スパッタ法 AlN 膜の高温アニールとその基板上への AlGaN 深紫外 LED 作製

High-temperature annealing of sputtered AlN film and AlGaN Deep-UV LED fabrication on the substrate

永松 謙太郎[1]、上杉 謙次郎[1]、正直 花奈子[2]、吉田 治正[1]、○三宅 秀人[2,3]
([1]三重大地域イノベ推進機構, [2]三重大院工, [3]三重大院地域イノベ)
Kentarou Nagamatsu[1], Kenjiro Uesugi[1], Kanako Shojiki[2], Harumasa Yoshida[1], ○Hideto Miyake[2, 3]
(Mie Univ., [1]OPRI, [2]Grad. School of Eng., [3]Grad. School of RIS)
○miyake@elec.mie-u.ac.jp

高効率 AlGaN 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 膜は非常に大きな格子不整合により高密度な貫通転位が発生する。その密度を 10^9 cm^{-2} 以下に低減するためには、パルス法などのバッファ層を用いた場合でも 2-3 μm 以上の厚い AlN 層が不可欠であった。我々のグループでは、500 nm 以下の薄い AlN 膜を RF スパッタ法により成膜(Sp-AlN)し、Face-to-Face 配置の高温アニール(FFA)を用いることで、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てきた[1]。また、Sp-AlN の高温アニールによる結晶性良化メカニズムを透過電子顕微鏡観察より明らかにしてきた[2]。

図 1 は AlN 焼結体をターゲットとした RF スパッタを用いてサファイア基板上に AlN 膜を 190 nm 堆積させ、FFA を N_2 雰囲気下、1700°C、3 時間行った。さらに MOVPE 法により 810 nm の AlN ホモエピ成長を行ったものである。これまで報告しているとおり、サファイア直上 10-30 nm は N 極性 AlN で、その上に Al 極性 AlN が形成されている。また、貫通転位密度はおよそ 1×10^9 cm^{-2} で、そのほとんどが刃状転位である。表面 AFM 像においても螺旋転位に起因するようなステップの乱れは観測されていない。

スパッタ法による AlN 膜の堆積条件及びアニール条件の最適化により、(10-12)X 線ロッキングカーブ FWHM が 110 arcsec 程度、貫通転位密度が 3×10^8 cm^{-2} まで低減可能である[3]。

さらに、サファイア上 AlN 膜の持つ強い圧縮応力を緩和する層を導入することで、発光波長 260 nm の深紫外 LED においても発光強度の大幅な増大が観察された[4]。詳細は、シンポジウムおよび各講演で議論を行う。

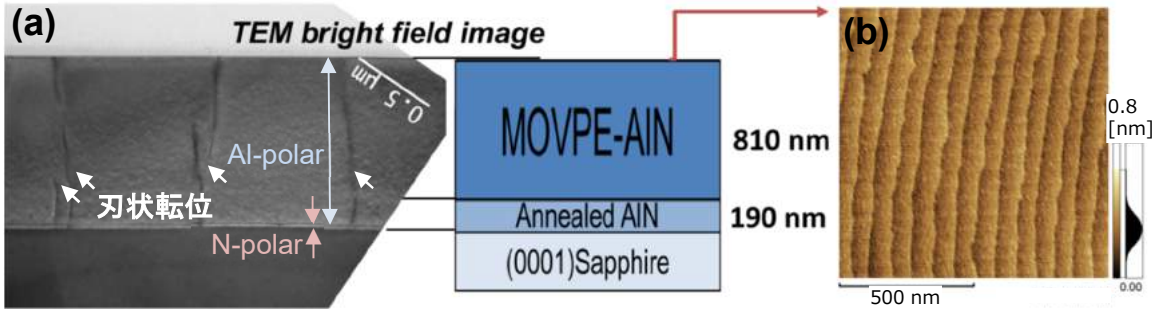


図 1 Sp-AlN(厚さ 190 nm)を 1700℃・3 時間 FFA 後、MOVPE 法で 810 nm の AlN ホモエピ成長を行った試料の (a)断面透過電子顕微鏡像と(b)表面 AFM 像.

[1] H. Miyake *et al.*, J. Crystal Growth **456** 155 (2016).
[2] S. Xiao *et al.*, submitted to J. Crystal Growth.
[3] 上杉 他、第 79 回応用物理学会学術講演会、21p-146-14(2018).
[4] 永松 他、第 79 回応用物理学会学術講演会、21a-146-7(2018).

[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」JSPS 科研費 新学術領域(16H06415)、JST CREST(16815710)、JST SICORP 日本-EU 共同研究及び日本-中国共同研究、GaN 研究コンソーシアムの支援により行われた。

© 2018年 応用物理学会