

ナノミスト堆積法(多電極型静電塗布法)による MgZnO 薄膜の基礎的検討

Basic studies of MgZnO thin films by nanomist deposition (NMD)

上智大理工¹, 上智大学ナノテクセンター², °石野 隼一¹, 新沼 佳樹¹, 菊池 昭彦^{1,2}

Sophia Univ.¹, Sophia Nanotechnology Research Center²,

°Junichi Ishino¹, Yoshiki Niinuma¹, Akihiko Kikuchi^{1,2}

E-mail: kikuchi@sophia.ac.jp

はじめに: MgZnO は、ZnO/MgZnO ヘテロ構造を用いた紫外域光デバイス^[1]やソーラブラインド紫外受光素子、OLED の電子注入層^[2]、紫外～可視域にわたる広帯域透明導電膜^[3]等への応用が期待されるワイドギャップ半導体材料である。本研究では、簡便な装置構成や高い材料利用効率、大面積対応性等の特徴を有する溶液系成膜技術であり、薄膜積層構造への応用も期待される静電塗布法(ESD)による MgZnO 薄膜の成膜特性について検討を行ったので報告する。

実験: MgZnO 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 法と呼称)を用いた^[4]。装置の概略図を Fig. 1 に示す。成膜距離を d_1 、金属ノズル電極電位を HV_1 、引出電極を HV_2 、基板をアースとし、溶液をシリンジポンプで供給した。溶液にはエタノールとエタノールアミンの混合溶媒に $Zn(CH_3COO) \cdot 2H_2O$ と $Mg(CH_3COO)_2 \cdot 4H_2O$ を 0.023 M/L で溶かしたものをを用いた。 d_1 、 HV_1 、 HV_2 をそれぞれ 30 mm、4.3 kV、2.5 kV、基板温度を 260、300、360 °C のいずれかに制御した。表面導電性を確保するために PEDOT:PSS をスピンコート法で成膜した石英基板に、Mg 濃度を $0.0 \leq x \leq 0.4$ の間で変化させた溶液を用いて NMD 法で $Mg_xZn_{1-x}O$ 膜を成膜した。 $Mg_xZn_{1-x}O$ 膜の評価には、白色光干渉顕微鏡による表面粗さ RMS 値と透過スペクトルから算出した吸収端エネルギー(バンドギャップ)を用いた。

結果: Fig. 2 に基板温度 260、300、360 °C での RMS 値の溶液中 Mg 濃度依存性を示す。Mg 濃度とともに RMS 値が増加する傾向が見られたが、基板温度を 360°C に上げることで RMS 値は 2 nm 以下まで大幅に改善した。Fig. 3 に Mg 濃度 $0.0 \leq x \leq 0.4$ における $Mg_xZn_{1-x}O$ 膜の吸収端エネルギーを示す。Mg 濃度の増加とともに吸収端エネルギーが増加し、3.55 eV 付近で飽和する傾向が見られた。これは NMD(ESD)法が熱平衡に近い条件で成膜される溶液系成膜法であり、ZnO に対して固溶限の低い MgO が偏析しやすく、固相中の Mg 組成が飽和したためと考察される。

謝辞: 日頃ご指導ご支援いただく上智大学岸野克己教授に感謝します。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]G. Coli et al., Appl. Phys. Lett. 78 (2000) 2861. [2] Y. Shimada et al., Displays 34 (2013) 437. [3]白崎, 菊池, 第 74 回応物講演会(2013) 18p-D3-4. [4]入江, 菊池, 第 59 回応物講演会(2012) 17p-F7-11.

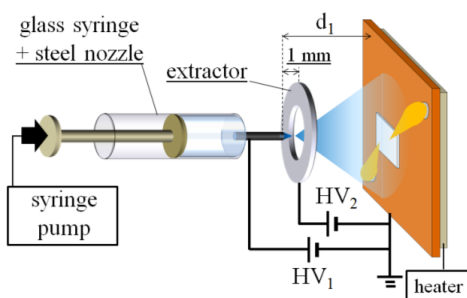


Fig. 1 Schematic of NMD system

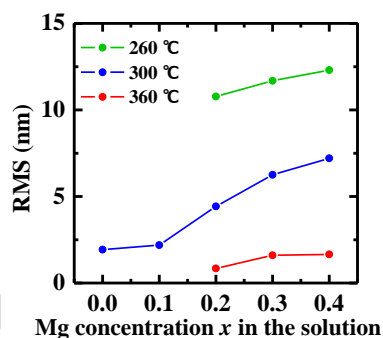


Fig. 2 RMS as a function of Mg concentration in the solution

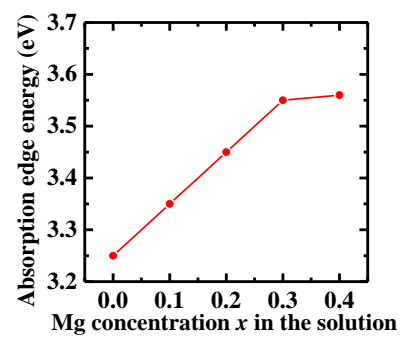


Fig. 3 Absorption edge energy as a function of Mg concentration in the solution