高圧水蒸気処理を用いた GaOx 層形成による SiO2/GaN 界面の特性評価

Characteristics of SiO₂/GaN Interface with Gallium Oxide Layer by High Pressure Water Vapor Annealing

奈良先端大¹,°安藤領汰¹,上沼睦典¹,古川暢昭¹,Lin Tengda¹,石河泰明¹,浦岡行治¹ NAIST¹, °Ryota Ando¹,Mutsunori Uenuma¹,Masaaki Furukawa¹,Tengda Lin¹,Yasuaki Ishikawa¹, Yukiharu Uraoka¹

E-mail: ando.ryota.an7@ms.naist.jp

【背景】

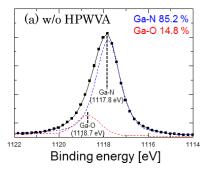
GaN を利用したパワーデバイスの実用化には、絶縁膜/GaN の界面制御技術の確立が課題である。また絶縁膜/GaN 界面の基礎的研究も GaN パワーデバイスの発展において重要である。本研究グループでは、界面改質技術として高圧高温の水蒸気により熱処理を行う高圧水蒸気処理(High Pressure Water Vapor Annealing: HPWVA)を用いており、これまでの研究から絶縁膜/GaN MOS キャパシタの電気的特性向上に効果があることが分かっている[1-3]。一方、 SiO_2/GaN 界面では GaO_X 層を形成させることで MOS 特性が向上することが報告されている[4]。そこで、本研究では HPWVA を用いて低温で GaN表面に極薄 GaO_X 層を形成させた試料に対して MOS 特性を評価した。

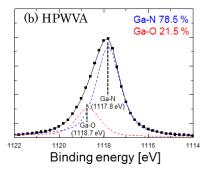
【実験方法】

GaN 基板上に 400°C, 0.5 MPa, 処理時間 30 min で HPWVA を行った. その後, TEOS を用いたプラズマ CVD 法により SiO_2 を 300°Cで 100 nm 堆積した. 比較用に絶縁膜堆積後に HPWVA を施した試料, HPWVA 無し(w/o HPWVA)試料も作製した. その後 XPS を用いて HPWVA による GaN 基板表面の酸化状態を評価した. また, 電気的特性評価として C-V 測定を行った.

【実験結果】

GaN 基板に対して HPWVA 無しと HPWVA を施した試料の XPS から得られた Ga $2p_{3/2}$ スペクトル の結果をそれぞれ Fig. 1(a)と(b)に示す。 HPWVA により Ga-O 結合の割合が増え,GaN 基板表面が酸 化されていることが分かる。分光エリプソメトリーを用いて膜厚測定を行った結果,およそ $0.6\,\mathrm{nm}$ の GaOx 層が形成されていることが確認された。また,High-Low 法によって求めた界面準位密度(D_{it})の 結果を Fig.2 に示す。 絶縁膜堆積前の HPWVA 試料と絶縁膜堆積後の HPWVA 試料とで界面準位密度 が同様に低減していることが明らかになった。これより絶縁膜堆積後に HPWVA を施した試料でも同程度の GaOx 層が $\mathrm{SiO}_2/\mathrm{GaN}$ 界面に形成されていることが示唆される。したがって HPWVA によって $\mathrm{SiO}_2/\mathrm{GaN}$ 界面に極薄酸化層を形成することによって界面欠陥が低減することが明らかになった。





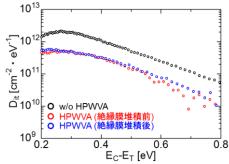


Fig. 1 XPS による組成評価 (a)w/o HPWVA (b) HPWVA

Fig. 2 HPWVA による界面準位密度の変化

【参考文献】

[1] Yoshitsugu et al., IWN2012 (2012), TuP-LN-12, [2] Tominaga et al., 応用物理学会春季学術講演会(2016), 22a-W541-8,

[3] Fujimoto et al., 応用物理学会秋季学術講演会(2017), 6p-PA8-4, [4] T. Yamada et al 2018 Appl. Phys. Express 11 015701

【**謝辞**】本研究は,総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「次世代パワーエレクトロニクス-GaN 縦型パワーデバイスの基盤技術開発」(管理法人: NEDO) によって実施された.