

GaN 層の表面状態に関する検討(Ⅱ)

Study of surface states on GaN single-crystalline layer (II)

東京電機大学工学部 ○水野愛, 鈴木礼央, 吉村翼, 渡邊渉, 安藤毅, 篠田宏之, 六倉信喜

School of Engineering, Tokyo Denki University

○A. Mizuno, R. Suzuki, T. Yoshimura, W. Watanabe, K. Ando, H. Shinoda, N. Mutsukura

E-mail: 14kz007@ms.dendai.ac.jp

1. はじめに

半導体デバイスに用いられる材料の表面や界面の状態は、デバイス特性を左右する要因の一つであるが、GaAs 系[1]に対し GaN 系に関しては不明瞭な点が多く残されているのが現状である。前回の報告では、昇温脱離ガス分析法(Thermal Desorption Spectrometry : TDS)を用いて GaN 層の表面状態について検討し、約 500℃で脱離する Ga 成分と O 成分が存在する事を述べた[2]。今回は X 線光電子分光法(X-ray photoelectron spectroscopy : XPS)を用いて、GaN 層表面における O 原子等の結合状態について調べたので報告する。

2. 実験方法

測定に用いた試料は Al₂O₃ 基板上にエピタキシャル成長させた GaN 層であり、成長方法はマグネトロンスパッタ法及び MOCVD 法の 2 種類である。真空中でアニール処理した試料とアニール未処理の試料を角度分解 XPS 法にて分析した。なお、光電子の検出角度は 0°, 30°, 50°の 3 水準とした。

3. 実験結果

アニール処理前後において、GaN 層(スパッタ法で成長)表面から XPS Ga3d および O1s スペクトルを得た後、それらの XPS 強度比(I_{O1s}/I_{Ga3d} 比)を算出した。その結果を Fig.1 に示す。 I_{O1s}/I_{Ga3d} 比はアニール処理により劇的に減少しているが、何れも検出角度の増加に伴い減少する傾向が見られた。これらのことから、GaN 層表面の O 原子は成長後の大気暴露により吸着した O 成分であると考えられ、アニール処理によりその O 原子を脱離させることが可能である。また、Ga3d スペクトルについて波形分離を行うことで、Ga 原子の主とする結合状態は Ga-N と Ga-O 結合であることが解った。両者のピーク強度を比較すると、アニール未処理の表面近傍における Ga-O 結合のピーク強度は Ga-N 結合に比べて高いが、アニール処理により低くなり、さらに、Ga-O と Ga-N 結合の相対ピーク強度は検出角度の増加に伴い減少する傾向が見られた。これは前述の I_{O1s}/I_{Ga3d} 比の変化と同様の傾向である。また、O1s スペクトルの波形分離を行った結果、GaN 層表面から検出された O 原子の多くは Ga-O 結合に起因することも確認した。前回の TDS 分析結果で、Ga 成分および O 成分の脱離ピークが 500℃付近で見られたが、今回の XPS 測定から、これらは GaN 層表面に形成された Ga-O 結合の脱離によるものであることが明らかとなった。

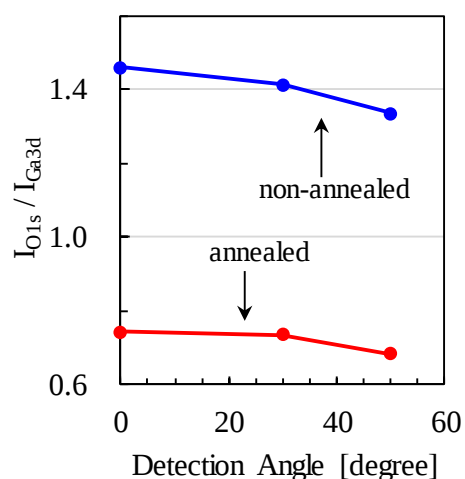


Fig.1 XPS signal intensity ratio (I_{O1s}/I_{Ga3d}) from GaN layer grown by sputtering method for detection angle.

【参考文献】

- [1] M. Kulik et al., Thin Solid Films **616** (2016) 55-63.
- [2] 水野愛 他, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会(2017), 17p-P3-1.