

マグネトロンスパッタリング法で作製した $(\text{ZnO})_x(\text{InN})_{1-x}$ 膜の 表面モフォロジーに及ぼす基板極性の影響

Effects of substrate surface polarity on surface morphology of $(\text{ZnO})_x(\text{InN})_{1-x}$ films
fabricated by magnetron sputtering

九大シス情, °成重 椋太, 山下 大輔, 鎌滝 晋礼, 奥村 賢直,
古閑 一憲, 白谷 正治, 板垣 奈穂

Kyushu Univ., °Ryota Narishige, Daisuke Yamashita, Kunihiro Kamataki, Takamasa Okumura,
Kazunori Koga, Masaharu Shiratani, Naho Itagaki
E-mail: r.narishige@plasma.ed.kyushu-u.ac.jp

我々は, ZnO と InN の疑 2 元混晶である $(\text{ZnO})_x(\text{InN})_{1-x}$ (以下 ZION) を開発している [1,2]. ZION は, 1.0–3.4 eV の広範囲にわたり制御可能なバンドギャップ, 30–60 meV の高い励起子束縛エネルギー, 10^5 cm^{-1} の高い光吸収係数を有し, エキシトントランジスタなどの励起子デバイス用材料として期待されている. 最近我々は, ZnO 基板 (格子不整合率 1.6%) 上への ZION 膜の単結晶成長を実現するとともに, 基板の表面極性が ZION 膜の格子緩和プロセスに違いを与え, その結果, 膜の結晶品質に大きく影響を与えることを明らかにした [3]. これは面極性によって, 成長表面でのカチオン原子移動度が異なるためと考えられる [4]. そこで本研究では, ZnO 基板の面極性が ZION 膜の表面モフォロジーに及ぼす影響を詳細に調べ, その原因について表面原子の移動度の観点から考察した.

ZION 膜は単結晶 ZnO 基板 (格子不整合率 1.6%) 上に RF マグネトロンスパッタリング法により作製した. ターゲットには ZnO と In を用いた. スパッタリングガスには Ar , O_2 , および N_2 を使用し, ガス圧力は 0.50 Pa とした, 基板温度は 450°C とした. 成膜時間は 220 sec とし, 膜厚は Zn 及び O 極性上でそれぞれ 35 nm および 25 nm であった.

原子間力顕微鏡 (AFM) 観察の結果, Zn 極性面上に作製した ZION 膜は二乗平均平方根 (RMS) 粗さが 4.30 nm の粗い表面を有する一方, O 極性面上に作製した ZION 膜は RMS 粗さが 2.71 nm の平坦な表面を有することが分かった. また AFM 像より表面高さ分布を求めたところ, O 極性面上の ZION 膜において, よりシャープなピークが確認された. これは, 表面バックボンド数が少ない O 極性面上では Zn/In 原子の吸着係数が小さく [4], 従ってこれらカチオン原子が長い表面マイグレーション長を有するためと考えられる. また, O 極性面上に作製した膜厚 10 nm の ZION 膜は, 基板に対して完全にコヒーレント成長し, 原子レベルで平坦な表面を有することが分かった (Fig. 2).

本研究の一部は JSPS 科研費 JP21H01372, NTT 共同研究費, 豊田理研スカラーの助成を受けた.

- [1] N. Itagaki, et al., Mater. Res. Express, 1, 36405, 2014.
- [2] R. Narishige et al., Jpn. J. Appl. Phys., 60, SAAB02, 2021.
- [3] 成重椋太他, 第82回応用物理学会春季学術講演会, 2021年3月.
- [4] H. Kato, et al., J. Crystal Growth, 265, 375, 2004.

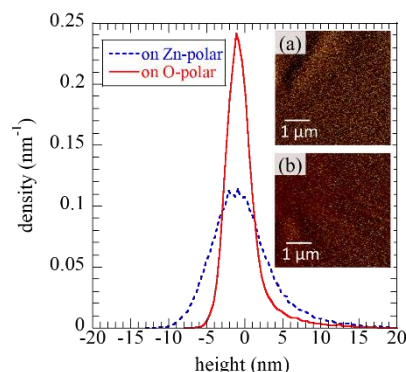


Fig. 1. Surface height distribution of ZION films on Zn- and O-polar surfaces. The insets show AFM images of ZION films on Zn-polar (a) O-polar (b) ZnO substrates.

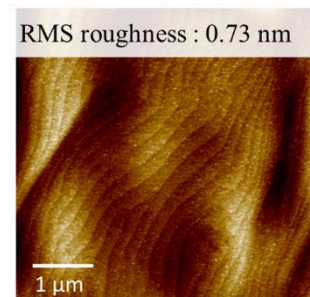


Fig. 2. AFM image of a 10-nm-thick ZION film fabricated on an O-polar ZnO substrate.