

断面・平面 TEM による NPSS 上 AlN 厚膜の微細構造解析

Microstructural analysis of thick AlN films on NPSS by cross-sectional and plan-view TEM

阪大院基礎工¹, 阪大ナノデザイン², 三重大地創戦略企³, 三重大院工⁴, 三重大院地域イノベ⁵°(M1)中西 悠太¹, 濱地 威明¹, 中島 義賢², 林 侑介¹, 藤平 哲也¹,肖 世玉³, 正直 花奈子⁴, 三宅 秀人^{4,5}, 酒井 朗¹Grad. Sch. Eng. Sci.¹, INSD², Osaka Univ., SPORR³, Grad. Sch. RIS⁴, Grad. Sch. Eng.⁵, Mie Univ.°Y. Nakanishi¹, T. Hamachi¹, Y. Nakajima², Y. Hayashi¹, T. Tohei¹, S. Xiao³, K. Shojiki³, H. Miyake^{4,5}, A. Sakai¹

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

【背景】深紫外 LED の発光効率向上に向けてナノパターン加工を施したサファイア基板 (NPSS) と対面式アニールを行ったスパッタ堆積 AlN (FFA Sp-AlN) を組み合わせた AlN テンプレートが作製されてきた^{1,2}。NPSS と FFA Sp-AlN を組み合わせた結晶には、ボイドや極性反転境界等の特異構造が存在しており、結晶の作製条件最適化に向けて、それらの構造が結晶品質に与える影響を明らかにすることが求められている。そこで本研究では、2 種類の NPSS 上に FFA Sp-AlN を堆積させ、特有な結晶構造と結晶品質の関係について TEM 観察により詳細な解析を行った。

【実験】TEM 観察には、作製条件が異なる試料 A, B を用いた。試料 A ではホール型(HT-)NPSS 上に 180 nm 厚の FFA Sp-AlN を堆積させ、MOVPE 法によって 5 μm の AlN を成長させている¹。一方、試料 B ではコーン型(CT-)NPSS 上に 200 nm 厚の FFA Sp-AlN を堆積させ、HVPE 法によって約 10 μm の AlN を成長させている²。集束イオンビーム装置を用いて、試料 A, B の断面観察試料と平面観察試料を作製し、回折コントラスト像および電子回折図形の観察を行った。

【結果および考察】NPSS フラット部/AlN 界面の断面明視野(BF-)TEM 像を Fig. 1(a), (b)に示す。試料 A では曲線的な極性反転界面が観察された一方で、試料 B では直線的な極性反転界面と多数のナノボイドが見られた。平坦サファイア基板上 FFA Sp-AlN における先行研究では、直線状の極性反転境界とナノボイドの存在が確認されており、試料 B での観察結果によく一致する³。この同一性から、試料 B では試料 A よりも高品質な FFA Sp-AlN が堆積していることが示唆された。続いて、断面観察で明らかとなった特異構造の違いと結晶品質の関係を調査するため、NPSS フラット部界面から AlN 膜方向に約 300 nm 離れた領域の平面 BF-TEM 観察を行った。Figure 1(c), (d)に示すように、貫通転位密度と基底面転位を比較すると、試料 A は B よりも多くの欠陥を有していることが明らかとなった。観察範囲における貫通転位密度は試料 A, B でそれぞれ $8.3 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$, $4.7 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ であった。以上で述べた結果から、NPSS パターンによって FFA Sp-AlN 中の特異構造が異なり、それが結晶品質に大きな影響を与えていると考えられる。当日はファセット部の特異構造の違いについても言及し、二つの試料で異なる特異構造と結晶品質の関係について議論する。

【参考文献】1. Y. Iba *et al.*, JCG. **532**, 125397 (2019). 2. S. Xiao *et al.*, JJAP. **58**, SC1003 (2019).

3. S. Xiao *et al.*, JCG. **502**, 41 (2018).

【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。

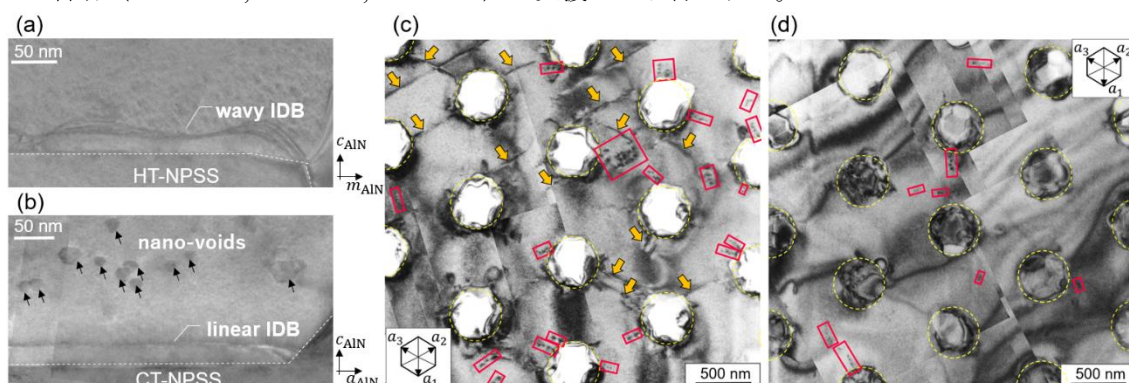


Fig. 1. Cross-sectional bright field TEM images of samples (a) A and (b) B. Plan-view bright field TEM images of samples (c) A and (d) B. In (c) and (d), the red rectangles and orange arrows indicate arrays of dislocations and basal dislocations, respectively, and the dashed yellow circles indicate the locations of the NPSS pattern.