(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7611802号
(P7611802)

(45)発行日　令和7年1月10日(2025.1.10)

(24)登録日　令和6年12月26日(2024.12.26)

(51)国際特許分類		FI		
H01M 50/457 (2021.01)		H01M	50/457	
H01M 50/414 (2021.01)		H01M	50/414	
H01M 50/443 (2021.01)		H01M	50/443	M
H01M 50/434 (2021.01)		H01M	50/434	
H01M 50/451 (2021.01)		H01M	50/451	

請求項の数　4　（全19頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2021-184690(P2021-184690)
(22)出願日　令和3年11月12日(2021.11.12)
(65)公開番号　特開2023-72261(P2023-72261A)
(43)公開日　令和5年5月24日(2023.5.24)
審査請求日　令和4年12月8日(2022.12.8)

(73)特許権者　520184767
プライムプラネットエナジー＆ソリューションズ株式会社
東京都中央区日本橋室町二丁目１番１号
(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　100121186
弁理士　山根 広昭
(74)代理人　100130605
弁理士　天野 浩治
(72)発明者　宮崎 晋也
東京都中央区日本橋室町二丁目３番１号
プライムプラネットエナジー＆ソリューション
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　セパレータおよびこれを備える非水電解液二次電池

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

正極と、負極と、これらを絶縁するセパレータと、を含む電極体と、

非水電解液と、

を備える、非水電解液二次電池であって、

前記非水電解液二次電池は、車両駆動用電源に用いられるものであり、

前記電極体は、捲回電極体であり、

前記セパレータは、多孔質樹脂製の基材層と、その少なくとも一方の面上に、第１無機粒子を８５質量％以上含有するセラミック層と、を備え、

前記セパレータは、長尺状であり、

前記セパレータの主面は、一対の長辺を有し、

前記セパレータは、その少なくとも一方の前記主面上に、ストライプパターンが形成されるように所定のピッチで設けられた接着層をさらに備え、

前記接着層は、前記セパレータの主面の一方の長辺から他方の長辺まで一方向に延びる凸部として形成された部分を有し、

前記接着層は、接着性樹脂、および第２無機粒子を含有し、

前記接着層における第２無機粒子の含有量は、３質量％以上６５質量％以下であり、

前記接着層と、前記セパレータの主面の長辺との角度が、２０°以上７０°以下であり、

前記接着層の幅が、０．５mm以上４mm以下であり、かつ

前記接着層による前記セパレータの主面の被覆割合が、５０％以上９０％以下である、

非水電解液二次電池。
【請求項２】
前記接着層と、前記セパレータの主面の長辺との角度が、４５°以上６０°以下である、請求項１に記載の非水電解液二次電池。
【請求項３】
前記接着性樹脂が、ポリフッ化ビニリデンである、請求項１または２に記載の非水電解液二次電池。
【請求項４】
前記接着層に含有される第２無機粒子が、アルミナ、ベーマイト、マグネシア、または硫酸バリウムの粒子である、請求項１～３のいずれか１項に記載の非水電解液二次電池。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、セパレータに関する。本発明はまた、当該セパレータを備える非水電解液二次電池に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、リチウムイオン二次電池等の非水電解液二次電池は、パソコン、携帯端末等のポータブル電源や、電気自動車（ＢＥＶ）、ハイブリッド自動車（ＨＥＶ）、プラグインハイブリッド自動車（ＰＨＥＶ）等の車両駆動用電源などに好適に用いられている。
【０００３】
非水電解液二次電池においては、正極と負極とを絶縁するために、セパレータが用いられている。このセパレータとして、多孔質樹脂製の基材と、無機粒子を含有するセラミック層とが積層されたものが知られている。加えて、電極とセパレータとの接着性を向上させるために、セパレータの表面に接着性樹脂を配置する技術が知られている（例えば、特許文献１参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【文献】特許第５５７２１０１号明細書
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
しかしながら、本発明者らが鋭意検討した結果、セパレータの表面に接着性樹脂を配置した場合、接着性樹脂が帯電し、これが、セパレータの製造時において、セパレータ同士が貼り付く、巻き芯が抜けない、放電による欠陥が発生する等の問題を引き起こすことを見出した。また、セパレータ巻き取り時にガス（空気）抜けが阻害されて、平滑な巻き取りが困難となる、巻き取り体の取り扱い性が低下する等の問題を引き起こすことを見出した。さらに、セパレータと電極とを接着して電極体を形成した際に、セパレータの空孔度の低下によって非水電解液の含浸性が低下して、電池の抵抗特性に悪影響を与え得るという問題があることを見出した。
【０００６】
そこで本発明は、帯電防止性、巻き取り時のガス抜け性、および電極体形成時の非水電解液の含浸性に優れたセパレータを提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
ここに開示されるセパレータは、多孔質樹脂製の基材層と、その少なくとも一方の面上に、第１無機粒子を８５質量％以上含有するセラミック層と、を備える。前記セパレータの主面は、長辺を有する。前記セパレータは、その少なくとも一方の前記主面上に、ストライプパターンが形成されるように所定のピッチで設けられた接着層をさらに備える。前

記接着層は、接着性樹脂、および第２無機粒子を含有する。前記接着層における第２無機粒子の含有量は、３質量％以上６５質量％以下である。前記接着層と、前記セパレータの主面の長辺との角度は、２０°以上７０°以下である。

【０００８】

このような構成によれば、帯電防止性、巻き取り時のガス抜け性、および電極体形成時の非水電解液の含浸性に優れたセパレータを提供することができる。

【０００９】

ここに開示されるセパレータの好ましい一態様においては、前記接着層と、前記セパレータの主面の長辺との角度が、４５°以上６０°以下である。このような構成によれば、非水電解液の含浸性がより高いセパレータを提供することができる。

【００１０】

ここに開示されるセパレータの好ましい一態様においては、前記接着性樹脂が、ポリフッ化ビニリデンである。このような構成によれば、セパレータは、電極との接着性が特に高くなり、接着性樹脂による電池特性へ悪影響も防止することができる。

【００１１】

ここに開示されるセパレータの好ましい一態様においては、前記接着層に含有される第２無機粒子が、アルミナ、ベーマイト、マグネシア、または硫酸バリウムの粒子である。このような構成によれば、第２無機粒子による電池特性へ悪影響を防止することができ、これらの粒子は、安価でありコスト面にも優れる。

【００１２】

ここに開示されるセパレータの好ましい一態様においては、前記接着層の幅が、０．５mm以上４mm以下であり、かつ前記接着層による前記セパレータの主面の被覆割合が、５０％以上９０％以下である。このような構成によれば、非水電解液の含浸性が特に高いセパレータを提供することができる。

【００１３】

別の側面から、ここに開示される非水電解液二次電池は、正極と、負極と、これらを絶縁するセパレータと、を含む電極体と、非水電解液とを備える。前記セパレータが、上記のセパレータである。このような構成によれば、生産効率に優れる非水電解液二次電池を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】本発明の一実施形態に係るセパレータの主面に垂直な方向から見た模式図（上面図）である。

【図２】本発明の一実施形態に係るセパレータを模式的に示す部分断面図である。

【図３】図１の長辺近傍の部分拡大図である。

【図４】本発明の一実施形態に係るセパレータを備えるリチウムイオン二次電池の内部構造を模式的に示す断面図である。

【図５】図４リチウムイオン二次電池の捲回電極体の構成を示す模式分解図である。

【発明を実施するための形態】

【００１５】

以下、図面を参照しながら本発明に係る実施の形態を説明する。なお、本明細書において言及していない事柄であって本発明の実施に必要な事柄は、当該分野における従来技術に基づく当業者の設計事項として把握され得る。本発明は、本明細書に開示されている内容と当該分野における技術常識とに基づいて実施することができる。また、以下の図面においては、同じ作用を奏する部材・部位には同じ符号を付して説明している。また、各図における寸法関係（長さ、幅、厚み等）は実際の寸法関係を反映するものではない。

【００１６】

なお、本明細書において「二次電池」とは、繰り返し充放電可能な蓄電デバイスをいい、いわゆる蓄電池、および電気二重層キャパシタ等の蓄電素子を包含する用語である。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。

【００１７】

ここに開示されるセパレータの一例としての、本実施形態に係るセパレータを、図１～図３に例示する。図１は、本実施形態に係るセパレータの主面に垂直な方向から見た模式図（上面図）である。図２は、本実施形態に係るセパレータの部分断面図である。図３は、図１の長辺近傍の部分拡大図である。

【００１８】

図２に示すように、本実施形態に係るセパレータ７０は、多孔質樹脂製の基材層７２と、第１無機粒子を含有するセラミック層７４と、を備える。図１において、矢印に示すＭＤ方向は、セパレータ７０の長手方向であり、図１に示すように、セパレータ７０の主面は、ＭＤ方向に平行な長辺を有している。図示例では、セパレータ７０は、連続して製造することが容易なように長尺状である。しかしながら、セパレータ７０は、その主面が長辺を有する限り、長尺状でなくてもよい。

【００１９】

基材層７２を構成する多孔質樹脂は、非水電解液二次電池のセパレータに用いられる公知の多孔質樹脂であってよい。樹脂の例としては、ポリオレフィン、ポリエステル、セルロース、ポリアミド等が挙げられる。なかでも、セパレータ７０にいわゆるシャットダウン機能を付与できることから、ポリオレフィンが好ましい。好適なポリオレフィンの例として、ポリエチレン（ＰＥ）、ポリプロピレン（ＰＰ）などが挙げられる。

【００２０】

基材層７２は、単層構造であってもよいし、二層以上の積層構造（例えば、ＰＥ層の両面にＰＰ層が積層された三層構造）であってもよい。

【００２１】

基材層７２の厚みは、正極と負極とを絶縁できる限り特に限定されず、例えば８μｍ以上４０μｍ以下であり、好ましくは１０μｍ以上２５μｍ以下であり、さらに好ましくは１０μｍ以上１４μｍ以下である。

【００２２】

基材層７２の空孔率は、特に限定されず、非水電解液二次電池のセパレータの公知の基材層の空孔率と同様であってよい。基材層７２の空孔率は、例えば２０％以上７０％以下であり、好ましくは３０％以上６０％以下であり、さらに好ましくは４０％以上５０％以下である。なお、基材層７２の空孔率は、水銀圧入法によって測定することができる。

【００２３】

基材層７２の透気度は、特に限定されず、非水電解液二次電池のセパレータの公知の基材層の空孔率と同様であってよい。基材層７２の透気度は、例えば、ガーレー値として、５０秒／１００ｍＬ以上６００秒／１００ｍＬ以下であり、好ましくは１５０秒／１００ｍＬ以上３００秒／１００ｍＬ以下である。なお、基材層７２のガーレー値は、ＪＩＳＰ８１１７（２００９）に規定された方法により測定することができる。

【００２４】

セラミック層７４に含有される第１無機粒子の種類は、特に限定されない。第１無機粒子の例としては、アルミナ（Al_2O_3）、シリカ（SiO_2）、チタニア（TiO_2）、ジルコニア（ZrO_2）、マグネシア（ＭｇＯ）、セリア（CeO_2）、酸化亜鉛（ＺｎＯ）等の酸化物系セラミックスの粒子；窒化ケイ素、窒化チタン、窒化ホウ素等の窒化物系セラミックスの粒子；水酸化カルシウム、水酸化マグネシウム、水酸化アルミニウム等の金属水酸化物の粒子；マイカ、タルク、ベーマイト、ゼオライト、アパタイト、カオリン等の粘土鉱物の粒子；硫酸バリウム、硫酸ストロンチウム等の硫酸塩の粒子；ガラス繊維等が挙げられる。なかでも、アルミナおよびベーマイトの粒子が好ましく用いられる。アルミナおよびベーマイトは融点が高く、耐熱性に優れる。また、アルミナおよびベーマイトは、モース硬度が比較的高く、機械的強度および耐久性にも優れる。さらに、アルミナおよびベーマイトは比較的安価なため。原料コストを抑えることができる。

【００２５】
第１無機粒子の形状は、特に限定されず、球状であっても非球状であってもよい。第１無機粒子の平均粒子径（Ｄ５０）は、特に限定されず、例えば０．１μｍ以上５μｍ以下であり、好ましくは０．３μｍ以上３μｍ以下であり、より好ましくは０．５μｍ以上１．５μｍ以下である。なお、本明細書において、平均粒子径（Ｄ５０）とは、メジアン径（Ｄ５０）を指し、したがって、レーザ回折・散乱法に基づく体積基準の粒度分布において、粒径が小さい微粒子側からの累積頻度５０体積％に相当する粒径を意味する。よって、平均粒子径（Ｄ５０）は、公知のレーザ回折・散乱式の粒度分布測定装置等を用いて求めることができる。

【００２６】
セラミック層７４は、第１無機粒子以外の成分を含有していてもよく、その例としては、バインダ、増粘剤等が挙げられる。バインダの例としては、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）、ポリフッ化ビニリデン（ＰＶＤＦ）等のフッ素系ポリマー；アクリル系バインダ；スチレンブタジエンゴム（ＳＢＲ）等のゴム系バインダ；ポリオレフィン系バインダ等が挙げられる。増粘剤の例としては、カルボキシメチルセルロース（ＣＭＣ）、メチルセルロース（ＭＣ）等が挙げられる。

【００２７】
セラミック層７４中の第１無機粒子の含有量は、８５質量％以上である。第１無機粒子の含有量が８５質量％以上であることによって、セラミック層７４に高い強度と耐熱性とを付与することができる。セラミック層７４中の第１無機粒子の含有量は、好ましくは９０質量％以上９７質量％以下であり、より好ましくは９２質量％以上９７質量％以下である。

【００２８】
セラミック層７４中のバインダの含有量は、１５質量％以下であり、好ましくは３質量％以上１０質量％以下であり、より好ましくは３質量％８質量％以下である。

【００２９】
セラミック層７４の厚みは、特に限定されず、例えば０．３μｍ以上６．０μｍ以下であり、好ましくは０．５μｍ以上４．５μｍ以下であり、より好ましくは１．０μｍ以上２．０μｍ以下である。

【００３０】
セラミック層７４の空孔率は、特に限定されず、非水電解液二次電池のセパレータの公知のセラミック層７４と同様であってよい。セラミック層７４の空孔率は、例えば３０％以上９０％以下であり、好ましくは４０％以上８０％以下であり、さらに好ましくは５０％以上７０％以下である。なお、セラミック層７４の空孔率は、水銀圧入法によって測定することができる。

【００３１】
なお、図示例では、セパレータ７０は、基材層７２の一方の主面上のみにセラミック層７４を有している。しかしながら、セパレータ７０は、基材層７２の両主面上にセラミック層７４を有していてもよい。

【００３２】
本実施形態に係るセパレータ７０は、接着層７６をさらに備える。よって、セパレータ７０は、基材層７２およびセラミック層７４の積層体に、接着層７６が付与された構成を有する。

【００３３】
図示例では、セパレータ７０は、基材層７２側の主面と、セラミック層７４側の主面とを有している。接着層７６は、セパレータ７０の少なくとも一方の主面上に設けられる。図２に示す例では、セパレータ７０は、両方の主面（すなわち、基材層７２側の主面とセラミック層７４側の主面）の両方に接着層７６を有している。しかしながら、セパレータ７０は、基材層７２側の主面のみに接着層７６を有していてもよいし、セラミック層７４側の主面のみに接着層７６を有していてもよい。

【００３４】
本実施形態においては、接着層７６は、ストライプパターンが形成されるように、所定のピッチで設けられている。したがって、図示されるように、接着層７６は、一方向に延びる凸部として形成されている。よって、接着層７６が設けられたセパレータ７０の主面には、接着層７６を有する領域と、接着層７６がない領域とが交互に形成されている。なお、この接着層７６がない領域には、製造上の技術的な限界などにより、わずかに接着成分が付着していること（例えば、接着層７６がない領域における接着層７６の構成成分による被覆率が５％以下、好ましくは１％以下）は許される。
【００３５】
本実施形態においては、接着層７６によるストライプパターンは、斜めのストライプパターンとして形成される。そして、接着層７６と、セパレータ７０の主面の長辺との角度（すなわち、図３に示す角度θ）が、２０°以上７０°以下である。したがって、接着層７６は、セパレータ７０の長手方向（図１の矢印ＭＤの方向）に対して、２０°以上７０°以下の範囲で傾斜している。なお、接着層７６と、セパレータ７０の主面の長辺との角度には、鋭角のものと鈍角のものがあるが、本明細書においては、当該角度には、鋭角のものが採用される。
【００３６】
このような斜めストライプパターンに形成された接着層７６により、セパレータ７０は、電極との接着性、および非水電解液の含浸性が共に優れるものとなる。すなわち、接着層７６がストライプパターン状に形成されることにより、隣接する接着層７６の間に非水電解液の流路が形成され、隣接する接着層７６間の領域（すなわち、セパレータ７０の主面の接着層７６がない領域）において、セパレータ７０の内部に非水電解液が容易に浸透していくことができる。このとき、接着層７６によるストライプパターンが、適度に傾斜していることにより、非水電解液がセパレータにより含浸しやすくなる。
【００３７】
よって、接着層７６と、セパレータ７０の主面の長辺との角度θが２０°以上７０°以下という範囲を外れると、非水電解液の含浸性が不十分となる。より高い非水電解液の含浸性の観点から、この角度θは、好ましくは３０°以上６５°以下であり、より好ましくは４５°以上６０°以下である。
【００３８】
このような非水電解液の含浸性が高いセパレータ７０を非水電解液二次電池に用いた場合には、電池抵抗を小さくすることができる。
【００３９】
加えて、このような非水電解液の含浸性が高いセパレータ７０を非水電解液二次電池に用いた場合には、その製造時において、非水電解液を、セパレータ７０を含む電極体に含浸させるのに必要な時間を短くすることができ、よって、非水電解液二次電池の生産効率を向上させることができる。
【００４０】
さらに、非水電解液二次電池に充放電を繰り返した際に、電極に用いられる活物質の膨張よって、非水電解液が電極体から排出されるが、排出された非水電解液が電極体に戻り易くなっている。そのため、充放電を繰り返した際の非水電解液二次電池の抵抗増加を抑制することができる。
【００４１】
ここで、セパレータ７０の基材層７２とセラミック層７４とでは、セラミック層７４の方が、非水電解液の浸透性が高い。よって、接着層７６を少なくとも、非水電解液の浸透性の低い基材層７２の主面に設ける場合には、接着層７６による非水電解液の含浸性向上効果をより発揮させることができる。
【００４２】
また、接着層７６が一方向に連続して形成されるために、ドットパターン状に接着層を配置する従来技術に比べて、電極に対する接着性が高くなる。

【００４３】
接着層７６が形成されているセパレータ７０の主面において、接着層７６によるセパレータ７０のその主面の被覆割合（言い換えると、セパレータ７０のその主面上の接着層７６の塗工面積）は、特に限定されない。より高い接着性の観点から、当該被覆割合は、好ましくは５０％以上であり、より好ましくは６０％以上である。一方、特に高い非水電解液の含浸性および特に小さい電池抵抗の観点から、当該被覆割合は、好ましくは９０％以下であり、より好ましくは８０％以下である。
【００４４】
接着層７６の幅（すなわち、接着層７６の伸長方向に垂直な方向の寸法；図３に示す寸法Ｗ）は、特に限定されないが、例えば、０．５ｍｍ以上４ｍｍ以下であり、好ましくは３ｍｍ以上４ｍｍ以下である。
【００４５】
接着層７６間の距離（すなわち、接着層７６間のギャップの幅；図３に示す寸法Ｐ）は、特に限定されないが、例えば、例えば、０．５ｍｍ以上４ｍｍ以下であり、好ましくは０．５ｍｍ以上２ｍｍ以下である。
【００４６】
接着層７６の厚み（すなわち、セパレータ７０の主面に垂直な方向の寸法）は、特に限定されず、例えば、０．５μｍ以上４．５μｍ以下であり、好ましくは０．５μｍ以上２．５μｍ以下であり、より好ましくは１．０μｍ以上２．０μｍ以下である。
【００４７】
非水電解液が浸透し易い領域を所定の間隔で配置して非水電解液の含浸性をより高くする観点からは、接着層７６の幅が、０．５ｍｍ以上４ｍｍ以下であり、かつ接着層７６によるセパレータの主面の被覆割合が、５０％以上９０％以下であることが好ましい。
【００４８】
なお、図２示す例では、接着層７６は、断面矩形状を有している。接着層７６の断面が矩形であることによって、電極との大きな接着面積を得ることが容易である。しかしながら、接着層７６の断面形状は、電極とセパレータ７０とを接着できる限りこれに限られない。
【００４９】
接着層７６は、接着性樹脂、および第２無機粒子を含有する。接着層７６が第２無機粒子を含有することによって、接着層７６を帯電し難くすることができ、このとき、さらに接着層７６をストライプ状に形成することによって、接着層７６は、帯電防止性が特に高いものとなる。したがって、セパレータの製造時において、接着層７６の帯電による、セパレータ同士の意図せぬ貼り付き、巻き芯抜け不良、放電による欠陥の発生等の問題を解消することができる。
【００５０】
また、接着層７６が第２無機粒子を含有し、かつストライプ状に形成されることによって、接着層７６の接着力が適正化され、また、接着層７６の表面に第２無機粒子による凹凸が付与される。これにより、セパレータ７０の巻き取り時にガス（空気）が抜け易くなっている。すなわち、これにより、セパレータ７０に高いガス抜け性を付与することができる。よって、セパレータ７０の巻き取りが容易となり、また、巻き取ったセパレータ７０の取り扱い性も高くなる。
【００５１】
接着性樹脂の種類は、電極とセパレータ７０とを接着可能な限り特に限定されない。接着性樹脂の例としては、ポリフッ化ビニリデン（ＰＶＤＦ）；スチレンブタジエンゴム（ＳＢＲ）、アクリロニトリル－ブタジエンゴム（ＮＢＲ）、アクリロニトリル－ブタジエン－スチレンゴム（ＮＳＢＲ）等のジエン系ゴム；ポリアクリル酸、ブチルアクリレート－エチルヘキシルアクリレート共重合体、メチルメタクリレート－エチルヘキシルアクリレート共重合体等の（メタ）アクリル系樹脂；カルボキシメチルセルロース、ヒドロキシアルキルセルロース等のセルロース誘導体；ポリアクリロニトリル；ポリ塩化ビニル；ポ

リビニルアルコール；ポリビニルブチラール；ポリビニルピロリドン等が挙げられる。接着層７６は、これらの接着性樹脂を１種単独で含有してもよく、２種以上を含有していてもよい。これらのうち、セパレータと電極との接着性の高さ、および電池特性への悪影響防止の観点から、ポリフッ化ビニリデンが好ましい。

【００５２】

接着層７６における接着性樹脂の含有量は、３５質量％以上であり、好ましくは４０質量％以上であり、より好ましくは５０質量％以上であり、さらに好ましくは６０質量％以上である。一方、接着性樹脂の含有量は、９７質量％以下であり、好ましくは９５質量％以下であり、より好ましくは９０質量％以下であり、さらに好ましくは８０質量％以下である。

【００５３】

第２無機粒子としては、第１無機粒子として例示されたものと同じもの使用することができる。第２無機粒子として好ましくは、アルミナ、ベーマイト、マグネシア、および硫酸バリウムの粒子である。これらの粒子によれば、第２無機粒子による電池特性へ悪影響を防止することができ、また、これらの粒子は、安価でありコスト面にも優れる。第２無機粒子としてより好ましくは、アルミナ、およびベーマイトの粒子である。セラミック層７４に含まれる第１無機粒子と、接着層７６に含まれる第２無機粒子は、同じであってもよいし、異なっていてもよい。

【００５４】

第２無機粒子の平均粒子径（Ｄ５０）は、特に限定されず、例えば０．１μｍ以上５μｍ以下であり、好ましくは０．３μｍ以上３μｍ以下であり、より好ましくは０．５μｍ以上１．５μｍ以下である。

【００５５】

ここで、第２無機粒子による効果を十分に発揮させる観点から、接着層７６における第２無機粒子の含有量は、３質量％以上であり、好ましくは５質量％以上であり、より好ましくは１０質量％以上であり、さらに好ましくは２０質量％以上である。一方で、接着層７６は、接着層として機能するのに十分な接着性を有している必要があり、よって、接着層７６における第２無機粒子の含有量は、６５質量％以下であり、好ましくは６０質量％以下であり、より好ましくは５０質量％以下であり、さらに好ましくは４０質量％以下である。

【００５６】

接着層７６は、接着層として機能するのに十分な接着性を有するため、電極とセパレータとが十分な強度で接着されることによって、電極をセパレータに強固に固定することができる。これにより、極板間距離（すなわち、正極と負極との距離）を一定に保つことができる。その結果、非水電解液二次電池において、極板間距離の不均一さに起因する金属リチウムの析出および発生ガスの滞留を抑制することができる。さらに、電極とセパレータとが十分な強度で接着されることで、電極体の製造時のセパレータと電極との積層ズレが起こり難くなり、電極体の生産速度、電極体の歩留まり、および電池ケースへの挿入性を向上させることができる。極板間距離をより一定に保つ観点からは、接着層７６は、セパレータ７０の両方の主面上に設けられることが好ましい。

【００５７】

接着層７６は、接着性樹脂および第２無機粒子のみを含有していてもよく、これら以外の成分（言い換えると、その他の成分）をさらに含有していてもよい。その他の成分の例としては、消泡剤、界面活性剤、湿潤剤、消泡剤、ｐＨ調整剤などの添加剤が挙げられる。

【００５８】

図示例では、セパレータ７０は、基材層７２、セラミック層７４、および接着層７６の３種類の層のみを有している。しかしながらセパレータ７０は、本発明の効果を顕著に阻害しない範囲内で、基材層７２、セラミック層７４、および接着層７６以外の層をさらに有していてもよい。

【００５９】

セパレータ７０は、公知方法に従って製造することができる。例えば、基材層７２となる多孔質樹脂基材を用意する。多孔質樹脂基材として好適には、長尺状の基材である。この多孔質樹脂基材に、第１無機粒子を含有するセラミック層形成用スラリーを塗布し、乾燥して、セラミック層７４が形成された積層体を得る。

【００６０】

次に、接着性樹脂と第２無機粒子と溶媒とを含有する塗工液を用意し、これを積層体に塗布する。このとき、塗工液は、ストライプパターンが形成されるように所定のピッチで、積層体に塗布される。また、このとき、積層体の主面の長辺に沿って、すなわち、長手方向に対して、２０°～７０°の範囲で傾斜するように塗布される。このような塗布は、例えば、回転方向に対して斜めの溝を有するグラビアロールを備えたロールコータ等を用いることにより、行うことができる。

【００６１】

塗布された塗工液を乾燥することにより、接着層７６を形成して、これによりセパレータ７０を得ることができる。

【００６２】

なお、本実施形態に係るセパレータ７０は、公知方法に従って、非水電解液二次電池に用いることができる。よって、本実施形態に係るセパレータ７０は、典型的には、非水電解液二次電池のセパレータであり、好適には、リチウムイオン二次電池のセパレータである。

【００６３】

そこで、別の観点から、ここに開示される非水電解液二次電池は、正極と、負極と、これらを絶縁するセパレータと、を含む電極体と、非水電解液と、を備える。当該セパレータが、上記のセパレータである。

【００６４】

ここに開示される非水電解液二次電池の構成例として、上記のセパレータを備えるリチウムイオン二次電池の概略を以下、図面を参照しながら説明する。以下説明するリチウムイオン二次電池は、あくまで例示でありここに開示される非水電解液二次電池をなんら限定するものではない。

【００６５】

図４に示すリチウムイオン二次電池１００は、扁平形状の捲回電極体２０と非水電解液８０とが扁平な角形の電池ケース（即ち外装容器）３０に収容されることにより構築される密閉型電池である。電池ケース３０には外部接続用の正極端子４２および負極端子４４と、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設定された薄肉の安全弁３６とが設けられている。また、電池ケース３０には、非水電解質８０を注入するための注入口（図示せず）が設けられている。正極端子４２は、正極集電板４２ａと電気的に接続されている。負極端子４４は、負極集電板４４ａと電気的に接続されている。電池ケース３０の材質としては、例えば、アルミニウム等の軽量で熱伝導性の良い金属材料が用いられる。

【００６６】

捲回電極体２０は、図４および図５に示すように、正極シート５０と、負極シート６０とが、２枚の長尺状のセパレータシート７０を介して重ね合わされて長手方向に捲回された形態を有する。正極シート５０は、長尺状の正極集電体５２の片面または両面（ここでは両面）に長手方向に沿って正極活物質層５４が形成された構成を有する。負極シート６０は、長尺状の負極集電体６２の片面または両面（ここでは両面）に長手方向に沿って負極活物質層６４が形成されている構成を有する。正極活物質層非形成部分５２ａ（すなわち、正極活物質層５４が形成されずに正極集電体５２が露出した部分）および負極活物質層非形成部分６２ａ（すなわち、負極活物質層６４が形成されずに負極集電体６２が露出した部分）は、捲回電極体２０の捲回軸方向（すなわち、上記長手方向に直交するシート幅方向）の両端から外方にはみ出すように形成されている。正極活物質層非形成部分５２ａおよび負極活物質層非形成部分６２ａには、それぞれ正極集電板４２ａおよび負極集電

板４４ａが接合されている。
【００６７】
正極シート５０を構成する正極集電体５２としては、リチウムイオン二次電池に用いられる公知の正極集電体を用いてよく、その例としては、導電性の良好な金属（例えば、アルミニウム、ニッケル、チタン、ステンレス鋼等）製のシートまたは箔が挙げられる。正極集電体５２としては、アルミニウム箔が好ましい。
【００６８】
正極集電体５２の寸法は特に限定されず、電池設計に応じて適宜決定すればよい。正極集電体５２としてアルミニウム箔を用いる場合には、その厚みは、特に限定されないが、例えば５μｍ以上３５μｍ以下であり、好ましくは７μｍ以上２０μｍ以下である。
【００６９】
正極活物質層５４は、正極活物質を含有する。正極活物質としては、リチウムイオン二次電池に用いられる公知の正極活物質を用いてよい。具体的に例えば、正極活物質として、リチウム複合酸化物、リチウム遷移金属リン酸化合物等を用いることができる。正極活物質の結晶構造は、特に限定されず、層状構造、スピネル構造、オリビン構造等であってよい。
【００７０】
リチウム複合酸化物としては、遷移金属元素として、Ｎｉ、Ｃｏ、Ｍｎのうちの少なくとも１種を含むリチウム遷移金属複合酸化物が好ましく、その具体例としては、リチウムニッケル系複合酸化物、リチウムコバルト系複合酸化物、リチウムマンガン系複合酸化物、リチウムニッケルマンガン系複合酸化物、リチウムニッケルコバルトマンガン系複合酸化物、リチウムニッケルコバルトアルミニウム系複合酸化物、リチウム鉄ニッケルマンガン系複合酸化物等が挙げられる。これらの正極活物質は、１種単独で用いてよく、または２種以上を組み合わせて用いてもよい。正極活物質としては、リチウムニッケルコバルトマンガン系複合酸化物が好ましい。
【００７１】
なお、本明細書において「リチウムニッケルコバルトマンガン系複合酸化物」とは、Ｌｉ、Ｎｉ、Ｃｏ、Ｍｎ、Ｏを構成元素とする酸化物の他に、それら以外の１種または２種以上の添加的な元素を含んだ酸化物をも包含する用語である。かかる添加的な元素の例としては、Ｍｇ、Ｃａ、Ａｌ、Ｔｉ、Ｖ、Ｃｒ、Ｙ、Ｚｒ、Ｎｂ、Ｍｏ、Ｈｆ、Ｔａ、Ｗ、Ｎａ、Ｆｅ、Ｚｎ、Ｓｎ等の遷移金属元素や典型金属元素等が挙げられる。また、添加的な元素は、Ｂ、Ｃ、Ｓｉ、Ｐ等の半金属元素や、Ｓ、Ｆ、Ｃｌ、Ｂｒ、Ｉ等の非金属元素であってもよい。このことは、上記したリチウムニッケル系複合酸化物、リチウムコバルト系複合酸化物、リチウムマンガン系複合酸化物、リチウムニッケルマンガン系複合酸化物、リチウムニッケルコバルトアルミニウム系複合酸化物、リチウム鉄ニッケルマンガン系複合酸化物等についても同様である。
【００７２】
正極活物質の平均粒子径（メジアン径：Ｄ５０）は、特に限定されないが、例えば、０．０５μｍ以上２５μｍ以下であり、好ましくは１μｍ以上２０μｍ以下であり、より好ましくは３μｍ以上１５μｍ以下である。
【００７３】
正極活物質層５４は、正極活物質以外の成分、例えば、リン酸三リチウム、導電材、バインダ等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）等のカーボンブラックやその他（例、グラファイトなど）の炭素材料を好適に使用し得る。バインダとしては、例えばポリフッ化ビニリデン（ＰＶＤＦ）等を使用し得る。
【００７４】
正極活物質層５４中の正極活物質の含有量（すなわち、正極活物質層５４の全質量に対する正極活物質の含有量）は、特に限定されないが、７０質量％以上が好ましく、より好ましくは８０質量％以上９７質量％以下であり、さらに好ましくは８５質量％以上９６質量％以下である。正極活物質層５４中のリン酸三リチウムの含有量は、特に制限はないが

、１質量％以上１５質量％以下が好ましく、２質量％以上１２質量％以下がより好ましい。正極活物質層５４中の導電材の含有量は、特に制限はないが、１質量％以上１５質量％以下が好ましく、３質量％以上１３質量％以下がより好ましい。正極活物質層５４中のバインダの含有量は、特に制限はないが、１質量％以上１５質量％以下が好ましく、１．５質量％以上１０質量％以下がより好ましい。

【００７５】

正極活物質層５４の厚みは、特に限定されないが、例えば、１０μｍ以上３００μｍ以下であり、好ましくは２０μｍ以上２００μｍ以下である。

【００７６】

負極シート６０を構成する負極集電体６２としては、リチウムイオン二次電池に用いられる公知の負極集電体を用いてよく、その例としては、導電性の良好な金属（例えば、銅、ニッケル、チタン、ステンレス鋼等）製のシートまたは箔が挙げられる。負極集電体６２としては、銅箔が好ましい。

【００７７】

負極集電体６２の寸法は特に限定されず、電池設計に応じて適宜決定すればよい。負極集電体６２として銅箔を用いる場合には、その厚みは、特に限定されないが、例えば５μｍ以上３５μｍ以下であり、好ましくは７μｍ以上２０μｍ以下である。

【００７８】

負極活物質層６４は負極活物質を含有する。当該負極活物質としては、例えば黒鉛、ハードカーボン、ソフトカーボン等の炭素材料を使用し得る。黒鉛は、天然黒鉛であっても人造黒鉛であってもよく、黒鉛が非晶質な炭素材料で被覆された形態の非晶質炭素被覆黒鉛であってもよい。

【００７９】

負極活物質の平均粒子径（メジアン径：Ｄ５０）は、特に限定されないが、例えば、０．１μｍ以上５０μｍ以下であり、好ましくは１μｍ以上２５μｍ以下であり、より好ましくは５μｍ以上２０μｍ以下である。なお、負極活物質の平均粒子径（Ｄ５０）は、例えば、レーザ回折散乱法により求めることができる。

【００８０】

負極活物質層６４は、活物質以外の成分、例えばバインダや増粘剤等を含み得る。バインダとしては、例えばスチレンブタジエンラバー（ＳＢＲ）、ポリフッ化ビニリデン（ＰＶＤＦ）等を使用し得る。増粘剤としては、例えばカルボキシメチルセルロース（ＣＭＣ）等を使用し得る。

【００８１】

負極活物質層中の負極活物質の含有量は、９０質量％以上が好ましく、９５質量％以上９９質量％以下がより好ましい。負極活物質層中のバインダの含有量は、０．１質量％以上８質量％以下が好ましく、０．５質量％以上３質量％以下がより好ましい。負極活物質層中の増粘剤の含有量は、０．３質量％以上３質量％以下が好ましく、０．５質量％以上２質量％以下がより好ましい。

【００８２】

負極活物質層６４の厚みは、特に限定されないが、例えば、１０μｍ以上３００μｍ以下であり、好ましくは２０μｍ以上２００μｍ以下である。

【００８３】

セパレータ７０には、上述のセパレータ、すなわち、基材層７２およびセラミック層７４の積層体の少なくとも一方の主面に、所定量の第２無機粒子を含有する接着層７６が所定の角度で斜めストライプ状に形成されたセパレータが用いられている。

【００８４】

非水電解質８０は、典型的には、非水溶媒と支持塩（電解質塩）とを含有する。非水溶媒としては、一般的なリチウムイオン二次電池の電解液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、ラクトン類等の有機溶媒を、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）、モノフルオロエチレンカーボネート（ＭＦＥＣ）、ジフルオロエチレンカーボネート（ＤＦＥＣ）、モノフルオロメチルジフルオロメチルカーボネート（Ｆ－ＤＭＣ）、トリフルオロジメチルカーボネート（ＴＦＤＭＣ）等が例示される。このような非水溶媒は、１種を単独で、あるいは２種以上を適宜組み合わせて用いることができる。

【００８５】

支持塩としては、例えば、$LiPF_6$、$LiBF_4$、リチウムビス（フルオロスルホニル）イミド（ＬｉＦＳＩ）等のリチウム塩（好ましくは$LiPF_6$）を好適に用いることができる。支持塩の濃度は、０．７ｍｏｌ／Ｌ以上１．３ｍｏｌ／Ｌ以下が好ましい。

【００８６】

なお、上記非水電解質８０は、本発明の効果を著しく損なわない限りにおいて、上述した成分以外の成分、例えば、オキサラト錯体等の被膜形成剤；ビフェニル（ＢＰ）、シクロヘキシルベンゼン（ＣＨＢ）等のガス発生剤；増粘剤；等の各種添加剤を含んでいてもよい。

【００８７】

なお、図４は、電池ケース３０内に注入される非水電解液８０の量を厳密に示すものではない。

【００８８】

以上のようにして構成されるリチウムイオン二次電池１００は、その製造時における非水電解液の電極体（特にセパレータ）への含浸性に優れ、よって生産効率に優れる。また、リチウムイオン二次電池１００においては、セパレータ７０と電極とが十分な強度で接着されており、これにより電極体２０の製造時の積層ズレが抑制され、この点からも生産効率に優れる。また、リチウムイオン二次電池１００は、初期抵抗が小さく、充放電を繰り返した際の抵抗増加も抑制されている。さらに、リチウムイオン二次電池１００においては、極板間距離の均一性が高いため、金属リチウム析出耐性にも優れる。

【００８９】

リチウムイオン二次電池１００は、各種用途に利用可能である。具体的な用途としては、パソコン、携帯電子機器、携帯端末等のポータブル電源；電気自動車（ＢＥＶ）、ハイブリッド自動車（ＨＥＶ）、プラグインハイブリッド自動車（ＰＨＥＶ）等の車両駆動用電源；小型電力貯蔵装置等の蓄電池などが挙げられ、なかでも、車両駆動用電源が好ましい。リチウムイオン二次電池１００は、典型的には複数個を直列および／または並列に接続してなる組電池の形態でも使用され得る。

【００９０】

なお、一例として扁平形状の捲回電極体２０を備える角形のリチウムイオン二次電池１００について説明した。しかしながら、ここに開示される非水電解質二次電池は、積層型電極体（すなわち、複数の正極と、複数の負極とが交互に積層された電極体）を備えるリチウムイオン二次電池として構成することもできる。積層型電極体は、正極と負極の間のそれぞれに１枚のセパレータが介在するように、複数のセパレータを含むものであってもよく、１枚のセパレータが折り返されながら、正極と負極とが交互に積層されたものであってよい。

【００９１】

また、ここに開示される非水電解質二次電池は、コイン型リチウムイオン二次電池、ボタン型リチウムイオン二次電池、円筒形リチウムイオン二次電池、ラミネートケース型リチウムイオン二次電池として構成することもできる。また、ここに開示される非水電解質二次電池は、公知方法に従い、リチウムイオン二次電池以外の非水電解質二次電池として構成することもできる。

【００９２】

以下、本発明に関する試験例を説明するが、本発明をかかる実施例に示すものに限定することを意図したものではない。

【００９３】
＜試験例のセパレータの作製＞
基材として、湿式法で作製された長尺状の多孔質ポリエチレン（ＰＥ）フィルムを用意した。このＰＥフィルムの厚みは、１２μｍであり、空孔率は４５％であった。
【００９４】
平均粒子径（Ｄ５０）が０．９μｍのアルミナ粒子と、バインダとを含有するスラリーを用意した。このスラリーを上記の基材の両面に塗布し、乾燥することにより、基材上にセラミック層が形成された積層体を得た。このとき、スラリーの全固形分に対するアルミナ粒子の量は、９０質量％以上とした。なお、形成されたセラミック層の厚みは、片面当たり１．５μｍであった。
【００９５】
ポリフッ化ビニリデン（ＰＶＤＦ）、平均粒子径（Ｄ５０）が０．９μｍのアルミナ粒子、およびＮ－メチル－２－ピロリドン（ＮＭＰ）を含有する塗工液を用意した。このとき、塗工液の全固形分に対するアルミナ粒子の量は、表１に示す量とした（なお、無機粒子０質量％の場合は、塗工液は、ＰＶＤＦとＮＭＰのみを含む）。試験例１～６では、この塗工液を、上記積層体の両面上に、ストライプ状にパターン塗工した。このとき、各試験例におけるパターンの塗工面積は、すべて８０％で統一し、各試験例におけるストライプの幅（接着層の幅）は、４ｍｍとした。また、各試験例におけるストライプ角度（°）（すなわち、セパレータの主面の長辺に対する接着層の角度）は、表１に示す角度とした。
【００９６】
一方、試験例７、８では、この塗工液を、上記積層体の両面全体に塗布した。塗布した塗工液を乾燥することによって、接着層を形成した。
【００９７】
なお、各試験例において、接着層の表面被覆率（すなわち、セパレータの主面の面積に対する接着層形成部の面積の割合）は、塗工液の塗工面積率に一致していた。各試験例において、形成された接着層の厚みは、片面あたり１．０μｍであった。このようにして、各試験例のセパレータを得た。
【００９８】
＜評価用リチウムイオン二次電池の作製＞
正極活物質としての$LiNi_{1/3}Co_{1/3}Mn_{1/3}O_2$（ＬＮＣＭ）と、導電材としてのアセチレンブラック（ＡＢ）と、バインダとしてのポリフッ化ビニリデン（ＰＶｄＦ）とを、ＬＮＣＭ：ＡＢ：ＰＶｄＦ＝８７：１０：３の質量比でＮ－メチルピロリドン（ＮＭＰ）と混合し、正極活物質層形成用スラリーを調製した。このスラリーを、アルミニウム箔に塗布し、乾燥して正極活物質層を形成した。得られたシートをプレス処理した後、幅５０ｍｍ×長さ２３０ｍｍに切り取って、正極シートを得た。なお、正極シートの長手方向の端部に正極活物質層非形成部分を設けた。
【００９９】
負極活物質として、黒鉛（Ｃ）と、バインダとしてのスチレンブタジエンゴム（ＳＢＲ）と、増粘剤としてのカルボキシメチルセルロース（ＣＭＣ）とを、Ｃ：ＳＢＲ：ＣＭＣ＝９８：１：１の質量比でイオン交換水と混合して、負極活物質層形成用スラリーを調製した。このスラリーを、銅箔に塗布し乾燥して負極活物質層を形成した。得られたシートをプレス処理した後、幅５２ｍｍ×長さ３３０ｍｍに切り取って、負極シートを得た。なお、負極シートの長手方向の端部に負極活物質層非形成部分を設けた。
【０１００】
正極シートの正極活物質層非形成部分に、アルミニウム製のリードを超音波溶接によって、正極シートの幅方向に突出するように取り付けた。負極シートの負極活物質層非形成部分に、ニッケル製のリードを超音波溶接によって、負極シートの幅方向に突出するように取り付けた。各試験例のセパレータを、幅５４ｍｍ×長さ４００ｍｍの寸法に切り取った。なお、切り取り前後で、セパレータのストライプ角度は同じであった。
【０１０１】

この正極シートと、負極シートと、各試験例につき２枚のセパレータとを、重ね合わせた。得られた積層体を捲回し、得られた捲回体を所定の圧力でプレスすることにより、扁平形状の捲回電極体を作製した。このとき、正極シートのリードおよび負極シートのリードが共に同じ方向に、捲回電極体から突出するようにした。なお、捲回電極体の外寸は、４１ｍｍ×５４ｍｍであった。

【０１０２】

アルミラミネートシートで構成される外装体を用意した。得られた捲回電極体を、アルミラミネートシートで構成される外装体に収容し、非水電解液を外装体に注入した後、外装体を気密に封止した。なお、非水電解液には、エチレンカーボネート（ＥＣ）とジメチルカーボネート（ＤＭＣ）とエチルメチルカーボネート（ＥＭＣ）とを、３：４：３の体積比で含む混合溶媒に、$LiPF_6$を１．１ｍｏｌ／Ｌの濃度で溶解させたものを用いた。このようにして、各試験例の評価用リチウムイオン二次電池を得た。

【０１０３】

＜特性評価＞

〔ガス抜け性評価〕

各試験例のセパレータを３０００ｍｍ幅で作製し、巻き取り機を用いて、当該セパレータを８インチのコア材に１５０ｇｆの張力で巻き取った。ここで、セパレータ巻き取り時にガス（すなわち空気）が抜けない場合、気泡としてセパレータ層間に残存し、セパレータ層に凹凸が生じる。巻き取ったセパレータの外観を目視で観察して、残存した気泡による凹凸の有無を調べた。結果を表１に示す。

【０１０４】

〔帯電性評価〕

各試験例のセパレータを金属板上に置き、その上に、６３ｍｍ角、荷重１．９８Ｎの重りを載せた。ロードセルを備えた引張試験機を用いて、このセパレータの一端を１ｍｍ／秒の速度で水平方向に引張っり、セパレータが一定の速度で動きだしてからの移動距離５０ｍｍにおける平均摩擦力を測定した。得られた平均摩擦力を１．９８Ｎで除することにより、動摩擦係数を算出した。結果を表１に示す。なお、セパレータの接着層の帯電性が高いほど、この動摩擦係数が高くなる。

【０１０５】

〔非水電解液の含浸時間〕

非水電解液を注液した各評価用リチウムイオン二次電池を、２５℃の温度雰囲気下に保管した。１時間経過ごとに、各評価用リチウムイオン二次電池を解体し、セパレータに非水電解液が含浸していない部分の面積を求めた。時間と面積との関係から、セパレータへの非水電解液の含浸が完了した時間を求めた。結果を表１に示す。

【０１０６】

〔セパレータの接着力測定〕

各試験例のセパレータを、上記作製した正極および負極で挟み込んだ。さらにこれを多孔質ポリエチレンフィルムで挟み込み、さらにテフロン（登録商標）シートで挟み込んだ。得られた積層体を、２５℃で６０ｋＮの圧力で１０秒間、プレス処理した。得られたプレス品を、２０ｍｍ×１２０ｍｍの短冊状に切り抜いて、測定試料を作製した。このとき、接着層がストライプ状に形成されたセパレータについては、測定試料の長手方向と、ストライプの方向（すなわち、接着層の伸長方向）が平行になるようにした。

【０１０７】

測定試料を、引張試験機の水平な可動式テーブル上に両面テープで固定した。測定試料のセパレータのみを、プッシュプルゲージによって９０°上方（すなわち、垂直方向）に、２００ｍｍ／分の速度で引き上げた。このとき可動式テーブルを、プッシュプルゲージの移動量に同期して移動させた。セパレータと電極との剥離が起こったときの荷重を測定し、これをセパレータの接着力とした。結果を表１に示す。

【０１０８】

〔電池抵抗〕

各評価用リチウムイオン二次電池を、２５℃の温度雰囲気下に置き、ＳＯＣ５０％まで充電した。この各評価用リチウムイオン二次電池を、０．２Ｃ～４．０Ｃの範囲の電流値で１０秒間放電した。各電流値に対する１０秒放電後の電圧値をプロットし、直線近似して得た直線の傾きから、ＩＶ抵抗を求めた。結果を表１に示す。

【０１０９】

【表１】

表１

	接着層				特性評価				
	パターン	ストライプ角度(°)	表面被覆率(%)	無機粒子(質量%)	ガス抜け性/残存気泡	帯電性/動摩擦係数	含浸完了時間(時間)	接着力(N/m)	抵抗値(mΩ)
試験例１	斜めストライプ	20	80	0	有	0.69	3.5	0.97	76
試験例２	斜めストライプ	45	80	0	有	0.70	2.0	1.07	77
試験例３	斜めストライプ	45	80	10	無	0.50	1.8	1.06	74
試験例４	斜めストライプ	45	80	60	無	0.47	1.5	1.02	73
試験例５	斜めストライプ	45	80	75	無	0.47	1.4	<0.5	74
試験例６	斜めストライプ	70	80	0	有	0.70	3.3	1.02	77
試験例７	全面塗工	–	100	0	有	0.85	15.0	1.40	85
試験例８	全面塗工	–	100	60	無	0.60	14.0	1.30	84

【０１１０】

試験例１～６では、接着層は、セパレータの主面上に、ストライプ角が２０°～７０°のストライプパターン状に設けられている。一方、試験例７，８では、接着層は、セパレータの主面全体に設けられている。これらの比較より、接着層をセパレータの主面上に、

ストライプ角が２０°～７０°のストライプパターン状に設けることで、セパレータの非水電解液に対する含浸性が高くなり、電池抵抗を低減できることがわかる。

【０１１１】

また、試験例２と試験例３～５との比較、および試験例７と試験例８との比較より、接着層に無機粒子を含有させることにより、セパレータのガス抜け性が高くなり、またセパレータが帯電し難くなっていることがわかる。また、試験例４と試験例８との比較より、接着層がストライプパターン状である場合には、セパレータが、特に帯電し難いことがわかる。一方で、試験例５の結果より、接着層中の無機粒子の含有量が大きすぎると、接着層として十分な接着性が発現しないことがわかる。

【０１１２】

以上の結果より、接着層に、無機粒子を３質量％以上６５質量％以下となるように含有させ、接着層と、セパレータの主面の長辺との角度を、２０°以上７０°以下とすることにより、高い帯電防止性、巻き取り時の高いガス抜け性、および電極体形成時の非水電解液の高い含浸性が得られることがわかる。よって、ここに開示されるセパレータによれば、帯電防止性、巻き取り時のガス抜け性、および電極体形成時の非水電解液の含浸性に優れることがわかる。

【０１１３】

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。

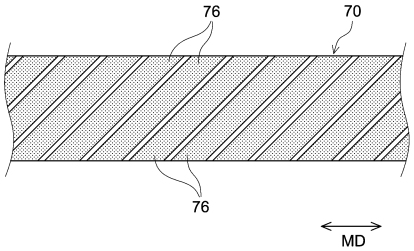
【符号の説明】

【０１１４】

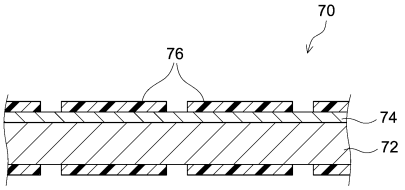
２０　捲回電極体
３０　電池ケース
３６　安全弁
４２　正極端子
４２ａ　正極集電板
４４　負極端子
４４ａ　負極集電板
５０　正極シート（正極）
５２　正極集電体
５２ａ　正極活物質層非形成部分
５４　正極活物質層
６０　負極シート（負極）
６２　負極集電体
６２ａ　負極活物質層非形成部分
６４　負極活物質層
７０　セパレータ
７２　基材層
７４　セラミック層
７６　接着層
８０　非水電解液
１００　リチウムイオン二次電池

【図面】

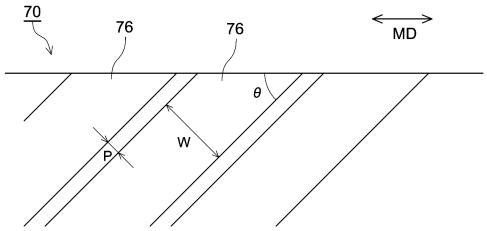
【図１】


76
70
76
MD

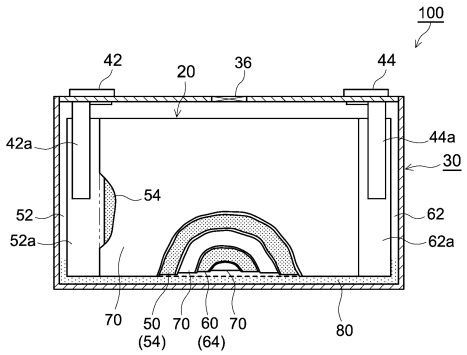
【図２】


70
76
74
72

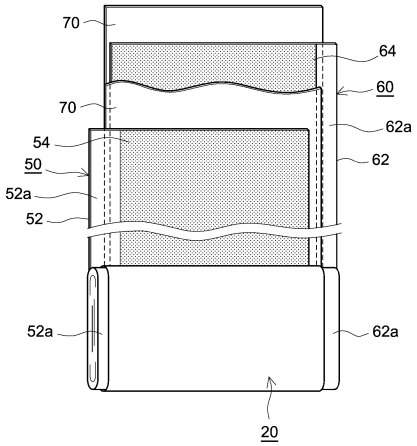
【図３】


70
76
76
MD
θ
W
P

【図４】


100
42
20
36
44
42a
44a
30
54
52
62
52a
62a
70
50
(54)
70
60
(64)
70
80

【図５】



フロントページの続き

(51)国際特許分類		FI		
H01M	*50/463(2021.01)*	H01M	50/463	B
H01M	*50/446(2021.01)*	H01M	50/446	
H01M	*50/489(2021.01)*	H01M	50/489	
H01M	*50/426(2021.01)*	H01M	50/426	
H01M	*10/0587(2010.01)*	H01M	10/0587	

ションズ株式会社内
(72)発明者　大林 篤史
東京都中央区日本橋室町二丁目３番１号 プライムプラネットエナジー＆ソリューションズ株式会社内
(72)発明者　草田 英夫
東京都中央区日本橋室町二丁目３番１号 プライムプラネットエナジー＆ソリューションズ株式会社内
(72)発明者　埜渡 夕有子
東京都中央区日本橋室町二丁目３番１号 プライムプラネットエナジー＆ソリューションズ株式会社内
審査官　佐宗 千春

(56)参考文献
特開２０１９－１２１５０８（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１４／０２１２９３（WO，Ａ１）
国際公開第２０１９／２２１０５６（WO，Ａ１）
特開２００２－０１５７７３（ＪＰ，Ａ）
特表２０２１－５１７７２５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１９－１２１５０７（ＪＰ，Ａ）
韓国公開特許第１０－２０１６－０１０９６６９（ＫＲ，Ａ）
特開２０１７－０２７９４５（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１３／１３３０７４（WO，Ａ１）
国際公開第２０１６／０９８６８４（WO，Ａ１）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｍ ５０／４０－５０／４９７