

フレキシブル ITO ナノファイバ導電不織布基板の導電性と柔軟性の向上

Improvement of conductivity and flexibility of ITO nanofiber non-woven cloth

鹿児島大院 理工 ^{○(M1C)} 大木下 潤, 吉永 賢, 野見山 輝明, 堀江 雄二

Kagoshima Univ. ^{○(M1C)} J. Okishita, K. Yoshinaga, T. Nomiya, Y. Horie

E-mail: k5500146@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、この方法を用いてスズドープ酸化インジウム(ITO)透明導電ナノファイバと柔軟性のあるアモルファス SiO₂ ナノファイバを Fig.1 (a) のような 3 層構造で複合化させることでフレキシブルで導電性のある不織布を作製した[1,2]。このセラミック不織布を基板に用いれば、従来のプラスチック基板の欠点である高温プロセスが可能で、様々なデバイスのフレキシブル化に貢献できると考えられる。

本研究では①この 3 層構造不織布の曲げに対する導電性・柔軟性への影響を調べる。②高温焼成でもアモルファス状態で導電性を保つスズ亜鉛共ドープ酸化インジウム(ITZO)のナノファイバ化によって単層でのフレキシブル透明導電基板を実現させることを目的とした。

2. 実験方法

まず、電界紡糸法に用いる ITO の原料液として、InCl₃・4H₂O、SnCl₄・5H₂O とエタノールの混合液と、ポリビニルピロリドン(PVP)をエタノールと N,N-ジメチルホルムアミド(DMF)に溶解させた溶液を混合したものを用いた。また SiO₂ には、オルトケイ酸テトラエチル(TEOS)、塩酸とエタノールの混合液と PVP を DMF とジメチルスルホキシド(DMSO)に溶解させた溶液を混合させた溶液を用いた。ITZO については ITO の原料液に ZnCl₂ を加えたものを用いた。これらの原料液を用いて電界紡糸法で成膜し、大気中で 600~650℃、3h で焼成を行った。

3. 結果と考察

Fig.2 に 3 層構造の中で一番厚い ITO-SiO₂ ナノファイバ混合中間層の成膜時間を変化させたときの曲げ回数に対する抵抗の変化率を示す。中間層の成膜時間を 1 時間以上(厚さ約 40 μm 以上)にすることで抵抗の変化率が 10% 以内に抑えることが出来たが、曲げ回数を増やすと変化率が大きくなる傾向は変わらなかった。

Fig.3(a)に水和物を原料に用いた ITZO の SEM 像を示す。実効的な抵抗率は 127 Ω・cm であり ITO-SiO₂ ナノファイバ不織布が約 10⁻¹ Ω・cm であったのと比較すると

非常に大きいことが分かった。これは原料中の水和物の極性により Zn²⁺イオンが均一にドーピングされなかったためだと考え、無水原料に変更したところ Fig.3 (b) に示すように、ナノファイバ表面が平滑になりナノ粒子が減少して実効的な抵抗率は 60 Ω・cm と半減した。しかし、抵抗率は非常に大きく、また完全にはアモルファス化出来ていないことから改善が必要であることが分かった。

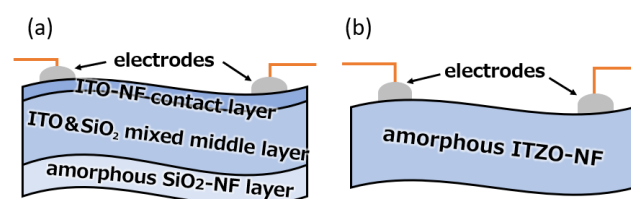


Fig.1 Structure of non-woven cloth of (a) ITO-SiO₂ composite nanofiber and (b) ITZO nanofiber

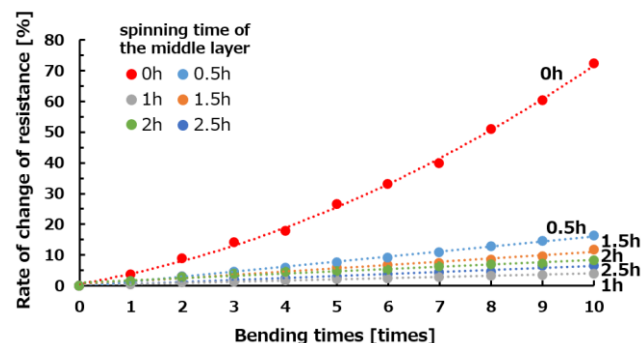


Fig.2 Rate of change of resistance with bending times

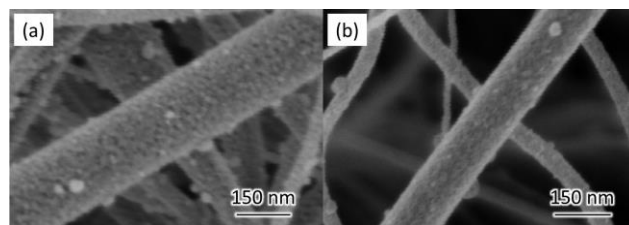


Fig.3 SEM images of ITZO nanofibers prepared using (a) hydrates and (b) anhydrides for starting material

参考文献

- [1] M. Z. Bin Mukhlis *et al.* Ceram. Inter. 43 (2017) 8146.
- [2] K. Yoshinaga *et al.* J. Mater. Sci. Mater. Electron. 32 (2021) 11823.