

(Ga_xIn_{1-x})₂O₃ 固溶体薄膜における結晶構造および電気的特性の検討

Study on crystal and electronic structures of (Ga_xIn_{1-x})₂O₃ alloy system

1. 鶴岡高専 2. 物質・材料研究機構 3. 早稲田大学

°宝賀剛^{1,2}, 山下晶洸^{2,3}, 朝日透³, 知京豊裕², 長田貴弘²

1. NIT (KOSEN), Tsuruoka College 2. NIMS 3. Waseda Univ.

°T. Hoga^{1,2}, A. Yamashita^{2,3}, T. Asahi³, T. Chikyow², and T. Nagata²

E-mail: NAGATA.Takahiro@nims.go.jp

【背景・目的】

近年、Ga₂O₃、In₂O₃ は、ワイドギャップ半導体としてトランジスタのチャネル材料として注目されている。Ga₂O₃ と In₂O₃ の固溶体形成は、バンドギャップや電気特性制御に有用である。我々は、これまでにサファイア基板および YSZ 基板上に非平衡薄膜合成手法を用いて (Ga_xIn_{1-x})₂O₃ 固溶体薄膜を作製し、単結晶基板と固溶体化による Ga₂O₃ と In₂O₃ の構造制御の可能性とこれらの物性がどのように変化するかについて検討してきた。この結果、組成が x=0.4 近傍において In₂O₃ 構造と β-Ga₂O₃ 構造との混晶状態と、このときシート抵抗の大きな増加を確認し報告したり。しかし、いずれの組成範囲においても高抵抗を維持し、詳細な電気特性についての検討ができなかった。本報告では、Nb 添加 SrTiO₃(111)基板を用い、膜内部における電気的特性の評価を行ったので結果を報告する。

【実験方法】

基板は、Nb 添加 SrTiO₃(111)を用いた。組成傾斜薄膜試料は、コンビナトリアルレーザー堆積法を用いて作製した。ターゲットは、In₂O₃、Ga₂O₃ 焼結ターゲット、レーザーには KrF エキシマレーザー(λ=248 nm)を用いた。基板温度は、500 °Cとした。基板加熱後、真空度 1×10⁻⁷ Torr 以下で高純度酸素を 1×10⁻³ Torr まで導入し成膜を行った。設定膜厚は 100 nm とした。結晶構造評価は、X 線回折手法(XRD)を用いた。表面形状は、原子間力顕微鏡観察を行った。電気特性は、膜面に金属マスクを用いて φ0.1 mm、厚さ 150 nm の Pt 円形電極をスパッタで成膜し、電流密度-電圧(J-V)特性および容量-電圧(C-V)特性の評価を実施した。結合状態と価電子帯近傍の電子状態評価に光電子分光(XPS)測定を用いた。

【実験結果】

Fig. 1 に、作製した試料の XRD 測定結果を示す。In₂O₃ 側では In₂O₃ が 111 配向していることを確認した。また、サファイア基板での結果と同様に Ga₂O₃ 組成が 40~60%近傍で、β-Ga₂O₃ 構造との混晶が確認された。Ga₂O₃ 側では、β-Ga₂O₃ がエピタキシャル成長していることを確認した。Fig. 2 に、作製した試料の J-V 特性を示す。Ga₂O₃ 側においては整流性を示し、ショットキー特性が確認された。このときのショットキー障壁高さは 1.04 eV、理想係数は 1.78 であった。また、In₂O₃ 構造と β-Ga₂O₃ 構造との混晶状態の組成付近においては、非整流

性を示し、In₂O₃ 組成の増加とともに抵抗の減少が確認された。しかし、In₂O₃ 側においては再び高抵抗となり、弱い整流性を示した。XPS 測定の結果は構造の変化に対応した電子状態の連続的な変化が確認され、Ga₂O₃ 組成が 40%近傍から Ga₂O₃ の価電子帯構造が優位となった。中間領域での相分離の課題はあるが、固溶体形成による電子物性制御の可能性を示す結果を得た。

1) 宝賀 他, 第 66 回応用物理学会春季学術講演会講演予稿集, 11a-S011-7 (2019).

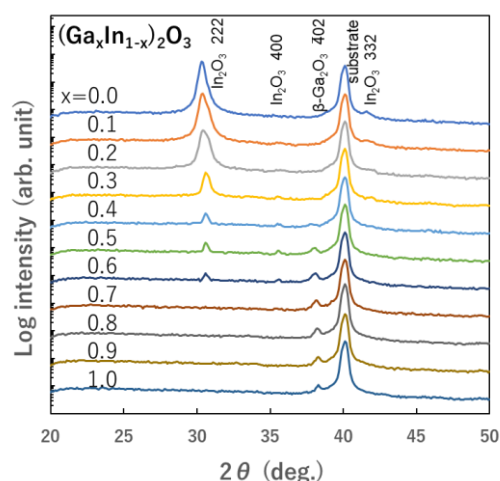


Fig. 1 XRD patterns of (Ga_xIn_{1-x})₂O₃ composition spread thin film on Nb:SrTiO₃(111) substrate.

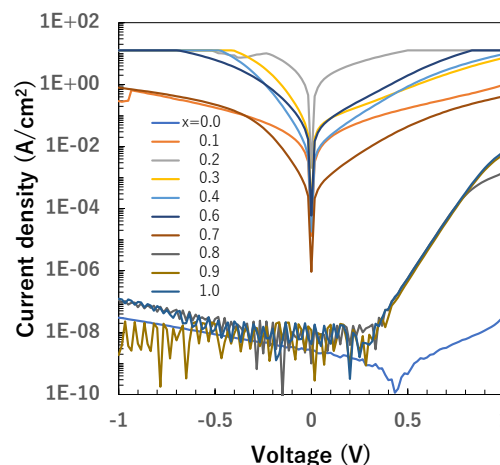


Fig. 2 J-V characteristics of (Ga_xIn_{1-x})₂O₃ composition spread thin film.