

高温アニールによる転位密度 10^7cm^{-2} の AlN テンプレート作製

Fabrication of AlN Templates with Dislocation Density of 10^7cm^{-2}

by High-temperature Annealing

三重大 院地域イノベ¹, 院工², 地創戦略企³

○三宅 秀人^{1,2}, 正直 花奈子², 肖 世玉¹, 上杉 謙次郎^{1,3}, 窪谷 茂幸³

Grad. School of RIS¹, Grad. School of Eng.², SPORR³, Mie Univ.

○Hideto Miyake^{1,2}, Kanako Shojiki², Shiyu Xiao¹, Kenjiro Uesugi^{1,3}, Shigeyuki Kuboya³

E-mail: miyake@elec.mie-u.ac.jp

高効率 AlGaIn 深紫外 LED 実現のためには、高品質 AlN/サファイア テンプレートが求められている。サファイアを基板に用いた AlN 膜は、大きな格子不整合により高密度な貫通転位が発生し、その密度を 10^9cm^{-2} 以下に低減するためには、従来から用いられてきた MOVPE 法では、パルス法などのバッファ層を用いた場合でも $2\text{--}3\ \mu\text{m}$ 以上の厚い AlN 層が不可欠であった。我々のグループでは、AlN 膜を RF スパッタ法により成膜 (Sp-AlN) して Face-to-Face 配置の高温アニール (FFA) により、簡便に低転位密度の AlN 膜が作製可能であることを報告した [1,2]。 (0002)XRC-FWHM 値はアニール温度に依存していないが (10-12)XRC-FWHM 値はアニール温度の上昇に伴い減少していることから、アニール温度を上昇させることでさらに AlN テンプレートの結晶性を向上させることが可能であると期待できる。しかしながら、 $1750\ ^\circ\text{C}$ 以上の高温または長時間のアニールは、サファイアと AlN の相互拡散によるマクロな欠陥を形成してしまうことがわかった [3]。

転位密度が $1 \times 10^8\text{cm}^{-2}$ 以下の AlN テンプレート作製は、高い内部量子効率の深紫外 LED 作製では非常に重要である。そこで、一度アニールを施した FFA Sp-AlN テンプレート上に、さらにスパッタ法により AlN を成膜した上で、再びアニールを施した作製法を試みた。この AlN 成膜とアニールを 2 回行う方法で、クラックとマクロ欠陥の発生を抑制した状態で、(10-12)XRC-FWHM 値が $100\ \text{arcsec}$ 以下の AlN 膜の作製に成功した。Figure 1 に断面 TEM 像を示す。平面 TEM 観察から得られた貫通転位密度は $4.9 \times 10^7\text{cm}^{-2}$ である [4]。

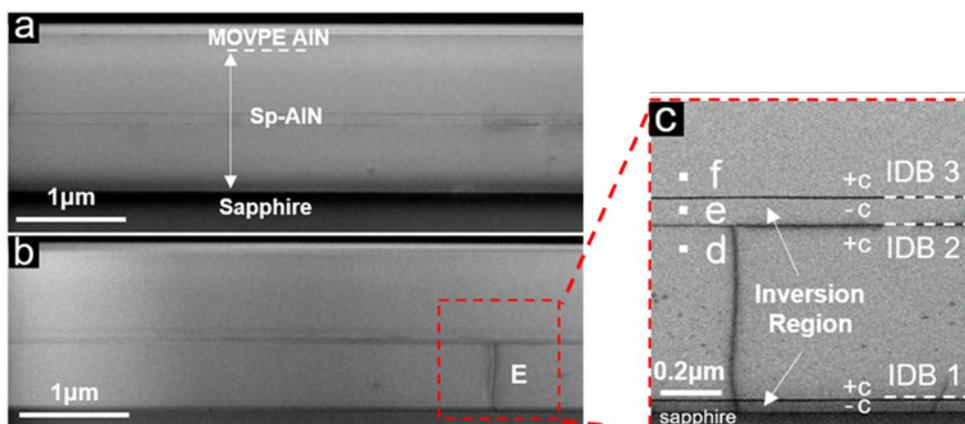


Fig. 1. Cross-sectional TEM images with (a) $g = 0002$, and (b) $g = 1-100$. One edge type dislocation (marked as “E”) can be seen. (c) Magnified image of the area around the edge type dislocation.

- [1] H. Miyake, C.-H. Lin, K. Tokoro, and K. Hiramatsu, *J. Cryst. Growth* **456**, 155 (2016).
- [2] S. Xiao, R. Suzuki, H. Miyake, S. Harada, and T. Ujihara, *J. Cryst. Growth* **502**, 41 (2018).
- [3] K. Uesugi, Y. Hayashi, K. Shojiki, and H. Miyake, *Appl. Phys. Express* **12**, 065501 (2019).
- [4] D. Wang, K. Uesugi, S. Xiao, K. Norimatsu, and H. Miyake, *Appl. Phys. Express* **13**, 095501 (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, 19K15025)、JST CREST(16815710)、JST SICORP-EU (JPMJSC1608)および JST aXis(JPMJAS2011)の支援により行われた。