

AlGa_N 表面の熱酸化過程の放射光光電子分光分析

Synchrotron Radiation Photoemission Study of Thermal Oxidation of AlGa_N Surface

○渡邊 健太¹、山田 高寛¹、野崎 幹人¹、中澤 敏志²、施 泓安²、按田 義治²、

上田 哲三²、吉越 章隆³、細井 卓治¹、志村 考功¹、渡部 平司¹

(1. 阪大院工、2. パナソニック、3. 日本原子力研究開発機構)

Kenta Watanabe¹, Takahiro Yamada¹, Mikito Nozaki¹, Satoshi Nakazawa², Hongan Shih²,

Yoshiharu Anda², Tetsuzo Ueda², Akitaka Yoshigoe³, Takuji Hosoi¹, Takayoshi Shimura¹, Heiji Watanabe¹

(1. Osaka Univ., 2. Panasonic, 3. JAEA)

E-mail: k-watanabe@asf.mls.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】高性能 AlGa_N/Ga_N-HFET の実現には、ノーマリオフ化・ゲートリーク電流抑制という点で MOS ゲート構造が望ましいため、絶縁膜/AlGa_N 界面制御が重要である。我々はこれまでに、窒素プラズマ中でスパッタ堆積した AlON/AlGa_N 界面が良好な電気特性を示すことを報告している[1]。一方で Ga_N 表面に対しては、熱酸化により極薄 GaO_x 層を形成した後 SiO₂ を堆積した SiO₂/GaO_x/Ga_N 構造が良好な界面特性を示すことを確認している[2]。AlGa_N 表面に対しては、オゾンで AlGa_N 表面を酸化させた後、原子層堆積した Al₂O₃/AlGa_N 界面で電気特性が改善したとの報告[3]があるが、AlGa_N 表面の初期酸化過程に関しては十分な評価は行われていない。そこで本研究では AlGa_N 表面の酸化過程を放射光光電子分光分析によって詳細に調べた。

【実験結果及び考察】Si(111)上に AlGa_N/Ga_N 層を成長した基板を HCl 溶液により洗浄し、大気圧酸素雰囲気中、200~1000°C で 30 分間熱酸化を行った。励起エネルギー1253.6 eV、光電子脱出角 90°の条件で、各試料から取得した Ga 2p スペクトルを Fig. 1 に示す。結合エネルギーの較正は N 1s (<900°C)、O 1s (>900°C) スペクトルを用いて行った。熱酸化温度が高いほど Ga 2p スペクトルは高結合エネルギー側にシフトしていることが分かる。Fig. 2 に 700°C 酸化試料の Ga 2p スペクトルのピーク分離結果を示す。AlGa_N 起因の Ga-N 成分と Ga 酸化物起因の Ga-O 成分の 2 つのピークで良好なフィッティングが得られた。各熱酸化温度における AlGa_N 及び Ga_N 表面の Ga 酸化物 (Ga-O) 成分比を Fig. 3 にまとめた。AlGa_N では酸化温度 400°C 以上で、Ga_N は 700°C 以上で酸化物が徐々に増加しており、またどちらも 900°C 以上で酸化物が急激に増加していることが分かる。このことから AlGa_N 表面は Ga_N と比較して比較的低温でも酸化されやすいと言える。講演当日は Al の酸化挙動や表面形状、AlGa_N 表面に熱酸化処理を施した MOS デバイスの電気特性評価結果も含め詳細な議論を行う。

【謝辞】本研究の一部は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP (戦略的イノベーション創造プログラム)「次世代パワーエレクトロニクス」(管理法人: NEDO) によって実施された。放射光光電子分光分析は JAEA のナノテクノロジープラットフォーム事業 (Nos. 2016A3822、2016B3833) の支援を受け SPring-8 BL23SU にて実施した。

[1] R. Asahara *et al.*, Appl. Phys. Express **9**, 101002 (2016). [2] 山田他, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会 22a-W541-5. [3] H. Tokuda *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 120305 (2016).

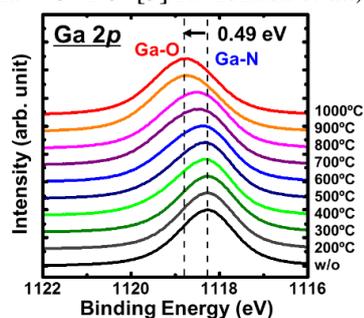


Fig. 1 Ga 2p core-level spectra taken from AlGa_N surfaces after thermal oxidation at various temperatures.

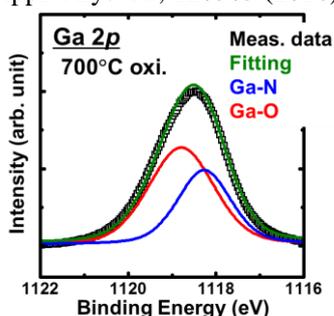


Fig. 2 Peak deconvolution of Ga 2p spectrum taken from AlGa_N surface after oxidation at 700°C.

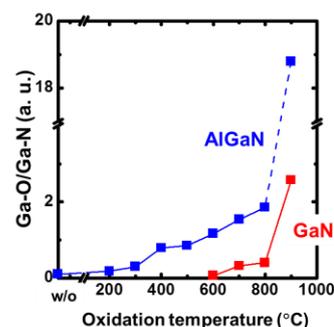


Fig. 3 Change in Ga-O/Ga-N ratio for AlGa_N and Ga_N surfaces as a function of oxidation temperature.