TiO_2 ナノ粒子/WO_3 ナノファイバ交互積層法による光蓄電電極の作製

Preparation of photorechargeable battery by alternate method of TiO_2 nanoparticles and WO_3 nanofibers

鹿児島大院　理工　○(M1C)田畑 寿樹，荒川 大樹，野見山 輝明，堀江 雄二
Kagoshima Univ.　○(M1C)T. Tabata, D. Arakawa, T. Nomiyama, Y. Horie
E-mail: k5574247@kadai.jp

1. はじめに

光蓄電池とは単一電極上で光電変換と蓄電を行うことのできるデバイスであり，小型の独立電源としての応用が期待されている．光電変換材に TiO_2，蓄電材に WO_3 を用いた複合電極で，大きな光蓄電電荷量 Q_{ph} が得られることが知られている[1].

本研究では Fig. 1 のように WO_3 の蓄電層をナノファイバ化し TiO_2 ナノ粒子を挿入することで，電解液との反応場を保ったまま放電路を確保して光蓄電効率を向上させることを目的とした．製膜には Fig. 2 のように TiO_2 ナノ粒子をエレクトロスプレー法，WO_3 ナノファイバをエレクトロスピニング法（電界紡糸法）で交互に同一基板上に製膜する交互積層法を用いた．この方法では TiO_2 ナノ粒子をナノファイバ層全体へ均一に挿入させ，ナノ粒子とナノファイバの比率を自在に変化させることが可能である．

2. 実験方法

エレクトロスプレー法では，ポリエチレングリコール(PEG)と TiO_2 P25 粒子，蒸留水を混合したものを原料溶液とした．エレクトロスピニング法では，タングステンエトキシドと無水エタノールの混合溶液にポリビニルピロリドン(PVP)とポリエチレングリコール-ポリプロピレングリコール-ポリエチレングリコール（P123）を混ぜたものを原料溶液とした．まず FTO ガラス基板上にナノファイバを固着させるための固着層を形成し，その上に Fig. 2 のようにエレクトロスピニング法とエレクトロスプレー法で1分間ずつ交互に製膜を行った．電界はいずれも 17kV，原料溶液供給量はそれぞれ 1.5ml/h と 1.0ml/h に設定し，最後に作製した薄膜を 500℃で 3h 焼成を行った．

3. 結果と考察

Fig. 3 に，TiO_2 : WO_3 = 1 : 4 の時間で作製した交互積層電極の SEM 画像を示す．直径数 10～数 100 nm 程度の WO_3 ナノファイバと粒径数 100nm～数 μm の TiO_2 二次粒子が確認され，目的とする電極構造が作製できていることがわかる．また，ラマン分光法により作製した交互積層電極が WO_3 とアナターゼ型 TiO_2 で形成されていることを確認した．この TiO_2 と WO_3 の製膜時間の比を変化させた電極を作製し，光充放電特性を調べたところ，WO_3 ナノファイバの比率が増えるにつれて光蓄電電荷量 Q_{ph} が向上し，充放電に要する時間が延びる傾向があることがわかった．

講演では，さらに詳細な充放電特性と，従来の TiO_2 /WO_3 ナノ粒子積層電極との比較についても述べる予定である．

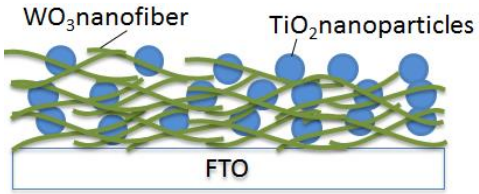

Fig.1　Desired structure of TiO_2 nanoparticles /WO_3 nanofibers photorechargeable electrodes.

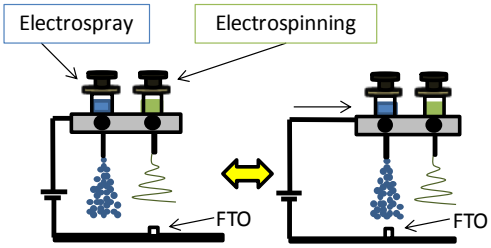

Fig.2　Alternate method of electrospinning and electrospray.

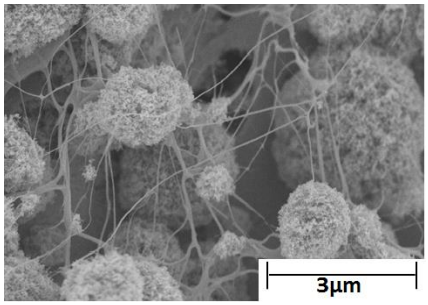

Fig.3　SEM image of composite electrode of WO_3 nanofibers and TiO_2 nanoparticles.

参考文献

[1] 富永ら，応用物理学会春季学術講演会 (2013) 29a-PB2-2.

© 2015年 応用物理学会