

X 線マイクロ回折による種結晶表面・成長モード制御 Na フラックス GaN の 微視的結晶構造解析

X-ray microdiffraction analysis of microstructures in Na-flux GaN bulk crystals grown with controlling seed crystal surfaces and growth mode

°(M2)水田祐貴¹, 竹内正太郎¹, 今西正幸², 今出完², 今井康彦³, 木村滋³, 森勇介², 酒井朗¹

(1. 阪大院基礎工, 2. 阪大院工, 3. JASRI)

°Y. Mizuta¹, S. Takeuchi¹, M. Imanishi², M. Imade², Y. Imai³, S. Kimura³, Y. Mori², A. Sakai¹

Graduate School of Engineering Science, Osaka Univ.¹

Graduate School of Engineering, Osaka Univ.², JASRI³

E-mail: takeuchi@ee.es.osaka-u.ac.jp

【背景】GaN はパワーデバイスへの応用や発光デバイスとしての更なる普及が期待されており、より高品質なバルク GaN ウエハが求められている。これまでに我々は、Na フラックス GaN バルク結晶の転位密度低減には、種結晶 GaN 表面構造、Na フラックス GaN/種結晶 GaN 界面構造および Na フラックス GaN の成長モード制御が重要であることを報告した[1]。本発表では、これらの Na フラックス GaN における格子面微細構造の膜厚方向に対する変化を、高角度分解能 X 線マイクロ回折法 (XRMD) によって評価した結果を報告する。

【実験方法】HVPE-GaN (on sapphire) の c 面を KOH-NaOH 溶液でエッチング処理した種結晶と同処理無のものを用意し、その上部に Na フラックス法で 2 次元もしくは 3 次元成長させた GaN 結晶試料を準備した[1]。なお、Na フラックス GaN の成長モードは炭素添加量により制御した。XRMD においては、SPring-8 BL13XU の X 線マイクロ回折光学系を利用し、X 線を試料断面の[1-100]方向から入射し 11-20 面対称反射を用いた (図 1)。X 線プローブサイズは $0.29\ \mu\text{m} \times 1.33\ \mu\text{m}$ である。X 線照射領域の各点から ω -2 θ マップを取得し、X 方向[1-100]に $1\ \mu\text{m}$ ステップ、Y 方向[0001]に $0.5\ \mu\text{m}$ ステップで試料ステージを走査することによって、Na フラックス GaN/種結晶 GaN 界面付近の領域を評価した。

【結果】図 2 に 3 次元成長 GaN (エッチング処理有) における種結晶 GaN 領域と Na フラックス GaN 層領域の代表的な ω -2 θ マップを示す。図 2(a) における種結晶 GaN の回折スポット形状は ω 軸方向への広がりが見られるが、図 2(b)における Na フラックス GaN 層の回折スポット形状は ω 軸方向への広がりが見られ減少している。図 3 は各試料の各測定領域で得られたロッギングカーブから抽出した格子面回転揺らぎ ($\Delta\omega$) の膜厚方向依存性である。特に 3 次元成長 GaN (エッチング処理有) の試料において、 $\Delta\omega$ は Na フラックス GaN/種結晶 GaN 界面で急激に減少している。これらの結果は、種結晶表面エッチング処理は c 軸方向に貫通する a-転位を減少させ、3 次元成長モードは結晶ドメインを均一化させる効果を持つことを示唆している。

【謝辞】本研究は、JST-ALCA (課題番号 J121052565) の支援、および JASRI (課題番号 2016A1238) の承認を得て行われた。

【参考文献】[1]水田祐貴ら、第 63 回応用物理学会春季学術講演会 21a-H121-2.

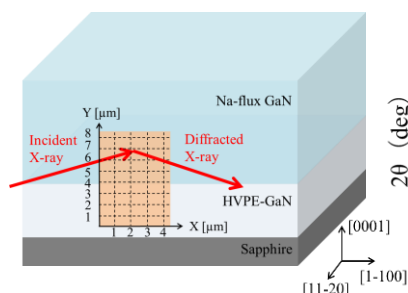


Fig. 1. Diffraction geometry of a symmetric 11-20 GaN XRMD.

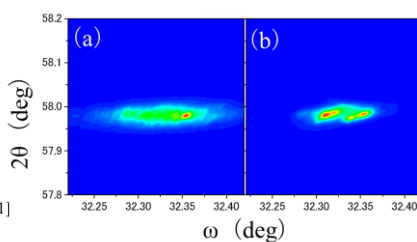


Fig. 2. Representative ω -2 θ maps of 3D growth GaN with wet-etching (a) at $Y = 1.5$ and (b) at $Y = 8$.

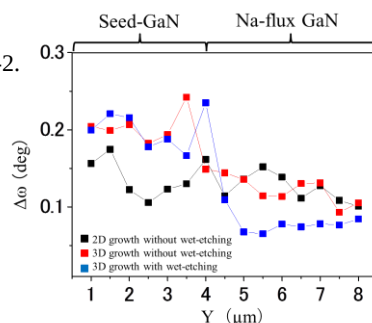


Fig. 3. Variation of $\Delta\omega$ along the growth direction. Black: 2D growth GaN without wet-etching, Red: 3D growth GaN without wet-etching, Blue: 3D growth GaN with wet-etching.