

高温アニールしたスパッタ成膜 AlN テンプレート上の AlGaN 成長

Epitaxial Growth of AlGaN on High-Temperature Annealed Sputter-Deposited AlN Templates

三重大地域創生戦略企画室¹, 三重大院工², 三重大院地域イノベ³

○上杉 謙次郎¹, 正直 花奈子², 林 侑介³, 三宅 秀人^{2,3}

SPORR, Mie Univ.¹, Grad. School of Eng., Mie Univ.², Grad. School of RIS, Mie Univ.³

○Kenjiro Uesugi¹, Kanako Shojiki², Yusuke Hayashi³, Hideto Miyake^{2,3}

E-mail: k.uesugi@opri.mie-u.ac.jp

高効率で長期信頼性を有する深紫外発光素子の実現に向けて、我々のグループではスパッタ成膜と face-to-face 高温アニールを組み合わせた低転位密度 AlN テンプレート作製技術の開発を進めてきた[1-3]。しかし、この手法で作製した AlN テンプレート上への Al_xGa_{1-x}N の結晶成長においては、有機金属気相成長(MOVPE)法などの従来技術で作製した AlN 上では観察されなかった課題が存在し、その一つがヒロックの発生とそれに伴う表面平坦性および結晶性の低下である。今回、サファイア基板のオフ角度を変化させることで AlGaN の表面平坦性向上を確認したので報告する。

まず、RF スパッタを用いて(0001)面からのオフ角度が 0.2° - 1.0° の複数の微傾斜サファイア基板上に膜厚 450 nm の AlN を成膜させ、その後 1725°C で 3 時間の高温アニールを施して AlN テンプレートを作製した。AlN の X 線回折ロックングカーブ半値全幅は基板オフ角度に依存せず、(0002) 回折で約 10 arcsec、(10-12)回折で約 130 arcsec の値を得た。続いてこのテンプレート上に MOVPE 法を用いて AlN、undoped-Al_{0.85}Ga_{0.15}N、膜厚約 1.5 μm の Al_{0.74}Ga_{0.26}N:Si を順次積層させた。Figure 1 に、試料表面に垂直に入射させた中心波長 405 nm の LED 光に対する MOVPE 成長中の反射率推移を示す。サファイア基板のオフ角度が大きくなるに従い、AlGaN:Si 成長中の反射率の低下および膜厚干渉に起因した周期振動の振幅減衰が抑制されており、表面平坦性が維持されたまま AlGaN:Si が成長されていることがわかる。Figures 2(a)および 2(b)に、サファイア *m* 軸方向 0.2°-off 基板上および同 1.0°-off 基板上試料の微分干渉顕微鏡(Nomarski)像を示す。成長中の in-situ モニタリングの結果から想定されたように、Fig. 2(a)では直径 10 - 20 μm 程度のヒロックにより凹凸が生じているのに対して、Fig. 2(b)ではヒロック形成が抑制され表面平坦性が向上している。Figure 2(c)に、Fig. 2(a)中に見られるヒロックの頂上部を観察した原子間力顕微鏡(AFM)像を示す。中心に終端部を有する渦巻き状のステップテラス構造が確認できることから、オフ角度が小さい基板上に形成されたヒロックは螺旋あるいは混合転位を核としたスパイラル成長に起因すると考えられる。基板オフ角度の増大による成長表面のステップ密度の上昇がスパイラル成長とヒロック形成の抑制に寄与したと推測される。当日は結晶性の基板オフ角度およびオフ方向依存性も含め議論する。

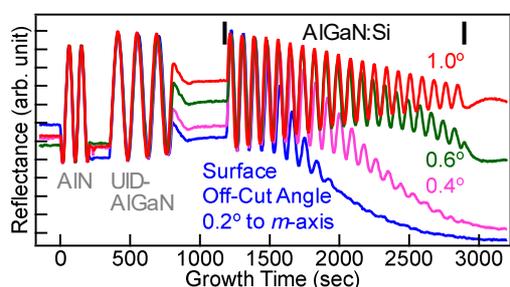


Fig. 1. Transition of the reflectance during the MOVPE growth of AlGaN/AIN on sapphire substrates with various surface off-cut angles. The wavelength of the irradiated light was 405 nm.

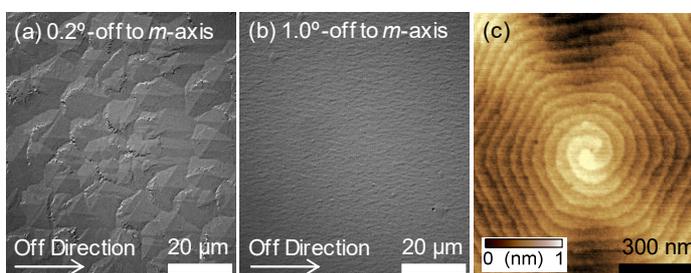


Fig. 2. Nomarski images of AlGaN/AIN grown on sapphire substrates with surface off-cut angles of (a) 0.2° and (b) 1.0° to *m*-axis. (c) An AFM image measured at the center of a hillock structure which can be observed in Fig. 2(a).

【参考文献】 [1] H. Miyake, *et al.*, JCG **456**, 155 (2016). [2] S. Xiao, *et al.*, JCG **502**, 41 (2018). [3] 上杉, 他, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 21p-146-14 (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」、「省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発」、JSPS 科研費(16H06415, 17H06762)、JST CREST(16815710)、JST SICORP 日本-EU 共同研究及び日本-中国共同研究の支援により行われた。