GaN 表面の熱酸化膜形成過程の評価

Investigation of GaO_x formation process in thermal oxidation of GaN surface

°山田 高寛 [1]、伊藤 丈予 [1]、淺原 亮平 [1]、野崎 幹人 [1]、中澤 敏志 [2]、石田 昌宏 [2]、上田 哲三 [2]、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）

°Takahiro Yamada[1], Joyo Ito[1], Ryohei Asahara[1], Mikito Nozaki[1], Satoshi Nakazawa[2], Masahiro Ishida[2], Tetsuzo Ueda[2], Takuji Hosoi[1], Takayoshi Shimura[1], and Heiji Watanabe[1]

(1. Osaka Univ., 2. Panasonic)　E-mail: tyamada@mls.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】　ワイドバンドギャップ半導体である GaN は、次世代パワーデバイスへの応用が期待されている。高性能 GaN パワーデバイスの実現には、MOS 構造における高品質な絶縁膜/GaN 界面の形成が不可欠である。しかし、堆積絶縁膜を用いる場合でも、自然酸化膜の存在やプロセス中の界面層の成長を考慮すると GaN 表面の酸化の制御は重要である。GaN 表面の熱酸化に関して、厚く酸化膜を形成すると表面粗さの増大や Ga_2O_3 結晶の形成が報告されている[1,2]。本研究では、熱酸化初期における GaN 表面の酸化物形成過程について評価した。

【実験方法と結果】　Si(111)基板上にエピタキシャル成長した *n* 型 GaN（1.5 μm 厚）を塩酸洗浄した後、酸素雰囲気中で熱酸化した。熱酸化温度は 700～900℃、酸化時間は 30 min である。熱酸化後の試料は、X 線光電子分光法（XPS）および原子間力顕微鏡（AFM）により評価した。図 1(a)に XPS 測定から取得した Ga 3*d* ピークと O 1*s* ピークの面積強度比を示す。熱酸化した試料の O 1*s* ピーク強度比の増加から、表面に酸化物が形成されたことを確認した。また、熱酸化温度が高いほど I_{O1s}/I_{Ga3d} 強度比は増加しており、850℃以上で酸化物の成長が顕著となることが分かった。図 1(b)は熱酸化後の表面の AFM 測定結果を示している。AFM 像から明らかなように、900℃の熱酸化では表面形状が著しく劣化することが分かった。一方、850℃では酸化物が GaN 表面の欠陥位置で優先的に形成されていることが AFM 像より見てとれる。このとき、欠陥部分を除いた表面粗さは未処理～850℃において約 0.1 nm と平坦であり、熱酸化温度によってほとんど変わっていなかった。以上の結果から、GaN 表面の酸化は 700℃でも進行するが、850℃で欠陥起因による Ga 酸化物の形成が顕著に生じ始め、900℃では酸化島が合体して表面粗さが著しく増大するような酸化物形成過程であることが分かった。

謝辞：本研究は、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）によって実施されました。

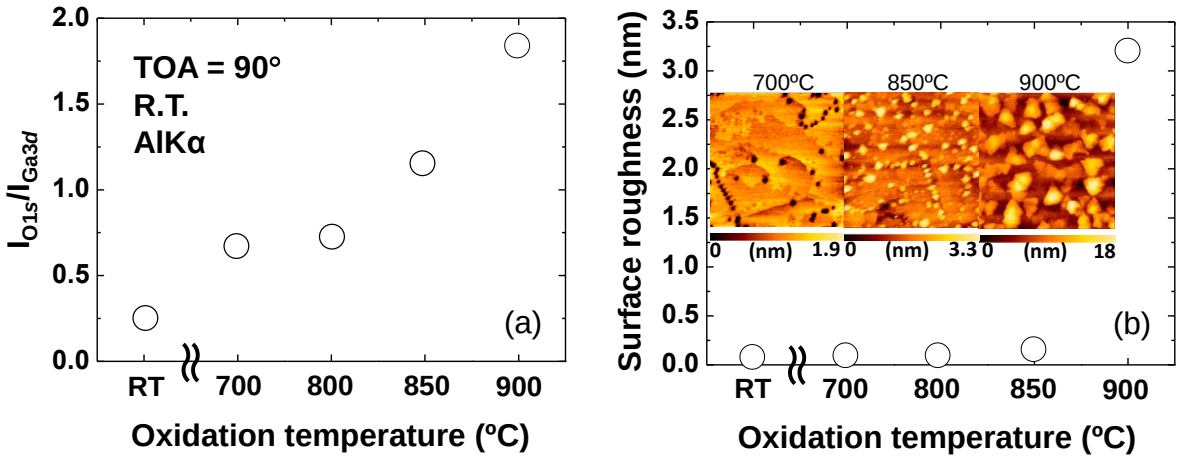

FIG. 1.　(a) Intensity ratio of O 1*s* and Ga 3*d*, I_{O1s}/I_{Ga3d}, obtained by XPS measurements and (b) surface roughness and AFM images in thermally oxidized GaN surface.

[1] H. S. Oon, and K. Y. Cheong, Materials Sci. Semiconductor Processing, **16** (2013) 1217.

[2] K. Inoue *et al*., IEDM 2001, 25.2.

© 2015年 応用物理学会