

GaN 層の表面状態に関する検討(Ⅲ)

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

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

○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

GaN は次世代パワーエレクトロニクス材料として期待が持たれ、急速に研究開発が行われている。しかし、GaN の表面状態や界面制御についての報告事例は GaAs 系に比べて少なく、明確にすべき課題が残されているのが現状である。そこで我々は、GaN 層表面における O 成分の熱脱離や結合状態について検討を行ってきた。今回、これまで実験で得た知見を踏まえ、大気暴露の時間経過に対する GaN 層表面の変化について検討した。

2.実験方法

実験に用いた GaN 層はマグネトロンスパッタ法にて作製した。真空中において 850℃でアニール処理を行い、表面の Ga-O 成分を除去した後[1]、湿度 50~60%(約 25℃)の大気中で所定の時間保管した。その後、昇温脱離ガス分析法(TDS)および X 線光電子分光法(XPS)測定を行い、熱的および化学的観点の双方から GaN 層の表面状態について検討した。更に、湿度が 10%以上低い 30~40%(約 25℃)の条件下で保管したものも比較試料とし、湿度の影響についても検討した。

3.実験結果

TDS 測定結果において、約 500℃で O₂ および Ga 成分の脱離ピークが大気暴露の時間経過に伴い顕著に現れたことから、表面には O 成分が徐々に蓄積されていくと考えられる。また、Ga 成分の経時的な変化も O₂ 成分と同様の結果であったことから、表面には Ga-O 結合が形成されていることが推察できる。また、この Ga-O 結合は、比較的低温の 500℃で解離するので、結合力が極めて弱いものであると示唆される。

XPS 測定結果から、GaN 層表面における O1s および Ga3d スペクトルのピーク強度比(I_{O1s}/I_{Ga3d})を算出した。その結果を Fig.1 に示す。大気暴露の時間経過に伴い I_{O1s}/I_{Ga3d} 強度比は増加の傾向を示した。5 日間程度で表面の酸素量は急激に増加するが、その後、飽和の傾向を示した。また、Ga3d スペクトルのピーク分離を行い Ga-O 結合量の推移を検討した結果、時間経過に伴い増加の傾向が見られた。更に、O1s スペクトルの波形分離では、Ga-O 結合量の増加と同時に-OH 結合量も増加していることが解った。一方、Fig.1 の赤印に示す湿度が低い条件下(湿度 30~40%)での試料は、大気暴露の時間が長いにもかかわらず、I_{O1s}/I_{Ga3d} 強度比が低かった。このことから湿度と表面の酸素量は密接な関係にあることを確認した。

室温大気中では GaN 層の表面は-OH 基の吸着や Ga-O 結合が形成されることで、化学的安定を保っている。しかしこれら O 成分の結合は 500℃程度の温度で解離するので、比較的容易に除去することが出来る。

【参考文献】 [1] 水野愛 他, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会(2017), 17p-P3-1.

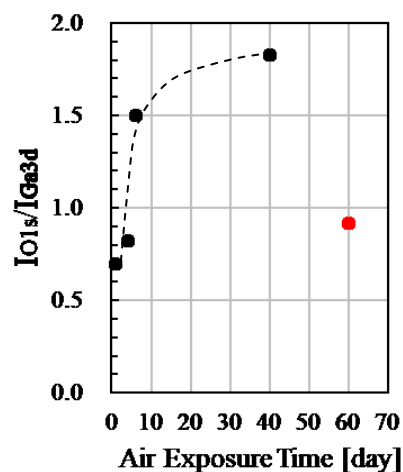


Fig.1 XPS signal intensity ratio (I_{O1s}/I_{Ga3d}) from GaN layer, depending on air exposure time. [Relative humidity range: 30 - 40%(●), 50 - 60%(●).]