施の形態にかかる電極体が備える負極の製造工程を説明するための斜視図である。

【図11B】図11Aに示す負極の切断線X-Xにおける断面図である。

【図12】実施の形態にかかる電極体が備える負極の製造工程を説明するための斜視図である。

【図13A】実施の形態にかかる電極体が備える負極の製造工程を説明するための上面図である。

【図13B】図13Aに示す負極の切断線X-Xにおける断面図である。

【図14】各サンプルの集電体溶接時の短絡の有無、圧壊時の短絡の有無、及び容量維持率を示す表である。

【図15】本発明の課題を説明するための上面図である。

【図16】図15に示す電極体の切断線X-Xにおける断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

図1は、本実施の形態にかかる電極体1を説明するための上面図である。図1は、電極体1を捲回する前の正極（正極シート）10と負極（負極シート）20の状態を示す上面図である。図2は、図1に示す電極体1の切断線I-Iにおける断面図である。図1に示すように、電極体1は、帯状の正極シート10と帯状の負極シート20とを備える。正極シート10および負極シート20は厚さ方向において積層されている。

【0017】

正極シート 10 は、正極集電体 11 と、当該正極集電体 11 上（つまり、正極集電体 11 の両面）に配置された正極合剤層 12 と、を備える。正極シート 10 の幅方向の一端（第 1 正極端部。図 1 に示す正極シート 10 の上側）には、正極合剤層 12 が配置されていない正極合剤層未形成部 14 が設けられている。

【0018】

正極集電体 11 には、例えばアルミニウムまたはアルミニウムを主成分とする合金を用いることができる。正極合剤層 12 は、正極活物質を含む。正極活物質は、リチウムを吸蔵・放出可能な材料であり、例えばコバルト酸リチウム（ LiCoO_2 ）、マンガン酸リチウム（ LiMn_2O_4 ）、ニッケル酸リチウム（ LiNiO_2 ）等を用いることができる。また、 LiCoO_2 、 LiMn_2O_4 、 LiNiO_2 を任意の割合で混合して焼成した材料を用いてもよい。また、正極合剤層 12 は、導電材を含んでいてもよい。導電材としては、例えばアセチレンブラック（AB）、ケッチェンブラック等のカーボンブラック、黒鉛（グラファイト）を用いることができる。

【0019】

正極シート 10 を作製する際は、例えば、正極活物質と、導電材と、溶媒と、結着剤（バインダー）とを混練し、混練後の正極合剤を正極集電体 11 に塗布して乾燥することによって作製することができる。ここで、溶媒としては、例えば NMP（N-メチル-2-ピロリドン）溶液を用いることができる。また、バインダーとしては、例えば、ポリフッ化ビニリデン（PVdF）、スチレンブタジエンラバー（SBR）、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、カルボキシメチルセルロース（CMC）等を用いることができる。

【0020】

図 1、図 2 に示すように、負極シート 20 は、負極集電体 21 と、当該負極集電体 21 上（つまり、負極集電体 21 の両面）に配置された負極合剤層 22 と、当該負極合剤層 22 上に配置された樹脂粒子を含む絶縁層 23 と、を備える。負極シート 20 の幅方向の一端（第 1 負極端部。図 1 に示す負極シート 20 の下側）には、負極合剤層 22 が配置されていない負極合剤層未形成部 24 が設けられている。

【0021】

負極集電体 21 には、例えば銅やニッケルあるいはそれらの合金を用いることができる。負極合剤層 22 は負極活物質を含む。負極活物質は、リチウムを吸蔵・放出可能な材料であり、例えば、黒鉛（グラファイト）等からなる粉末状の炭素材料を用いることができる。負極シート 20 を作製する際は、例えば、負極活物質と、溶媒と、バインダーとを混練し、混練後の負極合剤を負極集電体 21 に塗布して乾燥することによって作製することができる（正極シート 10 を作製する場合と同様である）。

【0022】

本実施の形態にかかる負極シート 20 は、更に、負極合剤層 22 上に配置された絶縁層 23 を備える。絶縁層 23 は、絶縁粒子を用いて構成することができる。絶縁粒子には、セラミック粒子や樹脂粒子を用いることができる。セラミック粒子としては、例えばアルミナ粒子を用いることができる。また、後述するように、絶縁粒子同士を熱溶着させる場合は、熱可塑性の樹脂粒子を用いる。例えば、熱可塑性の樹脂粒子としてポリエチレン粒子を用いることができる。負極合剤層 22 の上に絶縁層 23 を形成する際は、例えばグラビア塗工装置を用いることができる（詳細は後述する）。絶縁層 23 は、正極シート 10 と負極シート 20 とを積層した際に、正極シート 10 と負極シート 20 とが短絡することを防止するセパレータとして機能する。

【0023】

図 2 に示すように、正極シート 10 および負極シート 20 は、正極集電体 11 の正極合剤層未形成部 14 と負極集電体 21 の負極合剤層未形成部 24 とが幅方向において互いに反対側になるように配置されている。また、負極合剤層 22 の幅は正極合剤層 12 の幅よりも広い。このため、負極シート 20 の幅方向の端部 25 は、積層方向において正極集電体 11 の正極合剤層未形成部 14 と対向するように配置される。換言すると、負極シート

20の幅方向の端部25は、積層方向から平面視した際に、正極集電体11の正極合剤層未形成部14と重畳するように配置されている。

【0024】

そして、本実施の形態にかかる電極体1では、負極シート20の幅方向の端部25の側面を覆うように絶縁層26を形成している。このように、負極シート20の幅方向の端部25の側面を絶縁層26で覆うことで、負極合剤層22の端部25が正極集電体11の正極合剤層未形成部14と接触することを抑制することができる。

【0025】

すなわち、図16に示した従来の電極体101では、負極合剤層122の端部125の側面は絶縁層123に覆われずに露出している状態となっていた。このため、正極シート110および負極シート120が積層された電極体101に荷重がかかると、負極合剤層122の端部125が正極集電体111の正極合剤層未形成部114と接触してしまい（図16の矢印で示す）、正極シート110と負極シート120とが短絡してしまうという問題があった。

【0026】

これに対して本実施の形態にかかる電極体1では、図2に示すように、負極シート20の幅方向の端部25の側面を覆うように絶縁層26を形成しているので、負極合剤層22の端部25が正極集電体11の正極合剤層未形成部14と接触することを抑制することができる。よって、正極シート10と負極シート20とが短絡することを抑制することができる。

【0027】

例えば、本実施の形態では、図1に示すように正極シート10および負極シート20を積層した後、図3に示すように正極シート10および負極シート20を捲回することで捲回電極体を形成してもよい。また、例えば、図4に示すように複数の正極シート10と複数の負極シート20を交互に積層して電極体を形成してもよい。なお、正極シート10および負極シート20を捲回して捲回電極体を形成した場合も、図4に示すような複数の正極シート10と複数の負極シート20とが交互に積層された構造となる。本実施の形態では、負極シート20の幅方向の端部25の側面に絶縁層26を形成しているので、正極シート10および負極シート20を捲回する時や正極集電体11の正極合剤層未形成部14を集めて溶接する時に負極シート20の端部25に荷重がかかった場合でも、正極シート10と負極シート20とが短絡することを抑制することができる。

【0028】

更に本実施の形態では、図5に示す電極体1'のように、負極合剤層22の端部側面28（つまり、負極集電体21の負極合剤層未形成部24側の端部側面）を覆うように絶縁層29を形成してもよい。すなわち、図2に示した電極体1のように、負極合剤層22の端部側面28が露出した状態では、導電性の異物が混入した場合、負極合剤層22の端部側面28と正極シート10とが短絡するおそれがある。このため、図5に示すように、負極合剤層22の端部側面28を覆うように絶縁層29を更に形成することで、正極シート10と負極シート20とが短絡することをより確実に抑制することができる。

【0029】

更に本実施の形態では、図6に示す電極体2のように、負極シート20'の幅方向の端部25の側面を覆っている絶縁粒子同士を熱溶着して絶縁層31を形成してもよい。この場合は、絶縁粒子として熱可塑性を備える樹脂粒子を用いる。例えば、樹脂粒子としてポリエチレン粒子を用いることができる。ポリエチレン粒子は融点が低いため（130℃程度）、熱溶着する際の温度を低くすることができる。

【0030】

このように、負極シート20'の幅方向の端部25の側面を覆っている絶縁粒子同士を熱溶着して絶縁層31を形成した場合は、絶縁層31における絶縁粒子同士の繋がりを強固にすることができる。このため、絶縁層31の圧壊強度を高めることができる。また、正極集電体11を切断した際に発生したバリ（金属である正極集電体の破片）が絶縁層2

10

20

30

40

50

3を突き破ることを抑制することができる。よって、正極と負極とが短絡することをより確実に抑制することができる。

【0031】

次に、本実施の形態にかかる電極体の製造方法について説明する。

図7は、本実施の形態にかかる電極体の製造方法を説明するためのフローチャートである。電極体を製造する際は、まず、正極シート10を形成する(ステップS1)。正極シート10は、正極活物質と、導電材と、溶媒と、バインダーとを混練し、混練後の正極合剤を正極集電体11の両面に塗布して乾燥することによって作製することができる。このとき、正極シート10の幅方向の一端(第1正極端部。図1に示す正極シート10の上側)には、正極合剤層12が配置されていない正極合剤層未形成部14を設ける。

10

【0032】

次に、負極シート20を形成する(ステップS2)。負極シート20は、負極活物質と、導電材と、溶媒と、バインダーとを混練し、混練後の負極合剤を負極集電体21の両面に塗布して乾燥することによって作製することができる。このとき、負極シート20の幅方向の一端(第1負極端部。図1に示す負極シート20の下側)には、負極合剤層22が配置されていない負極合剤層未形成部24を設ける。

【0033】

本実施の形態では、更に、負極合剤層22上に絶縁層23を形成する。このとき、負極シート20の幅方向の端部25の側面を覆うように絶縁粒子を含む絶縁層26を形成する(図2参照)。絶縁層23を形成する際は、例えばグラビア塗工装置を用いて負極合剤層22上に絶縁粒子を塗工する。図8、図9は、グラビア塗工装置40を用いて負極シートに絶縁粒子を塗工する工程を説明するための図である。図9は、図8に示すグラビア塗工装置40を負極シート41の搬送方向上流側(つまり、図8の紙面左側)から見た図である。

20

【0034】

図8に示すように、グラビア塗工装置40は、複数のローラー42、液槽43、グラビアロール45、及びドクターブレード46を備える。複数のローラー42は、負極合剤層22が形成された後の負極シート41を搬送方向(図8の矢印に示す)に搬送する。液槽43は、絶縁粒子を含むペースト44を保持すると共に、ペースト44をグラビアロール45の外周表面に供給する。絶縁粒子を含むペースト44は、例えば、絶縁粒子と溶媒と増粘剤とを混合することで作製することができる。グラビアロール45は、ペースト44を負極シート41の表面(つまり、負極合剤層22の表面)に転写して塗布する。ドクターブレード46は、グラビアロール45の外周表面に付着した余分なペースト44を掻き取る。

30

【0035】

図9に示すように、グラビアロール45の外周表面に保持されているペースト44は、搬送されてきた負極シート41の表面に塗布される。このとき、負極集電体21の負極合剤層未形成部にマスキングテープ48を設けることで、ペースト44が負極集電体21の負極合剤層未形成部に塗布されることを防止することができる。また、図9に示すように、グラビアロール45の溝47の方向を、負極シート41の端部25へと向かうように傾斜させることで、ペースト44が流れる方向を溝47に沿った方向(図9の矢印49に示す方向)とすることができる。これにより、負極シート41の端部25の側面にペースト44を塗布することができる。

40

【0036】

その後、負極シート41に塗布されたペースト44を乾燥することで、負極合剤層22上に絶縁粒子を含む絶縁層23を形成することができる。グラビア塗工装置40を用いて負極シート41の表面に絶縁粒子(絶縁層23)を塗工する工程は、負極シート41の両面に対して実施する。

【0037】

上記のようにして正極シート10および負極シート20を作製した後、正極シート10

50

および負極シート 20 を積層する（図 7 のステップ S 3）。正極シート 10 および負極シート 20 を積層する際は、図 2 に示すように、正極集電体 11 の正極合剤層未形成部 14 と負極集電体 21 の負極合剤層未形成部 24 とが幅方向において互いに反対側になるように配置する。正極シート 10 および負極シート 20 を積層した後、図 3 に示すように正極シート 10 および負極シート 20 を捲回することで捲回電極体を形成することができる。また、図 4 に示すように複数の正極シート 10 と複数の負極シート 20 を交互に積層して電極体を形成してもよい。なお、図 7 に示したフローチャートでは正極シート 10 を負極シート 20 よりも先に形成する場合を示したが、正極シート 10 および負極シート 20 を形成する順番は逆であってもよい。

【0038】

また、本実施の形態では、図 6 に示す電極体 2 のように、負極シート 20' の幅方向の端部 25 の側面を覆っている絶縁粒子同士を熱溶着して絶縁層 31 を形成してもよい。絶縁粒子同士を熱溶着する場合の負極シート 20 の製造方法について、図 10 ~ 図 13 を用いて説明する。

【0039】

まず、図 10 A、図 10 B に示すように、負極集電体 21 と負極合剤層 22 と絶縁層 23、26 とを備える負極シート 20 を形成する。この場合は、絶縁層 23、26 を構成する絶縁粒子として熱可塑性を備える樹脂粒子を用いる。例えば、樹脂粒子としてポリエチレン粒子を用いることができる。負極シート 20 の幅方向の一端には、負極合剤層 22 が配置されていない負極合剤層未形成部 24 を設ける。負極シート 20 を形成する際は、図 7 のステップ S 2 で説明した方法を用いることができる。

【0040】

その後、図 11 A に示すように、負極シート 20 を捲回する。負極シート 20 を捲回すると、図 11 B に示すように、負極シート 20 が積層される。このとき、負極シート 20 の厚さ方向（積層方向）において負極シート 20 同士が互いに離間するようにスペーサ 33 を設ける。その後、図 12 に示すように、捲回された負極シート 20 の端部 25（図 10 B 参照）の絶縁層 26 を加熱して樹脂粒子を熱溶着する。絶縁層 26（樹脂粒子）を熱溶着する際は、例えば、樹脂粒子の融点以上に加熱されている板状部材 35 を、捲回されている負極シート 20 の端部側面に押し付ける。これにより、負極シート 20 の端部側面の樹脂粒子のみを熱溶着することができる。

【0041】

樹脂粒子同士を熱溶着して絶縁層 31（熱溶着された絶縁層を符号 31 で示す）を形成した後、捲回された負極シート 20'（熱溶着後の負極シートを符号 20' で示す）を展開する（図 13 A 参照）。このとき、図 11 B に示すように、負極シートと負極シートとの間にスペーサ 33 を設けていたので、絶縁層 31 同士が熱溶着することを防ぐことができ、捲回された負極シート 20' を容易に展開することができる。このような方法を用いることで、負極シート 20' の幅方向の端部 25 に、絶縁粒子同士が熱溶着した絶縁層 31 を形成することができる（図 13 B 参照）。

【0042】

そして、図 13 A、図 13 B に示す負極シート 20' を用いて電極体を形成することで、図 6 に示すような電極体 2、つまり、負極シート 20' の幅方向の端部 25 が絶縁層 31（絶縁粒子同士が熱溶着された絶縁層）で覆われている電極体 2 を形成することができる。

【0043】

以上で説明した本実施の形態にかかる発明により、絶縁粒子を用いて絶縁層を形成した場合であっても、正極と負極との短絡を抑制することが可能な電極体および電極体の製造方法を提供することができる。

【実施例】

【0044】

次に、本発明の実施例について説明する。

上記で説明した方法を用いて、正極シートおよび負極シートを備える電極体（捲回電極体）を作製した。このとき、図2に示した電極体1のように、負極シート20の幅方向の端部25の側面を覆うように絶縁層26を形成した電極体を実施例1とした。また、図6に示した電極体2のように、負極シート20'の幅方向の端部25の側面を覆っている絶縁粒子同士を熱溶着して絶縁層31を形成した電極体を実施例2とした。また、比較例として、負極シート120の幅方向の端部125の側面が絶縁層123で覆われていない電極体（図16参照）を作製した。

【0045】

そして、正極シートおよび負極シートを捲回した後、正極集電体（正極合剤層未形成部）および負極集電体（負極合剤層未形成部）をそれぞれ束ねて溶接した後の正極と負極の短絡の有無を調べた。短絡の有無は、電極体の抵抗値、つまり、正極と負極との間の抵抗値を測定して判定した。このときの判定基準値を1GΩとした。すなわち、正極と負極との間の抵抗値が1GΩ以上の場合は短絡無しと判定し、1GΩよりも小さい場合は短絡有りと判定した。

【0046】

また、正極集電体の正極合剤層未形成部側（図2の正極合剤層未形成部14参照）に丸棒を用いて局所的に荷重（2kN）をかけた場合の短絡の有無を調べた。なお、短絡の定義は上記と同様である。

【0047】

更に、実施例1、2、及び比較例にかかる電極体を用いてリチウムイオン二次電池をそれぞれ作製して容量維持率を測定した。容量維持率を測定する際は、環境温度60℃において、電流値2Cにて1000サイクルの充放電を繰り返した。このとき、SOC（State Of Charge）0%～100%の間で充放電を繰り返した。そして、1000サイクル後の電池の容量を初期充電時の電池の容量で割った値に100を乗算した値を容量維持率（%）とした。

【0048】

図14に、各サンプルの集電体溶接時の短絡の有無、圧壊時の短絡の有無、及び容量維持率を示す。図14に示すように、比較例にかかる電極体では、集電体溶接時および圧壊時において正極および負極が短絡した。また、実施例1にかかる電極体では、集電体溶接時には正極および負極が短絡しなかったが、圧壊時において正極および負極が短絡した。実施例2にかかる電極体では、集電体溶接時および圧壊時において正極および負極が短絡しなかった。よって、実施例1および実施例2のように、負極シート20の幅方向の端部25の側面を絶縁層26、31で覆うことで、正極と負極の短絡を抑制することができた。特に、実施例2のように、絶縁粒子同士を熱溶着して絶縁層31を形成することで、正極と負極の短絡をより効果的に抑制することができた（つまり、圧壊に耐えられるようにすることができた）。

【0049】

次に、容量維持率に着目すると、実施例1にかかる電極体を用いた場合は、比較例にかかる電極体を用いた場合と比べて容量維持率が高くなった。これは、実施例1にかかる電極体では、負極シート20の端部25に絶縁層26を設けているため（図2参照）、この絶縁層26で電解液を保液することができ、リチウムイオンが負極シート20の端部25から入り込みやすくなるためであると考えられる。一方、比較例にかかる電極体では負極シート120の端部125に絶縁層を設けていないため（図16参照）、リチウムイオンが負極シート120の端部125から入り込みにくいものと推察できる。

【0050】

また、実施例2にかかる電極体を用いた場合は、実施例1にかかる電極体を用いた場合と比べて容量維持率が低くなった。これは、実施例2にかかる電極体では、負極シート20の端部25に設けている絶縁層31を熱溶着しているため（図6参照）、絶縁層31を構成する絶縁粒子間の隙間が狭くなり、リチウムイオンが負極シート20の端部25から入り込みにくくなるためであると考えられる。

【0051】

以上の結果から、リチウムイオン二次電池の容量維持率を重視する場合は、実施例1の構成とすることが好ましい。一方、リチウムイオン二次電池の容量維持率よりも圧壊に対する耐性を重視する場合は、実施例2の構成とすることが好ましい。

【0052】

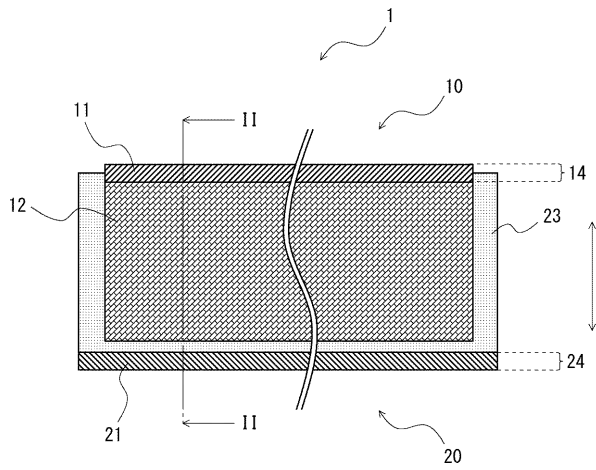
以上、本発明を上記実施の形態に即して説明したが、本発明は上記実施の形態の構成にのみ限定されるものではなく、本願特許請求の範囲の請求項の発明の範囲内で当業者であればなし得る各種変形、修正、組み合わせを含むことは勿論である。

【符号の説明】

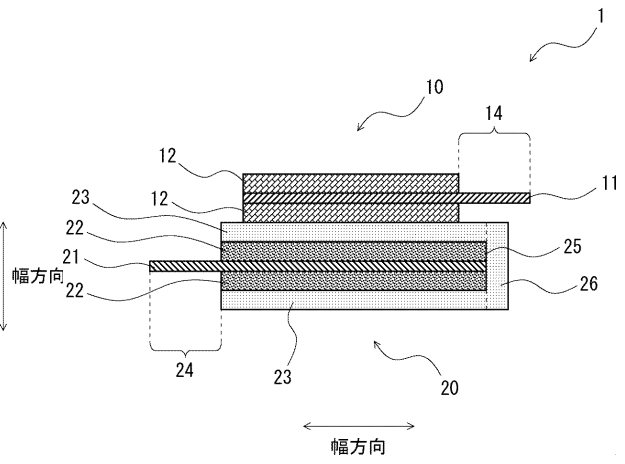
【0053】

1、2	電極体	
10	正極（正極シート）	
11	正極集電体	
12	正極合剤層	
14	正極合剤層未形成部	
20	負極（負極シート）	
21	負極集電体	
22	負極合剤層	
23	絶縁層	
24	負極合剤層未形成部	20
25	端部	
26	絶縁層	
28	端部	
29	絶縁層	
31	絶縁層（熱溶着された絶縁層）	
35	板状部材	
40	グラビア塗工装置	
41	負極シート	
42	ローラー	
43	液槽	30
44	ペースト	
45	グラビアロール	
46	ドクターブレード	

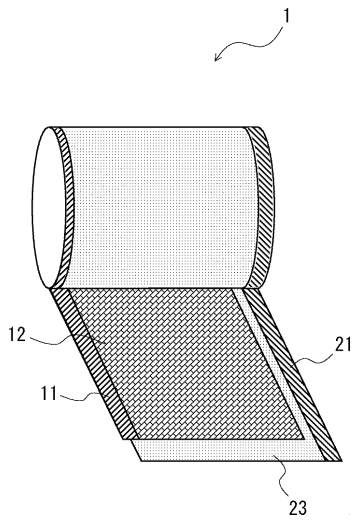
【図 1】



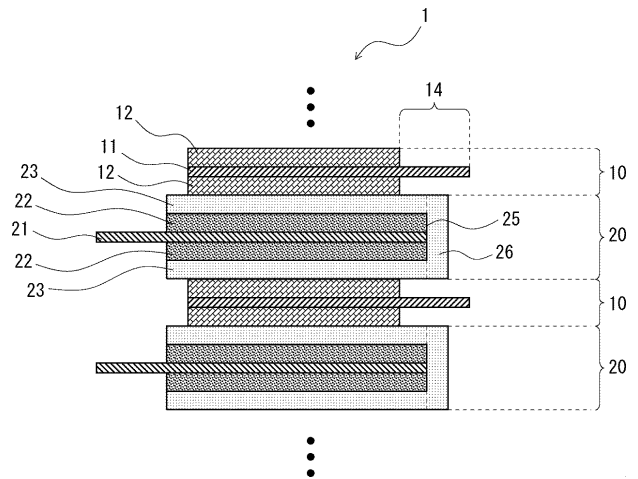
【図 2】



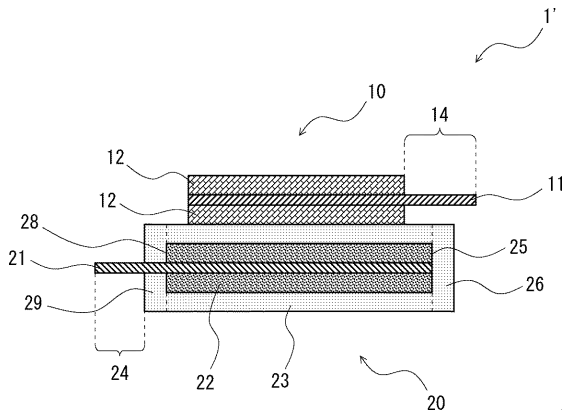
【図 3】



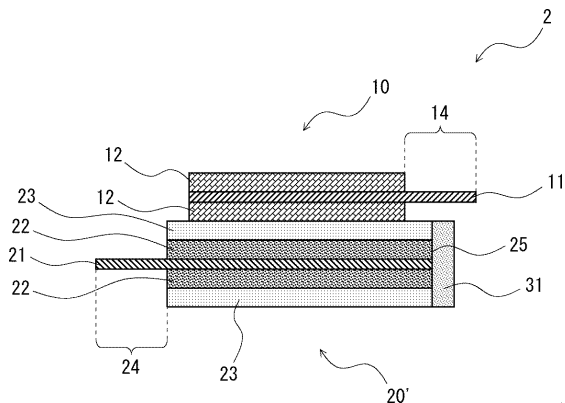
【図 4】



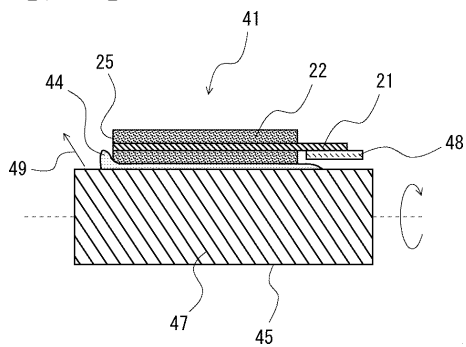
【図 5】



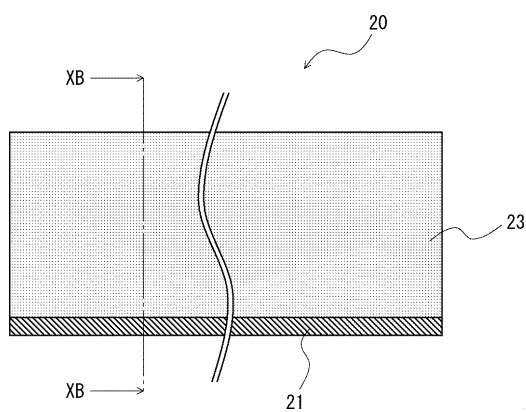
【図 6】



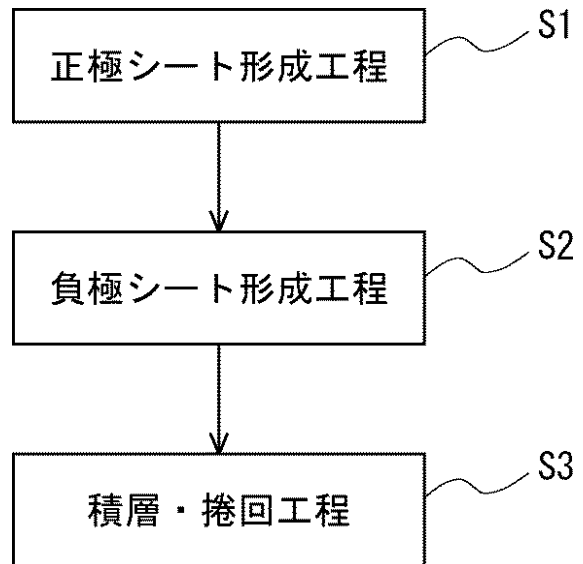
【図 9】



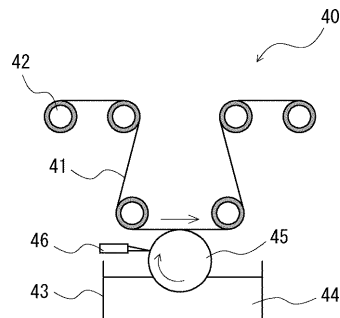
【図 10 A】



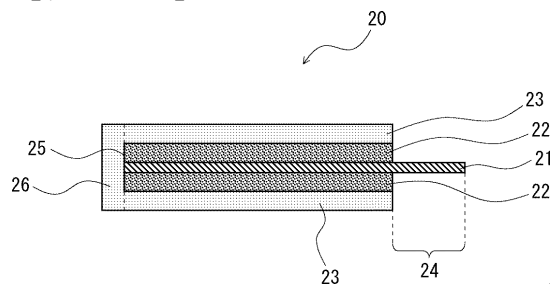
【図 7】



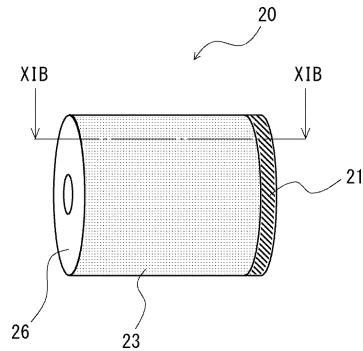
【図 8】



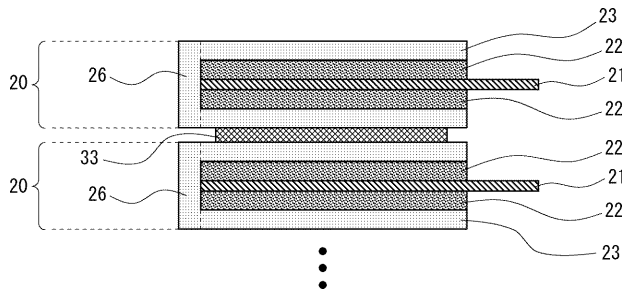
【図 10 B】



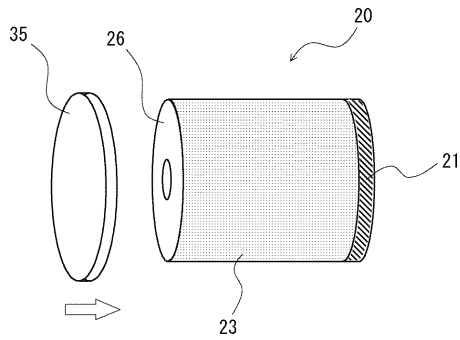
【図 11 A】



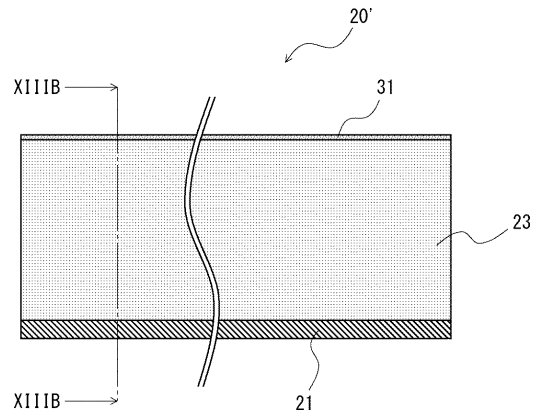
【図 1 1 B】



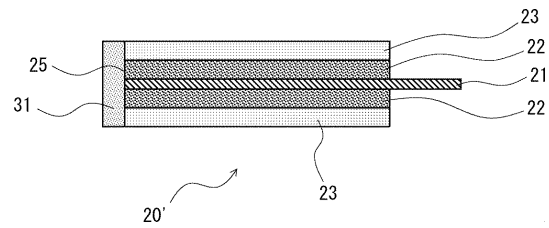
【図 1 2】



【図 1 3 A】



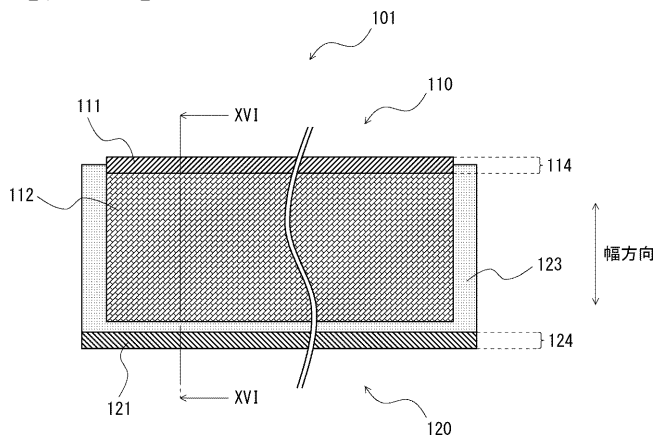
【図 1 3 B】



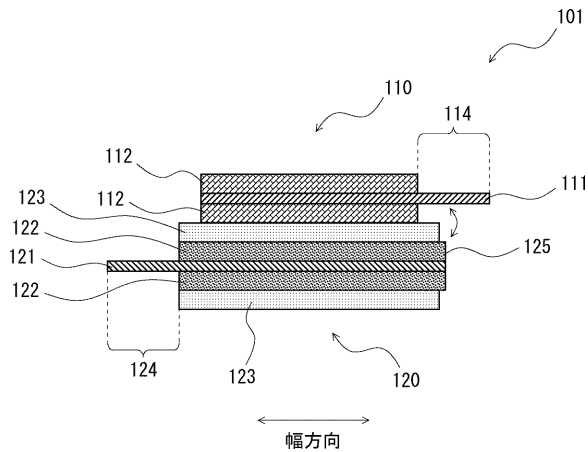
【図 1 4】

	集電体溶接時の 短絡の有無	圧壊時の 短絡の有無	容量維持率(%)
比較例	有	有	89.0
実施例1	無	有	95.2
実施例2	無	無	88.7

【図 1 5】



【図 1 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H O 1 M	4/139	(2010.01)	H O 1 M	4/139

Fターム(参考)	5H050	AA07	AA19	BA17	CA08	CA09	CB08	DA09	DA19	EA23	FA05
		FA17	FA18	GA02	GA07	GA08	GA22	HA02	HA12		