

静電噴霧法を用いた多層膜構造を有する透明導電膜の作製

Electrical properties of transparent conductive multilayer films deposited by electrostatic spray deposition

龍谷大院理工¹ ○下村 宏貴¹, 山本 伸一¹

Ryukoku Univ.¹ ○H. Shimomura¹, S.-I. Yamamoto¹

E-mail: shin@rins.ryukoku.ac.jp

1. はじめに

透明導電膜(TCO: Transparent Conductive Oxide)は、バンドギャップ 3.0 eV 以上を持つワイドギャップ半導体であるため、透明である。通常、透明導電膜は真空成膜法を用いて成膜されるが、高コストであることから低コストで成膜可能な有機金属塗布熱分解法 (MOD: Metal Organic Decomposition) が注目されている。溶液塗布方法の一つである静電噴霧法は、陽極・陰極間に数 kV 程度の高電圧を印加することで発生する静電気力により液滴を噴霧する。その後、クーロン反発力によって液滴は微細化され、材料が乾燥した状態で基板上に堆積させる方法である。また、材料利用効率が高いことから、スピンコート法より低コストで作製可能であると考えられる。本研究では、静電噴霧法を用いて酸化亜鉛(ZnO: Zinc Oxide)、酸化インジウムスズ(ITO: Indium Tin Oxide)に金属ナノ粒子を導入することで TCO/Metal/TCO 多層膜を作製し、高透過率を維持しつつ、低抵抗化を目指した。

2. 実験方法

UV 装置を用いて表面処理したガラス基板上に、静電噴霧法を用いて ZnO、ITO 溶液をそれぞれ塗布後、500 °C 60 min で焼成することで第 1 層目の TCO を堆積させた。塗布条件は AC 5 kV、1 Hz のパルス波を印加し、基板-キャピラリー間の距離を 1 mm とし、塗布時間を 56 sec とし、溶液塗布した。焼成後の TCO/Substrate 上に静電噴霧法を用いて Ag、Cu ナノ粒子をそれぞれ塗布後、200 °C 30 min、60 min で焼成することで第 2 層目の Metal を堆積させた。塗布条件はそれぞれ AC 5 kV、10.0 kV、1 Hz のパルス波を印加し、基板-キャピラリー間の距離を 54 mm とし、塗布時間を 1.5 sec とし、溶液塗布した。焼成後の Metal/TCO/Substrate 上に静電噴霧法を用いて ZnO、ITO 溶液をそれぞれ塗布後、500 °C 60 min で焼成することで第 3 層目の TCO を堆積させた。塗布条件は、塗布時間のみ 45 sec に変化させて第 1 層目と同条件で塗布を行った。作製した試料は 透過率、四探針法を用いた抵抗率の評価を行った。

3. 実験結果と考察

各構造に対する透過率の関係を Fig.1 に示す。Ag ナノ粒子を導入した多層膜構造の場合、透過率が 80 % を超えていることがわかる。これは、第 1 層目と第 3 層目の TCO が反射防止膜として作用したため、透過率が保持されていると考えられる。各構造に対する抵抗率の関係を Fig.2 に示す。TCO 単層と比較し、Ag ナノ粒子を導入した場合の多層膜構造は、いずれの場合においても約 1 桁の抵抗率改善が見られ、ITO/Ag/ITO 構造の場合、 $1.8 \times 10^{-1} \Omega \text{cm}$ の抵抗率を得た。

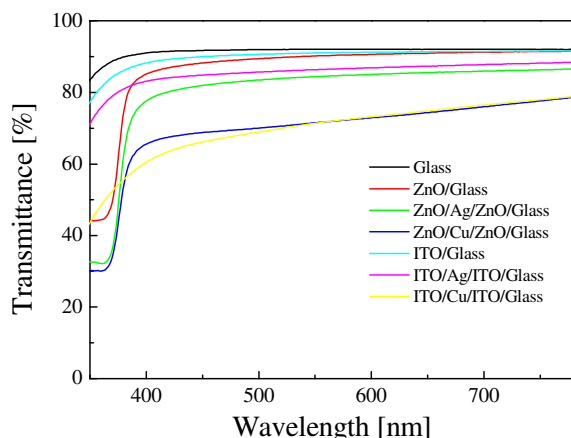


Fig.1 The transmission spectra of multilayer thin films on glass substrate.

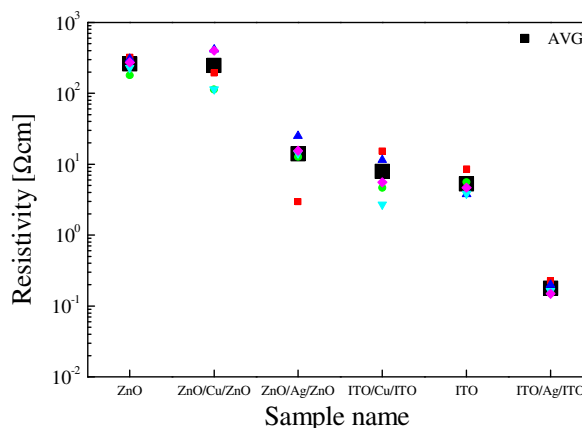


Fig.2 Electrical Resistivity variation of multilayer thin films deposited by electrostatic spray deposition.