

自立型 FTO ナノファイバ膜の低抵抗化

Resistance reduction of self-standing FTO nanofiber membrane

鹿児島大院 理工 一木 晃雅, M.Z.Bin Mukhlis, 野見山 輝明, 堀江 雄二

Kagoshima Univ. A.Ichigi, M.Z.Bin Mukhlis, T. Nomiya, Y. Horie

E-mail: k9215782@kadai.jp

1. はじめに

電界紡糸(エレクトロスピンニング)法は、高分子を含んだ原料液に高電圧を印加することで電氣的に紡糸することができる方法である。我々は、この方法を用いて作製したスズドープ酸化インジウム(ITO)透明導電ナノファイバを、色素増感太陽電池や光蓄電池などの光電変換デバイスの集電極として利用し、変換効率や電荷移動特性の向上のための電極構造の模索、ガラス基板フリーのフレキシブルデバイスへの応用を行ってきた。

しかしながら、酸化物半導体を用いたデバイスの作製過程で、結晶成長のために高温焼成の工程が必要となることが多く、ITO の耐熱性が十分に高くならないことが問題となった。さらに、ITO の主原料であるインジウムは安定的な資源の確保が難しい希少金属でもある。そこで、フッ素ドープ酸化スズ(FTO)をナノファイバ化し ITO ナノファイバと置き換えることができれば、比較的安価で耐熱性が十分にある透明導電ナノファイバとしての利用が期待できるため、その実現を目指した。

2. 実験方法

FTO ナノファイバの作製のために、塩化スズ、フッ化アンモニウムとエタノール、塩酸、水の混合液と、高分子材料であるポリビニルピロリドン(PPV)をエタノールと N,N-ジエチルスルホキシドに溶解させた溶液の 2 種類の溶液を混合したものを原料液とした。この原料液をエレクトロスピンニング法を用いて、10 cm 角のステンレス板上に印加電圧 30 kV、溶液供給速度 0.7 ml/h の条件で大気中、室温で紡糸した。その後、電気炉を用いて 700℃、2 h 大気中で焼成を行った。

焼成後のナノファイバ膜は、XRD を用いて結晶性を評価し、ナノファイバ膜の抵抗と膜の寸法により実効的な抵抗率を計算して導電性を評価した。

3. 結果と考察

図1(a)に焼成後のナノファイバ膜の写真を示す。ステンレス板上に約 5 cm 角のフレキシブルで自立した白色のナノファイバシートが得られ、図 1(b)に示す SEM 像から、直径約 200 nm の直線的なナノファイバからなることがわかった。さらに、このナノファイバは図 1(c)に示すように 20 nm 程度の大きさのナノ粒子で構成されていることがわかった。

また、ナノファイバ膜の実効的な抵抗率は $1080 \Omega \cdot \text{cm}$ と、ITO ナノファイバ膜で得られていた約 $10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ 程度よりもはるかに大きく、粒界抵抗がその原因だと考えられた。そこで、成膜中の基板温度を上昇させ、原料液へのスズイソプロポキシドを添加し粒間結合を向上させることにより、結晶性の向上と粒界抵抗の減少を試みた。その結果、XRD から結晶性の向上を確認でき、 $5.53 \Omega \cdot \text{cm}$ の抵抗率を得ることができた。

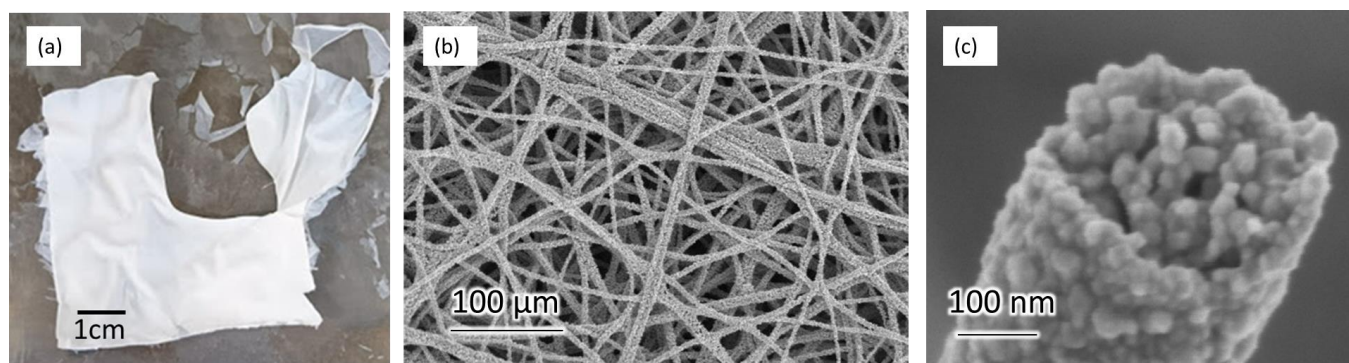


Fig.1 (a) Photo image of FTO nanofiber membrane, SEM images of (b) nanofiber network and (c) cross section of a nanofiber.