

(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2016-111128

(P2016-111128A)

(43) 公開日 平成28年6月20日(2016.6.20)

(51) Int.Cl.
H01G 11/52 (2013.01)F I
H01G 11/52テーマコード (参考)
5E078

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2014-245886 (P2014-245886)
(22) 出願日 平成26年12月4日 (2014.12.4)(71) 出願人 000229542
日本バイリーン株式会社
東京都中央区築地五丁目6番4号
(71) 出願人 599016431
学校法人 芝浦工業大学
東京都江東区豊洲3丁目7番5号
(74) 代理人 100090251
弁理士 森田 憲一
(74) 代理人 100139594
弁理士 山口 健次郎
(72) 発明者 佐藤 芳徳
茨城県古河市北利根7番地 日本バイリー
ン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気二重層キャパシタ用セパレータ及び電気二重層キャパシタ

(57) 【要約】

【課題】より静電容量の大きい電気二重層キャパシタを製造することのできるセパレータ、及び静電容量の大きい電気二重層キャパシタを提供する。

【解決手段】本発明の電気二重層キャパシタ用セパレータは、延伸ポリフェニレンサルファイド繊維を未延伸ポリフェニレンサルファイド繊維で接着した不織布からなる。また、本発明の電気二重層キャパシタは、前記電気二重層キャパシタ用セパレータを用いている。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

延伸ポリフェニレンサルファイド繊維を未延伸ポリフェニレンサルファイド繊維で接着した不織布からなることを特徴とする、電気二重層キャパシタ用セパレータ。

【請求項 2】

請求項 1 記載の電気二重層キャパシタ用セパレータを用いた電気二重層キャパシタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電気二重層キャパシタ用セパレータ、及びそれを用いた電気二重層キャパシタに関する。 10

【背景技術】

【0002】

電気二重層キャパシタは比較的大きな容量をもち、しかも長寿命かつ急速充放電が可能であることから、電源の平滑化、ノイズ吸収などの従来の用途以外に、パーソナルコンピュータのメモリーバックアップ電源、二次電池の補助又は代替に用いられてきており、近年においては電気自動車用の二次電池としての用途が期待されている。

【0003】

この電気二重層キャパシタはイオン性溶液中に 1 対の電極が浸漬された構造を有している。この電気二重層キャパシタに電圧を印加すると、電極と反対符号のイオンが電極の近傍に分布してイオンの層を形成する一方、電極の内部にはイオンと反対符号の電荷が蓄積される。次いで、電極間に負荷をつなぐと、電極内の電荷が放電されると同時に、電極近傍に分布していたイオンは電極近傍から離れて中和状態に戻る。 20

このような電気二重層キャパシタにおいて、1 対の電極が接触してしまうと、電極近傍においてイオンの層を形成することが困難になるため、通常、1 対の電極間にセパレータが配置されている。

【0004】

このようなセパレータとして、ポリフェニレンスルフィド樹脂からなるメルトブロー不織布が提案されている（特許文献 1）。しかしながら、このようなセパレータを用いた電気二重層キャパシタは静電容量の小さいものであったため、より静電容量の大きい電気二重層キャパシタを製造することのできるセパレータが待ち望まれていた。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2004 - 348984 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は上述のような状況に鑑みてなされたものであり、より静電容量の大きい電気二重層キャパシタを製造することのできるセパレータ、及び静電容量の大きい電気二重層キャパシタを提供することを目的とする。 40

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、

[1] 延伸ポリフェニレンサルファイド繊維を未延伸ポリフェニレンサルファイド繊維で接着した不織布からなることを特徴とする、電気二重層キャパシタ用セパレータ、

[2] 前記 [1] の電気二重層キャパシタ用セパレータを用いた電気二重層キャパシタに関する。

【発明の効果】

【0008】

本発明の前記〔１〕の発明は、延伸ポリフェニレンサルファイド繊維を未延伸ポリフェニレンサルファイド繊維で接着した不織布を、セパレータとして用いて電気二重層キャパシタを製造すると、電気二重層キャパシタの静電容量を大きくできることを見出したものである。

本発明の前記〔２〕の発明は、前記電気二重層キャパシタ用セパレータを用いた電気二重層キャパシタであるため、静電容量の大きいものである。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】キャパシタを評価するために用いた回路図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

本発明の電気二重層キャパシタ用セパレータ（以下、単に「セパレータ」と表記することがある）は、延伸ポリフェニレンサルファイド繊維（以下、「延伸ＰＰＳ繊維」と表記することがある）を未延伸ポリフェニレンサルファイド繊維（以下、「未延伸ＰＰＳ繊維」と表記することがある）で接着した不織布からなる。

【００１１】

この延伸ＰＰＳ繊維、未延伸ＰＰＳ繊維のいずれも、繰返し単位の７０モル％以上が、 $(-C_6H_5-S-)$ で表される高分子から構成されており、耐電解液性に優れているため、電気二重層キャパシタの電解液の種類に左右されることなく、使用することができる。つまり、電解液がプロピレンカーボネートなどの有機系電解液の電気二重層キャパシタであっても、硫酸などの水系電解液の電気二重層キャパシタであっても、１－エチル－３－メチルイミダゾリウム　メチルホスホネートなどのイオン液体の電気二重層キャパシタであっても使用することができる。

【００１２】

本発明のセパレータである不織布は、延伸ＰＰＳ繊維を未延伸ＰＰＳ繊維で接着した不織布であるが、未延伸ＰＰＳ繊維は延伸ＰＰＳ繊維よりも低い温度で可塑化し、接着繊維として作用することができるため、未延伸ＰＰＳ繊維、延伸ＰＰＳ繊維ともに同じ樹脂組成からなっているにもかかわらず、未延伸ＰＰＳ繊維で接着することができる。したがって、本発明のセパレータは、延伸ＰＰＳ繊維、未延伸ＰＰＳ繊維以外の繊維を含まない場合には、ＰＰＳ繊維のみから構成した、耐電解液性に優れるものであることができる。

【００１３】

このような延伸ＰＰＳ繊維と未延伸ＰＰＳ繊維との質量比率は、適度な強度と適度な孔径を有するように、（延伸ＰＰＳ繊維）：（未延伸ＰＰＳ繊維）＝２０～９０：８０～１０であるのが好ましく、（延伸ＰＰＳ繊維）：（未延伸ＰＰＳ繊維）＝３０～８０：７０～２０であるのがより好ましく、（延伸ＰＰＳ繊維）：（未延伸ＰＰＳ繊維）＝４０～７５：６０～２５であるのが更に好ましく、（延伸ＰＰＳ繊維）：（未延伸ＰＰＳ繊維）＝５０～７５：５０～２５であるのが更に好ましい。

【００１４】

本発明のセパレータ（不織布）を構成する延伸ＰＰＳ繊維の横断面形状は特に限定するものではないが、円形であっても、非円形（例えば、長円、楕円、星型、ＹやＸなどのアルファベット形状、不規則に変形した形状）であっても良い。なお、延伸ＰＰＳ繊維はフィブリルを有するパルプ状であっても良い。一方、未延伸ＰＰＳ繊維は接着繊維として作用しているため、一般的に変形して不規則な横断面形状を有する。

【００１５】

なお、延伸ＰＰＳ繊維及び未延伸ＰＰＳ繊維の繊維度は特に限定するものではないが、分極性電極間の電気絶縁性を確保するとともに、電解液の保持性を高めるためには細い方が好ましいため、３０ｄｔｅｘ以下であるのが好ましく、２０ｄｔｅｘ以下であるのがより好ましく、６ｄｔｅｘ以下であるのが更に好ましく、４ｄｔｅｘ以下であるのが更に好ましく、２ｄｔｅｘ以下であるのが更に好ましい。一方で、取り扱い性に優れるように強度的に優れ、また、セパレータの生産性を高めるために、０．０００１ｄｔｅｘ以上である

10

20

30

40

50

のが好ましく、 0.01 d t e x 以上であるのがより好ましく、 0.1 d t e x 以上であるのが更に好ましい。なお、本発明における繊維はJIS L 1015-2010、8.5.1(正量繊維)A法により得られる値をいう。

【0016】

また、延伸PPS繊維及び未延伸PPS繊維の繊維長も特に限定するものではないが、セパレータの地合いが優れており、電気絶縁性に優れているように、セパレータは湿式不織布であるのが好ましいため、 $1 \sim 20 \text{ mm}$ であるのが好ましく、 $3 \sim 15 \text{ mm}$ であるのがより好ましく、 $3 \sim 10 \text{ mm}$ であるのが更に好ましい。本発明における繊維長はJIS L 1015-2010、8.4.1の直接法(C法)により得られる値をいう。

【0017】

なお、本発明における「延伸PPS繊維」とは、紡糸工程とは別の延伸工程(例えば、延伸ねん系機による延伸工程)により延伸されたPPS繊維を意味し、「未延伸PPS繊維」とは、紡糸工程とは別の延伸工程(例えば、延伸ねん系機による延伸工程)を行っていないか、行ったとしても延伸PPS繊維ほどの延伸倍率では延伸しておらず、分子配向や結晶化度合が低いPPS繊維を意味する。

【0018】

なお、本発明のセパレータを構成する不織布においては、延伸PPS繊維として、横断面形状、フィブリルの有無、繊維及び/又は繊維長の点で異なる延伸PPS繊維2種類以上を、あるいは、未延伸PPS繊維として、横断面形状、繊維及び/又は繊維長の点で異なる未延伸PPS繊維2種類以上を含んでいても良い。特に、繊維の異なる延伸PPS繊維を含んでいると、微細な空隙を形成することができ、電解液の保持性に優れている結果、静電容量を大きくすることができるため、好適である。

【0019】

本発明のセパレータは延伸PPS繊維を未延伸PPS繊維で接着した不織布であるが、延伸PPS繊維と未延伸PPS繊維の総量は耐電解液性に優れているように、セパレータ(不織布)の $70 \text{ mass \%}$ 以上であるのが好ましく、 $90 \text{ mass \%}$ 以上であるのがより好ましく、 $100 \text{ mass \%}$ であるのが更に好ましい。

【0020】

延伸PPS繊維、未延伸PPS繊維以外の繊維としては、例えば、ナイロン系繊維(ナイロン6、ナイロン66、全芳香族ポリアミド、半芳香族ポリアミドなど)、ポリエステル系繊維(ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、液晶ポリエステルなど)、ポリオレフィン繊維(ポリプロピレン、ポリメチルペンテンなど)、アクリル繊維、ビニロン繊維、ポリイミド繊維、ポリエーテル・エーテル・ケトン繊維、ポリテトラフルオロエチレン繊維、無機繊維などを挙げることができる。

【0021】

本発明のセパレータは延伸ポリフェニレンサルファイド繊維を未延伸ポリフェニレンサルファイド繊維で接着した不織布からなるが、セパレータの地合いが優れており、電気絶縁性に優れているように、セパレータは湿式不織布であるのが好ましい。

【0022】

なお、本発明のセパレータの目付、厚さは特に限定するものではないが、電気絶縁性に優れるとともに、内部抵抗が低いように、目付は $5 \sim 100 \text{ g/m}^2$ であるのが好ましく、 $10 \sim 80 \text{ g/m}^2$ であるのがより好ましく、 $15 \sim 70 \text{ g/m}^2$ であるのが更に好ましく、 $20 \sim 60 \text{ g/m}^2$ であるのが更に好ましい。また、厚さは適度な内部抵抗及び絶縁抵抗を有するように、また、静電容量を大きくすることができるように、 $10 \sim 200 \mu\text{m}$ であるのが好ましく、 $15 \sim 150 \mu\text{m}$ であるのがより好ましく、 $20 \sim 100 \mu\text{m}$ であるのが更に好ましい。この「目付」はJIS L 1913:2010 6.2 単位面積当たりの質量に規定する方法、により測定した、 1 m^2 あたりの質量であり、「厚さ」はJIS C 2300-2:2010 5.1.1 a)により測定した厚さである。

【0023】

また、本発明のセパレータは電解液を多く保持し、静電容量を大きくすることができる

10

20

30

40

50

ように、空隙率は40%以上であるのが好ましく、50%以上であるのがより好ましく、55%以上であるのが更に好ましい。なお、上限は特に限定するものではないが、絶縁抵抗を保持し、また、形態安定性に優れ、取り扱い性に優れているように、85%以下であるのが好ましい。

【0024】

この「空隙率（P、単位：%）」は次の式により得られる値をいう。

$$P = [1 - M / (T \times d)] \times 100$$

ここで、Mはセパレータの目付（単位： g/m^2 ）、Tはセパレータの厚さ（単位： μm ）、dはセパレータを構成する樹脂の密度（単位： g/cm^3 ）を、それぞれ意味する。なお、セパレータを構成する樹脂が2種類以上存在している場合、樹脂の密度は各樹脂の質量平均をいう。例えば、密度 d_1 （単位： g/cm^3 ）の樹脂Aがa（mass%）と、密度 d_2 （単位： g/cm^3 ）の樹脂Bがb（mass%）含んでいる場合、樹脂の密度は次の式により得られる値をいう。

$$d = d_1 \times a / 100 + d_2 \times b / 100$$

【0025】

更に、本発明のセパレータは取り扱い性に優れているように、少なくとも一方向における引張り強さが20N/50mm幅以上であるのが好ましく、50N/50mm幅以上であるのがより好ましく、60N/50mm幅以上であるのが更に好ましく、70N/50mm幅以上であるのが更に好ましく、80N/50mm幅以上であるのが更に好ましい。

一般的に、セパレータ製造時にセパレータの長手方向に対して張力がかかり、セパレータ（不織布）構成繊維が長手方向に配向しやすいため、長手方向（製造時の流れ方向）における引張り強さが前記引張り強さを満たしやすい。なお、引張り強さの上限は特に限定するものではない。この「引張り強さ」は、セパレータから幅が50mm、長さが200mmの試料片を採取し、定速伸長型引張試験機（オリエンテック社製、テンシロン）を用い、試料片が破断するまでの最大荷重を測定する。この最大荷重の測定を3枚の試料片について行い、これら最大荷重を算術平均し、引張り強さとする。なお、測定はつかみ間隔100mm、引張速度200mm/分の条件で行う。

【0026】

また、セパレータが絶縁抵抗を保持できるように平均孔径が50 μm 以下であるのが好ましい。この「平均孔径」は、ポロメータ（P o l o m e t e r、コールター（C o u l t e r）社製）を用いたバブルポイント法により測定される平均流量孔径をいう。

【0027】

更に、セパレータと電解液との馴染みを付与、又は高めるために、親水化処理を施すことができる。この親水化処理として、例えば、スルホン化処理、フッ素ガス処理、界面活性剤付与、親水性樹脂付与、コロナ放電処理、プラズマ処理、グロー放電処理、沿面放電処理、或いは電子線照射処理を挙げることができる。特に、誘電体を担持する一対の電極で不織布を挟み込んだ状態で、酸素含有気体の存在下、大気圧において、両電極間に交流電圧を印加して、不織布内部空隙で放電を発生させる処理であると、不織布の内部を親水化することができ、電解液の保持性を高めることができるため、好適である。

【0028】

本発明のセパレータは、例えば次のようにして製造することができる。

まず、延伸PPS繊維と未延伸PPS繊維を用意する。必要であれば、延伸PPS繊維、未延伸PPS繊維以外の繊維を用意する。

次いで、これら繊維を用いて乾式法（カード法、エアレイ法など）や湿式法により繊維ウェブを形成する。これらの中でも、目付や厚さのバラツキが少なく、地合いが優れており、電気絶縁性に優れている、湿式法により繊維ウェブを形成するのが好ましい。

次いで、この繊維ウェブに対して熱及び圧力を作用させて、未延伸PPS繊維で接着した不織布、つまり本発明のセパレータを製造できる。この熱及び圧力は、例えば、加熱加圧フラットプレス機や熱ロールプレス機により実施することができる。なお、熱及び圧力は未延伸PPS繊維で接着できる熱及び圧力であれば良く、適宜実験的に調整することが

10

20

30

40

50

できる。なお、加熱と加圧は同時である必要はなく、加熱後に加圧して未延伸 P P S 繊維で接着しても良い。

【 0 0 2 9 】

本発明の電気二重層キャパシタ（以下、単に「キャパシタ」と表記することがある）は上述のような本発明のセパレータを用いたものであり、多くの電解液を保持できるためか、静電容量の大きいものである。また、絶縁抵抗が高く、内部抵抗や等価直列抵抗（E S R）の低いものである。

【 0 0 3 0 】

本発明のキャパシタは上述のような本発明のセパレータを用いていること以外は、従来のキャパシタと全く同様であることができる。例えば、一対の分極性電極を本発明のセパレータによって絶縁しており、分極性電極における、セパレータと接触しない側に炭素板などの集電極を有し、これら全体がアルミニウムラミネートバックなどの容器に収納された構造を有している。なお、セパレータは電解液を保持しているが、その電解液はプロピレンカーボネート、 γ -ブチラクトン、アセトニトリル、スルホランなどの有機系電解液、硫酸などの水系電解液、1-エチル-3-メチルイミダゾリウム メチルホスホネートなどのイオン液体などであることができる。また、キャパシタの構造は、例えば、積層型、コイン型、円筒型、角型であることができる。

以下に、本発明の実施例を記載するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【 実施例 】

【 0 0 3 1 】

（ 実施例 1 ）

延伸 P P S 太繊維（繊維度：1.0 d t e x、繊維長：5 mm、繊維横断面形状：円形）と、ポリエチレンテレフタレート（海成分とし、P P Sを島成分とする海島型複合繊維を延伸した後、水酸化ナトリウム水溶液で海成分を除去して製造した、延伸 P P S 細繊維（繊維度：0.2 d t e x、繊維長：3 mm、繊維横断面形状：円形）と、未延伸 P P S 繊維（繊維度：1.7 d t e x、繊維長：5 mm、繊維横断面形状：円形）とを用意した。

次いで、延伸 P P S 太繊維、延伸 P P S 細繊維及び未延伸 P P S 繊維を、40：10：50の質量比率で配合したスラリーから、湿式抄造法により繊維ウェブを形成した。

次いで、繊維ウェブを温度110 に設定した乾燥機により乾燥した後、温度220、線圧300 N / c mに設定した熱カレンダーロール間を通過させることにより未延伸 P P S 繊維を接着させて湿式不織布、つまりセパレータを製造した。なお、セパレータの物性は表1に示す通りであった。

【 0 0 3 2 】

（ 比較例 1 ）

リニア型 P P S 樹脂（D I C社製、P S - 1 0 7 - 8 4 4）を用意した。次いで、この P P S 樹脂を二軸押出機で溶融させて混練した後に、メルトブロー法により紡糸（ノズル温度：340 ）して、コンベア上に繊維ウェブを形成し、続いて、カレンダーで厚さを調整して、メルトブロー不織布、つまりセパレータを製造した。なお、セパレータの物性は表1に示す通りであった。

【 0 0 3 3 】

（ 比較例 2 ）

ポリプロピレンを芯成分とし、高密度ポリエチレンを鞘成分とする芯鞘型複合繊維（繊維度：0.4 d t e x、繊維長：5 mm、繊維横断面形状：円形）と、ポリエチレンテレフタレート（海成分とし、ポリプロピレンを島成分とする海島型複合繊維を延伸した後、水酸化ナトリウム水溶液で海成分を除去して製造した、ポリプロピレン極細繊維（繊維径：2 μ m、繊維長：3 mm、繊維横断面形状：円形）とを用意した。

次いで、芯鞘型複合繊維とポリプロピレン極細繊維とを、80：20の質量比率で配合したスラリーから、湿式抄造法により繊維ウェブを形成した。

次いで、繊維ウェブを温度140 に設定した乾燥機により乾燥すると同時に、芯鞘型

10

20

30

40

50

複合繊維の高密度ポリエチレン（鞘成分）を融着させて、融着湿式不織布を形成した。

続いて、ポリテトラフルオロエチレン膜（誘電体）を担持した、一對の平板状ステンレススチール電極の誘電体間に前記融着湿式不織布を挟持した状態で、大気圧下、空气中で、両極性正弦波電圧〔高周波電源 A G I - 0 2 0（春日電気製）、出力：20 kW〕を両電極に40秒間印加して、プラズマ処理を実施し、プラズマ処理湿式不織布を形成した。

そして、プラズマ処理湿式不織布をカレンダーで厚さを調整して、セパレータを製造した。なお、セパレータの物性は表1に示す通りであった。

【0034】

【表1】

	実施例1	比較例1	比較例2
目付 (g/m ²)	50	52	30
厚さ (μm)	84	83	83
空隙率 (%)	56	53	61
平均繊維径 (μm)	11	10	11
長手方向の引張り強さ (N/50mm幅)	87	41	111
平均孔径 (μm)	15	16	22

10

20

【0035】

（積層型キャパシタの特性評価）

分極性電極として炭素シート〔日本バルカー工業社製、42mm（たて）×54mm（よこ）、0.25g〕、集電極として炭素板〔42mm（たて）×54mm（よこ）×8mm（厚さ）〕、セパレータとして実施例1、比較例1のセパレータ〔65mm（たて）×75mm（よこ）〕、電解液として硫酸（濃度：97%）を用意した。

次いで、集電極 - 分極性電極 - セパレータ - 分極性電極 - 集電極の順に積層した後、セパレータに硫酸を注液し、積層型のキャパシタを製造した。

次に、図1に示す回路を組み、電流検出抵抗 R₁、および負荷抵抗 R₂ を4.7Ωとし、定電圧電源で1Vの電圧を40分印加して充電した後、セルに流れる電流を検出し、絶縁抵抗を求めた。

30

次に、負荷抵抗 R₂ へ放電させ、セルと電流検出抵抗の電圧波形から時定数を読み取り、静電容量と内部抵抗を求めた。これらの結果は表2に示す通りであった。

【0036】

【表2】

セパレータ	実施例1	比較例1
静電容量 (F/g)	101.7	73.6
絶縁抵抗 (Ω)	16.2	13.4
内部抵抗 (Ω)	0.39	0.67

40

【0037】

（コイン型キャパシタの特性評価）

（1）電解液が1-エチル-3-メチルイミダゾリウム メチルホスホネートの場合；
分極性電極として炭素シート（日本バルカー工業社製、直径15mm、0.022g）、
集電極兼容器として電池評価試験二極セル（EAGER CORPORATION製）、
セパレータとして実施例1、比較例1～2のセパレータ（大きさ20mm×20mm）、
及び電解液として1-エチル-3-メチルイミダゾリウム メチルホスホネートを用意

50

した。

次いで、電池評価試験二極セルの負極上に、分極性電極 - セパレータ - 分極性電極の順に積層し、電解液を注液した後、正極を積層し、蝶ナットで固定して、コイン型のキャパシタを製造した。

次に、図 1 に示す回路を組み、電流検出抵抗 R_1 、および負荷抵抗 R_2 を $100\ \Omega$ とし、定電圧電源で 2 V の電圧を 50 分印加して充電した後、セルに流れる電流を検出し絶縁抵抗を求めた。

次に、負荷抵抗 R_2 へ放電させ、セルと電流検出抵抗の電圧波形から時定数を読み取り、静電容量と内部抵抗を求めた。これらの結果は表 3 に示す通りであった。

【 0 0 3 8 】

10

【表 3】

セパレータ	実施例 1	比較例 1	比較例 2
静電容量 (F / g)	1 6 2 . 7	1 5 7 . 3	1 5 3 . 6
絶縁抵抗 (Ω)	2 0 9 7	2 0 1 0	2 0 3 2
内部抵抗 (Ω)	8 . 1	1 0 . 4	9 . 3

【 0 0 3 9 】

(2) 電解液がプロピレンカーボネートの場合；

20

電解液をプロピレンカーボネートとしたこと以外は、(1) 電解液が 1 - エチル - 3 - メチルイミダゾリウム メチルホスホネートの場合と同様にして、コイン型のキャパシタを製造した。

次に、図 1 に示す回路を組み、電流検出抵抗 R_1 、および負荷抵抗 R_2 を $100\ \Omega$ とし、定電圧電源で 2 V の電圧を 40 分印加して充電した後、セルに流れる電流を検出し絶縁抵抗を求めた。

次に、負荷抵抗 R_2 へ放電させ、セルと電流検出抵抗の電圧波形から時定数を読み取り、静電容量と内部抵抗を求めた。これらの結果は表 4 に示す通りであった。

【 0 0 4 0 】

【表 4】

30

セパレータ	実施例 1	比較例 1
静電容量 (F / g)	9 5 . 0	9 1 . 9
絶縁抵抗 (Ω)	1 7 6 6	1 5 4 7
内部抵抗 (Ω)	3 . 3	3 . 3

【 0 0 4 1 】

表 2 ~ 4 の結果から、延伸ポリフェニレンサルファイド繊維を未延伸ポリフェニレンサルファイド繊維で接着した不織布からなるセパレータは、電解液の種類に関係なく、静電容量が大きいばかりでなく、絶縁抵抗が高く、しかも内部抵抗の低い電気二重層キャパシタを製造できることが分かった。

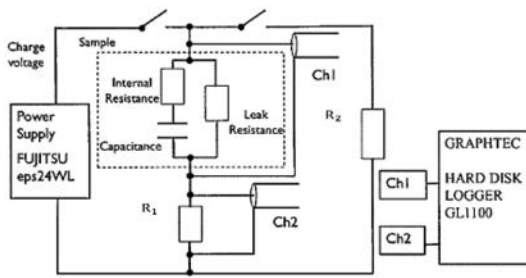
40

【産業上の利用可能性】

【 0 0 4 2 】

本発明のセパレータは電気二重層キャパシタ用途に好適に使用することができる。

【図 1】



フロントページの続き

- (72)発明者 長 宏樹
茨城県古河市北利根 7 番地 日本パイリーン株式会社内
- (72)発明者 松本 聡
東京都江東区豊洲 3 丁目 7 番 5 号 学校法人芝浦工業大学内
- (72)発明者 黒川 倫平
東京都江東区豊洲 3 丁目 7 番 5 号 学校法人芝浦工業大学内
- (72)発明者 岡田 昂貴
東京都江東区豊洲 3 丁目 7 番 5 号 学校法人芝浦工業大学内
- (72)発明者 平井 幸成
東京都江東区豊洲 3 丁目 7 番 5 号 学校法人芝浦工業大学内
- F ターム(参考) 5E078 AA01 CA06 CA08