

(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2015-65297

(P2015-65297A)

(43) 公開日 平成27年4月9日(2015.4.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 G 11/24 (2013.01)	HO 1 G 11/24	5 E 0 7 8
HO 1 G 11/56 (2013.01)	HO 1 G 11/56	
HO 1 G 11/60 (2013.01)	HO 1 G 11/60	
HO 1 G 11/54 (2013.01)	HO 1 G 11/54	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2013-198332 (P2013-198332)	(71) 出願人	000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(22) 出願日	平成25年9月25日 (2013.9.25)	(74) 代理人	100134566 弁理士 中山 和俊
		(72) 発明者	園松 宏 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
		(72) 発明者	福田 恭丈 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
		(72) 発明者	岡崎 直美 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気二重層コンデンサ

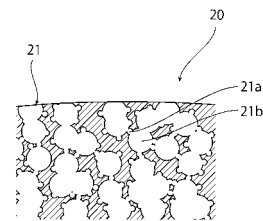
(57) 【要約】

【課題】優れた耐熱性を有すると共に、小さな内部抵抗を有する電気二重層コンデンサを提供する。

【解決手段】電気二重層コンデンサ1は、正極12と、負極11と、電解質とを備える。正極12は、正極側集電極12aと、正極側分極性電極12bとを有する。正極側分極性電極12bは、正極側集電極12aの上に設けられている。負極11は、負極側集電極11aと、負極側分極性電極11bとを有する。負極側分極性電極11bは、負極側集電極11aの上に設けられている。正極側分極性電極12aと負極側分極性電極11aとの少なくとも一方は、複数の開気孔21を有する炭素粒子20を含む。開気孔21は、相対的に孔径が小さな小孔径部21aと、相対的に孔径が大きな大孔径部21bとを有する。開気孔21は、小孔径部21aよりも奥側に位置する大孔径部21bを有する。

【選択図】 図2

図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

正極側集電極と、前記正極側集電極の上に設けられた正極側分極性電極とを有する正極と、

負極側集電極と、前記負極側集電極の上に設けられた負極側分極性電極とを有し、前記正極と対向している負極と、

前記正極と前記負極との間に介在している電解質と、

を備え、

前記正極側分極性電極と前記負極側分極性電極との少なくとも一方は、複数の開気孔を有する炭素粒子を含み、

前記開気孔は、相対的に孔径が小さな小孔径部と、相対的に孔径が大きな大孔径部とを有し、

前記開気孔は、前記小孔径部よりも奥側に位置する前記大孔径部を有する、電気二重層コンデンサ。

【請求項 2】

前記開気孔は、前記小孔径部と前記大孔径部とが交互に接続されている部分を有する、請求項 1 に記載の電気二重層コンデンサ。

【請求項 3】

前記炭素粒子が、テンプレートカーボンにより構成されている、請求項 1 又は 2 に記載の電気二重層コンデンサ。

【請求項 4】

窒素吸着法である D F T 法により前記炭素粒子の大孔径部の孔径を測定した際に、測定された大孔径部の数に対する、大孔径部の孔径の最頻値の $\pm 20\%$ の範囲内にある孔径を有する大孔径部の数の比（（大孔径部の孔径の最頻値の $\pm 20\%$ の範囲内にある孔径を有する大孔径部の数） / （測定された大孔径部の数））が 70% 以上である、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の電気二重層コンデンサ。

【請求項 5】

前記電解質は、沸点が 200 以上の溶媒を含む、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の電気二重層コンデンサ。

【請求項 6】

前記電解質の 25 における粘度が $5 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以上である、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の電気二重層コンデンサ。

【請求項 7】

前記電解質がイオン液体を含む、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の電気二重層コンデンサ。

【請求項 8】

前記電解質がゲル電解質である、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の電気二重層コンデンサ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、電気二重層コンデンサに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、例えば携帯電話機などの種々の電子機器にコンデンサが広く用いられている。コンデンサとして、電気二重層コンデンサ (Electric double-layer capacitor: EDLC) が知られている。電気二重層コンデンサは、二次電池とは異なり、充放電に際して化学反応を伴わないため、長い製品寿命を有するというメリット、大電流で短時間のうちに充放電させることができるというメリットなどを有する。従って、長い製品寿命が求められる用途や、大電流が必要な用途などに電気二重層コンデ

10

20

30

40

50

ンサを適用する試みがなされている。

【0003】

例えば特許文献1には、電解質の溶媒としてアセトニトリルを用いることが記載されている。アセトニトリルは高い伝導性を有する。このため、アセトニトリルを電解質の溶媒として用いることにより、電気二重層コンデンサの内部抵抗を低くすることができる。

【0004】

しかしながら、アセトニトリルは沸点が低い。従って、アセトニトリルを含む電解質を用いた場合は、電気二重層コンデンサの耐熱性が低くなる。

【0005】

耐熱性に優れた電気二重層コンデンサとして、例えば特許文献2には、ゲル電解質を用いた電気二重層コンデンサが記載されている。

【0006】

しかしながらゲル電解質は内部抵抗が大きい。従って、ゲル電解質を用いた場合は、電気二重層コンデンサの内部抵抗が大きくなる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2006-86148号公報

【特許文献2】特開平11-251194号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

優れた耐熱性を有すると共に、小さな内部抵抗を有する電気二重層コンデンサが求められている。

【0009】

本発明の主な目的は、優れた耐熱性を有すると共に、小さな内部抵抗を有する電気二重層コンデンサを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明に係る電気二重層コンデンサは、正極と、負極と、電解質とを備える。正極は、正極側集電極と、正極側分極性電極とを有する。正極側分極性電極は、正極側集電極の上に設けられている。負極は、負極側集電極と、負極側分極性電極とを有する。負極側分極性電極は、負極側集電極の上に設けられている。負極は、正極と対向している。電解質は、正極と負極との間に介在している。正極側分極性電極と負極側分極性電極との少なくとも一方は、複数の開気孔を有する炭素粒子を含む。開気孔は、相対的に孔径が小さな小孔径部と、相対的に孔径が大きな大孔径部とを有する。開気孔は、小孔径部よりも奥側に位置する大孔径部を有する。

【0011】

開気孔は、小孔径部と大孔径部とが交互に接続されている部分を有することが好ましい。

【0012】

炭素粒子が、テンプレートカーボンにより構成されていてもよい。

【0013】

窒素吸着法であるDFT法により炭素粒子の大孔径部の孔径を測定した際に、測定された大孔径部の数に対する、大孔径部の孔径の最頻値の $\pm 20\%$ の範囲内にある孔径を有する大孔径部の数の比（（大孔径部の孔径の最頻値の $\pm 20\%$ の範囲内にある孔径を有する大孔径部の数）/（測定された大孔径部の数））が70%以上であることが好ましい。

【0014】

電解質は、沸点が200以上の溶媒を含むことが好ましい。

【0015】

10

20

30

40

50

電解質の 25 における粘度が $5 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以上であることが好ましい。なお、電解質の 25 における粘度は、JIS K 7 1 1 7 - 1、B 型粘度計により測定することができる。

【0016】

電解質がイオン液体を含んでいてもよい。

【0017】

電解質がゲル電解質であってもよい。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、優れた耐熱性を有すると共に、小さな内部抵抗を有する電気二重層コンデンサを提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図 1】本発明の一実施形態に係る電気二重層コンデンサの模式的断面図である。

【図 2】開気孔を有する炭素粒子の一部分の模式的断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明を実施した好ましい形態の一例について説明する。但し、下記の実施形態は、単なる例示である。本発明は、下記の実施形態に何ら限定されない。

【0021】

20

実施形態等において参照する図面は、模式的に記載されたものである。図面に描画された物体の寸法の比率などは、現実の物体の寸法の比率などとは異なる場合がある。図面相互間においても、物体の寸法比率等が異なる場合がある。具体的な物体の寸法比率等は、以下の説明を参酌して判断されるべきである。

【0022】

図 1 は、本実施形態に係る電気二重層コンデンサの模式的断面図である。図 1 に示されるように電気二重層コンデンサ 1 は、負極 1 1 と、正極 1 2 と、セパレータ 1 3 と、外装体 1 0 とを有する。

【0023】

負極 1 1 は、負極側集電極 1 1 a を備える。負極側集電極 1 1 a は、例えば、アルミニウム箔等により構成することができる。負極側集電極 1 1 a の厚みは、例えば、 $10 \mu\text{m}$ ~ $30 \mu\text{m}$ 程度とすることができる。

30

【0024】

負極側集電極 1 1 a の上には、負極側分極性電極 1 1 b が設けられている。具体的には、負極側分極性電極 1 1 b は、負極側集電極 1 1 a の両面の上に設けられている。負極側分極性電極 1 1 b の厚みは、例えば、 $10 \mu\text{m}$ ~ $30 \mu\text{m}$ 程度とすることができる。

【0025】

正極 1 2 は、正極側集電極 1 2 a を備える。正極側集電極 1 2 a は、例えば、アルミニウム箔等により構成することができる。正極側集電極 1 2 a の厚みは、例えば、 $10 \mu\text{m}$ ~ $30 \mu\text{m}$ 程度とすることができる。

40

【0026】

正極側集電極 1 2 a の上には、正極側分極性電極 1 2 b が設けられている。具体的には、正極側分極性電極 1 2 b は、正極側集電極 1 2 a の両面の上に設けられている。正極側分極性電極 1 2 b の厚みは、例えば、 $10 \mu\text{m}$ ~ $30 \mu\text{m}$ 程度とすることができる。

【0027】

負極 1 1 と正極 1 2 とは対向している。具体的には、負極 1 1 と正極 1 2 とは、負極 1 1 の負極側分極性電極 1 1 b と、正極 1 2 の正極側分極性電極 1 2 b とが対向するように設けられている。より具体的には、複数の負極 1 1 と複数の正極 1 2 とが、交互に積層されている。複数の負極 1 1 は、図示しない負極側配線材により電氣的に接続されており、外装体 1 0 外に引き出されている。複数の正極 1 2 は、図示しない正極側配線材により電

50

氣的に接続されており、外装体 10 外に引き出されている。

【0028】

隣り合う負極 11 と正極 12 との間にはセパレータ 13 が設けられている。具体的には、セパレータ 13 は、負極 11 を覆うように設けられており、これにより、負極 11 と正極 12 とを隔離している。

【0029】

負極 11 と正極 12 とセパレータ 13 とは、外装体 10 内に収納されている。負極 11 と正極 12 とはそれぞれ、外装体 10 の外部に設けられる負極用引き出し端子（図示しない）と正極用引き出し端子（図示しない）に接続されている。

【0030】

外装体 10 内には、電解質が充填されている。このため、電解質は、負極 11 と正極 12 との間に介在している。具体的には、電解質は、負極 11 の負極分極性電極 11 b と、正極 12 の正極分極性電極 12 b との間に介在している。

【0031】

電解質は、陽イオンと、陰イオンと、溶媒とを含む。好ましく用いられる陽イオンとしては、例えば、テトラエチルアンモニウム塩などが挙げられる。好ましく用いられる陰イオンとしては、例えば、四フッ化ホウ酸イオン (BF_4^-) や、ビストリフルオロメチルスルホニルイミド ($(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}^-$) などが挙げられる。好ましく用いられる溶媒としては、プロピレンカーボネート、エチレンカーボネート、ジエチルカーボネート、ジメチルカーボネートなどのカーボネート化合物、ニトリル化合物、水などの水系溶媒などが挙げられる。

【0032】

電解質は、例えば、架橋性のゲル電解質やイミダゾール化合物からなるイオン液体であってもよい。

【0033】

負極側分極性電極 11 b 及び正極側分極性電極 12 b は、それぞれ、多孔質体からなる。負極側分極性電極 11 b 及び正極側分極性電極 12 b は、それぞれ、例えば、炭素材料、白金、金等を含むことが好ましく、炭素材料を含むことがより好ましい。好ましく用いられる炭素材料としては、活性炭が挙げられる。

【0034】

負極側分極性電極 11 b 及び正極側分極性電極 12 b の少なくとも一方は、図 2 に模式的に示される、複数の開気孔 21 を有する炭素粒子 20 を含んでいる。負極側分極性電極 11 b 及び正極側分極性電極 12 b の両方が、複数の開気孔 21 を有する炭素粒子 20 を含んでいることが好ましい。本実施形態では、炭素粒子 20 は、活性炭粒子である。

【0035】

開気孔 21 は、相対的に孔径が小さな小孔径部 21 a と、相対的に孔径が大きな大孔径部 21 b とを有する。開気孔 21 は、小孔径部 21 a よりも奥側（炭素粒子 20 の表面から離れた位置）に位置する大孔径部 21 b を有する。つまり、開気孔 21 を構成する大孔径部 21 b の一部は、小孔径部 21 a より炭素粒子 20 の表面から離れた箇所位置している。このため、大孔径部 21 b に電解質が保持されやすい。よって、沸点が高く、高い粘度を有する溶媒を含む電解液を用いた場合であっても、電気二重層コンデンサ 1 の内部抵抗を低くすることができる。従って、電気二重層コンデンサ 1 によれば、優れた耐熱性と、小さな内部抵抗とを両立し得る。

【0036】

なお、小孔径部 21 a は、孔径が 2 nm 以下の孔部を意味し、大孔径部 21 b は、電解質を構成するイオンのイオン径よりも大きい孔径を有し、具体的には、孔径が 12 μm ~ 50 μm である孔部を意味する。

【0037】

電気二重層コンデンサ 1 の内部抵抗をより小さくする観点からは、開気孔 21 が、複数の小孔径部 21 a と複数の大孔径部 21 b とを有することが好ましい。開気孔 21 が、小

10

20

30

40

50

孔径部 2 1 a と大孔径部 2 1 b とが交互に接続されている部分を有することが好ましい。

【0038】

窒素吸着法である D F T 法により炭素粒子 2 0 の大孔径部 2 1 b の孔径を測定した際に、測定された大孔径部 2 1 b の数に対する、大孔径部 2 1 b の孔径の最頻値の $\pm 20\%$ の範囲内にある孔径を有する大孔径部 2 1 b の数の比（（大孔径部 2 1 b の孔径の最頻値の $\pm 20\%$ の範囲内にある孔径を有する大孔径部 2 1 b の数） / （測定された大孔径部 2 1 b の数））が 70% 以上であることが好ましい。

【0039】

なお、窒素吸着法である D F T 法とは、「P . A . Webb C . Orr Analytical Methods in Fine Particle Technology , Micromeritics , USA (1997)」にて提唱された細孔径の測定方法である。

10

【0040】

このような炭素粒子 2 0 は、例えば、テンプレートカーボンにより構成することができる。テンプレートカーボンとは、例えば複数の金属酸化物粒子からなるテンプレートを含む炭素粒子を作製し、その炭素粒子中の金属酸化物粒子を酸などにより溶解させることにより作製されたカーボンのことをいう。テンプレートカーボンの具体例としては、例えば、特開 2012 - 188309 号公報に記載のカーボンが例示される。

【0041】

電気二重層コンデンサ 1 の耐熱性をより改善する観点からは、電解質に含まれる溶媒の沸点が 200 以上であることが好ましく、250 以上であることがより好ましい。電解質に含まれる溶媒の沸点は、通常 100 以下である。通常、溶媒の沸点は、粘度が高いほど高くなる。従って、電解質の 25 における粘度は、5 m P a · s e c 以上であることが好ましく、10 m P a · s e c 以上であることがより好ましい。電解質の 25 における粘度は、1 P a · s e c 以下であることが好ましい。なお、電解質の粘度は、J I S K 7 1 1 7 - 1 により測定することができる。

20

【0042】

上述のような高沸点の溶媒の具体例としては、例えば、プロピレンカーボネートやイオン液体等が挙げられる。なかでも、イオン液体が電解質の溶媒としてより好ましく用いられる。

30

【0043】

また、電気二重層コンデンサ 1 の耐熱性をより改善する観点からは、電解質をゲル電解質により構成することも好ましい。

【0044】

以下、本発明について、具体的な実施例に基づいて、さらに詳細に説明するが、本発明は以下の実施例に何ら限定されるものではなく、その要旨を変更しない範囲において適宜変更して実施することが可能である。

【0045】

（実施例 1）

炭素粒子（東洋炭素社製、クノーベル（登録商標））と、ポリテトラフルオロエチレン（P T F E）と、カーボンブラックとを、重量比で 8 : 1 : 1 となるように固練り法で混合し、アルミ箔からなる集電極の上に塗布することにより、厚みが 20 μ m である分極性電極を形成することにより正極及び負極を作製した。その正極及び負極を用いて上記実施形態に係る電気二重層コンデンサ 1 と実質的に同様の構成を有する電気二重層コンデンサを以下の条件で作製した。

40

【0046】

セパレータ：アラミド樹脂シート（15 mm × 15 mm 空隙率：60%）

外装体：アルミニウムのラミネートフィルム（20 mm × 20 mm）

電解質：濃度 1 . 5 M のフッ化リン酸トリエチルメチルアンモニウム（T E M A P F₆）のプロピレンカーボネート溶液（50 μ g）

50

なお、炭素粒子（東洋炭素社製、クノーベル（登録商標））は、細孔径が2 nm以下である複数の小孔径部と細孔径が12～50 nmである複数の大孔径部とを有していた。

【0047】

窒素吸着法であるDFT法により炭素粒子の大孔径部の孔径を測定した際に、測定された大孔径部の数に対する、大孔径部の孔径の最頻値の±20%の範囲内にある孔径を有する大孔径部の数の比（（大孔径部の孔径の最頻値の±20%の範囲内にある孔径を有する大孔径部の数）/（測定された大孔径部の数））が70%であった。

【0048】

プロピレンカーボネートの沸点は、242 であった。プロピレンカーボネートの25 における粘度は、5 mPa・secであった。

10

【0049】

（比較例1）

炭素粒子（東洋炭素社製、クノーベル（登録商標））に代えて、炭素粒子（大阪瓦斯社製、白鷺）を用いたこと以外は実施例1と同様にして電気二重層コンデンサを作製した。

【0050】

炭素粒子（大阪瓦斯社製、白鷺）は、細孔径が2 nm以下の小孔径部のみからなる活性炭である。

【0051】

（比較例2）

炭素粒子（東洋炭素社製、クノーベル（登録商標））に代えて、炭素粒子（クラレ社製、YPシリーズ）を用いたこと以外は実施例1と同様にして電気二重層コンデンサを作製した。

20

【0052】

炭素粒子（クラレ社製、YPシリーズ）は、細孔径が2 nm以下の小孔径部のみからなる活性炭である。

【0053】

（実施例2）

電解質としてイオン液体であるエチルメチルイミダゾリウムテトラフルオロボレート（EMIBF4）を用いたこと以外は実施例1と同様にして電気二重層コンデンサを作製した。

30

【0054】

EMIBF4の25 における粘度は、37 mPa・secであった。

【0055】

（比較例3）

炭素粒子（東洋炭素社製、クノーベル（登録商標））に代えて、炭素粒子（大阪瓦斯社製、白鷺）を用いたこと以外は実施例2と同様にして電気二重層コンデンサを作製した。

【0056】

（比較例4）

炭素粒子（東洋炭素社製、クノーベル（登録商標））に代えて、炭素粒子（クラレ社製、YPシリーズ）を用いたこと以外は実施例2と同様にして電気二重層コンデンサを作製した。

40

【0057】

（比較例5）

電解質の溶媒としてアセトニトリルを用いたこと以外は実施例1と同様にして電気二重層コンデンサを作製した。

【0058】

アセトニトリルの沸点は、83 であった。アセトニトリルの25 における粘度は、0.13 mPa・secであった。

【0059】

（比較例6）

50

炭素粒子（東洋炭素社製、クノーベル（登録商標））に代えて、炭素粒子（大阪瓦斯社製、白鷺）を用いたこと以外は比較例 5 と同様にして電気二重層コンデンサを作製した。

【 0 0 6 0 】

（比較例 7）

炭素粒子（東洋炭素社製、クノーベル（登録商標））に代えて、炭素粒子（クラレ社製、Y P シリーズ）を用いたこと以外は比較例 5 と同様にして電気二重層コンデンサを作製した

（評価）

実施例 1, 2 及び比較例 1 ~ 7 において作製した電気二重層コンデンサについて、それぞれ、0.1 A で定電流放電を行った際の容量 ($C_{0.1}$) と、5 A で定電流放電を行った際の容量 (C_5) との比 ($(C_5) / (C_{0.1})$) を、J E I T A R C R 2 3 7 0 に基づいて測定した。結果を下記の表 1、表 2 及び表 3 に示す。

【 0 0 6 1 】

【表 1】

	電解質の溶媒	$(C_5) / (C_{0.1})$
実施例 1	プロピレンカーボネート	0.9
比較例 1	プロピレンカーボネート	0.6
比較例 2	プロピレンカーボネート	0.7

【 0 0 6 2 】

【表 2】

	電解質	$(C_5) / (C_{0.1})$
実施例 2	EMIBF4	0.85
比較例 3	EMIBF4	0.3
比較例 4	EMIBF4	0.5

【 0 0 6 3 】

【表 3】

	電解質	$(C_5) / (C_{0.1})$
比較例 5	アセトニトリル	0.9
比較例 6	アセトニトリル	0.9
比較例 7	アセトニトリル	0.9

【 0 0 6 4 】

表 1 及び表 2 に示す結果から、小孔径部よりも奥側に位置する大孔径部を有する開気孔を備える炭素粒子を用いることにより高速放電時のレート特性を改善できることが分かる。

【 0 0 6 5 】

表 1 に示される結果、表 2 に示される結果、及び表 3 に示される結果の比較から、小孔径部よりも奥側に位置する大孔径部を有する開気孔を備える炭素粒子を用いることによる高速放電時のレート特性の改善効果は、電解質の溶媒の沸点が高く、電解質の粘度が高いときにより顕著になることが分かる。

【 0 0 6 6 】

表 3 に示される結果から、沸点が低いアセトニトリルを電解質の溶媒として用いた場合

には、活性炭の構造を変化させても、高速放電時のレート特性はほとんど変わらないことが分かる。

【0067】

(実施例3)

実施例1と同様にして正極及び負極を作製した。次に、下記の表4に示すゲル電解質前駆体を準備した。具体的には、高分子と電解液とをマグネチックスターラーを用いて常温で30分間攪拌した。その後、光重合開始剤を高分子添加量に対して1.6質量%~3質量%添加し、マグネチックスターラーを用いて常温でさらに30分攪拌した。

【0068】

【表4】

	ゲル電解質前駆体
高分子	ポリエチレンオキサイド系高分子
電解質	TEMABF ₄ のプロピレンカーボネート溶液(濃度1.5M)
高分子/(電解液+高分子)	10質量%
塗布厚み	20 μm

10

20

【0069】

次に、真空吸引版に分極性電極を吸着固定させ、分極性電極上に上記ゲル電解質前駆体を塗布することにより厚みが20 μmのゲル電解質前駆体塗膜を形成した。その後、メタルハライドランプを用いて、積算光量が1200 mJ/cm²となるように紫外光を照射し、ゲル電解質層と電極との積層体を得た。この積層体を用いて電気二重層コンデンサを作製した。

【0070】

(比較例8)

炭素粒子(東洋炭素社製、クノーベル(登録商標))に代えて、炭素粒子(大阪瓦斯社製、白鷺)を用いたこと以外は実施例3と同様にして電気二重層コンデンサを作製した。

30

【0071】

(比較例9)

炭素粒子(東洋炭素社製、クノーベル(登録商標))に代えて、炭素粒子(クラレ社製、YPシリーズ)を用いたこと以外は実施例3と同様にして電気二重層コンデンサを作製した。

【0072】

(実施例4)

下記の表5に示すゲル電解質前駆体を用いたこと以外は実施例3と同様にして電気二重層コンデンサを作製した。

【0073】

【表5】

	ゲル電解質前駆体
高分子	アクリル系高分子
電解質	EMIBF ₄
高分子/(電解液+高分子)	10質量%
塗布厚み	20 μm

40

50

【 0 0 7 4 】

(比較例 1 0)

炭素粒子（東洋炭素社製、クノーベル（登録商標））に代えて、炭素粒子（大阪瓦斯社製、白鷺）を用いたこと以外は実施例 4 と同様にして電気二重層コンデンサを作製した。

【 0 0 7 5 】

(比較例 1 1)

炭素粒子（東洋炭素社製、クノーベル（登録商標））に代えて、炭素粒子（クラレ社製、Y P シリーズ）を用いたこと以外は実施例 4 と同様にして電気二重層コンデンサを作製した。

【 0 0 7 6 】

実施例 3 , 4 及び比較例 8 ~ 1 1 のそれぞれにおいて作製した電気二重層コンデンサについても上述の方法で評価した。結果を表 6 及び表 7 に示す。

【 0 0 7 7 】

【表 6】

	電解質	$(C_5) / (C_{0.1})$
実施例 3	TEMABF4/PC ゲル電解質	0. 9
比較例 8	TEMABF4/PC ゲル電解質	0. 4
比較例 9	TEMABF4/PC ゲル電解質	0. 5

10

20

【 0 0 7 8 】

【表 7】

	電解質	$(C_5) / (C_{0.1})$
実施例 4	EMIBF4 ゲル電解質	0. 8 5
比較例 1 0	EMIBF4 ゲル電解質	0. 2
比較例 1 1	EMIBF4 ゲル電解質	0. 3 5

30

【 0 0 7 9 】

表 6 及び表 7 に示される結果から、ゲル電解質を用いた場合であっても、小孔径部よりも奥側に位置する大孔径部を有する開気孔を備える炭素粒子を用いることにより高速放電時のレート特性を改善できることが分かる。

【符号の説明】

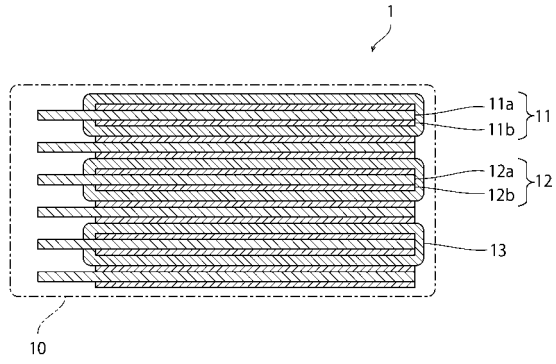
【 0 0 8 0 】

- 1 : 電気二重層コンデンサ
- 1 0 : 外装体
- 1 1 : 負極
- 1 1 a : 負極側集電極
- 1 1 b : 負極側分極性電極
- 1 2 : 正極
- 1 2 a : 正極側集電極
- 1 2 b : 正極側分極性電極
- 1 3 : セパレータ
- 2 0 : 炭素粒子
- 2 1 : 開気孔

40

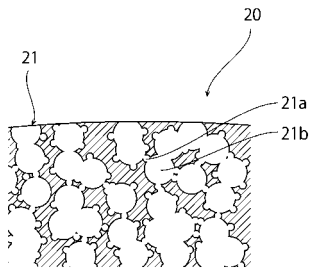
【 図 1 】

図 1



【 図 2 】

図 2



フロントページの続き

Fターム(参考) 5E078 AA03 AA09 AB02 BA04 BA13 BA44 BA53 BA65 BA66 BA73
BB12 BB33 CA06 DA03 DA12 DA13 DA19 FA02 FA13 HA02
HA13