

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3971905号  
(P3971905)

(45) 発行日 平成19年9月5日(2007.9.5)

(24) 登録日 平成19年6月15日(2007.6.15)

(51) Int.C1.

F 1

<b>HO1G</b>	<b>9/02</b>	<b>(2006.01)</b>
<b>HO1M</b>	<b>2/16</b>	<b>(2006.01)</b>

HO1G	9/00	301C
HO1M	2/16	L
HO1M	2/16	P

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2001-249795 (P2001-249795)
(22) 出願日	平成13年8月21日 (2001.8.21)
(65) 公開番号	特開2003-59766 (P2003-59766A)
(43) 公開日	平成15年2月28日 (2003.2.28)
審査請求日	平成16年7月12日 (2004.7.12)

(73) 特許権者	000005980 三菱製紙株式会社 東京都千代田区丸の内3丁目4番2号
(72) 発明者	佃 貴裕 東京都千代田区丸の内3丁目4番2号三菱 製紙株式会社内
(72) 発明者	高岡 和千代 東京都千代田区丸の内3丁目4番2号三菱 製紙株式会社内

審査官 岸本 泰広

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電気化学素子用セパレーターおよびその製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

表面に全芳香族ポリエスチル繊維が10%以上存在し、反対側表面に全芳香族ポリアミド繊維が10%以上存在する湿式不織布からなることを特徴とする電気化学素子用セパレーター。

## 【請求項2】

全芳香族ポリエスチル繊維および全芳香族ポリアミド繊維の少なくとも一部が繊維径1μm以下にフィブリル化されてなることを特徴とする請求項1に記載の電気化学素子用セパレーター。

## 【請求項3】

全芳香族ポリエスチル繊維を10%以上含有する層と全芳香族ポリアミド繊維を10%以上含有する層を抄き合わせて製造することを特徴とする電気化学素子用セパレーターの製造方法。

## 【請求項4】

150～250で熱処理することを特徴とする請求項3記載の電気化学素子用セパレーターの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、耐熱性、電解液保持性、耐電極性に優れる電気化学素子用セパレーターに関する

るものである。本発明における電気化学素子とは、一次電池、二次電池、電解コンデンサー、電気二重層キャパシターなどを指す。これらの電気化学素子に用いられる電解液は水溶液系、有機電解液系の何れでも良い。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

各種電池や電気二重層キャパシターなどの電気化学素子に用いられるセパレーターに要求される最も重要な特性として電解液保持性が挙げられる。この電解液保持性が低い場合には、電気化学素子の内部抵抗が高くなってしまい、その結果、電気化学素子の容量不足、電圧低下、短寿命化などの問題が生じる。

#### 【0003】

本発明者らは、特開平9-27311号公報において、ガス透過性および電解液保持性に優れ、ピンホールがなく、内部短絡を防止することができる電池セパレーター用不織布を提供することを目的とし、少なくとも一部が纖維径 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下にフィブリル化された有機纖維を含有してなり、且つ透気度が $100\text{ mmHg}$ 以上である電池セパレーター用不織布を開示している。10

#### 【0004】

電解コンデンサーや電気二重層キャパシターなどは、電極の活性を上げる目的で、電極とセパレーターと一緒に巻き付けた状態または積層した状態で $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上の高温で数時間～1日程度処理することが一般に行われている。最近では処理温度がますます高くなる傾向にある。そのため、ポリオレフィンの多孔質体では溶融してしまい、セルロース纖維からなる多孔質体では炭化するため、これらの素材以外のセパレーターが要望されている。20

#### 【0005】

また、電気化学素子の電極表面は、電解液や電圧との関係によって、一方の極で強い酸化力が発生し、他方の極で強い還元力が発生するため、電極と接触しているセパレーター表面に存在する纖維が酸化または還元されてしまい、電気化学素子の性能を劣化させてしまう場合がある。例えば、ポリアミド纖維は比較的酸に弱いため、酸化されやすく、ポリエチル纖維は比較的アルカリに弱く、還元されやすい傾向がある。そのため、電極の極性に対する耐性を備えた纖維を選択する必要がある。

#### 【0006】

以上の理由から耐熱性、電解液保持性、耐電極性の3つの特性に優れるセパレーターが求められている。30

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、従来技術に見られる上記問題点を解決するものである。即ち、本発明の目的は、耐熱性、電解液保持性、耐電極性に優れる電気化学素子用セパレーターを提供することにある。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上記問題点を解決するため鋭意検討した結果、耐熱性に優れる有機纖維を含有してなる湿式不織布について、表裏面の纖維構成を変える検討を重ねた結果、耐熱性、電解液保持性、耐電極性の3特性に優れる電気化学素子用セパレーターを実現できることを見出し、本発明に至ったものである。40

#### 【0009】

即ち本発明は、表面に全芳香族ポリエチル纖維が10%以上存在し、反対側表面に全芳香族ポリアミド纖維が10%以上存在する湿式不織布からなることを特徴とする電気化学素子用セパレーターである。

#### 【0010】

本発明においては、全芳香族ポリエチル纖維および全芳香族ポリアミド纖維の少なくとも一部が纖維径 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下にフィブリル化されてなることが好ましい。

#### 【0011】

10

20

30

40

50

本発明は、全芳香族ポリエスチル繊維を10%以上含有する層と全芳香族ポリアミド繊維を10%以上含有する層を抄き合わせて製造することを特徴とする電気化学素子用セパレーターの製造方法である。

#### 【0012】

本発明の電気化学素子用セパレーターの製造方法としては、150～250で熱処理することが好ましい。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の電気化学素子用セパレーターおよびその製造方法について詳細に説明する。

10

#### 【0014】

本発明における電気化学素子とは、マンガン乾電池、アルカリマンガン電池、酸化銀電池、リチウム電池、鉛蓄電池、ニッケル・カドミウム蓄電池、ニッケル・水素蓄電池、ニッケル・亜鉛蓄電池、酸化銀・亜鉛蓄電池、リチウムイオン電池、リチウムポリマー電池、各種のゲル電解質電池、亜鉛・空気蓄電池、鉄・空気蓄電池、アルミニウム・空気蓄電池、燃料電池、太陽電池、ナトリウム硫黄電池、ポリアセン電池、電解コンデンサ、電気二重層キャパシタ（電気二重層コンデンサともいう）などを指す。ここで、コンデンサまたはキャパシタとは、対向する2つの電極間に誘電体または電気二重層を挟んだ形で構成されてなる蓄電機能を有するものである。前者はアルミ電解コンデンサやタンタル電解コンデンサが挙げら、後者は電気二重層キャパシタが挙げられる。電気二重層キャパシタの電極としては、一対の分極性電極、片方が分極性電極でもう片方が非分極性電極の組み合わせの何れでも良い。

20

#### 【0015】

本発明に用いられる全芳香族ポリエスチル繊維とは、全芳香族ポリエスチル樹脂を溶融紡糸したものである。全芳香族ポリエスチル樹脂としては、芳香族ジオール、芳香族ジカルボン酸、芳香族ヒドロキシカルボン酸の3つのモノマーを組み合わせて、組成比を変えて合成される。例えばp-ヒドロキシ安息香酸と2-ヒドロキシ-6-ナフト酸との共重合体が挙げられるが、これらに限定されるものではない。全芳香族ポリエスチル繊維は、一般的に融点が280以上で耐熱性に優れるため好ましい。

30

#### 【0016】

本発明に用いられる全芳香族ポリアミド繊維は、全芳香族ポリアミド樹脂を紡糸してなるものである。全芳香族ポリアミド繊維の中でも耐熱性に優れるパラアラミド繊維が好ましい。パラアラミド繊維としては、ポリ-p-フェニレンテレフタルアミド、ポリ-p-ベンズアミド、ポリ-p-アミドヒドラジド、ポリ-p-フェニレンテレフタルアミド-3,4-ジフェニルエーテルテレフタルアミドなどを紡糸して繊維化したものが挙げられるが、これらに限定されるものではない。

#### 【0017】

本発明の電気化学素子用セパレーターは、表面に全芳香族ポリエスチル繊維が10%以上存在し、反対側表面に全芳香族ポリアミド繊維が10%以上存在することを特徴とする。電気化学素子用セパレーターの各表面に各繊維が10%以上存在することによって、耐熱性に優れる電気化学素子用セパレーターが得られる。

40

#### 【0018】

本発明における全芳香族ポリエスチル繊維および全芳香族ポリアミド繊維の纖度としては、0.05d tex～5d texが好ましく、0.05d tex～3d texがより好ましい。

#### 【0019】

本発明における全芳香族ポリエスチル繊維および全芳香族ポリアミドは、少なくとも一部が纖維径1μm以下にフィブリル化されてなることが好ましい。両繊維のフィブリル化は、少なくとも高圧ホモジナイザーを用いて行い、主に纖維軸と平行な方向に非常に細かく分割された部分を持ち、少なくとも一部が纖維径1μm以下の状態を指す。少なくとも高

50

圧ホモジナイザーを用いてという意味は、高圧ホモジナイザーだけを用いても良いし、高圧ホモジナイザーとそれ以外の装置、例えば、リファイナー、ビーター、摩碎装置などを組み合わせて用いても良いということである。高圧ホモジナイザーを用いてフィブリル化された有機纖維は、纖維径分布が相対的に狭く、均一性が高い特徴を有する。纖維径は電子顕微鏡観察により確認することができる。全芳香族ポリエステル纖維および全芳香族ポリアミド纖維の少なくとも一部が纖維径  $1 \mu\text{m}$  以下にフィブリル化されてなることによって、該纖維の比表面積が増大するため、電気化学素子用セパレーターの耐熱性と電解液保持性がさらに向上する利点がある。

## 【0020】

本発明においては、高圧ホモジナイザーを用いずに、例えば、リファイナー単独、ビーター単独、摩碎装置単独、あるいはこれら装置を組み合わせて用いて微細化された有機纖維のことをパルプと定義して明確に区別する。また、本発明におけるフィブリルは、フィブリッドとも異なる。フィブリッドとは、米国特許第 5 8 3 3 8 0 7 号明細書や米国特許第 5 0 2 6 4 5 6 号明細書に明記されているように、平均長さ  $0.2 \text{ mm} \sim 1 \text{ mm}$ 、長さと巾のアスペクト比が  $5 : 1 \sim 10 : 1$  のフィルム状粒子で纖維状ではない。本発明におけるフィブリルは、少なくとも一部が、すなわち分割された部分が纖維径  $1 \mu\text{m}$  以下であれば良い。フィブリル化の程度の目安としては、長さと巾のアスペクト比が  $20 : 1 \sim 10000 : 1$ 、カナダ標準形濾水度が  $0 \text{ ml} \sim 500 \text{ ml}$  である。

## 【0021】

本発明における高圧ホモジナイザーとは、対象物に少なくとも  $10 \text{ kg/cm}^2$  以上、好みしくは  $200 \sim 1000 \text{ kg/cm}^2$ 、さらに好みしくは  $400 \sim 1000 \text{ kg/cm}^2$  の圧力を加えてオリフィスを通過させ、急速に減圧、減速させることにより生じる剪断力をもって対象物を微細化することができる装置である。有機纖維の場合は、この剪断力によって、主として纖維軸と平行な方向に引き裂き、ほぐすような力として与えられ、次第にフィブリル化する。具体的には、有機纖維を纖維長  $5 \text{ mm}$  以下、好みしくは  $3 \text{ mm}$  以下に切断したものを原料とし、これを水に分散させて懸濁液とする。懸濁液の濃度は質量百分率で最大  $25\%$ 、好みしくは  $1 \sim 10\%$  であり、さらに好みしくは、 $1 \sim 2\%$  である。この懸濁液を高圧ホモジナイザーに導入し、少なくとも  $10 \text{ kg/cm}^2$ 、好みしくは  $200 \sim 1000 \text{ kg/cm}^2$ 、さらに好みしくは  $400 \sim 1000 \text{ kg/cm}^2$  の圧力を加え、この操作を数回～数十回繰り返し高圧ホモジナイザーに通過させる。場合によって、界面活性剤など薬品を添加して処理しても良い。

## 【0022】

本発明の電気化学素子用セパレーターは、全芳香族ポリエステル纖維および全芳香族ポリアミド纖維以外にも、ポリエステル、アクリル、ポリオレフィン、ポリビニルアルコール、エチレン・ビニルアルコール共重合体、ポリアミド(PA)、ポリイミド(PI)、ポリアミドイミド(PAI)、ポリエーテルケトン(PEK)、ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)、ポリエーテルサルファン(PES)、ポリフェニレンスルフィド(PPS)、ポリベンズイミダゾール(PBI)などからなる単纖維、複合纖維、これらの中から 2 種以上を組み合わせてなる分割型複合纖維を含有しても良い。

## 【0023】

これらの有機纖維の纖維長としては、 $1 \sim 30 \text{ mm}$  が好みしく、 $1 \sim 10 \text{ mm}$  がより好みしい。纖維長が  $1 \text{ mm}$  より短いと、フィブリル化纖維の捕捉能が低下し、 $30 \text{ mm}$  より長くなると纖維同士がよれて電気化学素子用セパレーターの厚みむらが生じやすくなる。纖維径は  $0.05 \text{ d tex} \sim 3 \text{ d tex}$  が好みしい。

## 【0024】

本発明の電気化学素子用セパレーターは、フィブリル化セルロース纖維やバクテリアセルロースを含有しても良い。これらの纖維は、水素結合により自他纖維との接着力が強いため、引張強度や突刺強度など機械的強度に優れる電気化学素子用セパレーターが得られる。

## 【0025】

10

20

30

40

50

ここで、フィブリル化セルロース纖維とは、リンターをはじめとする各種パルプ、リント、溶剤紡糸セルロースなどを原料とし、少なくとも高圧ホモジナイザーを用いて主に纖維軸と平行な方向に分割、微細化されて製造されたものを指し、セルロース纖維1本1本のほとんどが纖維径 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下で、平均纖維長が $2\text{ mm}$ 以下、好ましくは $1\text{ mm}$ 以下である。高圧ホモジナイザーだけでフィブリル化されたものでも良いが、高圧ホモジナイザーとその他の装置、例えばリファイナー、ビーター、摩碎装置などを組み合わせて処理し、フィブリル化されたものでも良い。

#### 【0026】

本発明における電気化学素子用セパレーター中のフィブリル化セルロース纖維の含有量は8%以下が好ましい。フィブリル化セルロース纖維は、他の纖維に絡みつくため、纖維間の結合力を強め、結果として電気化学素子用セパレーターの引張強度が強くなる。さらにフィブリル化セルロース纖維が水素結合による自己結着力により膜を形成する場合には、電気化学素子用セパレーターにピンホールができにくくなり、電極活物質の貫通防止効果が高まるだけでなく、電気化学素子用セパレーターの突刺強度も強くなる。

#### 【0027】

本発明におけるバクテリアセルロースとは、微生物が産生するバクテリアセルロースのことを指す。バクテリアセルロースは、非常に微細な纖維であるため、わずかな配合量でも、纖維間の結合力が強くなり、引張強度の強い電気化学素子用セパレーターが得られる。本発明における電気化学素子用セパレーター中のバクテリアセルロースの配合量としては8%以下が好ましい。

#### 【0028】

本発明の電気化学素子用セパレーターは、さらにガラス纖維、マイクロガラス纖維、アルミナ纖維、アルミナ・シリカ纖維、ロックウール、セラミックス纖維、各種ウィスカなどの無機纖維を含有しても良い。これら無機纖維は、水溶液系電解液、有機電解液の何れに対しても濡れ性が良好なため、無機纖維を含有しない場合よりも優れた電解液保持性が得られるだけでなく、電気化学素子用セパレーターの熱収縮が抑制されるため、電極同士の短絡が起こりにくく、電気化学素子の製造歩留りが高くなる効果も併せ持つ。本発明の電気化学素子用セパレーター中の無機纖維の含有量としては、30%以下が好ましく、20%以下がより好ましい。含有量が30%より多くなると、電気化学素子用セパレーターの耐折強度が弱くなりやすい。

#### 【0029】

本発明における電気化学素子用セパレーターの製造方法は、全芳香族ポリエステル纖維を10%以上含有する層と全芳香族ポリアミド纖維を10%以上含有する層を抄き合わせることを特徴とする。抄き合わせに用いる抄紙機としては、長網抄紙機、円網抄紙機、傾斜型抄紙機の中から同種または異種の抄紙機を組み合わせたコンビネーションマシンが挙げられる。

#### 【0030】

湿式抄紙法は、通常、纖維を固形分濃度が0.1~5%程度になるように分散助剤、増粘剤などを用いて水中に均一に分散してスラリーとし、さらにスラリー中に水を追加し、固形分濃度を0.1~0.001%に希釈して希薄水性スラリーとし、これを抄紙機を用いてシート化するものである。

#### 【0031】

本発明における電気化学素子用セパレーターの坪量は、特に制限はないが、5~100g/m<sup>2</sup>が好ましく、10~50g/m<sup>2</sup>がさらに好ましく用いられる。

#### 【0032】

本発明における電気化学素子用セパレーターの厚みは、特に制限はないが、電気化学素子が小型化できること、収容できる電極面積を大きくでき容量を稼げる点から薄い方が好ましい。具体的には電池組立時に破断しない程度の強度を持ち、ピンホールが無く、高い均一性を備える厚みとして10~200μmが好ましく用いられ、20~100μmがより好ましく用いられる。10μm未満では、電気化学素子の製造時の短絡不良率が増加する

10

20

30

40

50

ため好ましくない。一方、 $200\text{ }\mu\text{m}$ より厚くなると、電気化学素子に収納できる電極面積が減少するため電気化学素子の容量が低いものになる。

#### 【0033】

本発明の電気化学素子用セパレーターの厚みが所望の厚みよりも厚い場合には二次加工処理により厚みを薄くする必要がある。この二次加工処理としては、スーパーカレンダー、マシンカレンダー、熱カレンダー、ソフトカレンダー、熱ソフトカレンダーなどのカレンダーを用いてカレンダー処理を施して厚み調整が行われる。なるべく電解液保持性を損なわないようにするため、加熱しないでカレンダー処理を行うことがより好ましい。

#### 【0034】

本発明において加圧処理または加圧熱処理することにより、電気化学素子用セパレーターの表面平滑性が向上するため電極との密着性が良くなり、電極との巻回時に電極と電気化学素子用セパレーター間にずれや空隙が生じにくくなる。

10

#### 【0035】

本発明の電気化学素子用セパレーターの強度が弱く、電気化学素子組立時の巻回性に問題が生じる場合には、予め電気化学素子用セパレーターを $150\sim250$ 、より好ましくは $180\sim250$ で熱処理することが好ましい。予め高温で熱処理することによって、電気化学素子用セパレーターを構成する有機纖維の一部が軟化、溶融して自他纖維と融着するため、セパレーターの耐熱寸法安定性が向上する。そのため、セパレーターを電極と一緒に高温処理してもセパレーターが熱収縮しにくく、電極同士が接触する事故を防止することができる。熱処理することによってセパレーターの引張強度や突刺強度が向上するため、電極と一緒に巻回する際にセパレーターの破断や貫通事故が生じにくくなり、電気化学素子の生産効率と歩留りが向上する。

20

#### 【0036】

本発明における熱処理の具体的な方法としては、 $150\sim250$ 、より好ましくは $180\sim250$ に加熱したロールに電気化学素子用セパレーターの少なくとも片面、好ましくは両面を接触させて、連続処理することが挙げられる。熱処理時間が長い程、熱処理効果が大きいため、少なくとも片面で5秒以上接触させて両面を処理することが好ましい。

#### 【0037】

活性炭や活性炭素纖維を電極活物質として用いる電気化学素子の場合、セパレーター内に不純物があると、活性炭や活性炭素纖維が不純物を吸着してしまい、その結果、活性炭や活性炭素纖維の細孔が潰れたり、比表面積が減少し、電気化学素子の容量が理論値よりも大幅に低下する場合がある。湿式不織布には、湿式抄紙時に用いられる界面活性剤や消泡剤などの添加薬品が微量ではあるが付着していることが多い、湿式不織布を電気化学素子用セパレーターとして用いる場合、これらの付着物が活性炭や活性炭素纖維に吸着して容量が低下する場合がある。湿式不織布を $150\sim250$ で熱処理することによって、これらの付着物が揮発して除去される効果もある。 $150$ より低い温度では、これら付着物が揮発しにくい。

30

#### 【0038】

#### 【実施例】

以下、実施例により本発明を詳しく説明するが、本発明の内容は実施例に限定されるものではない。

40

#### 【0039】

#### <スラリー1の調製>

平均纖維長 $0.5\text{ mm}$ で、少なくとも一部が纖維径 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下にフィブリル化された全芳香族ポリエステル纖維 $40\%$ 、纖度 $0.1\text{ d tex}$ 、纖維長 $3\text{ mm}$ のポリエステル纖維 $30\%$ 、芯部に融点 $255$ のポリエステル、鞘部に融点 $110$ の変性ポリエステル纖維を配した芯鞘複合纖維（纖度 $1\text{ d tex}$ 、纖維長 $3\text{ mm}$ ） $30\%$ の配合比で分散助剤とともにバルバーを用いて水中に分散させた。これを水で所定濃度に希釈してスラリー1を調製した。

50

## 【0040】

&lt;スラリー2の調製&gt;

平均纖維長0.6mmで、少なくとも一部が纖維径1μm以下にフィブリル化された全芳香族ポリアミド纖維30%、纖度0.1d tex、纖維長3mmのポリエステル纖維30%、纖度0.4d tex、纖維長3mmのポリエステル纖維10%、芯部に融点255のポリエステル、鞘部に融点110の変性ポリエステル纖維を配した芯鞘複合纖維（纖度1d tex、纖維長3mm）30%の配合比で分散助剤とともにパルパーを用いて水中に分散させた。これを水で所定濃度に希釈してスラリー2を調製した。

## 【0041】

&lt;スラリー3の調製&gt;

平均纖維長0.7mmで、少なくとも一部が纖維径1μm以下にフィブリル化された全芳香族ポリエステル纖維10%、纖度0.1d tex、纖維長3mmのポリエステル纖維30%、纖度0.4d tex、纖維長3mmのポリエステル纖維25%、芯部に融点255のポリエステル、鞘部に融点110の変性ポリエステル纖維を配した芯鞘複合纖維（纖度1d tex、纖維長3mm）30%、フィブリル化セルロース纖維5%の配合比で分散助剤とともにパルパーを用いて水中に分散させた。これを水で所定濃度に希釈してスラリー3を調製した。

## 【0042】

&lt;スラリー4の調製&gt;

平均纖維長0.4mmで、少なくとも一部が纖維径1μm以下にフィブリル化された全芳香族ポリアミド纖維10%、纖度0.1d tex、纖維長3mmのポリエステル纖維25%、纖度0.4d tex、纖維長3mmのポリエステル纖維20%、芯部に融点255のポリエステル、鞘部に融点110の変性ポリエステル纖維を配した芯鞘複合纖維（纖度1d tex、纖維長3mm）30%、平均纖維径0.3μmのマイクロガラス纖維15%の配合比で分散助剤とともにパルパーを用いて水中に分散させた。これを水で所定濃度に希釈してスラリー4を調製した。

## 【0043】

&lt;スラリー5の調製&gt;

全芳香族ポリエステル纖維（纖度1d tex、纖維長3mm）30%、纖度0.1d tex、纖維長3mmのポリエステル纖維40%、纖度0.4d tex、纖維長3mmのポリエステル纖維22%、バクテリアセルロース8%の配合比で分散助剤とともにパルパーを用いて水中に分散させた。これを水で所定濃度に希釈してスラリー5を調製した。

## 【0044】

&lt;スラリー6の調製&gt;

平均纖維長0.7mmで、少なくとも一部が纖維径1μm以下にフィブリル化された全芳香族ポリエステル纖維5%、纖度0.1d tex、纖維長3mmのポリエステル纖維35%、纖度0.4d tex、纖維長3mmのポリエステル纖維30%、芯部に融点255のポリエステル、鞘部に融点110の変性ポリエステル纖維を配した芯鞘複合纖維（纖度1d tex、纖維長3mm）30%の配合比で分散助剤とともにパルパーを用いて水中に分散させた。これを水で所定濃度に希釈してスラリー6を調製した。

## 【0045】

&lt;スラリー7の調製&gt;

平均纖維長0.4mmで、少なくとも一部が纖維径1μm以下にフィブリル化された全芳香族ポリアミド纖維5%、纖度0.1d tex、纖維長3mmのポリエステル纖維35%、纖度0.4d tex、纖維長3mmのポリエステル纖維30%、芯部に融点255のポリエステル、鞘部に融点110の変性ポリエステル纖維を配した芯鞘複合纖維（纖度1d tex、纖維長3mm）30%の配合比で分散助剤とともにパルパーを用いて水中に分散させた。これを水で所定濃度に希釈してスラリー7を調製した。

## 【0046】

実施例1

10

20

30

40

50

傾斜型 / 円網コンビネーション抄紙機を用い、スラリー 1 を傾斜ワイヤーへ、スラリー 2 を円網へ移送し、傾斜側で坪量  $8 \text{ g} / \text{m}^2$ 、円網側で坪量  $8 \text{ g} / \text{m}^2$ にして抄き合わせし、坪量  $16 \text{ g} / \text{m}^2$  の湿式不織布を作製した。次いで、150 に加熱した直径  $1.2 \text{ m}$  のドラムロール 2 本に速度  $10 \text{ m} / \text{min}$  で該不織布の両面を接触させて熱処理し、坪量  $16.4 \text{ g} / \text{m}^2$ 、厚み  $44 \mu\text{m}$  の電気化学素子用セパレーター 1 とした。

#### 【0047】

##### 実施例 2

円網 2 連式の抄紙機を用い、スラリー 1 から坪量  $8 \text{ g} / \text{m}^2$ 、スラリー 4 から坪量  $10 \text{ g} / \text{m}^2$  で抄き合わせし、坪量  $18 \text{ g} / \text{m}^2$  の湿式不織布を作製した。次いで、180 に加熱した直径  $1.2 \text{ m}$  のドラムロール 2 本に速度  $20 \text{ m} / \text{min}$  で該不織布の両面を接触させて熱処理し、坪量  $18.5 \text{ g} / \text{m}^2$ 、厚み  $55 \mu\text{m}$  の電気化学素子用セパレーター 2 とした。10

#### 【0048】

##### 実施例 3

長網 / 円網コンビネーション抄紙機を用い、スラリー 2 を長網へ、スラリー 3 を円網へ移送し、長網側で坪量  $8 \text{ g} / \text{m}^2$ 、円網側で坪量  $10 \text{ g} / \text{m}^2$  で抄き合わせし、坪量  $18 \text{ g} / \text{m}^2$  の湿式不織布を作製した。次いで、200 に加熱した直径  $1.2 \text{ m}$  のドラムロール 2 本に速度  $20 \text{ m} / \text{min}$  で該不織布の両面を接触させて熱処理し、坪量  $19 \text{ g} / \text{m}^2$ 、厚み  $56 \mu\text{m}$  の電気化学素子用セパレーター 3 とした。

#### 【0049】

##### 実施例 4

円網 2 連式の抄紙機を用い、スラリー 3 から坪量  $10 \text{ g} / \text{m}^2$ 、スラリー 4 から坪量  $10 \text{ g} / \text{m}^2$  で抄き合わせし、坪量  $20 \text{ g} / \text{m}^2$  の湿式不織布を作製した。次いで、240 に加熱した直径  $1.2 \text{ m}$  のドラムロール 2 本に速度  $30 \text{ m} / \text{min}$  で該不織布の両面を接触させて熱処理し、坪量  $21 \text{ g} / \text{m}^2$ 、厚み  $63 \mu\text{m}$  の電気化学素子用セパレーター 4 とした。20

#### 【0050】

##### 実施例 5

熱処理をしなかった以外は実施例 1 と同様にして、坪量  $16 \text{ g} / \text{m}^2$ 、厚み  $41 \mu\text{m}$  の電気化学素子用セパレーター 5 とした。30

#### 【0051】

##### 実施例 6

円網 2 連式の抄紙機を用い、スラリー 2 から坪量  $10 \text{ g} / \text{m}^2$ 、スラリー 5 から坪量  $14 \text{ g} / \text{m}^2$  で抄き合わせし、坪量  $24 \text{ g} / \text{m}^2$  の湿式不織布を作製した。次いで、210 に加熱した直径  $1.2 \text{ m}$  のドラムロール 2 本に速度  $20 \text{ m} / \text{min}$  で該不織布の両面を接触させて熱処理し、坪量  $24.5 \text{ g} / \text{m}^2$ 、厚み  $75 \mu\text{m}$  の電気化学素子用セパレーター 6 とした。

#### 【0052】

##### 比較例 1

円網 2 連式の抄紙機を用い、スラリー 2 から坪量  $8 \text{ g} / \text{m}^2$ 、スラリー 4 から坪量  $10 \text{ g} / \text{m}^2$  で抄き合わせし、坪量  $18 \text{ g} / \text{m}^2$  の湿式不織布を作製した。次いで、200 に加熱した直径  $1.2 \text{ m}$  のドラムロール 2 本に速度  $20 \text{ m} / \text{min}$  で該不織布の両面を接触させて熱処理し、坪量  $18.5 \text{ g} / \text{m}^2$ 、厚み  $56 \mu\text{m}$  の電気化学素子用セパレーター 7 とした。40

#### 【0053】

##### 比較例 2

円網 2 連式の抄紙機を用い、スラリー 1 から坪量  $8 \text{ g} / \text{m}^2$ 、スラリー 3 から坪量  $10 \text{ g} / \text{m}^2$  で抄き合わせし、坪量  $18 \text{ g} / \text{m}^2$  の湿式不織布を作製した。次いで、200 に加熱した直径  $1.2 \text{ m}$  のドラムロール 2 本に速度  $20 \text{ m} / \text{min}$  で該不織布の両面を接触させて熱処理し、坪量  $18.5 \text{ g} / \text{m}^2$ 、厚み  $56 \mu\text{m}$  の電気化学素子用セパレーター 8 と50

した。

#### 【0054】

##### 比較例3

円網2連式の抄紙機を用いて、スラリー6から坪量9g/m<sup>2</sup>、スラリー7から坪量9g/m<sup>2</sup>で抄き合わせし、坪量18g/m<sup>2</sup>の湿式不織布を作製した。次いで、200℃に加熱した直径1.2mのドラムロール2本に速度20m/minで該不織布の両面を接触させて熱処理し、坪量18.5g/m<sup>2</sup>、厚み56μmの電気化学素子用セパレーター9とした。

#### 【0055】

##### <電気化学素子の作製>

電極活物質として活性炭85%、導電材としてカーボンブラック7%、結着材としてポリテトラフルオロエチレン8%を混練して厚み0.2mmのシート状電極を作製した。これを厚み50μmのアルミニウム箔の両面に導電性接着剤を用いて接着させ、圧延して有効電極面積55mm×50mm、集電体面積10mm×40mmの電極を作製した。この電極を正極および負極として用いた。実施例1～6および比較例1～3で作製した電気化学素子セパレーターを介して正極と負極を交互に積層していく、正極と負極が20枚ずつになるまで積層し素子を作製した。正極側および負極側の最外層には何れもセパレーターを配した。この素子をアルミニウム製ケースに収納した。次いで、ケースに取り付けられた正極端子および負極端子に正極リードおよび負極リードを溶接した後、電解液注液口を残してケースを封口した。この素子を収納したケースごと200℃に3時間加熱し乾燥処理した。次いで、このケース内に電解液を注入し、注液口を密栓して電気二重層キャパシタ、すなわち電気化学素子を作製し、それぞれを電気化学素子1～9とした。ここで、電気化学素子用セパレーター1～6および9については、正極側に全芳香族ポリアミド纖維含有層、負極側に全芳香族ポリエステル纖維含有層が接するように配置した。電解液には、プロピレンカーボネートに1.5mol/lになるように(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>(CH<sub>3</sub>)NBF<sub>4</sub>を溶解させたものを用いた。

#### 【0056】

電気化学素子用セパレーター1～9および電気化学素子1～9について、下記の試験方法により測定し、その結果を下記表1に示した。

#### 【0057】

##### <熱収縮率>

15cm×10cmの大きさに切り取った各セパレーター試料をアルミニウム板に載せ、縦方向に直角な2辺をクリップで挟んで固定し、200℃に設定した恒温乾燥器の中に3時間静置した。横方向の寸法を計り、元の寸法に対する収縮による寸法変化の割合を求め、熱収縮率(%)とした。

#### 【0058】

##### <引張強度>

各セパレーター試料を、抄紙方向に平行になるように50mm巾に10本切りそろえ、引張試験機を用いて引張強度を測定し、平均値を求めた。

#### 【0059】

##### <電解液保液率>

15cm×10cmの大きさに切り取ったセパレーター試料を200℃で3時間乾燥処理した直後の重量(W<sub>1</sub>)を計測し、次いでセパレーター試料を電解液に1分間浸漬した後、ピンセットで該試料を取り出し、つるした。電解液が垂れなくなったところで該試料の重量(W<sub>2</sub>)を計測した。下記の式より、セパレーターの自重に対する電解液保液率(%)を求めた。電解液としては、プロピレンカーボネートに1.5mol/lになるように(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>(CH<sub>3</sub>)NBF<sub>4</sub>を溶解させたものを用いた。

#### 【0060】

##### 【数1】

10

20

30

40

$$\text{電解液保液率 (\%)} = (W_2 - W_1) / W_1 \times 100$$

## 【0061】

&lt;内部短絡不良率&gt;

電気化学素子1～9に2.5Vの直流電圧を72時間印加した後、2.5Vまで充電し、充電直後のもれ電流を計測し、10mA以上もれ電流が観測されたものを内部短絡不良と見なし、100固当たりの内部短絡不良率を示した。

## 【0062】

&lt;容量変化率&gt;

電気化学素子1～9について、70℃、2.5V印加状態で1000時間経過後の容量変化率を求めた。容量変化率が小さい程、寿命が長いことを意味する。

## 【0063】

【表1】

例	熱収縮率 %	引張強度 N / 50mm	電解液 保液率 %	内部短絡 不良率 %	容量 変化率 %
実施例 1	0.8	18.4	322	0	6.6
実施例 2	0.5	21.2	316	0	6.9
実施例 3	0.7	28.1	285	0	7.2
実施例 4	0.6	34.5	291	0	6.8
実施例 5	2.1	11.7	327	0	8.3
実施例 6	0.7	38.8	273	7	7.5
比較例 1	0.5	22.9	301	0	11.4
比較例 2	0.7	27.7	280	0	10.2
比較例 3	1.0	22.5	255	18	14.3

## 【0064】

評価：

表1の結果から明らかなように、本発明における実施例1～6で作製した電気化学素子用セパレーターは、表面に全芳香族ポリエスチル繊維が10%以上存在し、反対側表面に全芳香族ポリアミド繊維が10%以上存在する湿式不織布からなるため、耐熱性および電解液保持性に優れていた。また、電気化学素子1～6は、電極の極性に対応した配置で電気化学素子用セパレーターを具備してなるため、容量変化率が小さく、優れていた。

## 【0065】

実施例1～6で作製した電気化学素子用セパレーターは、全芳香族ポリエスチル繊維および全芳香族ポリアミド繊維の少なくとも一部が繊維径1μm以下にフィブリル化されてなるため、緻密で内部短絡することがなかったが、実施例6で作製した電気化学素子用セパ

10

20

30

40

50

レーターの片面は、フィブリル化纖維を含有しないため、細孔がやや大きく、該セパレーターを具備してなる電気化学素子6は、内部短絡する場合があった。

【0066】

実施例5で作製した電気化学素子用セパレーターは、熱処理されていないため、引張強度が弱めであった。

【0067】

一方、比較例1で作製した電気化学素子用セパレーターは、両面に全芳香族ポリアミド纖維を含有してなるため、該セパレーターを具備してなる電気化学素子7は、容量変化率がやや大きくなつた。

【0068】

比較例2で作製した電気化学素子用セパレーターは、両面に全芳香族ポリエスチル纖維を含有してなるため、該セパレーターを具備してなる電気化学素子8は、容量変化率がやや大きくなつた。

【0069】

比較例3で作製した電気化学素子用セパレーターは、全芳香族ポリエスチル纖維と全芳香族ポリアミド纖維の含有量がそれぞれ5%であるため、耐熱性と電解液保持性がやや劣つていた。さらにセパレーターは粗く、内部短絡不良率が高く、該セパレーターを具備してなる電気化学素子9は、容量変化率が大きくなつた。

---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平09-027311(JP,A)  
特開2001-040597(JP,A)  
特開2000-331665(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01G 9/02

H01M 2/16