

ナノビーム X 線回折法による NPSS 上 AlN 厚膜の 深さ分解結晶性トモグラフィック評価

Depth-resolved tomographic analysis on thick AlN films grown on NPSS
using nanobeam X-ray diffraction

阪大院基礎工¹, JASRI², 三重大院工³, 三重大院地域イノベ⁴

°(M2)山本 望¹, 林 侑介¹, 濱地 威明¹, 中西 悠太¹, 藤平 哲也¹,

隅谷 和嗣², 今井 康彦², 木村 滋², 正直 花奈子³, 三宅 秀人^{3,4}, 酒井 朗¹

Grad. Sch. Eng. Sci., Osaka Univ.¹, JASRI², Grad. Sch. Eng.³, Grad. Sch. RIS⁴, Mie Univ.

○N. Yamamoto¹, Y. Hayashi¹, T. Hamachi¹, Y. Nakanishi¹, T. Tohei¹,

K. Sumitani², Y. Imai², S. Kimura², K. Shojiki³, H. Miyake^{3,4}, A. Sakai¹

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

【背景】深紫外発光ダイオードは殺菌や浄水への応用に期待されているが、サファイア上 AlN テンプレートの結晶性や光取り出し効率 (LEE) が課題となっている。先行研究[1]では、ナノパターン加工サファイア基板 (NPSS) による LEE 向上を目的として、スパッタ成長 (sp-AlN) と face-to-face アニール (FFA) を組み合わせた AlN テンプレートが作製され、その上にホモエピタキシャル成長した厚膜 AlN において高い結晶性が得られている。一方で、NPSS/AlN 界面に形成されたボイドが結晶性や歪に与える影響は十分に解析されていなかった。本研究では、シンクロトロン放射光施設 SPring-8 のナノビーム X 線回折 (nanoXRD) を用いることで、sp-AlN+FFA/NPSS 上 AlN に特有な 3 次元構造変化をトモグラフィック測定することに成功した。

【実験方法】周期 1000 nm、ホール径の直径および深さが 600 nm の c 面 NPSS に、AlN を 190 nm スパッタ堆積し 1700 °C で FFA を施し、その上に MOVPE によって AlN 層を 5 μm 成長させることで測定用試料を作製した[1]。nanoXRD 光学系に回折ビームプロファイラとして白金線を導入し、白金線を試料表面に平行に移動させながら回折強度を計測することで深さ情報の抽出を行った。図 1(a)に、評価試料及び深さ分解 nanoXRD 計測の回折ジオメトリの模式図を示す。入射 X 線を 380 nm × 200 nm に集光させ、試料表面の 10 μm (X) × 2.1 μm (Y) の領域についてビーム照射位置 (X,Y) と白金線の位置 (X_{Pt}) を変えながら、0004 回折の ω-2θ-φ 逆格子マッピングを取得した。全ての測定結果について ω, 2θ, X_{Pt} の幾何学的関係に基づいてデータ処理することで、(X, Y, Z) の各位置における逆格子マッピングを取得した[2]。

【実験結果】図 1(b),(c)に評価試料の明視野透過型電子顕微鏡 (TEM) 像と本測定の回折強度 (X 方向に強度積算) の対応を示す。測定・データ処理の結果として、回折強度の高い位置が TEM 像の AlN 膜厚に整合していることがわかる。図 1(d),(e)に深さ分解したロッキングカーブを示す。(X,Y)=(7.0,0.0)では Z=-4.4(μm) 周辺でダブルピークが見られ、ボイドが会合した位置と一致することがわかった。一方で(X,Y)=(7.0,0.6)では同 Z でダブルピークは見られないため、ボイド会合部から離れた位置に該当すると考えられる。当日は格子歪、格子面傾斜についての解析も含めて報告する。

【参考文献】[1] Y. Iba *et al.*, J. Cryst. Growth **532**, 125397 (2019). [2] 志田他、19p-E313-3、第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 (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 科研費 (16H06415, 16H06423, 19K15045) の支援により行われた。

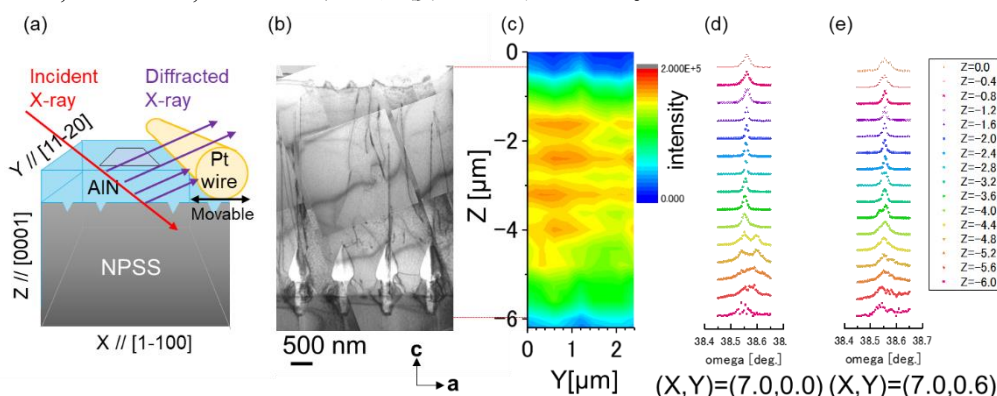


Fig. 1 (a) Schematic diagram of the sample and diffraction geometry, correlation of (b) TEM image, and (c) diffraction intensity mapping, and depth-resolved rocking curves at (d) (X,Y)=(7.0,0.0) and (e) (X,Y)=(7.0,0.6).