

(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2009-187724

(P2009-187724A)

(43) 公開日 平成21年8月20日(2009.8.20)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO 1 M 10/36 (2006.01)	HO 1 M 10/00 1 1 8	5 H O 2 1
HO 1 M 2/26 (2006.01)	HO 1 M 10/00 1 0 3	5 H O 2 9
HO 1 M 2/16 (2006.01)	HO 1 M 2/26 A	5 H O 4 3
	HO 1 M 2/16 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-24745 (P2008-24745)	(71) 出願人	505083999
(22) 出願日	平成20年2月5日(2008.2.5)		日立ビークルエナジー株式会社
			茨城県ひたちなか市稲田1410番地
		(74) 代理人	100104721
			弁理士 五十嵐 俊明
		(72) 発明者	森川 拓是
			茨城県ひたちなか市稲田1410番地 日
			立ビークルエナジー株式会社内
		(72) 発明者	鈴木 克典
			茨城県ひたちなか市稲田1410番地 日
			立ビークルエナジー株式会社内
		(72) 発明者	月森 直子
			茨城県ひたちなか市稲田1410番地 日
			立ビークルエナジー株式会社内
		Fターム(参考)	5H021 AA06 CC08 EE04 HH00 HH10
			最終頁に続く

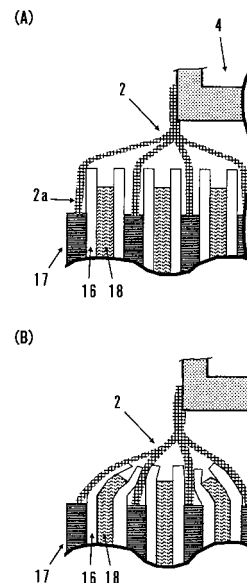
(54) 【発明の名称】 捲回式リチウムイオン二次電池

(57) 【要約】

【課題】ダイレクトタブにねじれを生じて正負電極間の短絡を抑制することができる捲回式リチウムイオン二次電池を提供する。

【解決手段】リチウムイオン二次電池は、有底円筒状の電池容器を有している。電池容器には電極群が収容されている。電極群は、正極板17と負極板18とがこれら両極板が直接接触しないように、セパレータ16を介して軸芯の周囲に捲回されている。正極板17から延出した正極ダイレクトタブ2は、延出端部が正極集電リング4の鍔部周縁に接合されている。セパレータ16には、静摩擦係数が0.6以下の多孔質ポリオレフィン系フィルムが使用されている。正極ダイレクトタブ2がねじれを生じてセパレータ16に接触しても、正極ダイレクトタブ2がセパレータ16の表面を滑る。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

金属箔の長手方向端部に集電用のダイレクトタブが形成された正負電極をセパレータを介して捲回した電極群を備えた捲回式リチウムイオン二次電池において、前記セパレータの静摩擦係数が 0.6 以下であることを特徴とする捲回式リチウムイオン二次電池。

【請求項 2】

前記静摩擦係数が 0.39 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の捲回式リチウムイオン二次電池。

【請求項 3】

前記正極のダイレクトタブは、前記金属箔側の一部が前記セパレータを介して前記負極と対向していることを特徴とする請求項 1 に記載の捲回式リチウムイオン二次電池。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は捲回式リチウムイオン二次電池に係り、特に、金属箔の長手方向端部に集電用のダイレクトタブが形成された正負電極をセパレータを介して捲回した電極群を備えた捲回式リチウムイオン二次電池に関する。

【背景技術】**【0002】**

正負電極がセパレータを介して捲回された捲回式リチウムイオン二次電池は、さまざまな用途で使用されている。中でも、高エネルギー密度であるメリットを活かして、VTR カメラやノート型パソコン、携帯電話等のポータブル機器に使用されている。一方、電気自動車用や電力貯蔵用として高容量、高出力、更には高出力密度を目的とする大型の捲回式リチウムイオン二次電池の研究開発が活発に行われている。特に、自動車産業界においては、環境問題に対応すべく、動力源としてモータを用いる方式の電気自動車や内燃機関とモータとの両方を用いるハイブリッド方式の電気自動車の開発が進められており、その一部は既に実用化されている。このような電気自動車用の電源としても、捲回式リチウムイオン二次電池が注目されている。

20

【0003】

高出力を目的とした大型の捲回式リチウムイオン二次電池では、出力特性を向上させるために集電部分を含む電池内部の抵抗を低減することが重要となる。集電部分の抵抗を低減するためには金属箔の長手方向端部に形成されたダイレクトタブを用いて集電することが有効である（例えば、特許文献 1 参照）。

30

【0004】

【特許文献 1】特開 2002 - 134095

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、集電にダイレクトタブを用いた場合、ダイレクトタブが製造工程での捲回時や電池の充放電に伴う電極の膨張収縮等でねじれを生じる可能性がある。ダイレクトタブに一定以上のねじれが加わるとセパレータを圧迫し破損させることがある。この場合、正負電極間が短絡をおこす可能性があり、電池特性の著しい低下や機能停止にいたることとなる。さらに、短絡による発熱で電池内部の圧力が上昇し、高温の電解液等が電池外部に排出される可能性もある。

40

【0006】

本発明は上記事案に鑑み、ダイレクトタブにねじれを生じて正負電極間の短絡を抑制することができる捲回式リチウムイオン二次電池を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

上記課題を解決するために、本発明は、金属箔の長手方向端部に集電用のダイレクトタ

50

ブが形成された正負電極をセパレータを介して捲回した電極群を備えた捲回式リチウムイオン二次電池において、前記セパレータの静摩擦係数が0.6以下であることを特徴とする。

【0008】

本発明では、セパレータの静摩擦係数を0.6以下に設定することで、正負電極の捲回時や充放電時にダイレクトタブがねじれを生じてセパレータに接触しても、ダイレクトタブがセパレータの表面を滑りセパレータの破損が抑制されるため、正負電極間の短絡を抑制することができる。

【0009】

この場合において、セパレータの静摩擦係数を0.39以下とすることが好ましい。また、正極のダイレクトタブが、金属箔側の一部がセパレータを介して負極と対向していてもよい。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、セパレータの静摩擦係数を0.6以下に設定することで、正負電極の捲回時や充放電時にダイレクトタブがねじれを生じてセパレータに接触しても、ダイレクトタブがセパレータの表面を滑りセパレータの破損が抑制されるため、正負電極間の短絡を抑制することができる、という効果を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、図面を参照して、本発明に係る捲回式リチウムイオン二次電池の実施の形態について説明する。

20

【0012】

(構成)

図1に示すように、本実施形態の捲回式リチウムイオン二次電池20は、帯状の正負極板がセパレータを介して断面渦巻状に捲回された電極群6を備えている。電極群6は、有底円筒状でニッケルメッキが施された鉄製の電池容器7に収容されている。

【0013】

電極群6の上側には、中空状の軸芯1のほぼ延長線上に正極板からの電位を集電するためのアルミニウム製の正極集電リング4が配置されている。正極集電リング4は、軸芯1の上端部に固定されている。正極集電リング4の周囲から一体に張り出している鍔部周縁には、正極板から延出した正極ダイレクトタブ2の端部が超音波溶接で接合されている。正極集電リング4の上方には、正極外部端子となる円盤状の電池蓋が配置されている。電池蓋は、アルミニウム製の蓋ケース12と、蓋キャップ13と、気密を保つ弁押え14と、内圧上昇により開裂する開裂弁11とで構成されており、これらが積層されて蓋ケース12の周縁をカシメ固定することで組立てられている。正極集電リング4の上部には複数枚のアルミニウム製リボンを重ね合わせて構成した2本の正極リード板9のうち1本の一端が固定されており、蓋ケース12の下面には他の1本の一端が溶接されている。2本の正極リード板9の他端同士は溶接で接続されている。

30

【0014】

一方、電極群6の下側には負極板からの電位を集電するための銅製の負極集電リング5が配置されている。負極集電リング5の内周面には軸芯1の下端部外周面が固定されている。負極集電リング5の外周縁には、負極板から延出した負極ダイレクトタブ3の端部が溶接されている。負極集電リング5の下部には電氣的導通のための銅製の負極リード板8が溶接されており、負極リード板8は電池容器7の内底部に溶接されている。電池容器7の寸法は、本例では、高さ108.0mm、外径40mm、内径39mmに設定されている。

40

【0015】

電池蓋は、絶縁性及び耐熱性のEPDM樹脂製ガスケット10を介して電池容器7の上部にカシメ固定されている。このため、リチウムイオン二次電池20の内部は密封されて

50

いる。また、電池容器 7 内には、図示を省略した非水電解液が注液されている。非水電解液には、エチレンカーボネートとジメチルカーボネートとの体積比 1 : 1 の混合溶媒中にリチウム塩として 6 フッ化リン酸リチウム (LiPF_6) を 1 モル / リットル溶解したものが用いられている。

【 0 0 1 6 】

図 2 (A) に示すように、電極群 6 は、正極板 1 7 と負極板 1 8 とがこれら両極板が直接接触しないように、セパレータ 1 6 を介して捲回されている。このとき、正極ダイレクトタブ 2 と負極ダイレクトタブ 3 とが、それぞれ電極群 6 の互いに反対側の両端面に位置するように捲回されている。捲回方向は、正極ダイレクトタブ 2 側から見て左周りに設定されている。図 3 (A) に示すように、正極ダイレクトタブ 2 は、捲回された電極群 6 の端面で内周 ~ 外周にわたる各位置の正極板から延出しており、各延出端部が正極集電リング 4 の鍔部周縁近傍に集められて鍔部周縁に接合されている (図 1 も参照) 。本例では、正極集電リング 4 の鍔部周縁の 4 箇所に正極ダイレクトタブ 2 が接合されている (負極ダイレクトタブ 3 についても同様。) 。

10

【 0 0 1 7 】

また、図 2 (A) に示すように、セパレータ 1 6 は、端部が正極板 1 7、負極板 1 8 の端部からはみ出して (正極集電リング 4 側に) 位置するように配置されている。負極板 1 8 は、端部が正極板 1 7 の端部からはみ出して位置するように配置されている。このため、正極ダイレクトタブ 2 は、正極板 1 7 側の一部 (符号 2 a 参照)、すなわち、正極板 1 7 を構成するアルミニウム箔 (金属箔) 側の近傍がセパレータ 1 6 を介して負極板 1 8 と対向している。セパレータ 1 6 には、セパレータ 1 6 同士を 2 枚重ね合わせ、日本工業規格 (J I S - K 7 1 2 5) に準じて測定したセパレータ・セパレータ間の静摩擦係数が 0 . 6 以下のものが使用されている。セパレータ 1 6 は、本例では、幅が 9 0 . 5 mm、厚さが 1 6 μm に設定されており、例えば、ポリエチレンフィルムに代表される多孔質ポリオレフィン系フィルムが使用されている。

20

【 0 0 1 8 】

また、電極群 6 および正極集電リング 4 の鍔部周面全周には、絶縁被覆が施されている。絶縁被覆には、ポリイミド製の基材の片面にヘキサメタアクリレートの粘着剤が塗布された粘着テープが用いられている。粘着テープは鍔部周面から電極群 6 の外周面に亘って一重以上巻かれている。正極板 1 7、負極板 1 8、セパレータ 1 6 の長さを調整することで、電極群 6 の直径が $38 \pm 0.1 \text{ mm}$ に設定されている。

30

【 0 0 1 9 】

電極群 6 を構成する負極板 1 8 は、負極集電体として厚さ 1 0 μm の圧延銅箔 (金属箔) を有している。圧延銅箔の両面には、負極活物質としてリチウムイオンを吸蔵、放出可能な非晶質炭素粉末を含む負極合剤が塗着されている。負極合剤には、例えば、非晶質炭素粉末の 9 0 重量部に対して、バインダ (結着材) のポリフッ化ビニリデン (以下、P V D F と略記する。) の 1 0 重量部が配合されている。圧延銅箔に負極合剤を塗着するときには、分散溶媒の N - メチル - 2 - ピロリドン (以下、N M P と略記する。) が用いられる。圧延銅箔の長手方向端部には、幅 3 0 mm の負極合剤の未塗着部が形成されている。未塗着部は櫛状 (矩形状) に切り欠かれており、切り欠き残部で負極ダイレクトタブ 3 が形成されている。隣り合う負極ダイレクトタブ 3 の間隔が 5 0 mm、負極ダイレクトタブ 3 の幅が 5 mm に設定されている。換言すれば、負極ダイレクトタブ (切り欠き残部) 3 は、圧延銅箔の長手方向と交差する方向に圧延銅箔端部から延出している。負極板 1 8 は、乾燥後、厚さが 7 0 μm となるように、加熱可能なロールプレス機でプレス加工され、幅が 8 8 mm に裁断されている。

40

【 0 0 2 0 】

一方、正極板 1 7 は、正極集電体として厚さ 2 0 μm のアルミニウム箔 (金属箔) を有している。アルミニウム箔の両面には、正極活物質としてマンガ酸リチウム等のリチウム遷移金属複酸化物を含む正極合剤が塗着されている。正極合剤には、例えば、リチウム遷移金属複酸化物の 1 0 0 重量部に対して、導電材の鱗片状黒鉛の 1 0 重量部およびバイ

50

ンダのP V D Fの5重量部が配合されている。アルミニウム箔に正極合剤を塗着するときには、分散溶媒のNMPが用いられる。アルミニウム箔の長手方向端部には、負極板18と同様に幅30mmの正極合剤の未塗着部が形成されており、正極ダイレクトタブ2が形成されている。隣り合う正極ダイレクトタブ2の間隔が50mm、正極ダイレクトタブ2の幅が5mmに設定されている。換言すれば、正極ダイレクトタブ(切り欠き残部)2は、アルミニウム箔の長手方向と交差する方向にアルミニウム箔端部から延出している。正極板17は、乾燥後、厚さが90 μ mとなるように、負極板18と同様にプレス加工され、幅が84mmに裁断されている。

【0021】

(電池組立)

リチウムイオン二次電池20の組立は以下の手順で行う。すなわち、正極板17および負極板18をセパレータ16を介して軸芯1の周囲に捲回装置で捲回し電極群6を作製する。このとき、正極ダイレクトタブ2の一部がセパレータ16を介して負極板18と対向する。電極群6の両端面からそれぞれ延出している正極ダイレクトタブ2および負極ダイレクトタブ3を正極集電リング4および負極集電リング5にそれぞれ溶接した後、電池容器7内に電極群6を挿入する。負極集電リング5に予め溶接した負極リード板8を電池容器7の内底部に溶接する。電池容器7の上端部から9mm分下側の位置に電池蓋をカシメ固定するため、段付け加工を施して段付け部を形成する。正極集電リング4および電池蓋を正極リード板9で接続した後、電池容器7内に非水電解液を軸芯1の中空部分から注液して電極群6を非水電解液に浸潤させる。その後、ガスケット10と電池蓋とを段付け部の上にカシメ固定することで、リチウムイオン二次電池20の組立を完成させる。

【0022】

次に、本実施形態のリチウムイオン二次電池20の作用等について、セパレータ16の作用を中心に説明する。

【0023】

本実施形態のリチウムイオン二次電池20では、正極ダイレクトタブ2が形成された正極板17および負極ダイレクトタブ3が形成された負極板18がセパレータ16を介して捲回された電極群6を備えている。電池組立時に電極群6を作製するときや、電池の充放電に伴い正極板17および負極板18が膨張収縮することで体積変化を生じたとき等には、正極ダイレクトタブ2、負極ダイレクトタブ3にねじれを生じることとなる。すなわち、図3(B)に示すように、電極群6を正極集電リング4側からみたときは、電極群6に対して、電池組立時や充放電時に右回り(図の矢印A方向)の力が加わると、正極ダイレクトタブ2にねじれを生じる。このとき、正極ダイレクトタブ2がセパレータ16に対して直角ではなく斜めに接触してセパレータ16を圧迫する(図の矢印B方向)。そうすると、図2(B)に示すように、正極ダイレクトタブ2がセパレータ16や負極板18の端部を変形させる。

【0024】

このような場合、従来の捲回式リチウムイオン二次電池では、正極ダイレクトタブに一定量以上のねじれを生じると、金属製の正極ダイレクトタブが樹脂製フィルムのセパレータを破損することがある。セパレータが破損すると電極群内で正極板および負極板間の短絡が発生し、電池性能の低下、ひいては、電池機能の停止に至り、電池の信頼性を損なうこととなる。

【0025】

ここで、ダイレクトタブがセパレータに斜めに接触するときの力のかかり方について説明する。一般に、物体が平面に一定の力で斜めに押し当てられたときは、物体から平面に与えられる力を当該平面に直交する直交成分と当該平面に沿う水平成分とに分解することができる。水平成分の力が、垂直成分の力と平面の静摩擦係数との積(垂直成分の力×静摩擦係数)より大きくなると物体が平面上を滑ることとなる。換言すれば、セパレータの静摩擦係数を小さくすると、ダイレクトタブがセパレータに斜めに接触してもセパレータの表面を滑りやすくなる。

【0026】

本実施形態では、セパレータ16として静摩擦係数が0.6以下の多孔質ポリオレフィン系フィルムが使用されている。このため、正極板17および負極板18の捲回時や電池の充放電時に、正極ダイレクトタブ2や負極ダイレクトタブ3がねじれを生じてセパレータ16に接触しても、正極ダイレクトタブ2、負極ダイレクトタブ3がセパレータ16の表面を滑ることとなる。これにより、セパレータ16の破損が抑制されるので、正極板17および負極板18間の短絡を抑制することができ、電池の信頼性を確保することができる。

【0027】

また、本実施形態では、負極板18の端部が正極板17の端部からはみ出して位置するように配置されており、正極ダイレクトタブ2の正極板17側の一部がセパレータ16を介して負極板18と対向している(図2(A)の符号2a参照)。正極ダイレクトタブ2が正極合剤の未塗着部に形成されているため、正極ダイレクトタブ2とセパレータ16との間に空隙が形成される。この空隙の分で、正極ダイレクトタブ2がねじれを生じて、セパレータ16を圧迫する力を低減することができる。これにより、セパレータ16の破損が抑制されるので、正極板17および負極板18間の短絡を抑制し電池機能を確保することができる。

【0028】

なお、本実施形態では、セパレータ16として静摩擦係数を0.6以下とする例を示したが、セパレータ16の破損抑制を確実にし、電池信頼性を向上させることを考慮すれば、静摩擦係数を0.39以下とすることが好ましい。また、本実施形態では、セパレータの材質としてポリエチレンフィルムを例示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、静摩擦係数が0.6以下であればいかなる材質のものも使用することができる。このような材質として、例えば、ポリプロピレンフィルム等のポリオレフィン系フィルムを挙げることができる。

【0029】

また、本実施形態では、アルミニウム箔の正極合剤の未塗着部および圧延銅箔の負極合剤の未塗着部をそれぞれ櫛状に切り欠くことにより正極ダイレクトタブ2および負極ダイレクトタブ3を形成する例を示したが、本発明はこれに制限されるものではなく、例えば、三角状等としてもよい。また、正極ダイレクトタブ2、負極ダイレクトタブ3の幅や間隔等にも制限のないことはもちろんである。

【0030】

更に、本実施形態では、円筒型のリチウムイオン二次電池20を例示したが、本発明は電池形状に制限されるものではなく、正極板および負極板が捲回された捲回式のリチウムイオン二次電池に適用することができる。円筒型以外の電池形状として、例えば、角型等の多角形状の電池に適用することもできる。

【0031】

また更に、本実施形態では、正極活物質にマンガン酸リチウム、負極活物質に非晶質炭素をそれぞれ例示したが、本発明はこれらに限定されるものではない。正極活物質としては、例えば、コバルト酸リチウムに代表されるリチウムコバルト複酸化物、ニッケル酸リチウムに代表されるリチウムニッケル複酸化物等のリチウム遷移金属複酸化物を用いることができる。また、結晶中のリチウムやマンガン等の遷移金属元素の一部をFe、Co、Ni、Cr、Al、Mg等の遷移金属元素で置換またはドーブしたリチウム遷移金属複酸化物を用いてもよい。更に、結晶構造についても特に制限はなく、スピネル型、層状型、オリビン型のいずれの結晶構造を有していてもよい。一方、負極活物質としては、リチウムイオン二次電池に通常用いられる炭素材を用いることができる。本実施形態以外の負極活物質としては、例えば、天然黒鉛や人造黒鉛の各種黒鉛材やコークス等を挙げることができる。その粒子形状においても、鱗片状、球状、繊維状、塊状等、特に制限されるものではない。また、導電材やバインダ等についても特に制限はなく、通常、リチウムイオン二次電池に使用される材料を用いてもよい。

10

20

30

40

50

【実施例】

【0032】

次に、本実施形態に従い作製したリチウムイオン二次電池20の実施例について説明する。なお、比較のために作製した比較例についても併記する。

【0033】

下表1に示すように、本実施例では、静摩擦係数の異なる6種類のポリオレフィン系フィルムのセパレータを用いた。静摩擦係数は、同一のセパレータを2枚重ね合わせ、セパレータ・セパレータ間の静摩擦係数を日本工業規格(JIS-K7125)に準じた方法で測定したものである。各セパレータの静摩擦係数は、セパレータ1では0.28、セパレータ2では0.32、セパレータ3では0.39、セパレータ4では0.55、セパレータ5では0.60、セパレータ6では0.78であった。

10

【0034】

【表1】

使用したセパレータ	静摩擦係数
セパレータ1	0.28
セパレータ2	0.32
セパレータ3	0.39
セパレータ4	0.55
セパレータ5	0.60
セパレータ6	0.78

20

【0035】

(電池作製)

各セパレータをそれぞれ用いた電極群6をセパレータ毎に10個ずつ作製した。電極群6の両端面からそれぞれ延出している正極ダイレクトタブ2および負極ダイレクトタブ3を正極集電リング4および負極集電リング5にそれぞれ溶接した後、セパレータ毎に作製した10個の電極群6のうち5個については、正極集電リング4を固定し電極群6を正極集電リング側から見て右回りに45°回転させることで、正極ダイレクトタブ2にねじれを加えた。得られた電極群6を用いてリチウムイオン二次電池を作製した。

30

【0036】

(試験評価1)

作製した電池を0.1Cの電流値で4.1Vまで充電した後、25℃の恒温槽内に3日間放置した。放置後の電池電圧を測定し、4.0V以下に電圧が低下した電池数をカウントした。セパレータ毎にねじれを加えた場合と加えていない場合とで電圧低下を生じた電池の割合を百分率で求めた。求めた電圧低下電池の割合を下表2に示す。

40

【0037】

【表 2】

使用したセパレータ	ねじれを加えない場合	ねじれを加えた場合
セパレータ 1	0 %	0 %
セパレータ 2	0 %	0 %
セパレータ 3	0 %	0 %
セパレータ 4	0 %	0 %
セパレータ 5	0 %	0 %
セパレータ 6	0 %	4 0 %

10

【 0 0 3 8 】

表 2 に示すように、ねじれを加えなかった場合は、いずれのセパレータを用いても、全てのリチウムイオン二次電池で電圧低下が発生しなかった。ところが、ねじれを加えた場合は、静摩擦係数が 0.6 以下のセパレータ 1 ～セパレータ 5 を用いたリチウムイオン二次電池では電圧低下が発生しなかったのに対し、静摩擦係数が 0.78 のセパレータ 6 を用いたリチウムイオン二次電池では 40 % の割合で電圧低下が発生した。電圧低下が発生したリチウムイオン二次電池を解体し、電圧低下の原因を調べたところ、電圧低下の発生した全てのリチウムイオン二次電池で正極ダイレクトタブによる短絡の発生が確認された。このことから、静摩擦係数が 0.6 以下のセパレータを用いることで正極ダイレクトタブ 2 による正極板 17 および負極板 18 間の短絡を抑制できることが判明した。

20

【 0 0 3 9 】

(試験評価 2)

試験評価 1 の電池電圧の測定後、各リチウムイオン二次電池を 2.7 V まで放電し、解体した。正極板の巻き終わりから 10 本目の正極ダイレクトタブの内側に対向する部分のセパレータを電池毎に取り出した。取り出したセパレータを紫外線硬化樹脂に包埋し、紫外線を照射して硬化させた後、正極ダイレクトタブが接していた部分を正極ダイレクトタブに対して垂直方向に切断し断面を観察し、正極ダイレクトタブによってつけられたキズの深さが 8 μ m 以上の電池本数をカウントした。セパレータ毎にねじれを加えた場合と加えていない場合とで正極ダイレクトタブによる深さ 8 μ m 以上のキズの割合を百分率で求めた。求めたキズの割合を下表 3 に示す。

30

【 0 0 4 0 】

【表 3】

使用したセパレータ	ねじれを加えない場合	ねじれを加えた場合
セパレータ 1	0 %	0 %
セパレータ 2	0 %	0 %
セパレータ 3	0 %	0 %
セパレータ 4	0 %	2 0 %
セパレータ 5	0 %	4 0 %
セパレータ 6	0 %	8 0 %

40

【 0 0 4 1 】

50

表 3 に示すように、ねじれを加えなかった場合は、いずれのセパレータを用いても、全てのリチウムイオン二次電池で深さ 8 μm 以上のキズが発生しなかった。ところが、ねじれを加えた場合は、深さ 8 μm 以上のキズが発生が認められ、その割合は、静摩擦係数が 0.55 のセパレータ 4 を用いたリチウムイオン二次電池で 20%、静摩擦係数が 0.60 のセパレータ 5 を用いたリチウムイオン二次電池で 40%、静摩擦係数が 0.78 のセパレータ 6 を用いたリチウムイオン二次電池で 80% であった。これに対して、静摩擦係数が 0.39 以下のセパレータ 1 ~ セパレータ 3 を用いたリチウムイオン二次電池では、深さ 8 μm 以上のキズが発生が認められなかった。このことから、静摩擦係数 0.39 以下のセパレータを用いることで一層安全で信頼性に優れたリチウムイオン二次電池を得ることができることが明らかとなった。

10

【産業上の利用可能性】

【0042】

本発明はダイレクトタブにねじれを生じてても正負電極間の短絡を抑制することができる捲回式リチウムイオン二次電池を提供するため、捲回式リチウムイオン二次電池の製造、販売に寄与するので、産業上の利用可能性を有する。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図 1】本発明に係る実施形態の捲回式リチウムイオン二次電池の断面図である。

【図 2】実施形態の捲回式リチウムイオン二次電池を構成する電極群の正極集電リング側の一部を示す断面図であり、(A) は電極群にねじれが発生していない状態、(B) は電極群にねじれが発生した状態をそれぞれ示す。

20

【図 3】捲回式リチウムイオン二次電池を構成する電極群を正極集電リング側からみたときにねじれが発生による力のかかる方向を模式的に示す説明図であり、(A) は電極群にねじれが発生していない状態、(B) は電極群にねじれが発生した状態をそれぞれ示す。

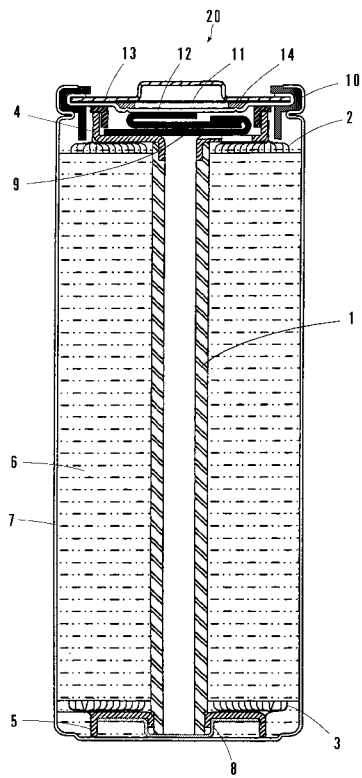
【符号の説明】

【0044】

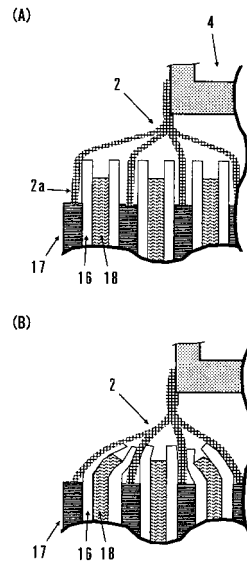
- 2 正極ダイレクトタブ
- 2 a 正極ダイレクトタブの一部 (金属箔側の一部)
- 3 負極ダイレクトタブ
- 6 電極群
- 16 セパレータ
- 17 正極板
- 18 負極板
- 20 捲回式リチウムイオン二次電池

30

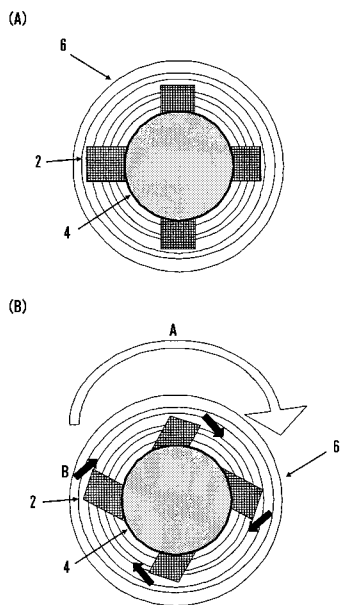
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5H029 AJ12 AK03 AL06 AL07 AM03 AM05 AM07 BJ02 BJ14 DJ04
DJ05 DJ13 EJ01 EJ12 HJ00 HJ12
5H043 AA04 AA13 BA19 CA03 CA12 EA02 EA32 EA35 GA22 HA17E
HA33E LA21E