

PVD 法による高ヘイズ SnO₂ 透明導電膜の作製 Fabrication of textured SnO₂ transparent conductive films by PVD

東大院理¹, KAST², 福本通孝¹, 中尾祥一郎², 廣瀬靖^{1,2}, 長谷川哲也^{1,2}

Univ. of Tokyo¹, KAST², M. Fukumoto¹, S. Nakao², Y. Hirose^{1,2}, and T. Hasegawa^{1,2}

E-mail: pon@chem.s.u-tokyo.ac.jp

表面にサブミクロンサイズの凹凸(テクスチャ構造)を持った高ヘイズ透明導電膜は、薄膜シリコン太陽電池の透明電極材料として重要である。これまで、CVD 法による自然成長面を利用した高ヘイズ SnO₂ 透明導電膜が広く実用化されている[1]。一方で、PVD 法による高ヘイズ SnO₂ 透明導電膜はこれまで報告がない。PVD 法では平坦な SnO₂ 膜しか得られない事、SnO₂ 膜のエッチングが困難である事が理由である。今回、エッチング処理を加えずに PVD 法を用いて高ヘイズ SnO₂ 透明導電膜を作製する方法を開発したので報告する。

図 1 に本手法の模式図と各過程での SEM 像を示す。本手法は金属 Sn の凝集によって得られるナノドット[2]をテクスチャ構造のテンプレートとして利用している。まず金属 Sn 膜(膜厚 25 nm)を、室温で DC スパッタを用いて無アルカリガラス上に堆積する(図 1(a))。得られた平坦な金属 Sn 膜を還元アニール(H₂もしくは真空中 600°C)する。これにより Sn ナノドットが得られる(図 1(b))。次に Sn ナノドットを酸化アニール(大気中 600°C)し、SnO₂ ナノドットとする(図 1(c))。最後に SnO₂ ナノドットをテンプレートとし、SnO₂ 透明導電膜を堆積する。今回は原理実証の為、パルスレーザー堆積(PLD)法を用いた(基板温度 550°C)。得られた SnO₂ 膜にはテクスチャ構造が形成されている(図 1(d))。

図 2 に作製した SnO₂ 膜のヘイズ率とシート抵抗(R_s)を示す。ナノドットテンプレート上の SnO₂ 膜ではヘイズ率の上昇が観測され、太陽電池応用が可能な低 R_s が得られた。以上の結果より、エッチング処理を加えずに高ヘイズ SnO₂ 透明導電膜を PVD 法で作製する事に成功した。本手法は反応性スパッタによる SnO₂ 成膜に組み込む事が可能である。すなわち基板加熱の前に金属 Sn 膜を堆積(図 1(a))すれば、基板加熱(図 1(b))および SnO₂ 成膜の酸素導入(図 1(c))がナノドットの作製にそのまま利用出来る。加えてナノドットの粒径の制御[2]により、更なる高ヘイズ化が期待できる。以上の理由により本手法は高ヘイズ透明導電膜の実用的な作製方法となりうると考えている。

【謝辞】 本研究は JST、CREST の支援を受けた。

[1] Mizuhashi *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **27**, 2053 (1988).

[2] Kim *et al.*, ACS Nano, **6**, 265 (2012).

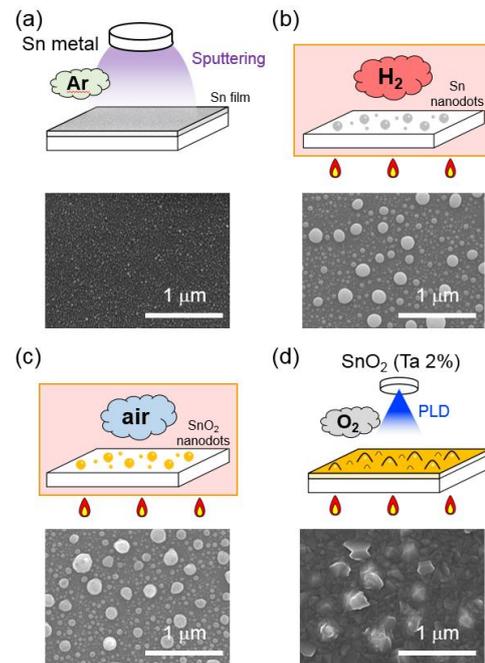


Fig.1 Schematics and corresponding SEM images of the proposed method.

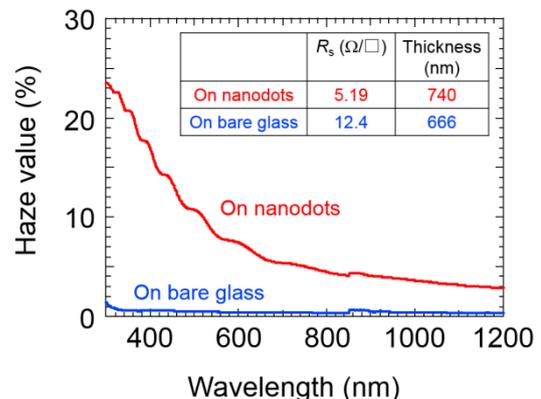


Fig.2 Wavelength dependence of haze values for SnO₂ films fabricated by the proposed method.

Inset shows R_s values of the films.