

マグネトロンスパッタリング法による $(\text{ZnO})_x(\text{InN})_{1-x}$ 膜のエピタキシャル成長: 基板の面極性の影響

Epitaxial Growth of $(\text{ZnO})_x(\text{InN})_{1-x}$ Films by Magnetron Sputtering: Effects of Substrate Surface Polarity

九大シス情, °成重 椋太, 金島 健太郎, 浦川 聖一, 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, Kentaro Kaneshima, Seiichi Urakawa, 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備えており, 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, 異なる基板上で ZION 膜のエピタキシャル成長を行い, 基板との格子不整合率と歪度で特徴付けられる基板表面の高さ分布が ZION 膜の品質を決定づけていることを報告した [3]. しかし同じ歪度と格子不整合率においても, 基板の面極性が異なった場合, 得られる膜の膜質が大きく異なることも分かった. そこで本研究では, O 極性ならびに Zn 極性 ZnO 基板上に ZION 膜を作製し, 極性が結晶成長に与える影響について調べたので報告する.

ZION 膜は 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. ターゲットは ZnO と In を用い, スパッタリングガスとして Ar , O_2 , N_2 を使用した. ガス圧力は 0.50 Pa, 基板温度は 450°C とした.

高分解能透過型電子顕微鏡 (TEM) 像から, どちらの面極性においても原子的に鋭い ZION / ZnO 界面を有し, かつ ZION 膜がエピタキシャル成長していることが分かった (Fig.1). しかし ZION 膜表面の RMS 粗さは Zn 極性および O 極性面上においてそれぞれ 4.30 nm, 2.71 nm と大きく異なり, また x 線回折測定から O 極性面の方が高い面外配向性を有することが分かった ((002)面ロックングカーブ半値幅 0.21°). 次に高分解能 TEM 像の輝度ラインプロファイルから原子間距離を算出したところ, Zn 極性面上では, 膜成長に伴い原子間距離が増加し, 徐々に格子緩和が起きている一方, O 極性面上では膜厚に依らず原子間距離が基板と等しく, ZION 膜が基板に対してコヒーレント成長していることが分かった. これは, 膜成長表面での Zn 原子ならびに In 原子の移動度が, 基板の面極性で異なるためと考えられる.

本研究の一部は JSPS 科研費 JP18H0120, JP19K21978JP, NTT 共同研究費, SAMCO 科学技術振興財団の助成を受けた.

[1] N. Itagaki, et al., *Mater. Res. Express*, **1**, 36405, 2014.

[2] K. Matsushima et al., *Jpn. J. Appl. Phys.*, **52**, 11NM06, 2013.

[3] R. Narishige, et al., *Jpn. J. Appl. Phys.*, **60**, SAAB02, 2020.

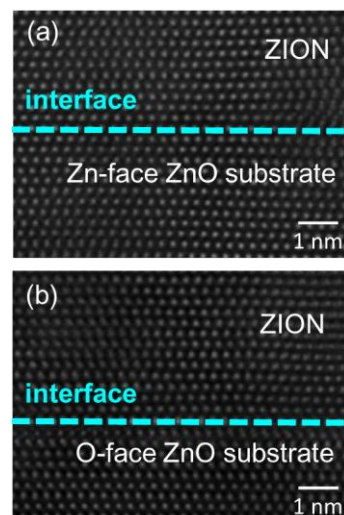


Fig. 1. High resolution TEM images of ZION films on (a) Zn-face and (b) O-face ZnO substrates.

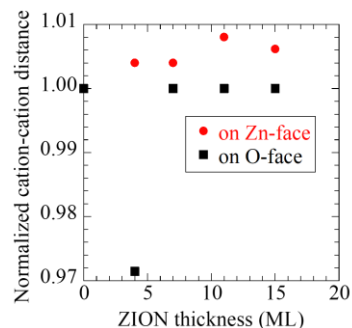


Fig. 2. Cation-cation distance along the a-axis as a function of ZION film thickness.