

カーボンナノチューブ/グラファイト複合材料の CVD 合成と 電気二重層キャパシタへの応用

CVD synthesis of carbon nanotube/graphite hybrid materials for electric double layer capacitor

豊田工大院工[○](M2)米田 大祐, 鈴木 誠也, 原 正則, 吉村 雅満

Toyota Tech. Inst.,[○]Daisuke Yoneda, Seiya Suzuki, Masanori Hara,

Masamichi Yoshimura

E-mail: sd16435@toyota-ti.ac.jp

【研究背景】

電気二重層キャパシタ(EDLC:Electric Double Layer Capacitor)とは、電極表面上への電解質イオンの吸脱着により充放電を行う蓄電デバイスである。二次電池に比べ、急速充放電が可能、電極での化学反応がないため、長寿命で環境に低負荷という長所がある。また、EDLCの蓄電には電極表面のみが利用されるため、エネルギー密度は低く¹⁾、実用化には電極表面積のさらなる向上が不可欠である。

本研究では、高いアスペクト比により非常に大きな比表面積を示すカーボンナノチューブ(CNT)に注目し、電極応用を目指した。従来、垂直配向CNT合成における触媒担持層として一般に用いられる Al_2O_3 は絶縁体であるためEDLC電極において不適である。また、CNTと合成基板の接触電気抵抗が高いことが課題である。これらの課題を克服するため、本研究では触媒担持層を用いず、CNTと同一材料である高配向性熱分解グラファイト(HOPG)上にCNTを合成し(以下、CNT/HOPG)、EDLC用電極としての有効性を実証した。

【実験方法】

最初に触媒粒子の熱凝集を防ぐためにソフトエッチング装置によりHOPG表面への欠陥導入を行った。欠陥導入時間は30秒から5分とした。欠陥導入後、アークプラズマ蒸着法にて、Co触媒粒子を2nm蒸着した。CNT合成は、炭素源にエタノールを用いたアルコール化学気相成長法を行った。合成温度、時間はそれぞれ650℃、10分とした。また、走査型電子顕微鏡(SEM)にてCNTの構造観察を行った。さらに、ステップ状の電圧を印加し、印加後の電流値を測定するクロノアンペロメトリー法に

よりCNT/HOPGの静電容量を求めた。溶液には1Mの H_2SO_4 を用い、印加電圧は1Vとした。

【実験結果および考察】

図1に合成したCNT膜のSEM像を示す。欠陥を導入しない基板においては、熱凝集した約80nmのCo粒子がみられ、CNTは合成されなかった。一方、欠陥導入時間が3分の試料では面内配向CNTが、5分時には約1μm長の垂直配向CNTが合成された。これはHOPGに欠陥を導入することで、Co粒子の熱凝集が抑制されたことによるものと考えられる。

次に静電容量測定の結果、面内配向CNTでHOPGの約4倍の0.8 mF/cm²、垂直配向CNTで約8倍の1.5 mF/cm²となった。現在、垂直配向CNTの静電容量は14 mF/cm²であると報告されている²⁾が、合成時間を延ばし、長尺な垂直配向CNTを合成することで、さらなる静電容量の向上が期待できる。

【参考文献】

- 1) 石川正司, 未来エネルギー社会をひらくキャパシタ, ケイティーネオブック (2007).
- 2) E. Kao *et al.*, Sens. Actuators A: Phys., 240, 160-166 (2016).

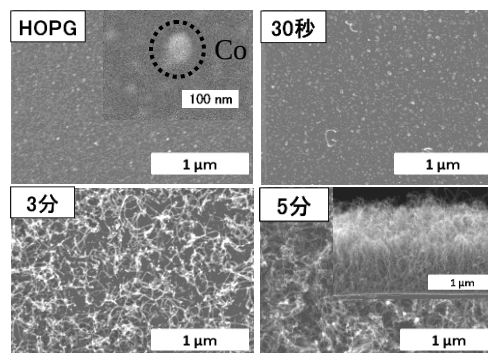


図1: CNT膜のSEM像