

課題番号 : F-18-NU-0040
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 絶縁膜/GaN 表界面の高感度電子状態計測と酸化膜界面設計の研究
 Program Title(English) : Study of insulator/GaN interfaces using x-ray photoelectron spectroscopy
 利用者名(日本語) : 田岡紀之¹⁾, 大田晃生²⁾, 牧原克典²⁾
 Username(English) : N. Taoka¹⁾, A. Ohta²⁾, K. Makihara²⁾
 所属名(日本語) : 1) 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 名古屋大学連携研究サイト 名古屋大学 未来材料研究所 産総研・名大窒化物半導体先進デバイスオープンイノベーションラボラトリー, 2) 名古屋大学大学院 工学研究科
 Affiliation(English) : 1) AIST-NU GaN-OIL 2) Graduate school of Eng., Nagoya Univ.
 キーワード/Keyword : GaN、絶縁膜、X線光電子分光、分析

1. 概要(Summary)

ゲート絶縁膜/GaN 界面の構造制御は、GaN MOSFET において重要な課題である。その制御の困難さは、窒素の蒸気圧の高さと Ga の融点の低さを考えると容易に推察される。今回、Al₂O₃/GaN 構造を熱処理した際の Ga の挙動の把握を目指し、名古屋大学の設備を利用して、その挙動を詳細に調べた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 X線光電子分光装置

【実験方法】

GaN 基板の上に MOCVD で n 型 GaN 層を形成後、その表面を塩酸および HF で洗浄した。その後 TMA と酸化剤(H₂O と O₃)を用いた ALD で、~7 nm の Al₂O₃ 層を 300°C で形成した。それらの試料に対して、窒素雰囲気中で 500°C から 700°C で 1 分間熱処理(PDA)を行い、角度分解 X 線光電子分光法(XPS)によってその界面構造を調べた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig.1 に熱処理前および PDA 後の Ga 3d XPS スペクトルを示す。ここで脱出角度(TOA)は 90° である。Al₂O₃ 堆積後と 500°C または 600°C で PDA を行なった場合の Ga 3d XPS スペクトルに顕著な違いはみられない。一方で、700°C で PDA を行なった試料においては、binding energy (E_b)が 22.0 から 22.5 eV 付近において、XPS スペクトルの強度が増加していることがわかる。Ga の酸化物の XPS の信号は、これらの E_b 付近に観察されることから、700°C の熱処理によって Ga の酸化物量が増加したことがわかる。この Ga の酸化が Al₂O₃/GaN 構造のどこで起こっているかが重要となる。なぜなら、Ga 酸化物を絶縁膜/GaN 界面に形成することによって、

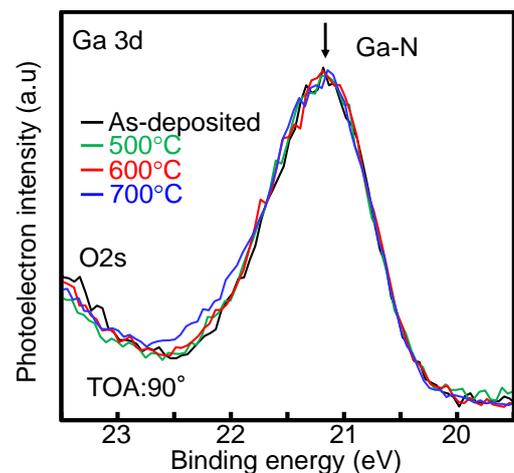


Fig.1 Ga 3d XPS spectra for the Al₂O₃/GaN structures with PDA at the various temperatures.

MOS キャパシタの電気的特性が向上するからである [1]。そこで、TOA を変えて XPS を測定した。結果として TOA = 30° と 90° の場合の Ga3d スペクトルを比較すると TOA=30° の場合、Ga 酸化物に起因した信号強度が TOA=90° の場合よりも増加していることが分かった。このことは、Ga 酸化物は Al₂O₃ 層の表面側に多く分布していること示しており、Ga が Al₂O₃ 中に拡散していることを示している。今後、これらの物理的構造と MOS キャパシタの電気的特性の関連性を調べ、高品質絶縁膜/GaN 界面構造の形成を目指す。

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献:[1] T. Yamamoto *et al.*, JJAP, **57**, 06JE01 (2018).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。