

TiO₂/WO₃/ITO 三層同軸ナノファイバの光充放電特性

Photorechargeable properties of TiO₂/WO₃/ITO triple-layer coaxial nanofibers

鹿児島大院 理工 ○(M1C) 松田 拓也, 頼田 家維, 隈元 大登, 小牧 平知, 野見山 輝明, 堀江 雄二

Kagoshima Univ. °(M1C) T. Matsuda, I. Yorita, T. Kumamoto, T. Komaki T. Nomiya, Y. Horie

E-mail: k8532834@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。我々はこれまでの研究で光電変換材に TiO₂ を、蓄電材に WO₃ を用いた複合型光蓄電池において大きな光蓄電電荷量 Q_{ph} が得られることを示したが、更なる光蓄電性の向上を目指し、Fig.1(a)のような電界紡糸法による WO₃ ナノ粒子/ITO コアシース型ナノファイバ(NFs)構造を提案した。導電性の良い ITO-NFs が WO₃ ナノ粒子(NPs) で被覆された同軸ナノ構造をとる電界紡糸法で作製することで従来の WO₃ だけの NFs と比較して充放電特性を改善させることができた[1]。本研究ではさらに、その表面を光電変換層として TiO₂ でコーティングした三層同軸構造を持つナノファイバを作製するとともに ITO コアのキャリアの移動特性に対する効果を調べ、今後の同軸型ナノデバイスの光充放電特性向上のための指針を得ることを目的とした。

2. 実験方法

原料液の主成分として ITO コア NFs には塩化インジウム四水和物と塩化スズ五水和物を、WO₃ シース層には WO₃-NPs 粉末をそれぞれ用いた[1]。それらの溶液を電界紡糸法で直接 FTO/ガラス基板上に製膜したのちに電気炉で 500 °C で 1h 焼成を行った。また、ファイバ表面の TiO₂ コーティングには四塩化チタン溶液を用い、膜への浸透及び焼成により作製した。

電解液に過塩素酸リチウム溶液を用いた対向型セルを作製し、光充放電測定、サイクリックボルタンメトリー測定、パルス光応答測定等を行い、従来の電極との比較を行った。

3. 結果と考察

Fig.1(b)(c) に、FTO/ガラス基板上に電界紡糸法で作製した WO₃/ITO コアシース型 NFs の SEM 画像を示す。直径 40~60 nm の ITO-NFs の周りが直径 30~60 nm の WO₃-NPs で被覆されているのが確認でき、Fig.1(a) のような、我々の構想に近い光蓄電電極が形成されていることが分かる。

Fig.2 に、光充放電測定から求めた光蓄電電荷量 Q_{ph} とパルス光応答測定から求めた光励起電子の拡散係数

D の電極構造による違いを表す。WO₃/ITO コアシース型にすることで拡散係数 D が従来のコアのみの WO₃-NFs と比較して約 4 倍以上向上しており、ITO のコアが効率の良い電子の放電路として機能していることが分かった。さらに TiO₂ で表面をコーティングすることで Q_{ph} と D が向上することが分かった。

講演では、作製したナノファイバ膜の光充放電特性、従来の電極との比較等についても述べる予定である。

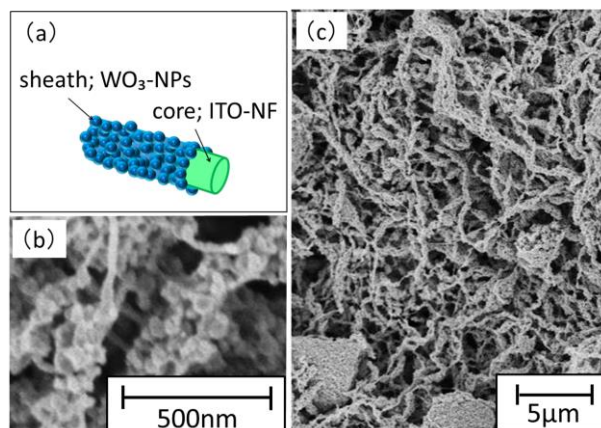


Fig.1 (a)Structure of WO₃-NPs /ITO core-sheath nanofiber electrodes. (b)(c)SEM images of WO₃-NPs /ITO core-sheath nanofibers.

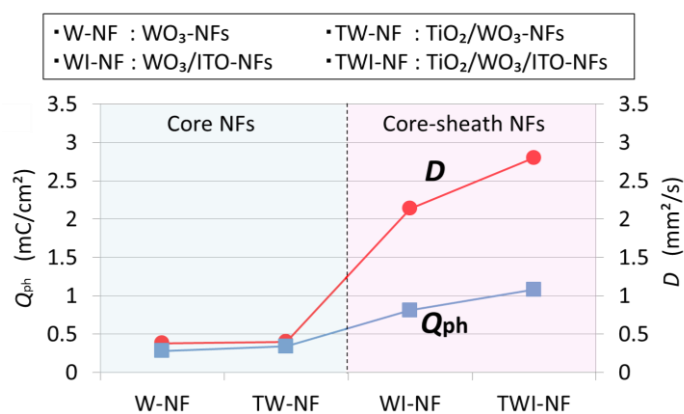


Fig.2 Photorechargeable quantity Q_{ph} and diffusion coefficient D of various nanofiber electrodes.

参考文献

- [1] 松田ら, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 (2017) 8P-PA1-22