(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3580153号
(P3580153)
(45)発行日　平成16年10月20日(2004.10.20)　(24)登録日　平成16年7月30日(2004.7.30)

(51)Int.Cl.[7]　F I
H01G　9/058　H01G　9/00　301A

請求項の数 8　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願平10-363173
(22)出願日　平成10年12月21日(1998.12.21)
(65)公開番号　特開平11-283887
(43)公開日　平成11年10月15日(1999.10.15)
審査請求日　平成14年8月28日(2002.8.28)
(31)優先権主張番号　特願平10-19758
(32)優先日　平成10年1月30日(1998.1.30)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

前置審査

(73)特許権者　000000044
旭硝子株式会社
東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号
(72)発明者　石川　隆道
神奈川県川崎市幸区塚越３丁目４７４番地
２　旭硝子株式会社内
(72)発明者　黒木　悟
神奈川県川崎市幸区塚越３丁目４７４番地
２　旭硝子株式会社内
(72)発明者　数原　学
神奈川県横浜市泉区領家３－２２－１１
(72)発明者　兼徳　定雄
神奈川県川崎市幸区塚越３丁目４７４番地
２　旭硝子株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電気二重層キャパシタ用電極の製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
炭素質材料、ポリテトラフルオロエチレン及び加工助剤からなる混合物をスクリュー押出し成形し、得られた押出し物を、スクリュー押出し成形における押出し方向と同じ方向に圧延ロールで圧延してシート状に成形することを特徴とする電気二重層キャパシタ用電極の製造方法。
【請求項２】
前記混合物には、炭素質材料に対しポリテトラフルオロエチレンが１～５０重量％、加工助剤が２０～２００重量％含まれる請求項１に記載の電気二重層キャパシタ用電極の製造方法。
【請求項３】
スクリュー押出し成形における押出し温度が、５～３００℃である請求項１又は２に記載の電気二重層キャパシタ用電極の製造方法。
【請求項４】
スクリュー押出し成形における押出し圧力が、２～３００ｋｇ／ｃｍ^{2}である請求項１、２又は３に記載の電気二重層キャパシタ用電極の製造方法。
【請求項５】
スクリュー押出し成形におけるスクリューの圧縮比が、１．０～４．０である請求項１、２、３又は４に記載の電気二重層キャパシタ用電極の製造方法。
【請求項６】

圧延温度が２０～３５０℃である請求項１、２、３、４又は５に記載の電気二重層キャパシタ用電極の製造方法。
【請求項７】
炭素質材料、ポリテトラフルオロエチレン及び加工助剤からなる混合物をスクリュー押出し成形し、得られた押出し物を圧延ロールで圧延してシート状に成形された成形体からなり、少なくとも１方向の引張強さが１．５ｋｇ／ｃｍ^{2}以上であることを特徴とする電気二重層キャパシタ用電極。
【請求項８】
請求項１～６のいずれかの方法により得られた電極を正極及び負極とし、セパレータを挟んで対向させ、電解液を含浸させることを特徴とする電気二重層キャパシタの製造方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は電気二重層キャパシタ用電極の製造方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
分極性電極と電解質界面で形成される電気二重層を利用した電気二重層キャパシタ、特にコイン型形状のものは、メモリバックアップ電源として近年急速に需要が伸びている。一方、例えば電気自動車用電源等の大容量を必要とされる用途に対しても、単位体積あたりの容量が大きく内部抵抗が低い高エネルギ密度かつ高出力密度の電気二重層キャパシタの開発が望まれている。メモリバックアップ向けの電気二重層キャパシタについても内部抵抗の低減が望まれている。
【０００３】
電気二重層キャパシタの電極は、例えば活性炭粉末を硫酸等の電解液の溶媒を用いて混練してスラリ状とし、加圧プレスにより成形して得られる（米国特許３２８８６４１）。しかし、この方法で得られる電極は剛性の多孔性構造を有し、亀裂や破壊が生じやすく長期の使用に耐えない。
【０００４】
これに対し、活性炭粉末と電解液の混合物に必要に応じてポリテトラフルオロエチレン（以下ＰＴＦＥという）からなるバインダを加えた粘稠物よりなるカーボンペースト電極が提案されている（特公昭５３－７０２５、特公昭５５－４１０１５）。この電極は、耐亀裂性や耐破壊性は有するが、形状保持性が不充分であり、使用するには強度を補うための特別な構造のセルが必要である。
【０００５】
また耐亀裂性や耐破壊性を有し、形状保持性に優れた電極を得るために、炭素質材料とＰＴＦＥ等のバインダと液状潤滑剤からなる混練物を予備成形した後、延伸又は圧延してシート状に成形された電極を得る方法が提案されている（特開昭６３－１０７０１１、特開平２－２３５３２０）。
【０００６】
しかし、この方法では、混練することによりＰＴＦＥはランダムに繊維化し、また繊維化部分と非繊維化部分が生じ、両者では硬さが異なるため、シート電極を例えば０．２ｍｍ以下の厚さの薄膜シートに成形しようとすると、表面が凹凸になりやすく、穴が空きやすい問題がある。したがって、電気二重層キャパシタの単位体積あたりの容量（以下容量密度という）を大きくできず、また内部抵抗も大きい問題がある。
【０００７】
活性炭粉末とＰＴＦＥを混合してペースト化し、集電体に塗工し乾燥した後、ＰＴＦＥの融点以上に加熱し、プレス成形して電極を薄膜化し、密度を上げる方法も提案されている（特開平９－３６００５）。しかし、この方法では製造工程が複雑で連続化が困難であり、また、ＰＴＦＥが一部融解するため内部抵抗が高い問題がある。
【０００８】

また、上記の製造方法ではいずれも長尺状の電極シートを作製することが困難であり、連続的な操作で長尺状の電極シートを得られず、生産効率が悪い問題がある。

【０００９】

一方、ＰＴＦＥの押出し成形法としては、テトラフルオロエチレンを乳化重合して得られたＰＴＦＥ水性分散体を凝集、乾燥して得られた重合体（ファインパウダ）に、ナフサ、白灯油等の加工助剤を添加し、予備成形しスリーブ状としてシリンダ金型に充填し、ラムにより加圧してロッド、シート等の形状に適したノズルを通して押出した後、加工助剤を揮散させて成形物を得るペースト押出し成形法が知られている（特公昭６１－５４５７８等）。

【００１０】

上記の成形法は、通常ＰＴＦＥ単独又は数重量％の充填材を含むＰＴＦＥの成形に使われており、充填材を主成分としてＰＴＦＥによる機械的補強を目的とする成形には使用されていない。すなわち、例えばグラファイト、ガラス繊維、カーボン繊維等の充填材は塑性変形しにくいため、ＰＴＦＥと混合して成形する場合押出し圧力が高くなり、ＰＴＦＥが過度に変形する。そのため、得られた押出し成形物は脆くて強度が低い問題がある。また、ペースト押出し成形法は、一回の押出し量がスリーブ形状に依存しているため、連続的に長尺状の成形物を得ることが難しい問題がある。

【００１１】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は前述した従来の問題を解決すべくなされたものであり、薄膜シート状で高強度である電極と該電極を連続的に製造できる方法を提供することを目的とする。また、前記方法を使用することにより、容量密度が大きくかつ内部抵抗の小さい電気二重層キャパシタ用の電極、特に高容量で大電流を流すことが必要とされる用途向けの電気二重層キャパシタ用の電極を提供することを目的とする。

【００１２】

【課題を解決するための手段】

本発明は、炭素質材料、ポリテトラフルオロエチレン及び加工助剤からなる混合物をスクリュー押出し成形し、得られた押出し物を、スクリュー押出し成形における押出し方向と同じ方向に圧延ロールで圧延してシート状に成形することを特徴とする電気二重層キャパシタ用電極の製造方法、及び該製造方法により得られる電極、さらに該電極を有する電気二重層キャパシタの製造方法を提供する。

【００１３】

本発明における炭素質材料としては、活性炭、ポリアセン、カーボンブラック等からなりかつ比表面積が２００～３５００m^2／ｇである粉末が好ましい。また、カーボンファイバ、カーボンウィスカ、グラファイト等の繊維又は粉末も比表面積が２００～３５００m^2／ｇであれば好ましく使用できる。活性炭としてはフェノール系、レーヨン系、アクリル系、ピッチ系又はヤシガラ系等が使用でき、粒径が０．１～１００μｍ、特には１～２０μｍであると、薄膜化しやすく、容量密度も高くなりやすいので好ましい。

【００１４】

カーボンブラックは、導電材として他の炭素質材料と混合して使用することも好ましい。カーボンブラックの粒径は０．００１～１μｍ、特には０．０１～０．５μｍが好ましく、また、その比表面積としては２００～１５００m^2／ｇ、特には５００～１３００m^2／ｇが好ましい。この導電材としてのカーボンブラックと比表面積２００～３５００m^2／ｇかつ粒径０．１～１００μｍの活性炭とＰＴＦＥとからなる電極は、電気二重層キャパシタの内部抵抗を低くかつ容量を高く維持できるので好ましい。

【００１５】

本発明におけるＰＴＦＥは、テトラフルオロエチレンの単独重合体だけでなく、テトラフルオロエチレンに対して他の単量体を０．５モル％以下加えて共重合させて得られる共重合体も含まれる。他の単量体が０．５モル％以下であれば、ＰＴＦＥに溶融流動性が付与されず、テトラフルオロエチレン単独重合体同様に繊維化して高強度かつ低抵抗のシート

状の電極を作製できる。他の単量体としては、ヘキサフルオロプロピレン、クロロトリフルオロエチレン、パーフルオロ（アルキルビニルエーテル）、トリフルオロエチレン、（パーフルオロアルキル）エチレン等が例示される。

【００１６】

ＰＴＦＥは、低分子量であると液状又はゲル状となり繊維化しにくいので、標準比重から計算される分子量が１×１０^{6}　以上の重合体を５０重量％以上含んでいることが好ましい。また、ＰＴＦＥは、乳化重合により得られるものが繊維化しやすいので好ましい。

【００１７】

本発明における加工助剤は、ＰＴＦＥが適度に繊維化及び塑性変形するように加えるものであり、ＰＴＦＥを容易に湿潤させかつ成形された電極より容易に除去できる液体であればいずれも使用できる。具体的には、エタノール、メタノール、２－プロパノール、灯油、ソルベントナフサ、ホワイトナフサ等の炭化水素類、エチレングリコール、プロピレングリコール、ジプロピレングリコール、グリセリン等が挙げられる。また、ＰＴＦＥ水性ディスパージョン等のフッ素樹脂ディスパージョン類も加工助剤として使用でき、単独で使用しても他の加工助剤と併用してもよい。特には、プロピレングリコール又はジプロピレングリコールが好ましく使用できる。

【００１８】

本発明の製造方法において、ＰＴＦＥと炭素質材料と加工助剤との混合物は、電極中にＰＴＦＥが炭素質材料に対して１～５０重量％、さらには５～３０重量％含まれるように配合されることが好ましい。ＰＴＦＥはシート状の電極の形状を保つバインダとして電極中に含まれるものであるから、ＰＴＦＥが１重量％未満であると強度が弱く、５０重量％を超えると電極の内部抵抗が増大しやすい。

【００１９】

本発明の製造方法において、加工助剤の添加は、炭素質材料とＰＴＦＥとを混合した後でも混合すると同時でもよい。このとき、炭素質材料とＰＴＦＥと加工助剤との混合物が造粒物となることもあるが、スクリュー押出し成形に影響することはない。加工助剤は炭素質材料に対して２０～２００重量％加えることが好ましく、４０～１００重量％であるとさらに好ましい。加工助剤が２０重量％未満であると押出し圧力が高くなりすぎて成形が困難となる。２００重量％を超えると押出し圧力が上がらず、ＰＴＦＥが充分に繊維化されず、また、押出し中に加工助剤が金型やバレルのすきまから浸み出したり、加工助剤が逆流してホッパー口から流出することがある。

【００２０】

本発明の製造方法ではスクリュー押出し機を使用してスクリュー押出し成形を行う。スクリュー押出し機は、押出し機のバレル内において回転させうる環状の溝を有するスクリューを有し、炭素質材料とＰＴＦＥと加工助剤とからなる混合物をスクリューの回転によってバレル内を移動させながら混練した後押出すものである。本発明では、樹脂用、ゴム用、建材用の各スクリュー押出し機がいずれも使用できる。また、一軸押出し機、多軸押出し機のいずれも使用できる。スクリュー形状としては、フルフライトスクリュー、バリアブルピッチスクリュー、ミキシングピッチ付きスクリュー等種々の形状が採用できるが、押出し圧力の調整が容易なフルフライトスクリューが特に好ましい。

【００２１】

スクリュー押出し成形における押出し温度は５～３００℃が好ましく、特に３０～１５０℃が好ましい。５℃未満では押出し物が脆く形状を保持しがたく、３００℃を超えると加工助剤の蒸発が激しく押出しが困難となる。

【００２２】

スクリュー押出し成形における押出し圧力は、$２\sim３００kg/cm^{2}$　が好ましく、さらには$５\sim１００kg/cm^{2}$　、特に$５\sim６０kg/cm^{2}$　が好ましい。$２kg/cm^{2}$　未満では押出し物が柔らかすぎて形状を保持しがたく、$３００kg/cm^{2}$　を超えると押出しが困難となり、得られた押出し物が脆くなりやすい。

【００２３】

スクリュー押出し成形におけるスクリューの圧縮比は、１．０～４．０が好ましく、特に１．０～２．０が好ましい。１．０未満ではＰＴＦＥの繊維化が不足し、押出し物の強度が不足するため電極の形状を保持しがたく、４．０を超えると押出し圧力が高くなり押出しが困難となる。ここで、スクリューの圧縮比とは、スクリュー根元のバレル内側とスクリュー谷径との間の断面積を、スクリュー先端のバレル内側とスクリュー谷径との間の断面積で割った値である。

【００２４】

本発明では、スクリュー押出し物は、次いで圧延ロールで圧延（以下、ロール圧延という）することによってシート状に成形される。スクリュー押出し物は、通常、ロール圧延により厚さが１／１０～１／２００程度になる。スクリュー押出しされた押出し物はＰＴＦＥが押出し方向と直角方向に繊維化されているので、ロール圧延処理をスクリュー押出しの押出し方向と同じ方向に行うことで押出し方向の繊維化が進み、ＰＴＦＥが縦横に繊維化された網目構造となり、炭素質材料がこの網目構造により保持されるので高強度となる。

【００２５】

ロール圧延するときの圧延温度は２０～３５０℃、特には６０～１５０℃であることが好ましい。圧延温度が２０℃未満ではＰＴＦＥが充分に繊維化されず脆いシートとなりやすい。圧延温度が３５０℃を超えると加工助剤の蒸発が激しいため、シート表面にヒビ割れ、剥離等が生じやすい。なお、ここで圧延温度とは、圧延ロールがシートと接するときの圧延ロールの温度を示すものとする。

【００２６】

ロール圧延して成形されたシートは、加工助剤を除去するために乾燥する。乾燥温度は加工助剤の沸点以上でかつＰＴＦＥの融点以下の温度が好ましい。また、乾燥後又は加工助剤を一部除去した半乾燥後のシート状物を、延伸処理してもよい。さらに延伸処理した後、再びロール圧延をしてもよい。

【００２７】

延伸処理する場合、その延伸倍率は１．０１～５．０倍が好ましく、延伸は一軸方向に行っても多軸方向に行ってもよい。また、延伸処理は乾燥工程前に行ってもよい。延伸処理することによりＰＴＦＥの繊維化が促進され、高強度、低抵抗の薄膜シートが得られる。延伸処理するときの温度を３０～３５０℃、特に２００～３２０℃とすると、ＰＴＦＥの繊維化がより促進されるので好ましい。

【００２８】

本発明の製造方法で得られたシート状の電極は、そのまま電極として使用できるが、必要に応じて焼成してから使用してもよい。焼成は、ＰＴＦＥの融点以上の温度における完全焼成であっても、ＰＴＦＥの融点未満の温度における不完全焼成であってもよい。

【００２９】

本発明の製造方法によれば、ＰＴＦＥが縦横に繊維化された網目構造となり、炭素質材料がＰＴＦＥの網目構造により保持されてなるシート状の電極が得られる。この電極は強度が高く、形状保持性に優れており、容易に薄膜化できる。さらに、ＰＴＦＥの繊維化が縦横に促進されているため、ＰＴＦＥが少量であっても、電極が薄膜状であっても、耐亀裂性や耐破壊性に優れ、形状保持性に優れており高強度である。

【００３０】

また、本発明ではスクリュー押出し成形することにより連続的に押出し成形できるため、押出し方向に長い連続的な押出し物を得ることができ、この押出し物を用いて圧延処理することにより長尺状の電極が得られる。

【００３１】

また、ＰＴＦＥが繊維化して三次元的網目構造を有しているため、電気絶縁性であるＰＴＦＥが配合されることによる電極の抵抗の増大が少ない。さらに、シート状物を延伸処理することにより、ＰＴＦＥの繊維化による三次元的網目構造の形成も促進されるため、電極の抵抗がいっそう低減する。また、導電材としてカーボンブラックを加えている場合は

、スクリュー押出し成形、ロール圧延の両工程においてカーボンブラックが強圧で加圧されるので、少量のカーボンブラックでも電気的に接続して電極が低抵抗となる。

【００３２】

本発明の電極の強度は、少なくとも１方向の引張強さが１．５ｋｇ／ｃｍ^2　以上であり、特に２．０ｋｇ／ｃｍ^2　以上であることが好ましい。本発明の製造方法においてスクリュー押し出し成形する方向とロール圧延する方向を同じ方向にして電極を製造した場合は、前記１方向の引張強さはロール圧延する方向の引張強さに相当する。

【００３３】

なお、本明細書において電極の引張強さとは、シート状の電極を２５０℃で１時間乾燥した後、ＪＩＳ－Ｋ６３０１に規定される１号形のダンベル状試験片の形状に打ち抜き、雰囲気温度２５±２℃にて引張速度２０ｍｍ／ｍｉｎで引張試験を行ったときの最大荷重を断面積（電極の厚さ×平行部の幅）で割った値をいう。

【００３４】

本発明により得られる電極は、集電体に貼りつける等して集電体と一体化した状態の電極体で電気二重層キャパシタに使用される。集電体としては金属箔、特にアルミニウム箔が好ましい。アルミニウム箔は、長尺状の箔をロール状に巻回したコイルから引き出して使用できる。最終的なロール圧延で成形される電極は、成形された部分から随時アルミニウム箔と一体化し、一つのラインで電極成形とアルミニウム箔との一体化を連続して行ってもよい。このような連続的なラインで電極体まで形成すると、生産効率が高い。

【００３５】

電極と集電体の一体化は、間に接着剤を介して行うと、強固に一体化されるので好ましい。このとき接着剤に高導電性の粉末等を混合しておくと、電極と集電体との接触抵抗が低減されるので好ましい。電極と集電体との接着後さらにロール圧延すると、いっそう強固に一体化される。電極は、成形後加工助剤を乾燥除去してから行ってもよいが、半乾燥状態で集電体と接着しておいて、ロール圧延してから加工助剤を除去すると、ロール圧延によって電極と集電体が一体化しやすいので好ましい。

【００３６】

【実施例】

［例１］

比表面積１５００ｍ^2　／ｇ、平均粒径１０μｍの高純度活性炭粉末８０重量％、カーボンブラック１０重量％、ＰＴＦＥ粉末１０重量％からなる混合物に、プロピレングリコールを活性炭粉末とカーボンブラックの合計量に対して６６重量％加え混合した。この混合物をバレル内径４０ｍｍの一軸押出し機にて、スクリュー圧縮比１．６のフルフライトスクリューと、押出し物形状が筒状（外径１０２ｍｍ、内径８６ｍｍ）となるようにされたノズルを用い、バレル温度８０℃、ノズル温度９０℃にてスクリュー押出し成形を行った。押出し圧力は２０ｋｇ／ｃｍ^2　であった。

【００３７】

得られた筒状の押出し物を筒の高さ方向（押出し方向）に切り、開いて平らにした後、ロール温度８０℃で押し出し方向と同じ方向にロール圧延し、２５０℃で６０分間乾燥してプロピレングリコールを除去して厚さ１２０μｍのシートを形成した。

【００３８】

上記シートを２５０℃で１時間乾燥した後、ＪＩＳ－Ｋ６３０１に規定される１号形のダンベル状試験片の形状に打ち抜き、雰囲気温度２５℃にて引張速度２０ｍｍ／ｍｉｎで引張試験を行い、最大荷重を測定した。この測定を３回繰り返し、その平均値をこのシートにかけられる最大荷重とした。なお、ロール圧延した方向のシートの引張強さを測定するため、ダンベル状試験片はその長さ方向がロール圧延した押出し方向となるように打ち抜いた。上記最大荷重の値から算出されるシートの引張強さは、８．７ｋｇ／ｃｍ^2　であった。

【００３９】

リード端子を有し幅４ｃｍ、高さ６ｃｍの矩形で、厚さ５０μｍの矩形の純アルミニウム

箔の片面に、上記シートを面積４ｃｍ×６ｃｍに切り抜いた電極シートを導電性接着剤を介して接合し、加熱して接着剤を熱硬化させて電極体とした。この電極体を２枚作製し、２枚の電極体の電極面を対向させ、厚さ４０μｍのセルロース繊維製セパレータを挟んだ。これを厚さ２ｍｍ、幅５ｃｍ、高さ７ｃｍの２枚のガラス製挟持板で挟持し、素子とした。２枚の電極体とセパレータとの合計の厚さは０．３９ｍｍであった。

【００４０】

電解液としてはプロピレンカーボネートに１．５ｍｏｌ／ｌのトリエチルモノメチルアンモニウムテトラフルオロボレートを溶解した溶液を用いた。上記素子を２００℃で３時間真空加熱することにより素子に含まれる水等の不純分を除去した後、電解液を真空含浸させてポリプロピレン製の角型有底筒状容器に収容し、電気二重層キャパシタを作製した。電流密度２０ｍＡ／ｃｍ^2　で直流抵抗と容量を測定し、単位体積あたりの容量（容量密度）と体積抵抗を算出した。結果を表１に示す。

【００４１】

［例２］

ロール圧延によっての厚さを７０μｍとした以外は例１と同様にしてシートを作製した。例１と同様にこのシートのロール圧延した方向の引張強さを測定したところ、１．６ｋｇ／ｃｍ^2　であった。このシートから電極シートを得て用いた以外は例１と同様にして電気二重層キャパシタを作製し、例１と同様の評価を行った。結果を表１に示す。

【００４２】

［例３］

ロール圧延によって厚さを１５０μｍとし、加工助剤を乾燥させてから、延伸倍率１．５倍、温度３００℃で延伸処理して厚さを１１０μｍとした以外は例１と同様にしてシートを作製した。例１と同様にこのシートのロール圧延した方向の引張強さを測定したところ、９．０ｋｇ／ｃｍ^2　であった。このシートから電極シートを得て用いた以外は例１と同様にして電気二重層キャパシタを作製し、例１と同様の評価を行った。結果を表１に示す。

【００４３】

［例４］

プロピレングリコールのかわりにジプロピレングリコールを炭素質材料に対して６１重量％加えて混合した以外は例１と同様にして厚さ９０μｍのシートを得た。このシートの作製時、スクリュー押出しの押出し圧力は３４ｋｇ／ｃｍ^2　であった。また、このシートのロール圧延した方向の引張強さは１１．４ｋｇ／ｃｍ^2　であり、例１の電極シートに比べ取り扱いやすかった。このシートから電極シートを得て用いた以外は例１と同様にして電気二重層キャパシタを作製し、例１と同様の評価を行った。結果を表１に示す。

【００４４】

［例５（比較例）］

スクリュー押出しをせずに、ロール混練によって成形した後、ロール圧延を５回繰り返して厚さを２００μｍとした以外は例１と同様にしてシートを作製した。例１と同様にこのシートのロール圧延した方向の引張強さを測定したところ、１．０ｋｇ／ｃｍ^2　であった。このシートから電極シートを得て用いた以外は例１と同様にして同様にして電気二重層キャパシタを作製し、例１と同様の評価を行った。結果を表１に示す。

【００４５】

［例６（比較例）］

スクリュー押出しをせずに、ロール混練によって成形した後、ロール圧延を１０回繰り返して厚さ１３０μｍのシートを得たが、穴が多く発生し、電極として使用できなかった。

【００４６】

【表１】

	厚さ（μm）	内部抵抗（Ω）	静電容量（F）	体積（cm^3）	容量密度（F/cm^3）	体積抵抗（$\Omega \cdot cm^3$）
例1	１２０	０．２７	１０．０	０．９４	１０．７	０．２５
例2	７０	０．２５	５．８	０．７０	８．４	０．１８
例3	１１０	０．３０	１１．９	０．８９	１３．４	０．２７
例4	９０	０．２６	８．１	０．７９	９．０	０．２２
例5	２００	０．７３	１２．５	１．３２	９．５	０．９６

【００４７】

【発明の効果】

本発明の製造方法により得られる電極は、ＰＴＦＥが縦横に繊維化して三次元的網目構造を有するため、抵抗が低く、また強度が高く、薄膜化しやすい。電極シートは薄膜であっても亀裂、破壊が生じにくく、形状保持性に優れる。また、連続的な操作により長尺物を得ることもできる。さらに、導電材であるカーボンブラックを含む場合、カーボンブラックが強圧で加圧されるので、少量のカーボンブラックでも電気的に接続して電極シートが低抵抗となる。

したがって、本発明の製造方法により製造される電極を有する電気二重層キャパシタは、内部抵抗が小さく、単位体積あたりの静電容量が大きい。

フロントページの続き

審査官　桑原　清

(56)参考文献　特開平０４－０６７６１０（ＪＰ，Ａ）
特公平０７－１０５３１６（ＪＰ，Ｂ２）
特開平０３－０４２２２３（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２９０５５１（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２１１９９４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H01G 9/058