

エレクトロスピンニング法で作製した グラファイトナノワイヤシートの光蓄電デバイスへの応用

Application of Electrospun Graphite Nanowire Sheets to Photorechargeable Devices

鹿児島大院 理工 °谷口 尚仁, 平川 直樹, 堀江 雄二, 野見山 輝明

Kagoshima Univ. °N. Taniguchi, N. Hirakawa, Y. Horie, T. Nomiyama

E-mail: k5007912@kadai.jp

1. はじめに

単一電極で光電変換と蓄電の機能を有する光蓄電池は小型の独立電源としての応用が期待されている. TiO_2/WO_3 多孔質積層薄膜では蓄電材に WO_3 を用いることで TiO_2 の光電変換で生じる低い光起電力 V_{ph} でも電解液中の Li イオンの挿入により充電が可能で, 他の蓄電材を用いた場合よりも 10 倍以上大きな光蓄電電荷量 Q_{ph} が得られている.

本研究では, エレクトロスピンニング法(電界紡糸法)を用いてグラファイトナノワイヤ(GNW)のシートを作製し, GNW を蓄電材である WO_3 でコーティングすることにより Li イオンの侵入, 放出を容易にし, WO_3 からの電子の取り出しを容易にすることで, 充放電効率を上げることを目指した. さらに GNW シート自身を支持体として使うことで軽量かつフレキシブルな光蓄電池の実現が期待される.

2. 実験方法

エレクトロスピンニング法では, ポリアクリロニトリル(PAN)と N,N -ジメチルホルムアミド(DMF)にアセトン混ぜたものを原料溶液とし, 電界 20 kV, 原料溶液供給量 1.0 ml/h, コレクター-シリンジ間距離 15 cm で PAN 不織布を作製した. その後, 大気中で 280°C まで $2^\circ\text{C}/\text{min}$ で温度を上昇させて 3 時間焼成し, そののち窒素雰囲気下で $2^\circ\text{C}/\text{min}$ で約 1000°C まで上昇させ高温焼成することにより GNW シートを得た. その上に PLD 法により WO_3 を室温, 真空中で蒸着させ蓄電層を形成した. ガラス基板上に TiO_2 ペーストを塗布し, その上に WO_3 を蒸着させた GNW シートを乗せ, 毛細管現象によって TiO_2 ペーストをシートの内部まで浸透させて図 1 のような $\text{TiO}_2/\text{WO}_3/\text{GNW}$ シート電極を作製した. この電極を作用極とし, 光充放電測定により光蓄電池の性能評価を行った.

3. 結果と考察

図 2(a)に作製した GNW シートの SEM 画像を示す. 焼成することによってファイバ径は元の太さの約半分である約 $100\sim 150\text{ nm}$ になり, 数十 Ω/\square 程度のシート抵抗を示した. また, 図 2(b)に示すようにシート自体を曲げることができた. 図 1 の電極を作用極とし, 疑似太陽光の照射 on-off を繰り返しながら放電電流を調べる光充放電測定を行ったところ, 図 3 のように光照射後に放電電流が流れていることから光蓄電池として機能していることを確認できた. また, その時の Q_{ph} は約 $0.4\text{ mC}/\text{cm}^2$ で, 良好なサイクル特性を得た. 講演では, 可視光吸収する色素増感型光蓄電池の光蓄電特性についても述べる.

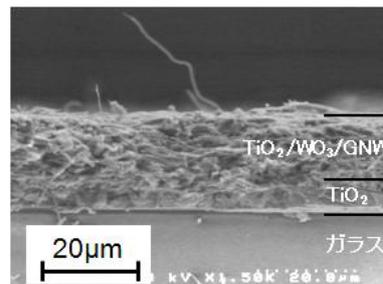


図 1 $\text{TiO}_2/\text{WO}_3/\text{GNW}$ シート電極の断面 SEM 像

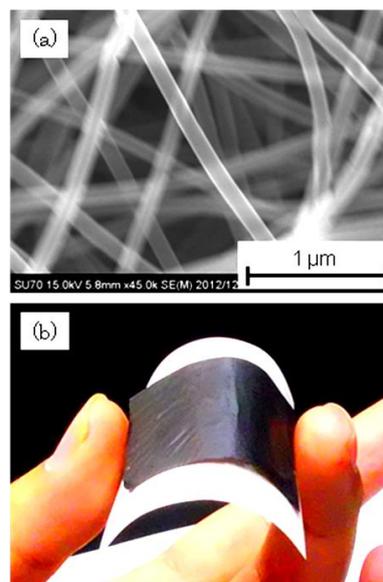


図 2 (a) 焼成後の GNW の SEM 画像
(b) フレキシブルな GNW シート

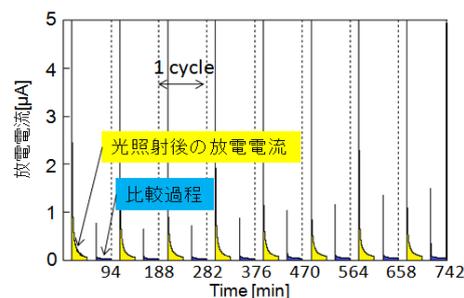


図 3 $\text{TiO}_2/\text{WO}_3/\text{GNW}$ 電極のサイクル特性