

課題番号 :2021B-E24

利用課題名 (日本語) :Ar イオンスパッタした GaN 表面の軟 X 線放射光光電子分光による酸化化学状態の
その場分析

Program Title (English) :Study of chemical state of oxygen on GaN surface caused by H₂O after the surface treatment
with Ar ion irradiation by x-ray photoelectron spectroscopy operated under synchrotron
radiation

利用者名(日本語) :角谷正友¹⁾、津田泰孝²⁾、坂本徹哉²⁾、吉越章隆²⁾

Username (English) :M. Sumiya¹⁾, Y. Tsuda²⁾, T. Sakamoto²⁾, and A. Yoshigoe²⁾

所属名(日本語) :1) (研)物質・材料研究機構, 2) 日本原子力研究開発機構

Affiliation (English) :1) NIMS, 2) JAEA

キーワード : III-V 族窒化物、Ar イオン照射、H₂O 酸化、その場観察 XPS

1. 概要 (Summary)

GaN-MOS トランジスタはパワーデバイスとして有望であるが、イオン注入による部分的な p 型化が困難であるため、縦型パワーデバイスにするためにトレンチ構造となっている。そのためチャンネル層は側壁である m 面に形成され、MOS 構造を形成する際にさまざまな面が同時に酸化ガスに曝される。これまでの GaN 表面の酸化に対する面方位依存性の実験から m 面は酸素が熱アニールでは抜けにくいことがわかっている。

本研究では酸素が抜けにくい m 面 GaN 表面に Ar イオンを照射した時の表面構造と H₂O 分子を照射した際の酸素の結合状態の経時変化を観測することを目的とした。

2. 実験(目的,方法) (Experimental)

有機金属化学堆積法で導電性のある m 面(10 $\bar{1}$ 0) GaN バルク基板上に成長した GaN 薄膜試料を用いた。試料を BL23SU の表面化学実験装置に導入して、表面清浄化のため超高真空下 900°C で加熱し、Ar イオン照射 (Ar ガス 2×10⁻⁵ Pa, 1 kV, 2.3 A) を 40 分間行った。その後 H₂O 蒸気 (1×10⁻⁵ Pa) を導入しながら、約 2 時間にわたって 730 eV の放射光を用いて O1s コアスペクトルを 30 秒毎に測定した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

測定前の 900°C でのアニールとともにカーボンはほとんど除去されたが、m-GaN 表面の酸素はほとんど残

留したままであった。このような表面に Ar イオン照射を行ったところ、吸着酸素が 1/10 と少なくなった。また、Ar スパッタすると、N1s 強度が半分程度になって表面から N が脱離した。それと同時に価電子帯上端に電子状態が出現した。これは N 抜けによって残った Ga 3s 軌道ではないかと考えている。

このような m 面 GaN 表面に H₂O 照射を約 2 時間行った。リアルタイム光電子分光から m 面 GaN 上酸素の化学結合状態や O1s 吸着量変化は再現性良く観測された。そして、N1s 強度が減少して、

酸化を示すピークが価電子帯スペクトルに顕著に現れ、表面に GaO_x が形成されたと考えられる。

4. その他・特記事項 (Others)

「なし」

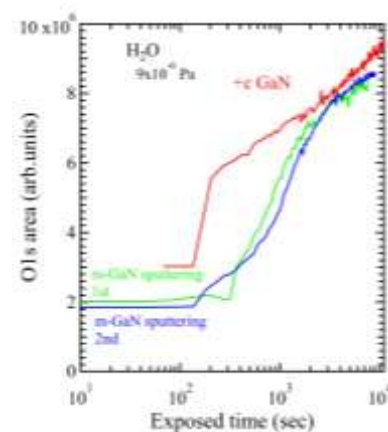


図 12 つの m-GaN 表面に H₂O を照射しながら測定した O1s コアスペクトルのエリア強度の時間依存性。