

RIE-GaN 表面での AlGaN の MOVPE 成長挙動

MOVPE growth behavior of AlGaN on RIE-GaN surface

福井大院工 °山本 嵩勇, (M1)金谷 慧杜, (M2)牧野 伸哉, 葛原 正明

Univ. of Fukui, °Akio Yamamoto, Keito Kanatani, Shin-ya Makino, and Masaaki Kuzuhara

E-mail: ayamamot@u-fukui.ac.jp

【序論】 RIE 技術は GaN 等の窒化物半導体の加工技術として不可欠なものとなっているが、加工表面には加工歪や窒素欠損などが存在することが知られている。このような問題を低減することができれば RIE 表面を活性領域とするデバイス作製が可能になると考えられる。前回の報告¹⁾のように、RIE-GaN 表面への AlGaN 直接成長によって作製した AlGaN/GaN 構造においても $1300 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ を超える移動度が得られている。しかしながら、RIE 加工した GaN 表面での窒素欠損などの問題が AlGaN 成長にどのような影響を与えるのかについてはよくわかっていない。本講では、RIE-GaN 表面での AlGaN 直接成長の特徴、問題点について検討したので報告する。

【実験】 使用した n⁻-GaN は $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 又は SiC 基板上にエピ成長した c⁺面のもので、その表面から約 200 nm 厚の層を RIE で除去した。RIE 処理した基板を MOCVD 装置内に装填し成長直前に NH_3 中で熱処理 ($T_{\text{NH}_3}=850\sim 950^\circ\text{C}$, 15 min) した後、 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{N}$ 層を 950°C (T_g) で約 30 nm の厚さに MOCVD 成長させた。また、比較のために、RIE 処理なし基板上に AlGaN 成長した試料、0.35 μm 厚の再成長 GaN 層上に AlGaN 成長した試料も作製した。

【結果及び考察】 Fig. 1 に RIE の有無ならびに T_{NH_3} の異なる試料の X 線 $2\theta/\omega$ 回折図形を示す。この結果からわかるように、 T_{NH_3} の上昇とともに AlGaN 中の Al 組成が低下する。このような現象は RIE なしの試料では $T_{\text{NH}_3}=950^\circ\text{C}$ でもほとんどみられない。Fig. 2 は T_{NH_3} の異なる試料の表面 SEM 像である。この結果から、 T_{NH_3} が高い場合、AlGaN は連続膜とはならず、下地との反応が生じている可能性があることがわかった。

このように、RIE 処理した GaN 表面は通常の As-grown 表面に比べて熱的安定性に劣るため、 T_{NH_3} や T_g を低く設定する必要があることがわかった。Table 1 は $T_{\text{NH}_3}=850^\circ\text{C}$, $T_g=950^\circ\text{C}$ で作製した AlGaN/GaN 試料の Hall 測定の結果である。0.35 μm 厚の再成長 GaN 層上に AlGaN 成長した試料での移動度があまり高くないが、これは 950°C 程度の温度で再成長した GaN では C 汚染濃度が高い²⁾ことが原因であると考えられる。AlGaN を直接成長した試料では、下地 GaN として比較的高温で成長した GaN を使用できることから比較的高い移動度が得られるものと考えられる。

Table 1. Hall data for AlGaN/GaN structures with and without regrown GaN ($T_{\text{NH}_3}=850^\circ\text{C}$, $T_g=950^\circ\text{C}$).

Sample	Regrown GaN (μm)	R_s (Ω/\square)	N_s (cm^{-2})	μ (cm^2/Vs)
A	With (0.35)	5.7×10^2	9.2×10^{12}	1200
B	W/o	2.7×10^2	1.7×10^{13}	1350

謝辞： MOCVD 成長実験に協力いただいた野村裕之氏に感謝します。本研究の一部は戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「次世代パワーエレクトロニクス - GaN 縦型パワーデバイスの基盤技術開発」(管理人: NEDO)の支援によって行われた。

参考文献 1) 山本他, 2017 年応用物理学会春季学術講演会, 15a-315-1. 2) J.-T. Chen et al., Appl. Phys. Lett. **102**, 193506 (2013).

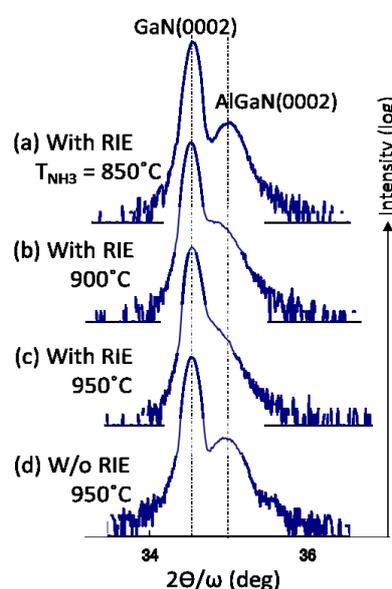
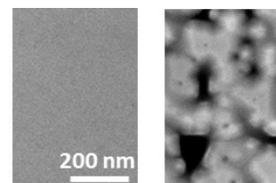


Fig. 1. XRD $2\theta/\omega$ profiles for AlGaN/GaN samples prepared under different conditions



(a) $T_{\text{NH}_3}=850^\circ\text{C}$ (b) 950°C
Fig. 2. Surface morphology (SEM image) of AlGaN/GaN prepared with different T_{NH_3} .