コーン型 NPSS 上 AIN テンプレートに成長させた AIN 厚膜の微細構造解析

Microstructure analysis for thick AlN films grown on AlN templates with cone-type nano patterned sapphire substrates

阪大院基礎エ¹, JASRI², 三重大地創戦略企³, 三重大院地域イノベ⁴, 三重大院エ⁵

°(M1)中西悠太¹,山本望¹,濱地威明¹,林侑介¹,藤平哲也¹,隅谷和嗣²,今井康彦²,木村滋²,

肖世玉³, 三宅秀人^{4,5}, 酒井朗¹

Grad. Sch. Eng. Sci., Osaka Univ.¹, JASRI², SPORR³, Grad. Sch. RIS⁴, Grad. Sch. Eng.⁵, Mie Univ.

^oY. Nakanishi¹, N. Yamamoto¹, T. Hamachi¹, Y. Hayashi¹, T. Tohei¹,

K. Sumitani², Y. Imai², S. Kimura², S. Xiao³, H. Miyake^{4,5}, A. Sakai¹

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

【背景】深紫外 LED 開発において、高い貫通転位密度に起因した低い内部量子効率(IQE)と 光取り出し効率(LEE)が課題となっている。この解決のため、コーン型のナノパターン加工 サファイア基板(NPSS)と face-to-face アニール(FFA)を施したスパッタ堆積 AIN(FFA Sp-AIN)、 さらにはハイドライド気相成長(HVPE)法を組み合わせた AIN 厚膜が検討されている。ホー ル型 NPSS では特異構造が膜質に与える効果が明らかにされている[1,2]一方、コーン型 NPSS

については未だ詳細な解析は行われていない。本研究では、透過型 電子顕微鏡(TEM)とナノビーム X 線回折(nanoXRD)を用いて NPSS と AIN 界面近傍における結晶構造解析を詳細に行った。

【実験方法】周期 1000 nm、高さ 440 nm のコーン型 NPSS 上に AIN を 200 nm スパッタ堆積し、1700 ℃で 3 時間の FFA を行った後に 1550℃で HVPE 法により約 10 µm の AIN を成長させた試料[3]を用 いた。試料は集束イオンビーム (FIB) 装置を用いて薄片加工し、 AIN/サファイア界面近傍の TEM 観察を行った。また、SPring-8 に おいてへき開 *a* 断面にナノビーム X 線を照射し、*c* 軸方向に走査さ せることで、成長方向の結晶性変化を評価した。

【実験結果】図1はm断面試料の暗視野(DF)TEM像である。g・ b 解析を行い、黄矢印で示す a+c タイプ転位に対し、赤矢印で示す a タイプ転位が支配的に存在していることが判明した。また、図2

(a) に示すように NPSS パターン上にはボイドが存在しており、 その近傍における制限視野回折(SAD) パターンは図 2 (b) の通 りであった。AIN 晶帯軸入射の回折スポット以外に、不規則に分 布する回折スポットが存在しており、それらを対物絞りで抽出し、

実像と回折スポットの対応付けを行った。それらの回折ス ポットは二つのボイドに挟まれた領域に起因することが 判明し、この領域がランダムに配向した結晶ドメインから 構成されていることが示唆された。当日はホール型 NPSS の試料との比較や nanoXRD の結果も含めて報告する。

【参考文献】[1] Y. Iba *et al.*, J. Cryst. Growth. **532**, 125397 (2019). [2] 山本他、8a-Z02-10、第 81 回応用物理学会秋季 学術講演会 (2020). [3] S. Xiao *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **58**, SC1003 (2019).

【謝辞】本研究は、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」、 JSPS 科研 (16H06415,16H06423,19K15045)の支援により行われ た。



Fig. 1. Cross-sectional DF TEM image of a HVPE grown AlN thick film on FFA Sp-AlN taken with g = 11-20.



Fig. 2. (a) Magnified cross-sectional TEM image of the dotted rectangle area in Fig. 1 taken along the AlN[1-100] zone axis. (b) SAD pattern from the region including the voids. The color coding in (a) corresponds to that in (b), and the circled spots in (b) come from corresponding colored regions in (a).