

# 格子緩和した GaInN テンプレート上への AlInN エピタキシャル成長

## Epitaxial growth of AlInN films on relaxed GaInN template

○山中 瑞樹、三好 実人、江川 孝志 (名工大)、岡田 成仁 (山口大)、  
只友 一行 (山口大)、竹内 哲也 (名城大)

○M. Yamanaka, M. Miyoshi, T. Egawa (Nagoya Inst. Tech.), N. Okada,  
K. Tadatomo (Yamaguchi Univ.), and T. Takeuchi (Meijo Univ.)

E-mail: miyoshi.makoto@nitech.ac.jp

**【はじめに】** 名工大・名城大では GaN 系可視光 LD の高効率化・高出力化に向けて、GaN、InGaN との大きな比屈折率差が見込める AlInN 厚膜クラッド層の開発に取り組んできた。これまでの研究成果として、*c* 面サファイア上 GaN[1,2]及び GaN 自立基板上[3]に厚膜で表面平坦な AlInN 膜を成長させることができたことを報告してきた。他方、山口大学では、GaN 系 LD の下地基板への適用を目指し、格子緩和した GaInN テンプレートを開発している[4]。今回、我々は、この GaInN テンプレート上に膜厚 300 nm の AlInN 膜を MOCVD 成長し、その混晶組成、格子歪みと表面状態との関係を調査したので報告する。

**【実験方法】** 成長基板として InN モル分率 2%程度、InGaN 緩和率約 70%の InGaN/GaN/サファイアテンプレート[4]を用い、MOCVD 法を用いて AlInN 膜のエピタキシャル成長を行った。成長速度を約 0.3  $\mu\text{m/hr}$ 、目標膜厚を 300 nm とし、成長温度を変化させることで混晶組成の異なる AlInN 膜を得た。得られた AlInN 膜に対し、XRD による組成・格子歪みの評価、AFM による表面形態観察と表面粗度の評価を行った。

**【結果と考察】** 図 1 に、成長した 2 つの試料の情報をまとめた。実験の結果として、GaInN テンプレート上への格子整合組成 ( $x_{\text{In}}$  in  $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N} = 0.186$ ) に対し、InN モル分率が小さい膜 ( $x_{\text{In}}=0.165$ ) と大きい膜 ( $x_{\text{In}}=0.219$ ) の 2 種類の試料を得ることができた。前者 ( $x_{\text{In}}=0.165$ ) の AlInN 膜は、下地 GaInN 層にコヒーレント成長し、その結果として面内引張歪みを有することが確認された。また、その表面は平坦な領域とピットから構成されており、RMS 粗さは 1.72 nm という比較的小さい値を示した。これらの傾向は、GaN 上に成長した AlInN 膜の場合と概ね一致するものと思われた。一方、後者 ( $x_{\text{In}}=0.219$ ) の AlInN 膜では、GaN 上 AlInN 膜と同様に表面劣化の傾向が見られたものの、強い面内圧縮歪が残留していた GaN 上 AlInN 膜と異なり、下地 GaInN 層に対しほぼ格子緩和している様子が観測された。

**謝辞:** 本研究は、文部科学省「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」の委託を受けてなされた。

**参考文献:** [1] Miyoshi *et al.*, APEX 11, 051001 (2018). [2] Miyoshi *et al.*, JCG 506, 40 (2019).

[3] Miyoshi *et al.*, JJAP 58, SC1006 (2019). [4] Okada *et al.*, JCG 512, 147 (2019).

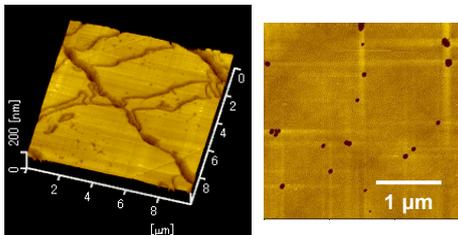
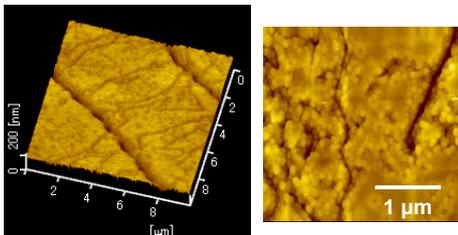
x in $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$	16.52%	21.88%
AFM表面 モフォロジー		
面内格子歪み $\epsilon_{xx}$	+0.25%	-0.08%
RMS表面粗さ	1.72 nm	6.60 nm

Fig. 1 AFM surface morphologies of AlInN films on GaInN template. InN molar fraction in AlInN, in-plane strain  $\epsilon_{xx}$ , and RMS roughness values are also shown.