

## ナノミスト堆積法（多電極型静電塗布法）による ZnO 薄膜の成膜と評価

### Evaluation of ZnO thin film deposited by nanomist deposition (NMD)

上智大学・理工<sup>1</sup>, 上智大学ナノテクセンター<sup>2</sup>, <sup>○</sup>新沼 佳樹<sup>1</sup>, 石野 隼一<sup>1</sup>, 菊池昭彦<sup>1,2</sup>

Sophia Univ.<sup>1</sup>, Sophia Nanotechnology Research Center<sup>2</sup>

<sup>○</sup>Yoshiki Niinuma<sup>1</sup>, Junichi Ishino<sup>1</sup>, Akihiko Kikuchi<sup>1,2</sup>

E-mail: kikuchi@katsumi.ee.sophia.ac.jp

はじめに：静電塗布(ESD)法<sup>[1, 2]</sup>は、電界による溶液の静電霧化現象を利用した成膜技術であり、簡便な装置構成で原料利用効率が高く、有機材料や無機材料の薄膜形成、ナノ粒子の成膜等への利用が期待されている。本研究では、透明導電膜や紫外域光デバイス、有機光デバイス等に広く利用されている酸化物半導体である ZnO の ESD 法による成膜特性を検討したので報告する。

**実験：**ZnO 膜の成膜には、ノズル近傍に引出電極を有する多電極型 ESD 法（ナノミスト堆積法：NMD 法）<sup>[2]</sup>を用いた。装置の概略図を Fig. 1 に示す。原料溶液には、酢酸亜鉛二水合物（5mg/mL および 5.0mg/mL）のエタノール溶液を用い、安定剤としてエタノールアミンをそれぞれ同モル量添加した。基板温度を 100°C~350°C の範囲に設定し、表面導電性を確保するために PEDOT:PSS を塗布した SiO<sub>2</sub> 基板上に成膜を行った。各濃度と温度における ZnO 膜の表面モロロジーを白色干渉顕微鏡で測定し、室温 PL 測定により発光ピークエネルギー  $E_{PL}$  を算出した。

**結果：**Fig.2 に成膜した ZnO 膜の表面粗さの基板温度依存性を示す。RMS 値は基板温度の増加に伴い単調に減少し、両濃度とも基板温度 300°C 以上において RMS 値 2nm 以下の平坦性の良好な膜が得られた。基板温度の低下に伴って液滴痕の周囲が盛り上がるコーヒースティン現象が顕在化して RMS 値が増加した。Fig.3 に PL ピークエネルギー  $E_{PL}$  の基板温度依存性と PL スペクトルの例を示す。堆積した膜からは、いずれも ZnO のバンド端近傍の紫外発光が観察されたが、基板温度 150°C での  $E_{PL}$  は 3.46eV であり、基板温度の増加に伴って 3.28eV まで低エネルギー化する傾向が見られた。これは低温域では膜の構造がアモルファス状であり、基板温度の増加に伴って結晶性が向上し、多結晶性が強くなったためと考えられる<sup>[3]</sup>。

**謝辞：**日頃ご支援いただく上智大学岸野克巳教授に感謝いたします。本研究の一部は科研費助成事業 基盤研究(B)#24310106、挑戦的萌芽研究#24656216、および私立大学戦略的研究基盤形成支援事業の援助を受けて行われた。

**参考文献：**[1] A. Van Zomeren et al. J. Aerosol. Sci. 6 (1994) 1229. [2] 入江, 菊池, 第 59 回応用物理学会関係連合講演会(2012) 17p-F7-11. [3] S. T. Tan et al. J. Appl. Phys. 98 (2005) 013505.

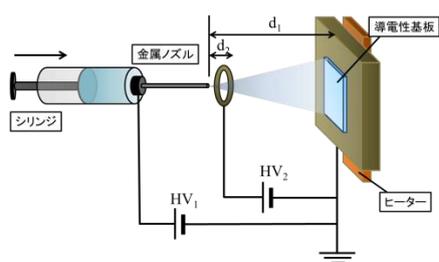


Fig. 1. Schematic diagram of NMD system.

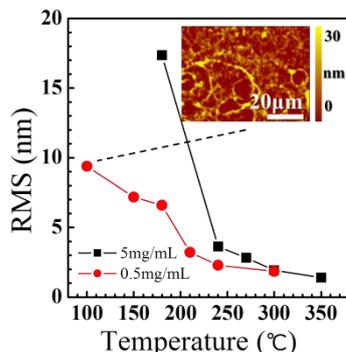


Fig. 2. RMS of ZnO thin film as a function of substrate temperature.

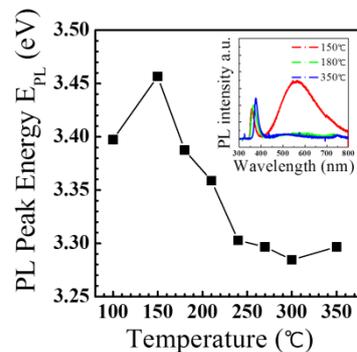


Fig. 3.  $E_{PL}$  of ZnO thin film as a function of substrate temperature.