

原子的に平坦なステップテラス構造を有する AlN ホモエピタキシャル成長

AlN Homoepitaxial Growth with Atomically Flat Step-and-Terrace Structure

三重大院工¹, 三重大院地域イノベ² ○正直花奈子¹, 河合祥也¹, 林侑介², 三宅秀人^{1,2}

Grad. School of Engineering, Mie Univ.¹, Grad. School of Regional Innovation Studies, Mie Univ.²,

○Kanako Shojiki¹, Shoya Kawai¹, Yusuke Hayashi², Hideto Miyake^{1,2}

○E-mail: k.shojiki@elec.mie-u.ac.jp

深紫外波長域における高効率 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 系 LED の実現のために、低貫通転位密度かつ低不純物濃度で平坦な AlN 層が求められている。我々のグループではスパッタ法と高温アニール法を組み合わせ、安価に低貫通転位密度 ($\sim 4 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$) な AlN 薄膜をサファイア基板上に作製できることを報告してきた。^[1] しかし高温アニール後のスパッタ AlN 薄膜は、ステップバンチングによるマクロステップ形成と高さ 3 nm 程度の微小島の析出という荒い表面形態を呈し、また高い不純物濃度を有するという問題があった。これに対し本研究では微小島除去のための表面クリーニングを行った後、MOVPE 法により AlN ホモエピタキシャル成長を行い、これらの問題解決を試みた。

高温アニール後のスパッタ AlN 薄膜^[1]の表面クリーニングは、MOVPE 装置内で温度 1300 °C、 $\text{H}_2 + \text{NH}_3$ 雰囲気中で 10 分間行い、その表面形態と表面状態をそれぞれ原子間力顕微鏡 (AFM) 像および X 線光電子分光 (XPS) 法により評価した。その後、MOVPE 法により AlN ホモエピタキシャル成長を行った。この時、成長圧力 30 Torr、温度 1300 °C、TMAI 流量 46 $\mu\text{mol/min}$ で固定し、 NH_3 流量を 0.1 から 4.0 slm と変化し成長速度を変化させた。表面形態は AFM 像より評価した。まず、表面クリーニングにより微小島が除去され、XPS スペクトルの O_{1s} ピーク強度が低下したことから微小島は酸化物に起因すること、 $\text{H}_2 + \text{NH}_3$ 雰囲気での表面クリーニングで除去できることが分かった。MOVPE ホモエピタキシャル成長における NH_3 流量と成長速度の関係を AFM 像と共に Fig. 1(a-d)に示す。成長速度増加により、成長モードがステップバンチングからスパイラル成長への変化していることが分かる。この中間の成長速度にすることで、原子的に平坦なステップテラス構造を実現した(Fig.1(b,c))。講演では、透過型電子線顕微鏡像からの得られる貫通転位密度、二次イオン質量分析法より得られる不純物濃度の結果と併せて表面形態をより詳細に議論する。

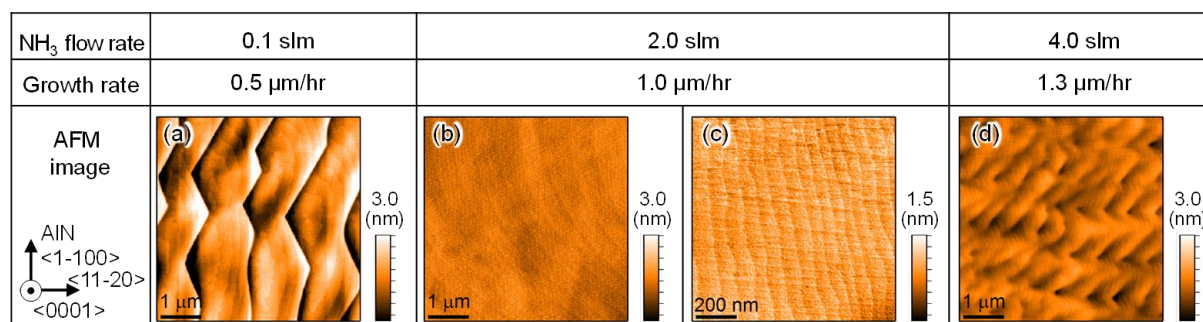


Fig. 1 (a,b,d) $5 \times 5 \mu\text{m}^2$ and (c) $1 \times 1 \mu\text{m}^2$ AFM images of AlN films grown on annealed sputter-deposited AlN films with various NH_3 flow rates.

[1] H. Miyake *et al.*, J. Cryst. Growth **456**, 155 (2016).