

反応性プラズマ蒸着法によって作製した Ga 添加 ZnO 薄膜における 構造特性への酸素ガス流量及び Ga 添加量の効果

Effects of Oxygen-Gas-Flow Rates and Ga Contents on Structural Properties of
Ga-Doped ZnO Films Prepared by Reactive Plasma Deposition with a DC Arc Discharge

○寺迫 智昭¹、野本 淳一²、牧野 久雄²、白方 祥¹、山本 哲也²

(1. 愛媛大院理工、2. 高知工科大総研)

○Tomoaki Terasako¹, Junichi Nomoto², Hisao Makino², Sho Shirakata¹, Tetsuya Yamamoto²

(1. Grad. School Sci. & Eng., Ehime Univ., 2. Research Inst., Kochi Univ. Technol.)

E-mail: terasako.tomoaki.mz@ehime-u.ac.jp

【序論】ガリウム (Ga) 添加酸化亜鉛 (ZnO) は、現在最も広範に用いられている透明導電膜材料であるスズ添加酸化インジウム ($\text{In}_2\text{O}_3\text{:Sn}$; ITO) の代替材料として期待されている。多結晶 Ga 添加 ZnO (GZO) 薄膜は、様々な方法で作製されているが、我々は大面積基板上に高速、かつ低プラズマダメージでの堆積が可能な反応性プラズマ蒸着法 (RPD) に注目してきた。これまでに、電気伝導特性におけるキャリア散乱機構やフォトルミネッセンス (PL) 特性のキャリア濃度依存性について報告してきた[1,2]。本講演では、GZO 薄膜の構造特性を、堆積時において重要なパラメータとなる酸素ガス (O_2) 流量と Ga 添加量との2つの観点から検討する。

【実験方法】膜厚 200 nm の GZO 多結晶薄膜は、無アルカリガラス基板 (基板温度 200°C) 上に RPD 法により堆積した。GZO ペレットは、0.003~4 wt.% の Ga_2O_3 粉末 (3N) を混合した ZnO 粉末 (4N) を焼結することで作製した。堆積時には、堆積チャンバー内に O_2 を 0~30 SCCM の流量で導入した。

【実験結果と議論】out-of-plane での θ -2 θ 走査 X 線回折 (XRD) 測定では、ほぼすべての薄膜において c 軸方向への配向を示す(002)ピークが支配的であった。Fig.1 は、 Ga_2O_3 添加量 0.003 wt.% のペレットを用い、 O_2 流量を変えて作製した GZO 薄膜の(002)ピークを示している。 O_2 流量の増加とともに高角度側にシフトしており、 c 軸方向の格子定数の減少が明らかになった。これと同様な c 軸方向の格子定数の減少は、 Ga_2O_3 添加量の増加に対しても観察されている。一方、in-plane での $2\theta_\chi$ - ϕ 走査 XRD 測定からは、 O_2 流量や Ga_2O_3 添加量の増加に伴う a 軸方向の格子定数の増加が確認されている。これらの結果は、GZO 結晶子に対して c 軸方向に圧縮応力、 a 軸方向に引っ張り応力が作用し、それらの大きさが O_2 流量や Ga_2O_3 添加量の増加とともに増加していることを示している。すべての薄膜が同一基板上に同一基板温度で堆積されたことを考慮すると、これらの挙動は、化学量論組成からの逸脱によって導入された真性欠陥や薄膜中に取り込まれた Ga によるものと考えられる。我々はすでに GZO 薄膜の電気的特性が、薄膜堆積時の O_2 流量や Ga_2O_3 添加量 (Ga_2O_3 添加量: 3 及び 4 wt.%) に強く依存することを報告している[3]。本講演では構造特性と電気的特性との相関関係についても考察する。

【参考文献】[1] T. Terasako, H. Song, H. Makino, S. Shirakata, T. Yamamoto, Thin Solid Films 528 (2013) 19., [2] T. Terasako, Y. Ogura, S. Fujimoto, H. Song, H. Makino, M. Yagi, S. Shirakata, T. Yamamoto, Thin Solid Films 549 (2013) 12., [3] S. Shirakata, T. Sakemi, K. Awai, T. Yamamoto, Thin Solid Films 445 (2003) 278.

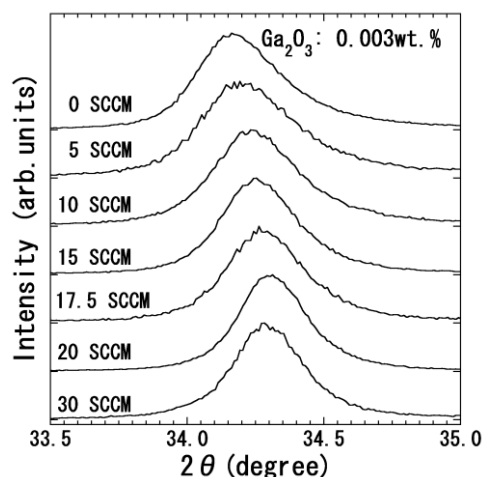


Fig. 1 (002) diffraction peaks of GZO films deposited at different oxygen-gas-flow rates.