

## TMGa 添加ポストアニール処理による c 面サファイア基板上 AlN の結晶品質改善

Improvement of crystalline quality of AlN layers grown on c-plane sapphire substrate by  
MOVPE using post-growth annealing with TMGa

物材機構 ○井村 将隆, 稲葉 英樹, 間野 高明, 石田 暢之, 上杉 文彦, 黒田 陽子,  
中山 佳子, 竹口 雅樹, 小出 康夫

NIMS, °Masataka Imura, Hideki Inaba, Takaaki Mano, Nobuyuki Ishida, Fumihiko Uesugi,  
Yoko Kuroda, Yoshiko Nakayama, Masaki Takeguchi, Yasuo Koide

E-mail: Imura.masataka@nims.go.jp

**背景** AlGaN 系窒化物半導体は、材料・物質特性の観点から紫外 LED に最適の材料であり、同材料を用いた紫外 LED の実用化が近年加速している。しかしながら製品化されている紫外 LED の発光効率は、さらなる改善が要求されている。一般に AlGaN 系紫外 LED は MOVPE 法を用いて形成され、サファイア基板上にヘテロ成長させた AlN を LED 用擬似基板(AlN/サファイア基板)として用いる。しかしヘテロ成長に起因した結晶欠陥が AlN 中に多数導入され、この結晶欠陥が紫外 LED の発光効率の低下を招いている。2016 年スパッタ堆積法とポストアニール処理法(>1600°C)を用いて高品質 AlN/サファイア基板が得られることが報告<sup>1)</sup>されたが、製造コスト削減の観点から MOVPE 一貫プロセスにて高品質 AlN/サファイア基板を得ることが望まれている。今回我々は、MOVPE 成長後の AlN/サファイア基板を TMGa 添加しながらポストアニール処理することにより、AlN の結晶性の改善が実現できることを見出した<sup>2)</sup>ので報告する。

**実験方法・結果** MOVPE 法により低温バッファ層技術を用いず AlN/サファイア基板を形成した。原料は、TMAI、NH<sub>3</sub> を用い、H<sub>2</sub> 雰囲気中にて成長圧力 3 kPa、成長温度 1350 °C の条件にて実施した。その後のポストアニール処理は、H<sub>2</sub>+NH<sub>3</sub> 雰囲気に TMGa を添加し、成長温度 1350 °C に保持した状態で 20 min 行った。図 1 にアニール処理前後の断面 ADF-STEM 像を示す。処理前の AlN は面内回転したドメインが多く存在しており、結晶欠陥が多いことが確認できる[図 1(a)]。一方で処理後の AlN は回転ドメインが少なく、表面側まで貫通する結晶欠陥が減少していることが確認できる[図 1(b)]。また XRD ロッキングカーブ測定により評価した 0002 及び 1014 反射の半値幅は~75、~280 arcsec であった(図 2)。これらの結果より TMGa 添加ポストアニール処理することで、MOVPE 一貫プロセスにて高品質 AlN/サファイア基板を実現できるという結論に至った。

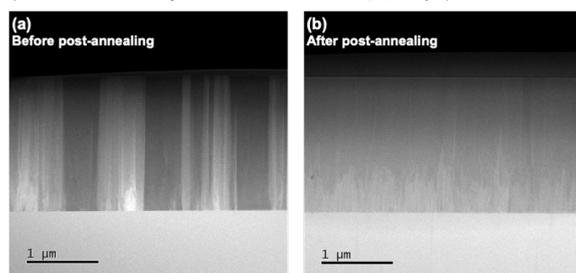


図 1 断面 ADF-STEM 像 (a)処理前、(b)処理後

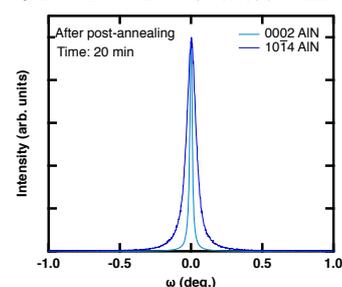


図 2 XRD ロッキングカーブプロファイル

**参考文献** <sup>1)</sup>H. Miyake et al., J. Cryst. Growth **456**, 155 (2016). <sup>2)</sup>M. Imura et al., AIP Advances **12**, 015203 (2022).