N-PSS 上スパッタ堆積アニール 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 of thick AlN films grown with sputter-deposited annealed AlN templates on nano-patterned sapphire substrates

阪大院基礎工¹, 三重大院工², 三重大院地域イノベ³

°(M2)山本 望¹, 濱地 威明¹, 林 侑介¹, 藤平 哲也¹, 三宅 秀人^{2,3}, 酒井 朗¹ Grad. Sch. Eng. Sci., Osaka Univ.¹, Grad. Sch. Eng.², Grad. Sch. RIS³, Mie Univ.

^oN. Yamamoto¹, T. Hamachi¹, Y. Hayashi¹, T. Tohei¹, H. Miyake^{2, 3}, A. Sakai¹

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

【背景】UV-C LED は紫外線殺菌に期待されているが、高い貫通転位密度・低い光取り出し効率 (LEE)のため発光効率の低下が問題となっている。先行研究[1]では、高 LEE かつ低転位密度な AIN 成長を目的として、ナノパターン加工サファイア基板(N-PSS)上にスパッタ成長(sp-AIN) と face-to-face アニール(FFA)を組み合わせて AIN テンプレートが作製されている。本研究では、 透過型電子顕微鏡(TEM)観察結果に基づいて、FFA sp-AIN/N-PSSの組み合わせに特有な成長機 構と転位低減メカニズムについて議論する。

【実験方法】周期 1000 nm、ホールの直径および深さが 600 nm の N-PSS (*c* 面) に、AIN を 190 nm スパッタ堆積し 1700℃ で FFA を施した。FFA Sp-AIN/NPSS 基板上に MOVPE によって AIN 層 を 5 µm 成長させた試料[2]を評価した。集束イオンビーム装置を用いて薄片化試料を作製し、FFA sp-AIN/N-PSS 界面に特有の void 構造に着目して断面を TEM 観察した。晶帯軸方向を *m* 軸、回折 ベクトルを *g*=0002、11-20 とした二波励起下で明視野 (BF) 像と暗視野 (DF) 像を観察し、また FFA sp-AIN/N-PSS 界面近傍の制限視野回折 (SAD) パターンを取得した。

【実験結果】図1にBFTEM像を示す。N-PSSのフ ラット部から生じた刃状および混合転位は void 方 向に曲がり、その側壁で終端されている。この様子 は、N-PSS 上に MOVPE で直接成長させた AIN 膜 [3]と同様である。一方、本 AIN 膜では、直接成長 AIN 膜とは異なり、N-PSS フラット部から膜厚方向 に伝播する転位が大幅に低減されていた(図中黄色 円部)。これは、FFA 法によりテンプレート形成 時にフラット部からファセット部へ転位が掃き

時にフラット部からファセット部へ転位が滞さ 出されたためと考えられる。ホール部周辺(図2 (a))の SAD パターン(図2(b))では、AIN と



I Cross-sectional BF TEM images of a MOVPE grown AlN thick film on FFA sp-AlN taken with (a) g = 0002 and (b) g = 11-20.

sapphire 以外の回折パターンが見られ、その中には AIN のg = 0002 と大きさが等しい g' = 0002 が存在した。g 及びg'に対応する DF 像では、それぞれフラット部上の AIN (図 2 (c)) とファセット部上の AIN (図 2 (d)) が回折した。以上よりフラット部上とファセット部上では AIN のc 軸配向が異なることが示唆された。当日は、これらの観察結果から予想される AIN の成長過程と転位低減機構について説明する。

【参考文献】 [1] S. Xiao *et al.*, J. Cryst. Growth **502**, 41(2018). [2] Y. Iba *et al.*, J. Cryst. Growth **532**, 125397(2019). [3] L. Zhang *et al.*, Sci. Rep., **6**, 35934(2016).

【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。



