

# 高温アニールした AlN テンプレート上の AlGaN 成長における異常成長の起源

## Origin of AlGaN Anomalous Growth on High-Temperature Annealed AlN Template

三重大地創戦略企<sup>1</sup>, 三重大院地域イノベ<sup>2</sup>, 立命館大理工<sup>3</sup>, 三重大院工<sup>4</sup>

○上杉 謙次郎<sup>1</sup>, 手銭 雄太<sup>1</sup>, 肖 世玉<sup>2</sup>, 則松 研二<sup>1</sup>, 岡村 実奈<sup>1</sup>, 荒木 努<sup>3</sup>, 三宅 秀人<sup>2,4</sup>

SPORR, Mie Univ.<sup>1</sup>, Grad. Sch. of RIS, Mie Univ.<sup>2</sup>, Ritsumeikan Univ.<sup>3</sup>, Grad. Sch. of Eng., Mie Univ.<sup>4</sup>

✉Kenjiro Uesugi<sup>1</sup>, Yuta Tezen<sup>1</sup>, Shiyu Xiao<sup>2</sup>, Kenji Norimatsu<sup>1</sup>, Mina Okamura<sup>1</sup>,

Tsutomu Araki<sup>3</sup>, Hideto Miyake<sup>2,4</sup>

E-mail: k.uesugi@opri.mie-u.ac.jp

安価かつ高効率な深紫外発光素子の実現に向けて、我々はスパッタリングによる成膜と face-to-face 高温アニールを組み合わせた Sapphire 基板上 AlN テンプレート(FFA Sp-AlN)の開発を進めてきた[1]。FFA Sp-AlN の貫通転位密度の低減には、高温アニール温度を上昇させて転位の対消滅を促進させることが有効である[2]。しかし過度に高温のアニールを施すことで、FFA Sp-AlN 上に AlGaN を成長させた際に、貫通転位由来のスパイラル成長を核としたヒロック[3]とは異なる異常成長が高密度で発生することが確認された。従って、低い貫通転位密度を実現しつつ、素子の歩留まり低下を引き起こすような巨視的な欠陥の発生も抑制した作製プロセスを構築する必要がある。本報告では、FFA Sp-AlN 上の欠陥分布と同テンプレート上に成長させた AlGaN の異常成長の分布を作製工程ごとに追跡し、異常成長の起源と、その低減に有効なプロセスを検討した。

まず、RF スパッタを用いて Sapphire(0001)基板上に 500 nm の AlN を成膜し、1700–1725°C で 3 時間の高温アニールを施して FFA Sp-AlN を作製した。その後、MOVPE を用いて FFA Sp-AlN 上に AlN ホモエピタキシャル層と AlGaN バッファ層を介して膜厚 1.0–1.5 μm の Al<sub>0.75</sub>Ga<sub>0.25</sub>N:Si を成長させた。ウェハ上の欠陥および異常成長の分布は、微分干渉観察機能を有する白色光源共焦点顕微鏡によりマッピング観察を行って評価した。また、走査型電子顕微鏡(SEM)および走査型透過電子顕微鏡(STEM)を用いて異常成長部の観察を行った。

Figure 1 に、Al<sub>0.75</sub>Ga<sub>0.25</sub>N:Si 表面に確認された典型的な異常成長の表面 SEM 像を示す。中心にピットを有し、斜面部がステップバンチングしたヒロック状の構造を呈している。Figure 2 に、Al<sub>0.75</sub>Ga<sub>0.25</sub>N:Si 成長後の試料における異常成長近傍の断面 STEM 像を示す。AlN 層の内部を起点として高密度の転位が発生し、それらが表面でピットを形成していることが確認できる。FFA Sp-AlN テンプレート上に析出した異物が異常成長の起点になっていることが推測される。当日は、各工程の欠陥・異常成長の分布と形状を比較し、異常成長の起源について議論する。

【参考文献】 [1] H. Miyake *et al.*, JCG **456**, 155 (2016). [2] D. Wang *et al.*, APEX **13**, 095501 (2020). [3] K. Uesugi *et al.*, APL **116**, 062101 (2020). 【謝辞】本研究の一部は、文部科学省「地域イノベーション・エコシステム形成プログラム」、「省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発」、JSPS 科研費(16H06415)、JST CREST(16815710)、JST aXis(JPMJAS2011)の支援により行われた。

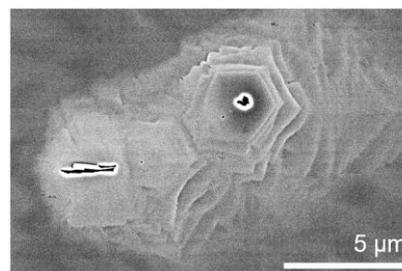


Fig. 1 SEM image of a typical anomalous growth in the Al<sub>0.75</sub>Ga<sub>0.25</sub>N:Si film.

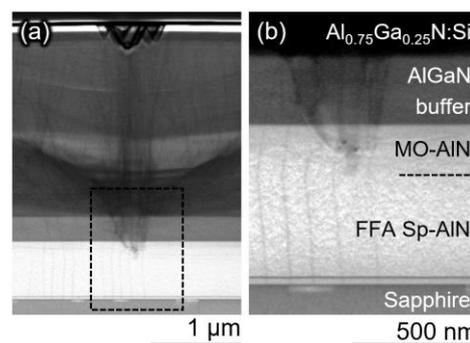


Fig. 2 (a) Cross sectional STEM image of the anomalous growth. (b) Magnified image of (a) indicated as the rectangle.