

微傾斜サファイア基板上 N 面 AlN の表面平坦性と結晶性の向上 Improvement of surface flatness and crystallinity in N-polar AlN grown on vicinal sapphire substrate

山口大院創成科学研究科¹, 山口大学工学部², ファインセラミックスセンター³

坂本凌太¹, 磯野竜弥¹, 伊藤忠寿¹, 安高和哉², 姚永昭³, 石川由加里³, 岡田成仁¹, 只友一行¹

Grad. School of Sci. & Tech. for Innovation, Yamaguchi Univ.¹,

Department of Eng., Yamaguchi Univ.², Japan Fine Ceramics Center³

R. Sakamoto¹, T. Isono¹, T. Ito¹, K. Ataka², Y. Yao³, Y. Ishikawa³, N. Okada¹ and K. Tadatomo¹

E-mail: nokada@yamaguchi-u.ac.jp

近年、環境問題などの観点からパワーデバイスを用いた省エネルギー化に関する研究が多く進められている。AlGaIn/GaN 構造を用いた高電子移動度トランジスタ (HEMT) は高周波パワーデバイスとしての商用化が進んでいるが、窒化物半導体を用いた HEMT の飛躍的性能の向上は新たな構造の提案が必要である。我々は従来構造の AlGaIn/GaN HEMT よりも性能を大きく向上する可能性のある N 面 GaN/AlN HEMT に着目し研究を行っている。AlN を下地に用いることで、高耐圧、高温動作も期待されているが、N 面 AlN は平坦性と特に twist 成分の結晶性の改善が課題としてあげられる。高品質な N 面 GaN/AlN HEMT を実現するためには、平坦性と結晶性の優れた N 面 AlN の成長が不可欠である。そこで本研究では、N 面 AlN の平坦性と結晶性の改善を目的として、成長温度・原料流量の最適化を行った後エッチング効果のある H₂ を用いて N 面 AlN の平坦性改善効果と、Al 面 AlN で結晶性改善効果のある 3D 成長を導入することで N 面 AlN の結晶性改善効果を調べたので報告する。

a 軸方向に 2.0° の微傾斜サファイア基板を用意し、有機金属化合物気層成長法 (MOVPE 法) を用いてサファイアを窒化後、N 面 AlN の成長を行った。図 1 に微傾斜サファイア上に成長させた N 面 AlN の AFM 像を示す。今回表面平坦性と結晶性の向上を目指し、成長温度・原料流量の最適化及びパルス H₂ エッチングなどの成長条件の最適化を行った。最適化前のサンプルでは、結晶核が残ったまま成長した表面状態であり、RMS 値 0.87 nm と不十分であった。それに対して最適化した成長条件で成長したサンプルでは、結晶核のような表面は消失し基板全体で均一な表面状態であり、RMS 値も 0.39 nm と大幅な平坦性向上が確認できた。図 2 では 3D 成長を導入した N 面 AlN の 0002 と 10-12 の X 線ロックアップカーブの半値幅 (XRC-FWHM) の 3D 成長時間依存性を示す。図 2 から 3D 成長を導入した時間で結晶性比較すると、3D 成長を導入したことで tilt 成分の悪化の抑制を行いながら、twist 成分の大幅な結晶性向上が確認できた。

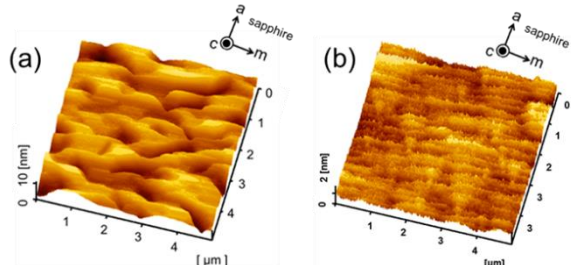


図 1 微傾斜サファイア上 N 面 AlN の AFM 像

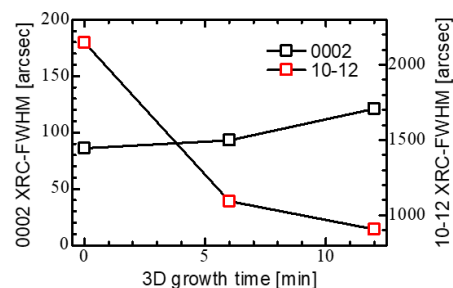


図 2 N 面 AlN の XRC の 3D 成長時間依存性

[謝辞]

本研究の一部は NEDO 未踏チャレンジ 2050 にて実施したものである。