

カーボンナノコイルを用いた電気二重層キャパシタの作製と 高スキャンレートにおける充放電特性

学生員 泉 陽嵩* 学生員 岡部 雄太* 正員 須田 善行*^{a)}
正員 滝川 浩史* 正員 田上 英人* 非会員 植 仁志**
非会員 清水 一樹***

Manufacturing of Electric Double-layer Capacitors using Carbon Nanocoils and Evaluation of their Specific Capacitance at a High Scan Rate

Harutaka Izumi*, Student Member, Yuta Okabe*, Student Member, Yoshiyuki Suda*^{a)}, Member, Hirofumi Takikawa*, Member, Hideto Tanoue*, Member, Hitoshi Ue**, Non-member, Kazuki Shimizu***, Non-member

(2013年1月4日受付, 2013年7月12日再受付)

Electric double-layer capacitors (EDLCs) have problems that the specific capacitance decreases by increasing scan rate. In this study, activated carbon (AC) and various carbon nanomaterials are compared by their specific capacitances. Carbon nanomaterials used were arc-black (AcB) which was prepared by an arc discharge and carbon nanocoil (CNC) which was prepared by a chemical vapor deposition. CNC and AcB showed lower charge transfer resistance than AC in the measurement of electrochemical impedance spectroscopy (EIS). This explains that the EDLCs composed of CNC and AcB kept their specific capacitance at a high scan rate.

キーワード: 電気二重層キャパシタ, 炭素ナノ材料, カーボンナノコイル, アークブラック, スキャンレート

Keywords: electric double layer capacitor (EDLC), carbon nanomaterial, carbon nanocoil (CNC), arc black (AcB), scan rate

1. はじめに

近年, 電気回路等で用いられる電解コンデンサ等と比較し, 重量あたりに蓄えられる電気エネルギー量を示すエネルギー密度の高い電気二重層キャパシタ (electric double layer capacitor: EDLC) が次世代の蓄電デバイスとして注目されている。EDLCは, 電極-電解液界面において, 電子-イオン対からなる電気二重層を形成することで蓄電を行うデバイスである。現在最も蓄電に用いられている二次電池と比較し, EDLCは重量あたりで出力できる電力の大きさを示す電力密度が高い, サイクル寿命が長い, 充電時間が短いという

特徴がある。しかし, EDLCの欠点として, 二次電池と比較しエネルギー密度が低いことが挙げられる。そのため, EDLCが単体の電源として用いられるのはほとんどがメモリ用バックアップ電源・時計等の小型機器である。また, 充電電流密度の増加やスキャンレートの上昇によって比容量が著しく減少してしまうという問題点もある。

そこで上記問題を解決するために, EDLCの電極-電解液界面において電気二重層を形成するために用いられる活物質を, 破碎・化学処理等の方法で改質する⁽¹⁾⁽²⁾, 天然由来活性炭より高い比容量が期待されている樹脂由来の活性炭を用いる^{(3)~(5)}, もしくは活性炭以外の炭素ナノ材料を活物質として用いる^{(6)~(10)}論文が多数報告されている。そのなかでも炭素の六員環構造が円筒状に成長したカーボンナノチューブ (carbon nanotube: CNT) はチューブ外壁のみならず内壁も電気二重層の形成に利用できる⁽¹¹⁾, 集電極上に垂直配向させることで導電経路を減少できる⁽¹¹⁾という利点によって比容量の増加が期待されている材料である。しかし, CNTの多くはファンデルワールス力で凝集してしまいバンドル構造を形成するためチューブの外壁を有効に利用できない⁽¹¹⁾という問題点が残る。

a) Correspondence to: Yoshiyuki Suda. E-mail: suda@ee.tut.ac.jp

* 豊橋技術科学大学
〒441-8580 豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1
Toyohashi University of Technology
1-1, Hibirigaoka, Tempaku, Toyohashi 441-8580, Japan

** 東海カーボン (株)
〒410-1431 静岡県駿東郡小山町須走 394-1
Tokai Carbon Co., Ltd.

394-1, Subashiri, Oyama, Suntou, Shizuoka 410-1431, Japan

*** 湘南合成樹脂製作所
〒254-0807 平塚市代官町 31-27
Shonan Plastic Mfg. Co., Ltd.
31-27, Daikan, Hiratsuka 254-0807, Japan