

(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2017-191775

(P2017-191775A)

(43) 公開日 平成29年10月19日(2017. 10. 19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 M 2/16 (2006.01)	H 0 1 M 2/16 L	4 F 1 0 0
B 3 2 B 27/32 (2006.01)	H 0 1 M 2/16 P	5 H 0 2 1
	H 0 1 M 2/16 M	
	B 3 2 B 27/32 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2017-78360 (P2017-78360)	(71) 出願人	308007044
(22) 出願日	平成29年4月11日 (2017. 4. 11)		エスケー イノベーション カンパニー
(31) 優先権主張番号	10-2016-0044917		リミテッド
(32) 優先日	平成28年4月12日 (2016. 4. 12)		SK INNOVATION CO., L
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		TD.
			大韓民国 110-728 ソウル ジョ
			ンノク ジョン-ロ 26
			26, Jong-ro, Jongno
			-gu, Seoul 110-728
			Republic of Korea
		(74) 代理人	100106002
			弁理士 正林 真之
		(74) 代理人	100120891
			弁理士 林 一好
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 リチウム二次電池用セパレータ及びそれを含むリチウム二次電池

(57) 【要約】

【課題】本発明は、物理的、電気化学的安全性に優れたリチウム二次電池用セパレータ及びその製造方法、並びにそれを含む安全性が非常に高いリチウム二次電池に関する。

【解決手段】本発明は、セパレータの全体厚さとセパレータに含まれている耐熱層との比率が特定範囲を満たすリチウム二次電池用セパレータ及びそれを含む電池に関するものであって、セパレータの耐熱性及び機械的強度に非常に優れており、これを用いて高容量及び高出力の電池の製造が可能であって、高容量及び高出力の電池でも安全性を著しく向上させることができる。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ポリオレフィン系多孔性基材層と、前記ポリオレフィン系多孔性基材層の片面または両面に形成される耐熱層と、を含み、前記耐熱層は無機粒子及び高分子バインダーを含む混合物で形成されており、下記数学式（１）及び（２）を満たす、リチウム二次電池用セパレータ。

数学式（１） $10\ \mu\text{m} \leq T_t \leq 40\ \mu\text{m}$

数学式（２） $0.9 \leq T_1 / T_2$

（前記数学式（１）において T_t はセパレータの全体厚さであり、前記数学式（２）において、 T_1 は耐熱層の総厚さ（ μm ）であり、 T_2 は基材層の厚さ（ μm ）である。）

10

【請求項 2】

前記セパレータの引張強度が $1\ \text{Kg f} / \text{cm}$ 以上である、請求項 1 に記載のリチウム二次電池用セパレータ。

【請求項 3】

前記セパレータは、耐熱層の総厚さ T_1 （ μm ）が $7.0\ \mu\text{m} \leq T_1 \leq 22.0\ \mu\text{m}$ を満たし、基材層の厚さ T_2 （ μm ）が $4.0\ \mu\text{m} \leq T_2 \leq 16.0\ \mu\text{m}$ を満たす、請求項 1 に記載のリチウム二次電池用セパレータ。

【請求項 4】

前記ポリオレフィン系微多孔性基材層は、ポリエチレン、ポリプロピレン、及びこれらの共重合体からなる群から選択される 1 つ以上のポリオレフィン樹脂で形成される、請求項 1 に記載のリチウム二次電池用セパレータ。

20

【請求項 5】

前記無機粒子は、アルミナ、ベーマイトなどのアルミニウム酸化物、酸化チタンバリウム（Barium Titanium Oxide）、チタン酸化物、マグネシウム酸化物、クレイ（Clay）、ガラス粉（Glass powder）、窒化ホウ素、及びアルミニウム窒化物からなる群から選択される 1 つ以上の無機粒子である、請求項 1 に記載のリチウム二次電池用セパレータ。

【請求項 6】

前記高分子バインダーは、ポリビニリデンフルオリド - ヘキサフルオロプロピレン（PVdF - HFP）、ポリメチルメタクリレート（PMMA）、ポリアクリロニトリル（PAN）、ポリビニルピロリドン（polyvinyl pyrrolidone）、ポリイミド（polyimide）、ポリエチレンオキシド（PEO）、セルロースアセテート（cellulose acetate）、ポリビニルアルコール（PVA）、カルボキシメチルセルロース（CMC）、及びポリブチルアクリレート（Polybutylacrylate）からなる群から選択される 1 つ以上の高分子バインダーである、請求項 1 に記載のリチウム二次電池用セパレータ。

30

【請求項 7】

請求項 1 から 5 の何れか一項に記載のリチウム二次電池用セパレータを含むリチウム二次電池。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、物理的、電気化学的安全性に優れたリチウム二次電池用セパレータ及びその製造方法、並びにそれを含む安全性が非常に高いリチウム二次電池に関する。

【背景技術】

【0002】

リチウムイオン二次電池の使用が拡大するに伴い、高容量化及び大面積化の必要性が生じているが、電池の容量増加に伴う電池内に蓄積されるエネルギーの増加により、電池の安全性を確保するには困難さがある。リチウム二次電池の容量増加に応じた電池の安定性の確保は、必須に伴われるべきことであり、近年、電池の安全性を改善するための研究が

50

大きく注目されている。

【0003】

リチウム二次電池の安全性を確保及び改善するためには、リチウム二次電池に含まれた様々な構成の中でも、セパレータの物理的、電気化学的安全性が特に重要である。一般に用いられているリチウム二次電池用セパレータには、ポリエチレンやポリプロピレン材質からなるポリオレフィン系微多孔性の薄膜フィルムが用いられている。かかるポリオレフィン系セパレータは、セパレータを形成する主要素材自体の熱的安全性が高くないため、電池の異常挙動により発生する温度上昇による微多孔性膜の損傷または変形が起こりやすい。そして、微多孔性膜の損傷や変形により電極間の短絡が起こる虞があり、電池の過熱、発火、爆発の危険性が存在する。近年、電池の発火や爆発の事例が多数報告されており、このような事例は、電池の容量増加に応じて必須に伴われるべき安全性の確保が十分ではなかったためである。したがって、高容量化とともに安全性が改善された電池の開発が必要であり、かかる電池の開発のために、セパレータに新しい別の特性を付与することで電池の高容量化に応じて安全性を改善するための研究が行われている。

10

【0004】

電池の安全性を改善するための最も容易な方法として、セパレータの厚さを増加させる方法が挙げられるが、セパレータの厚さの増加によって機械的強度などは向上するものの、電池の容量及び出力が低下し、電池の小型化にも好適ではない。

【0005】

電池の安全性を改善するための方法の1つとして、ポリオレフィン系フィルム上に無機物を含むコーティング層を形成して、セパレータの熱的安全性を向上することで電池の安全性を改善する方法を用いることもある。このような方法の例として、韓国特許登録第0775310号には、ポリオレフィン微多孔膜に無機物粒子及び高分子バインダーの混合物でコーティングされた活性層を形成したセパレータが開示されている。この他に、ポリオレフィン系多孔性膜を使用せず、不織布に無機物粒子を含むコーティング層を形成することで熱的安全性を改善したセパレータも開発されている。

20

【0006】

しかし、このようなセパレータは、近年高容量化している電池の安全性を確保するために用いるには、セパレータの熱的、電気化学的安全性の程度が不十分であり得る。特に、不織布を用いる場合、不織布自体の低い強度のため、電池を組み立てる過程でセパレータが損傷する虞があり、電池に加えられる弱い衝撃にも電池の内部でセパレータが損傷し得るという問題があるため、安全性を確保するには不十分である。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】韓国特許登録第0775310号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、電池の容量及び出力を増加させることができるとともに、耐熱性、機械的強度に優れた新しいセパレータ及びそれを含む電池を提供する。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、ポリオレフィン系多孔性基材層と、前記ポリオレフィン系多孔性基材層の片面または両面に形成される耐熱層と、を含み、前記耐熱層は、無機粒子及び高分子バインダーを含む混合物で形成されており、数学式(1) $10\mu\text{m} \leq \text{セパレータの全体厚さ}(T_t) \leq 40\mu\text{m}$ 及び数学式(2) $0.9 \leq \text{耐熱層の総厚さ}(T_1) / \text{基材層の厚さ}(T_2)$ を満たすリチウム二次電池用セパレータ及びそれを含むリチウム二次電池を提供する。

【発明の効果】

【0010】

50

本発明のセパレータは、電池の容量と出力を向上させるとともに、内部短絡を防止することができ、長時間使用時にも物理的、化学的、電気化学的に安定している。そして、本発明のセパレータは、高温でもセパレータが収縮または変形することのない優れた耐熱性を有するため、電池内部で発生する急激な温度上昇などの異常現象による発火や破裂を抑制することができる。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明について具体的に説明する。本発明についての説明を容易にするための図では、発明の要旨を不明瞭にする可能性のある部分または公知の内容についての記載を省略することがある。本発明を説明するために用いる用語は、特に定義しない限り、本発明が属する分野において一般的に用いられる用語の意味に解釈されることは自明である。

10

【0012】

本発明は、高温で熱的安定性に優れており、物理的、電気化学的にも安定していて、電池の容量と出力とを向上させることができるリチウム二次電池用セパレータ及びその製造方法、並びにそれを含むリチウム二次電池に関する発明である。

【0013】

電池のセパレータは、充電された電池内部でセパレータの変形、破壊、破断などを発生させ得る程度の外力や急激に上昇する温度下でも、正極と負極とを分離することができるセパレータの固有の機能を維持できる際にのみ、安全な電池を製造することができる。

【0014】

通常、安全な電池を製造するための方法として、厚いセパレータを用いたり、セパレータ用基材（base）に無機物を含むコーティング層を形成したセパレータを用いたりすることができる。しかし、無機物を含むコーティング層を形成しても、厚さを所定程度に増加させないと、セパレータの機械的強度が弱く、電池の製造時にセパレータが破れる虞があり、電池の充電率によって破断が発生しやすい。一方、セパレータの厚さを増加させると、電池の安定性を向上させることができるが、電池の容量と出力が急激に低下するなどの限界が生じる。例えば、無機物を含むコーティング層を増加させる場合、代案としてセパレータの全体厚さを減少させるために、基材に形成された無機物を含むコーティング層の厚さは増加させる一方、基材の厚さを減少させる方法がある。しかしながら、基材の厚さを減少させると強度の脆弱化につながり、機械的安定性が急激に低下する虞がある。したがって、電池で発生する様々な異常現象に対してセパレータ自体の固有機能を維持できるように耐熱性、機械的安定性などを目的とする安全な電池の開発と、電池の容量及び出力の増加を目的とする高容量電池の開発など、電池の開発方向によって、セパレータ及びセパレータに含まれた構成の厚さが互いに異なることになるという問題がある。

20

30

【0015】

本発明は、かかる従来の問題を解決するために、電池の容量及び出力が高く、且つ非常に安全な電池を製造することができる新しいセパレータを提供する。より具体的に、本発明は、セパレータに含まれた基材と無機物を含むコーティング層である耐熱層の厚さに特徴を有するセパレータを提供し、既存のセパレータでは同時に奏することができなかった、電池の容量及び出力の増加だけでなく、耐熱性、機械的強度にも優れた新しいセパレータ及びそれを含む電池を提供する。

40

【0016】

本発明は、ポリオレフィン系多孔性基材層と、ポリオレフィン系多孔性基材層の片面または両面に形成される耐熱層と、を含み、次の数学式（1）及び数学式（2）を満たすリチウム二次電池用セパレータを提供する。

【0017】

数学式（1） $10\ \mu\text{m} \leq T_t \leq 40\ \mu\text{m}$

【0018】

数学式（2） $0.9 \leq T_1 / T_2$

【0019】

50

上記の数学式(1)において T_t はセパレータの全体厚さであり、数学式(2)において、 T_1 は耐熱層の総厚さ(μm)であり、 T_2 は基材層の厚さ(μm)である。

【0020】

本発明によると、引張強度が 1Kg f/cm 以上のセパレータのうち、上記の数学式(1)及び(2)を満たすセパレータを用いて電池を製造する場合、電池容量が大きく、且つ安全性の高い電池を提供することができる。

【0021】

本発明において、セパレータの全体厚さ(T_t)は、セパレータの基材層と、基材層の片面または両面に形成される耐熱層と、を含む厚さであって、 $10\mu\text{m} \leq T_t \leq 40\mu\text{m}$ の範囲を有する。セパレータの全体厚さが $10\mu\text{m}$ 未満である場合には、基材層の厚さと耐熱層の絶対厚さが薄くなって電池の安全性が保障されず、耐熱層とセパレータとの比率を調節することによる安全性の改善効果も達成できなくなる。セパレータの全体厚さが $40\mu\text{m}$ を超える場合には、安全性は増加するが、電池の容量及び出力を増加しにくくなって、本発明の目的を達成することが困難となる。

【0022】

本発明の一実施形態によると、セパレータ中の基材層と耐熱層との比率(T_1/T_2)が0.9以上であっても、セパレータの全体厚さが $10\mu\text{m}$ 程度であると、電池の安全性が著しく変わり、セパレータ中の基材層と耐熱層との比率(T_1/T_2)が0.9以上であっても、セパレータの全体厚さが $40\mu\text{m}$ 程度であると、電池の容量が著しく変わり得る。また、セパレータの全体厚さ(T_t)が $10\mu\text{m} \leq T_t \leq 40\mu\text{m}$ を満たしても、基材層と耐熱層との比率(T_1/T_2)が0.9程度であると、電池容量または電池の安全性が著しく変わり得る。

【0023】

本発明において、基材層は、ポリオレフィン系微多孔性基材層であって、ポリオレフィン樹脂を延伸することで製造した材質の微多孔性延伸フィルムである。ポリオレフィン系微多孔性基材層は、微細な気孔を均一に含んでいるため、イオンの流れをスムーズにし、電極表面の凹凸や不純物による内部短絡の発生を抑えることができる。また、不織布形態のものに比べて、相対的に突き刺し強度などの機械的強度や耐久性が非常に優れる。前記ポリオレフィン系微多孔性基材層は、ポリエチレン、ポリプロピレン、及びこれらの共重合体からなる群から選択される1つ以上のポリオレフィン樹脂で形成されることが好ましいが、これに制限されるものではない。ポリオレフィン系微多孔性基材層は、単層または多層のポリオレフィン系樹脂を延伸して製造した微多孔性延伸フィルムであり、ポリオレフィン樹脂中に、無機粒子、有機粒子、またはこれらの混合物が含まれることができる。

【0024】

本発明における耐熱層は、無機粒子と高分子バインダーを含み、無機粒子が高分子バインダーにより連結及び固定され、セパレータの基材層の片面または両面に形成される。多孔性基材層は延伸により製造されるため、延伸された方向へ収縮しようとする応力が残っており、温度上昇時にはその収縮程度が増加することになるが、耐熱層はこのような高温での収縮問題を解決することができるため、電池の熱的安定性を向上させる。

【0025】

耐熱層に含まれる無機粒子としては、アルミナ、ベーマイトなどのアルミニウム酸化物、酸化チタンバリウム(Barium Titanium Oxide)、チタン酸化物、マグネシウム酸化物、クレイ(Clay)、ガラス粉(Glass powder)、窒化ホウ素、及びアルミニウム窒化物からなる群から選択される1つ以上の無機粒子が好ましいが、これに制限されるものではない。

【0026】

耐熱層に含まれる高分子バインダーとしては、ポリビニリデンフルオリド-ヘキサフルオロプロピレン(PVdF-HFP)、ポリメチルメタクリレート(PMMA)、ポリアクリロニトリル(PAN)、ポリビニルピロリドン(polyvinylpyrrolidone)、ポリイミド(polyimide)、ポリエチレンオキシド(PEO)、セ

10

20

30

40

50

ルロースアセテート (cellulose acetate)、ポリビニルアルコール (PVA)、カルボキシメチルセルロース (CMC)、及びポリブチルアクリレート (Polybutylacrylate) からなる群から選択される1つ以上の高分子バインダーが好ましいが、これに制限されるものではない。

【0027】

耐熱層は、耐熱層を形成する全体組成物100重量%に対して、無機粒子95～99重量%及び高分子バインダー5～1重量%、無機粒子90～99重量%及び高分子バインダー10～1重量%、無機粒子85～99重量%及び高分子バインダー15～1重量%、無機粒子80～99重量%及び高分子バインダー20～1重量%、無機粒子75～99重量%及び高分子バインダー25～1重量%、無機粒子70～99重量%及び高分子バインダー30～1重量%、無機粒子65～99重量%及び高分子バインダー35～1重量%、無機粒子60～99重量%及び高分子バインダー40～1重量%、無機粒子55～99重量%及び高分子バインダー45～1重量%、無機粒子50～99重量%及び高分子バインダー50～1重量%、または無機粒子45～99重量%及び高分子バインダー55～1重量%を含むことができるが、これに制限されるものではない。耐熱層に含まれる無機粒子のサイズは、平均粒径が0.1～5.0 μm 、0.1～4.5 μm 、0.1～4.0 μm 、0.1～3.5 μm 、0.1～3.0 μm 、0.1～2.0 μm 、0.1～1.5 μm 、0.1～1.0 μm 、0.5～5.0 μm 、0.5～4.5 μm 、0.5～4.0 μm 、0.5～3.5 μm 、0.5～3.0 μm 、0.5～2.5 μm 、0.5～2.0 μm 、0.5～1.5 μm 、0.5～1.0 μm 、1.0～5.0 μm 、1.0～4.5 μm 、または1.0～4.0 μm であるが、これに制限されるものではない。耐熱層の全体組成物に含まれる無機粒子の含量及びサイズが上述の範囲を満たす場合、無機粒子らの間に形成される空き空間の減少による気孔サイズ及び気孔度の減少を防止することができ、無機粒子が均一に分布することができるため、電池性能を向上させることができる。

【0028】

耐熱層に含まれる無機粒子の種類、高分子バインダーの種類、及び無機粒子のサイズは、セパレータに含まれる基材、耐熱層の厚さ及びセパレータの全体厚さに特徴を有する本発明の耐熱性、機械的及び電気化学的安定性に特に影響しないため、電池に用いることができるものであれば自由に選択して用いることができる。

【0029】

本発明のセパレータに含まれる耐熱層の総厚さ (μm) と基材層の厚さ (μm) との比率は、耐熱層の総厚さを T_1 とし、基材層の厚さを T_2 としたときに、 $0.9 \leq T_1 / T_2$ を満たす。基材層の両面に耐熱層が形成される場合には、基材層の両面に形成されたそれぞれの耐熱層の厚さの総和が耐熱層の厚さとなる。

【0030】

本発明で目的とする新しいセパレータ及びそれを含む電池を製造するためには、所定以上の強度を有するセパレータのうち、セパレータの耐熱層の総厚さと基材層の厚さとの比率及びセパレータの全体厚さがともに連携されて特定範囲を満たさなければならない。

【0031】

本発明において、引張強度が $1 \text{ Kg f} / \text{cm}$ 以上のセパレータのうち、セパレータの全体厚さ (T_t) の範囲である $10 \mu\text{m} \leq T_t \leq 40 \mu\text{m}$ と、耐熱層の総厚さ (T_1) と基材層の厚さ (T_2) との比率の範囲である $0.9 \leq T_1 / T_2$ とをともに満たす際にのみ、容量及び出力を増加させ、且つ耐熱性、機械的安定性に優れた新しいセパレータ及びそれを含む電池を製造することができる。

【0032】

通常、セパレータの厚さが増加すると、電池の容量及び出力を向上させることが困難であり、 $40 \mu\text{m}$ を超える場合には、従来の方法でリチウム二次電池の容量及び出力を向上させることが技術的に非常に難しくなる。 $10 \mu\text{m}$ 以下の厚さを有するセパレータの場合、リチウム二次電池の容量及び出力を向上させることは容易であるが、耐熱性及び機械的安定性を改善することが非常に難しい。そして、セパレータの厚さが $10 \mu\text{m}$ 未満である

場合には、通常、電池に加えられる外力や内部で発生する温度上昇などの異常現象により、セパレータの損傷や変形が非常に起こりやすく、電池の安全性が確保されなくなる可能性が非常に高い。すなわち、電池の容量及び出力を向上させながらも、安全な電池を製造することは、セパレータの全体厚さを調節することによっては技術的に困難である。

【0033】

しかし、本発明によると、電池の容量及び出力を増加させることができるセパレータの全体厚さの範囲で、セパレータに含まれた耐熱層と基材層の厚さの比率を特定範囲に調節する場合、耐熱性及び機械的強度が著しく増加することになる。耐熱性は高温での収縮率から確認することができ、機械的強度はセパレータの電池充電率による突き刺し評価により確認することができる。耐熱性及び機械的強度は、本発明で設定したセパレータの全体厚さの範囲内で、耐熱層と基材層の厚さの比率を特定臨界点の範囲で調節することで著しく向上することができる。

10

【0034】

本発明の一実施形態によると、引張強度が 1 Kg f/cm 以上のセパレータのうち、セパレータの全体厚さ (T_t) の範囲である $10\text{ }\mu\text{m} \leq T_t \leq 40\text{ }\mu\text{m}$ や、耐熱層の総厚さ (T_1) と基材層の厚さ (T_2) との比率の範囲である $0.9 \leq T_1/T_2$ の何れか1つのみを満たす場合、電池の容量または出力が向上しないか、または耐熱性または機械的強度が急激に低下し得る。セパレータの全体厚さ (T_t) が $10\text{ }\mu\text{m}$ 未満であると、耐熱層の総厚さ (T_1) と基材層の厚さ (T_2) との比率の範囲である $0.9 \leq T_1/T_2$ を満たしても、セパレータの収縮率が著しく上昇するか、または突き刺し評価を通過できず、耐熱性と機械的強度の両方が急激に低下することが分かる。そして、セパレータの全体厚さ (T_t) が $40\text{ }\mu\text{m}$ を超えると、耐熱層の総厚さ (T_1) と基材層の厚さ (T_2) との比率の範囲である $0.9 \leq T_1/T_2$ を満たす場合、耐熱性や機械的強度は向上するものの、電池の容量や出力の増加効果は期待しにくい。

20

【0035】

本発明において、セパレータの全体厚さ (T_t) の範囲である $10\text{ }\mu\text{m} \leq T_t \leq 40\text{ }\mu\text{m}$ の範囲で、耐熱層の総厚さ (T_1) と基材層の厚さ (T_2) との比率の範囲である $0.9 \leq T_1/T_2$ を満たすことができる基材層及び耐熱層の厚さは制限されず、耐熱層の比率が大きくなるほど、耐熱性及び安全性はより向上することができる。しかし、耐熱層の比率を増加し続けてセパレータを製造することはできず、耐熱層の比率を増加し続ける場合、実際に電池の製造に用いるには適しないという限界があることは明らかであるため、耐熱層の比率が 0.9 以上であり、且つ電池製造に用いることができるセパレータであれば、本発明の目的を達成することができる。本発明の一実施形態によると、耐熱層の比率 (%) が 90% 以上～ 233% であると本発明が目的とするセパレータを製造することができるが、これに制限されず、耐熱層の比率 (%) が 90% 以上であれば、セパレータが破れるなど電池の製造に適しない場合を除き、容易に製造して用いることができる。

30

【0036】

本発明によると、全体厚さ (T_t) の範囲である $10\text{ }\mu\text{m} \leq T_t \leq 40\text{ }\mu\text{m}$ の範囲で、耐熱層の総厚さ (T_1) 及び基材層の厚さ (T_2) は、耐熱層の比が 0.9 以上である範囲で容易に調節することができる。本発明の一実施形態によると、耐熱層の総厚さ (T_1) が $7.0\text{ }\mu\text{m} \leq T_1 \leq 22.0\text{ }\mu\text{m}$ の範囲を満たし、基材層の厚さ (T_2) が $4.0\text{ }\mu\text{m} \leq T_2 \leq 16.0\text{ }\mu\text{m}$ の範囲を満たす際に、耐熱性、機械的強度及び電池容量が著しく向上することができる。しかし、本発明の実施形態による耐熱層の総厚さ及び基材層の厚さの範囲がこれに制限されるものではなく、セパレータの全体厚さが $10\text{ }\mu\text{m} \leq T_t \leq 40\text{ }\mu\text{m}$ を満たし、耐熱層の比が 0.9 以上である範囲で、耐熱層の総厚さ及び基材層の総厚さを容易に調節することができる。

40

【0037】

本発明のセパレータは、高温で収縮がほとんど起こらず、突き刺し強度に優れるため、電池の安全性を極大化することができ、電池の容量及び出力を向上させることができる。また、引張強度が高いため、セパレータ及び電池の製造が容易であって、耐久性にも優れ

50

る。

【0038】

本発明によるセパレータ及び電池の製造方法は、本発明が属する分野において用いる通常の方法により製造することができ、特に制限されない。例えば、セパレータの製造方法として、バー（bar）コーティング法、ロッド（rod）コーティング法、ダイ（die）コーティング法、ワイヤ（wire）コーティング法、コンマ（comma）コーティング法、マイクログラビア／グラビア法、ディップ（dip）コーティング法、スプレー（spray）法、インクジェット（ink-jet）コーティング法、またはこれらを組み合わせた方式及び変形した方式などが用いられることができる。

【0039】

本発明のセパレータを含むリチウム二次電池は、正極、負極、及び非水電解液を含んで製造することができる。

【0040】

正極及び負極は、正極活物質及び負極活物質に、溶媒、必要に応じて、バインダー、導電材、分散材などを混合及び攪拌して合剤を製造した後、これを金属材料の集電体に塗布（コーティング）して乾燥してからプレス（press）することで製造することができる。

【0041】

正極活物質としては、二次電池の正極に通常用いられる活物質であれば使用できる。例えば、Ni、Co、Mn、Na、Mg、Ca、Ti、V、Cr、Cu、Zn、Ge、Sr、Ag、Ba、Zr、Nb、Mo、Al、Ga、B及びこれらの組み合わせからなる群から選択される1つ以上の金属を含むリチウム金属酸化物粒子が使用できる。

【0042】

負極活物質としては、二次電池の負極に通常用いられる活物質であれば使用できる。リチウム二次電池の一例として、負極活物質はリチウムのインターカレートが可能な物質であればよい。非限定的な一例として、負極活物質は、リチウム（金属リチウム）、易黒鉛化性炭素、難黒鉛化性炭素、グラファイト、シリコン、Sn合金、Si合金、Sn酸化物、Si酸化物、Ti酸化物、Ni酸化物、Fe酸化物（FeO）、及びリチウム-チタン酸化物（ LiTiO_2 、 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ ）からなる負極活物質の群から選択される1つ以上の物質であってもよく、負極活物質の群から選択される少なくとも2つ以上の物質の複合体であってもよい。

【0043】

導電材としては、通常の導電性炭素材が特に制限されずに使用できる。

【0044】

金属材料の集電体としては、伝導性が高く且つ前記正極または負極活物質の合剤が容易に接着できる金属として、電池の電圧範囲で反応性がないものであれば何れも使用できる。正極集電体の非制限的な例としては、アルミニウム、ニッケル、またはこれらの組み合わせにより製造される箔などが挙げられ、負極集電体の非制限的な例としては、銅、金、ニッケルまたは銅合金、またはこれらの組み合わせにより製造される箔などが挙げられる。

【0045】

正極と負極との間にはセパレータが介在されるが、セパレータを電池に適用する方法としては、通常の方法である巻取り（winding）の他にも、セパレータと電極を積層（lamination、stack）する方法や折る（folding）方法などを用いることができる。

【0046】

本発明における非水電解液は、電解質であるリチウム塩と有機溶媒を含み、リチウム塩としては、リチウム二次電池用電解液に通常用いられるものなどが制限されずに使用でき、 Li^+X^- と表すことができる。

【0047】

リチウム塩のアニオンとしては、特に制限されないが、 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 NO_3^- 、 $N(CN)_2^-$ 、 BF_4^- 、 ClO_4^- 、 PF_6^- 、 $(CF_3)_2PF_4^-$ 、 $(CF_3)_3PF_3^-$ 、 $(CF_3)_4PF_2^-$ 、 $(CF_3)_5PF^-$ 、 $(CF_3)_6P^-$ 、 $CF_3SO_3^-$ 、 $CF_3CF_2SO_3^-$ 、 $(CF_3SO_2)_2N^-$ 、 $(FSO_2)_2N^-$ 、 $CF_3CF_2(CF_3)_2CO^-$ 、 $(CF_3SO_2)_2CH^-$ 、 $(SF_5)_3C^-$ 、 $(CF_3SO_2)_3C^-$ 、 $CF_3(CF_2)_7SO_3^-$ 、 $CF_3CO_2^-$ 、 $CH_3CO_2^-$ 、 SCN^- 、及び $(CF_3CF_2SO_2)_2N^-$ の何れか1つ以上が使用できる。

【0048】

有機溶媒としては、プロピレンカーボネート(propylene carbonate、PC)、エチレンカーボネート(ethylene carbonate、EC)、ジエチルカーボネート(diethyl carbonate、DEC)、ジメチルカーボネート(dimethyl carbonate、DMC)、エチルメチルカーボネート(EMC)、メチルプロピルカーボネート、ジプロピルカーボネート、ジメチルスルホキシド、アセトニトリル、ジメトキシエタン、ジエトキシエタン、スルホラン、ガンマ-ブチロラクトン、及びテトラヒドロフランからなる群から選択される何れか1つまたはこれらの2種以上の混合物が使用できる。

【0049】

非水電解液は、正極、負極、及び正極と負極との間に介在されたセパレータからなる電極構造体に注入する。

【0050】

リチウム二次電池の外形は特に制限されないが、缶を用いた円筒形、角形、パウチ(pouch)形、またはコイン(coin)形などであることができる。

【0051】

以下では、本発明を実施するための具体的な実施例について説明する。以下の実施例についての説明は、本発明の好ましい実施のための説明であって、本発明がこれに制限されて解釈されるものではない。

【0052】

本発明の実施例及び比較例により製造した二次電池用セパレータ及び電池の特性を下記の試験方法で評価した。

【0053】

気体透過度の測定

セパレータの気体透過度の測定方法はJIS P8117規格に準じて行い、100ccの空気が1inch²の面積のセパレータを通過するのにかかる時間を秒単位で記録して比較した。

【0054】

熱収縮率の測定

セパレータの130℃における熱収縮率を測定する方法として、セパレータを10cm角の正形状に切断して試料を製作した後、実験前に試料の面積をカメラを用いて測定及び記録した。試料が中央に位置するように試料の上と下にそれぞれA4紙を5枚ずつ置き、紙の四辺をクリップで固定した。紙により挟まれた試料を130℃の熱風乾燥オーブンで1時間放置した。放置が終わると、試料を取り出してセパレータの面積をカメラを用いて測定し、下記数学式1により収縮率を計算した。

【0055】

[数学式1]

収縮率(%) = (加熱前の面積 - 加熱後の面積) × 100 / 加熱前の面積

【0056】

引張強度の測定

セパレータの引張強度の測定方法は、ASTM D882規格に準じて行い、セパレータの引張強度を長さ方向(MD、Machine Direction)と幅方向(TD、Transverse Direction)にそれぞれ測定した後、長さ方向と幅方

10

20

30

40

50

向のうちより低い値を、セパレータの引張強度と定義した。それぞれの試料は、幅15mm、高さ120mmの長形状に切断して製作し、延伸機を用いて500mm/minの速度で引っ張り、セパレータ試料が切れる時の強度(kgf)を試料の幅(15mm)で除した値を記録して比較した。

【0057】

突き刺し強度の評価

電池安全性を測定するために、製造したそれぞれの電池をそれぞれのSOC(充電率)で充電させた後、釘刺し(nail penetration)評価を行った。この際、釘の直径は3.0mm、釘の突き刺し速度は何れも80mm/secと固定した。

【0058】

[実施例1]

正極の製造

溶剤であるNMP(N-methyl-2-pyrrolidone)に、正極活物質としてLiCoO₂を94重量%、接着剤としてポリビニリデンフルオライド(Polyvinylidene fluoride)を2.5重量%、導電材としてカーボンブラック(Carbon-black)を3.5重量%添加し、攪拌して均一な正極スラリーを製造した。スラリーを厚さ30μmのアルミニウム箔上にコーティングし、乾燥及び圧着して、厚さ150μmの正極極板を製造した。

【0059】

負極の製造

溶媒である水に、負極活物質として人造黒鉛を95重量%、接着剤としてTgが-52℃のアクリルラテックス(Acrylic latex)を3重量%、増粘剤としてCMC(Carboxymethyl cellulose)を2重量%の比率で添加し、攪拌して均一な負極スラリーを製造した。スラリーを厚さ20μmの銅箔上にコーティングし、乾燥及び圧着して、厚さ150μmの負極極板を製造した。

【0060】

セパレータの製造

溶媒である水に、無機粒子として平均粒径0.5μmのアルミナ(Alumina)粒子を94重量%、溶融温度220℃、鹼化度99%のポリビニルアルコールを2重量%、Tgが-52℃のアクリルラテックス(Acrylic latex)を4重量%添加し、攪拌して均一な耐熱層スラリーを製造した。コーティング用基材としては、厚さ9μmのポリオレフィン微多孔膜製品(ENPASS、エスケーイノベーション製)を使用し、スロットコーティングダイを用いて基材の両面に耐熱層スラリーをコーティングした。セパレータは、乾燥機により溶媒である水を蒸発させた後、ロール状に巻き取った。巻き取った後に測定した両面の耐熱層の厚さはそれぞれ10.5μmであった。

【0061】

電池の製造

正極、負極、及びセパレータを用いて積層(Stacking)方式によりパウチ形電池を組み立て、組み立てられた各電池に、1Mのリチウムヘキサフルオロホスフェート(LiPF₆)が溶解されたエチレンカーボネート(EC)/エチルメチルカーボネート(EMC)/ジメチルカーボネート(DMC)=3:5:2(体積比)の電解液を注入することで、高容量のリチウム二次電池を製造した。電池の容量は何れも5,400mAhと固定した。

【0062】

[実施例2]

コーティング用基材として厚さ7μmのポリオレフィン微多孔膜製品(ENPASS、エスケーイノベーション製)を使用したことと、両面でなく単面に耐熱層を14μmの厚さにコーティングしたことを除き、実施例1と同様の方法によりセパレータ及び電池を製造した。

【0063】

10

20

30

40

50

〔実施例 3〕

正極の製造

溶剤である NMP (N - m e t h y l - 2 - p y r r o l i d o n e) に、正極活物質として LiCoO_2 を 94 重量%、接着剤としてポリビニリデンフルオライド (P o l y v i n y l i d e n e f l u o r i d e) を 2.5 重量%、導電材としてカーボンブラック (C a r b o n - b l a c k) を 3.5 重量% 添加し、攪拌して均一な正極スラリーを製造した。スラリーを厚さ 30 μm のアルミニウム箔上にコーティングし、乾燥及び圧着して、厚さ 150 μm の正極極板を製造した。

【0064】

負極の製造

溶媒である水に、負極活物質として人造黒鉛を 95 重量%、接着剤として Tg が -52°C のアクリルラテックス (A c r y l i c l a t e x) を 3 重量%、増粘剤として CMC (C a r b o x y m e t h y l c e l l u l o s e) を 2 重量% の比率で添加し、攪拌して均一な負極スラリーを製造した。スラリーを厚さ 20 μm の銅箔上にコーティングし、乾燥及び圧着して、厚さ 150 μm の負極極板を製造した。

【0065】

セパレータの製造

溶媒である水に、無機粒子として平均粒径 0.7 μm のベーマイト (B o e h m i t e) 粒子を 94 重量%、溶融温度 220°C 、鹼化度 99% のポリビニルアルコールを 2 重量%、Tg が -52°C のアクリルラテックス (A c r y l i c l a t e x) を 4 重量% 添加し、攪拌して均一な耐熱層スラリーを製造した。コーティング用基材としては、厚さ 9 μm のポリオレフィン微多孔膜製品 (E N P A S S、エスケーイノベーション製) を使用し、セパレータは、乾燥機により溶媒である水を蒸発させた後、ロール状に巻き取った。巻き取った後に測定した両面の耐熱層の厚さは、それぞれ 6 μm であった。

【0066】

電池の製造

正極、負極、及びセパレータを用いて積層 (S t a c k i n g) 方式によりパウチ形電池を組み立て、組み立てられた各電池に、1M のリチウムヘキサフルオロホスフェート (L i P F 6) が溶解されたエチレンカーボネート (E C) / エチルメチルカーボネート (E M C) / ジメチルカーボネート (D M C) = 3 : 5 : 2 (体積比) の電解液を注入することで、高容量のリチウム二次電池を製造した。電池の容量は何れも 5,400mAh と固定した。

【0067】

〔実施例 4〕

コーティング用基材として厚さ 11 μm のポリオレフィン微多孔膜製品 (E N P A S S、エスケーイノベーション製) を使用したことと、基材の両面にそれぞれ 5 μm の厚さに耐熱層をコーティングしたことを除き、実施例 1 と同様の方法によりセパレータ及び電池を製造した。

【0068】

〔実施例 5〕

コーティング用基材として厚さ 4 μm のポリオレフィン微多孔膜製品 (E N P A S S、エスケーイノベーション製) を使用したことと、基材の両面にそれぞれ 3.5 μm の厚さに耐熱層をコーティングしたことを除き、実施例 3 と同様の方法によりセパレータ及び電池を製造した。

【0069】

〔実施例 6〕

コーティング用基材として厚さ 16 μm のポリオレフィン微多孔膜製品 (E N P A S S、エスケーイノベーション製) を使用したことと、基材の両面にそれぞれ 11 μm の厚さに耐熱層をコーティングしたことを除き、実施例 1 と同様の方法によりセパレータ及び電池を製造した。

【0070】

[実施例7]

コーティング用基材として厚さ5 μm のポリオレフィン微多孔膜製品（ENPASS、エスケイノベーション製）を使用したことと、基材の両面にそれぞれ5 μm の厚さに耐熱層をコーティングしたことを除き、実施例3と同様の方法によりセパレータ及び電池を製造した。

【0071】

[実施例8]

コーティング用基材として厚さ14 μm のポリオレフィン微多孔膜製品（ENPASS、エスケイノベーション製）を使用したことと、基材の両面にそれぞれ10.5 μm の厚さに耐熱層をコーティングしたことを除き、実施例1と同様の方法によりセパレータ及び電池を製造した。

10

【0072】

[比較例1]

コーティング用基材として厚さ10 μm のPET不織布を使用したことと、基材の両面にそれぞれ10 μm の厚さに耐熱層をコーティングしたことを除き、実施例1と同様の方法によりセパレータ及び電池を製造した。

【0073】

[比較例2]

コーティング用基材として厚さ50 μm のポリオレフィン微多孔膜製品（ENPASS、エスケイノベーション製）を使用したことと、基材の単面に5 μm の厚さに耐熱層をコーティングしたことを除き、実施例1と同様の方法によりセパレータ及び電池を製造した。

20

【0074】

[比較例3]

コーティング用基材として厚さ16 μm のポリオレフィン微多孔膜製品（ENPASS、エスケイノベーション製）を使用したことと、基材の両面にそれぞれ3 μm の厚さに耐熱層をコーティングしたことを除き、実施例1と同様の方法によりセパレータ及び電池を製造した。

【0075】

[比較例4]

コーティング用基材として厚さ12 μm のポリオレフィン微多孔膜製品（ENPASS、エスケイノベーション製）を使用したことと、基材の両面にそれぞれ4 μm の厚さに耐熱層をコーティングしたことを除き、実施例1と同様の方法によりセパレータ及び電池を製造した。

30

【0076】

[比較例5]

コーティング用基材として厚さ7 μm のポリオレフィン微多孔膜製品（ENPASS、エスケイノベーション製）を使用したことと、基材の両面にそれぞれ3 μm の厚さに耐熱層をコーティングしたことを除き、実施例3と同様の方法によりセパレータ及び電池を製造した。

40

【0077】

[比較例6]

コーティング用基材として厚さ20 μm のポリオレフィン微多孔膜製品（ENPASS、エスケイノベーション製）を使用したことと、基材の両面にそれぞれ8.5 μm の厚さに耐熱層をコーティングしたことを除き、実施例1と同様の方法によりセパレータ及び電池を製造した。

【0078】

[比較例7]

コーティング用基材として厚さ4 μm のポリオレフィン微多孔膜製品（ENPASS、

50

エスケーイノベーション製)を使用したことと、基材の両面にそれぞれ2 μm の厚さに耐熱層をコーティングしたことを除き、実施例3と同様の方法によりセパレータ及び電池を製造した。

【0079】

[比較例8]

コーティング用基材として厚さ20 μm のポリオレフィン微多孔膜製品(ENPASS、エスケーイノベーション製)を使用したことと、基材の両面にそれぞれ10.5 μm の厚さに耐熱層をコーティングしたことを除き、実施例1と同様の方法によりセパレータ及び電池を製造した。

【0080】

実施例1～8及び比較例1～8により製造したセパレータ及び電池の特性は、下記表1及び2の通りである。耐熱層の比率(%)は、(耐熱層の総厚さ/基材層の厚さ) $\times$ 100により計算した。また、セパレータの比率において小数点以下の比率による物性の変化は大きくないため、小数点第1位を四捨五入して示した。

【0081】

【表 1】

項目	(単位)	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8
基材層の厚さ	μm	9.0	7.0	9.0	11.0	4.0	16.0	5.0	14.0
耐熱層の厚さ	μm	10.5	14.0	6.0	5.0	3.5	11.0	5.0	10.5
	μm	10.5	-	6.0	5.0	3.5	11.0	5.0	10.5
全体厚さ	μm	30.0	21.0	21.0	21.0	11.0	38.0	15.0	35.0
耐熱層の総厚さ /基材層の厚さ		2.333	2.000	1.333	0.909	1.750	1.375	2.000	1.500
耐熱層の比率	%	233%	200%	133%	91%	175%	138%	200%	150%
気体透過度	sec/ 100cc	251	247	250	243	260	255	272	230
130℃における 収縮率	%	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
引張強度	Kgf/cm	1.0	1.2	1.4	2.0	1.3	1.6	1.0	1.5
電池容量	mAh	5100	5400	5400	5400	5600	5000	5500	5100
項目	(単位)	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5	比較例6	比較例7	比較例8
基材層の厚さ	μm	10.0	50.0	16.0	12.0	8.0	20.0	4.0	20.0
耐熱層の厚さ	μm	10.0	5.0	3.0	4.0	3.5	8.5	2.0	10.5
	μm	10.0	-	3.0	4.0	3.5	8.5	2.0	10.5
全体厚さ	μm	30.0	55.0	22.0	20.0	13.0	37.0	8.0	41.0
耐熱層の厚さ/ 基材層の厚さ		2.000	0.100	0.375	0.666	0.875	0.850	1.000	1.050
耐熱層の比率	%	200%	10%	38%	67%	88%	85%	100%	105%
気体透過度	sec/ 100cc	22	197	278	273	230	272	225	310
130℃における 収縮率	%	0.1	2.4	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
引張強度	Kgf/cm	0.7	2.7	1.7	1.5	0.9	1.4	0.8	1.2
電池容量	mAh	組み立て 不可能	4200	5400	5400	4100	4200	組み立て 不可能	4300

【0082】

【表 2】

突き刺し評価	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	実施例 7	実施例 8
SOC=100%	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)
SOC=90%	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)
SOC=80%	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)
SOC=70%	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)
SOC=60%	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)
SOC=50%	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)	L3 (pass)
突き刺し評価	比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4	比較例 5	比較例 6	比較例 7	比較例 8
SOC=100%	セパレータ が破れて 電池の組 み立てが 不可能	L5 (fail)	L5 (fail)	L5 (fail)	L5 (fail)	L5 (fail)	セパレータ が破れて 電池の組 み立てが 不可能	L3 (pass)
SOC=90%		L5 (fail)	L5 (fail)	L5 (fail)	L5 (fail)	L5 (fail)		L3 (pass)
SOC=80%		L5 (fail)	L5 (fail)	L5 (fail)	L5 (fail)	L5 (fail)		L3 (pass)
SOC=70%		L5 (fail)	L5 (fail)	L5 (fail)	L5 (fail)	L3 (pass)		L3 (pass)
SOC=60%		L5 (fail)	L3 (pass)	L3 (pass)	L5 (fail)	L3 (pass)		L3 (pass)
SOC=50%		L5 (fail)	L3 (pass)	L3 (pass)	L5 (fail)	L3 (pass)		L3 (pass)

10

20

30

40

以上の製造したセパレータ及び電池の特性結果を分析すると、次の通りである。

【0084】

実施例を検討すると、引張強度が 1.0 Kg f / cm 以上（ $1.0\sim 1.6\text{ Kg f / cm}$ ）のセパレータのうち、セパレータの全体厚さが $11.0\text{ }\mu\text{ m}\sim 38.0\text{ }\mu\text{ m}$ の範囲に含まれ、耐熱層の比率が 91% 以上～ 233% （厚さ比 $0.909\sim 2.333$ ）である際に、実施例のセパレータを用いて製造した電池の容量が何れも最小 5000 mA h と高容量であり、電池の充電率による突き刺し評価の結果が何れも良好であった。

【0085】

比較例1は不織布を用いて製造したセパレータであって、全体厚さが $30\text{ }\mu\text{ m}$ であり、耐熱層の比率が 200% であるにもかかわらず、引張強度が 0.7 Kg f / cm と低く、正常な電池を製造することができなかった。比較例2のセパレータは、全体厚さが $55\text{ }\mu\text{ m}$ と厚すぎ、耐熱層の比率が 10% と低すぎるため、強度は非常に高いが、電池容量が 4200 mA h と非常に低く、充電率 50% 以上の時から内部短絡が発生するなど、突き刺し評価を通過できなかった。また、収縮率も 2.4% と非常に高かった。比較例3のセパレータは、全体厚さが $22\text{ }\mu\text{ m}$ であり、電池容量も 5400 mA h と高かったが、耐熱層の比率が 38% であって、充電率 80% 以上の時から内部短絡が発生するなど、突き刺し評価を通過できなかった。比較例4のセパレータは、全体厚さが $20\text{ }\mu\text{ m}$ であり、電池容量も 5400 mA h と高かったが、耐熱層の比率が 67% であって、充電率 90% 以上の時から内部短絡が発生するなど、突き刺し評価を通過できなかった。比較例5のセパレータは、全体厚さが $13\text{ }\mu\text{ m}$ であり、電池容量も 4100 mA h と低く、耐熱層の比率が 88% であって、充電率 50% 以上の時から内部短絡が発生するなど、突き刺し評価を通過できなかった。比較例6のセパレータは、耐熱層の比率が 85% であり、電池容量も 4200 mA h と低く、充電率 80% 以上の時から内部短絡が発生するなど、突き刺し評価を通過できなかった。比較例7のセパレータは、耐熱層の比率が 100% であるが、全体厚さが $8\text{ }\mu\text{ m}$ と薄く、強度が良くないため正常な電池を製造することができなかった。比較例8のセパレータは、全体厚さが $41\text{ }\mu\text{ m}$ と厚いため、引張強度が高く、突き刺し評価の結果も良好であった。しかし、電池容量が 4300 mA h と非常に低かった。

【0086】

実施例と比較例の分析結果から分かるように、引張強度が 1.0 Kg f / cm 以上のセパレータのうち、全体厚さが $10\sim 40\text{ }\mu\text{ m}$ の範囲に含まれ、耐熱層の比率が 90% 以上を満たすセパレータは、電池容量が最小 5000 mA h と高容量であり、電池の充電率による機械的強度にも優れていた。より具体的に比較すると、比較例1のセパレータは、全体厚さが $10\sim 40\text{ }\mu\text{ m}$ の範囲に含まれ、耐熱層の比率が 90% 以上を満たすが、基材の強度が弱く、電池自体の組み立てが不可能であった。比較例7も、基材の材質を比較例1と異ならせてみたが、耐熱層の比率が 90% 以上を満たすにもかかわらず、全体厚さが $10\text{ }\mu\text{ m}$ 未満である場合、強度が弱く、電池自体の組み立てが不可能であった。比較例2のセパレータのように、全体厚さが過度に厚く耐熱層の比率が非常に低い場合、電池容量が非常に低く、電池の短絡が非常に発生しやすかった。比較例8のように、引張強度が良好であって、耐熱層の比率が 90% 以上であっても、全体厚さが $41\text{ }\mu\text{ m}$ であって $40\text{ }\mu\text{ m}$ に近いが、 $40\text{ }\mu\text{ m}$ を超えると電池容量が急激に減少した。比較例3及び比較例4のセパレータのように、全体厚さが $10\sim 40\text{ }\mu\text{ m}$ の範囲に含まれても、耐熱層の比率が低い場合には、充電率が高くなるほど電池の短絡が非常に発生しやすく、電池に使用するには適さなかった。比較例5及び比較例6のように、全体厚さが $10\sim 40\text{ }\mu\text{ m}$ の範囲に含まれても、耐熱層の比率がそれぞれ 88% 及び 85% であって 90% に近いが、 90% 未満である場合、充電率が高くなるほど電池の短絡が非常に発生しやすく、電池に使用するには適さなかった。

【0087】

これに対し、実施例のうち、実施例4のセパレータのように、全体厚さが $10\sim 40\text{ }\mu\text{ m}$ の範囲に含まれ、耐熱層の比率が 91% である場合、電池容量が非常に高く、機械的強度にも優れていた。これと比較例5及び比較例6の測定結果を比較すると、全体厚さが1

0～40 μm の範囲を満たすセパレータであっても、耐熱層の比率を90%程度にする場合、電池容量または充電率による機械的強度が著しく変わることが分かった。

【0088】

また、実施例5のセパレータのように、全体厚さが11 μm であり、耐熱層の比率が90%以上である場合、電池容量が非常に高く、機械的強度にも優れていた。これと比較例7の測定結果を比較すると、耐熱層の比率が90%以上であっても、セパレータの全体厚さを10 μm 程度とする場合、強度が著しく変わることが分かった。例えば、セパレータの全体厚さが10 μm 未満であると、セパレータが破れやすくて、電池に使用することができなかった。実施例6のセパレータのように、全体厚さが38 μm であり、耐熱層の比率が90%である場合、電池の容量が非常に高く、機械的強度にも優れていた。これと比較例8の測定結果を比較すると、耐熱層の比率が90%以上であっても、セパレータの全体厚さが40 μm 程度である場合、電池の容量が著しく変わることが分かった。

フロントページの続き

(72)発明者 ジョー ドン ジン
大韓民国 デジョン 3 4 1 2 4 ユソング エキスポロ 3 2 5 エスケー イノベーション
グローバル テクノロジー

(72)発明者 キム ユン ボン
大韓民国 デジョン 3 4 1 2 4 ユソング エキスポロ 3 2 5 エスケー イノベーション
グローバル テクノロジー

(72)発明者 イ ス ジ
大韓民国 デジョン 3 4 1 2 4 ユソング エキスポロ 3 2 5 エスケー イノベーション
グローバル テクノロジー

(72)発明者 チョ キュ ユン
大韓民国 デジョン 3 4 1 2 4 ユソング エキスポロ 3 2 5 エスケー イノベーション
グローバル テクノロジー

F ターム(参考) 4F100 AA01B AA13B AA14B AA18B AA19B AA21B AG00B AJ06B AK03A AK04A
AK07A AK17B AK19B AK25B AK27B AK49B AK54B AK64A AK69B AK80B
BA02 BA03 BA06 BA07 DE01B DJ00A GB41B JK02B YY00A YY00B
5H021 BB09 CC04 EE04 EE05 EE06 EE10 EE11 EE15 EE22 EE23
EE28 EE32 HH03 HH06