

フッ素ドープ酸化インジウムナノキューブを用いた透明導電膜の作製

Transparent Conducting Films of Fluorine-Doped Indium Oxide Nanocubes

東大生研[○](M2) 松下 匠, イ スンヒョク, 立間 徹

Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, [○]Takumi Matsushita, Seung Hyuk Lee,

Tetsu Tatsuma

E-mail: matsu-tk@iis.u-tokyo.ac.jp

可視光を透過する電極は、スマートフォン等に用いられるタッチパネルや、透明太陽電池など様々なデバイスに利用できる¹。現在の透明電極は、主に酸化インジウム-スズ(ITO)をスパッタリングや蒸着などにより成膜することで作製される。しかしながら、こうした手法では真空プロセスや高温が必要になるため高価となり、下地の材料も大きく制限される。そのため、導電性ナノ粒子を分散させた溶液をスピコーティングやディップコーティングなどにより基板に塗布し、乾燥することで透明導電膜を形成する方法が注目されている²。形成された膜の透明度や導電率は、ナノ粒子のキャリア密度と移動度、誘電率、表面状態、大きさ、形状、接触面積などの影響を受ける。よって、これらの特性の制御は、透明電極の性能を向上させる上で重要である³。

本研究において我々は、ITO ナノ粒子とフッ素ドープ酸化インジウム(FIO)ナノキューブを合成した。それぞれの分散液を、ITO はスピコーティングで、FIO はドロップキャストでガラス基板上に塗布し、300 から 450 °C で 3 時間加熱して成膜し、近赤外吸収スペクトル測定と、4 探針法による電気抵抗測定を行った。Figure 1(a)に示すように、ITO の膜が導電性を示すためには少なくとも 400 °C での加熱処理が必要だが、FIO では 300 °C の処理でも 450 °C と同程度の抵抗値を示した。Figure 1(b)では近赤外域に局在表面プラズモン共鳴(LSPR)に由来する吸収が見られる⁴。加熱によってナノ粒子の融合やキャリア密度の低下が起こるため、LSPR 吸収ピークがレッドシフトする。その変化は ITO より FIO の方が小さいことから、高温での安定性は FIO ナノキューブの

方が高いことが示唆された。これらのことから、FIO 膜が ITO 膜よりも高い導電率を示すのは、FIO ナノキューブの粒子サイズが大きく(~100 nm)、粒子間の接触面積も大きく、熱安定性が高いためと考えられる。

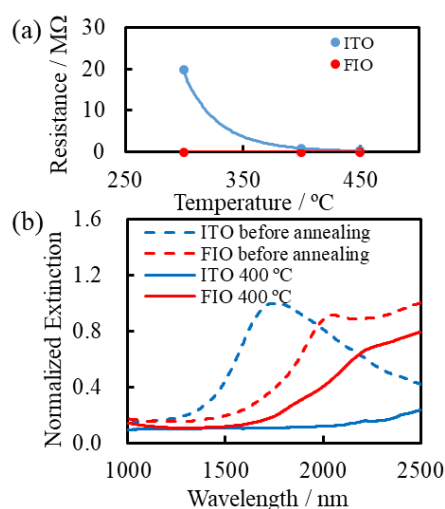


Figure 1 (a) Resistance of ITO and FIO films. (b) NIR spectra of ITO and FIO films before and after annealing at 400 °C.

(1) K. Ellmer, *Nat. Photonics*, **6**, 809-817 (2012).

(2) S.-J. Hong, Y.-H. Kim, J.-I. Han, *IEEE Trans. Nanotechnol.*, **7**, 172-176 (2008).

(3) D. Kim, S. Jeong, B. K. Park, J. Moon, *Appl. Phys. Lett.*, **89**, 264101 (2006).

(4) S. H. Cho, K. M. Roccapriore, C. K. Dass, S. Ghosh et al., *J. Chem. Phys.*, **152**, 014709 (2020).