

課題番号 :2016B-E16
利用課題名 (日本語) :高性能 MOS 型パワーデバイス実現に向けたヘテロ界面評価とその制御技術の開発
Program Title (English) :Characterization and Control of Heterointerfaces for Wide Bandgap Semiconductor Power MOS Devices
利用者名 (日本語) :渡部平司¹⁾, 細井卓治¹⁾, 山田高寛¹⁾, 野崎幹人¹⁾
Username (English) :H. Watanabe¹⁾, T. Hosoi¹⁾, T. Yamada¹⁾, M. Nozaki¹⁾
所属名 (日本語) :1) 大阪大学大学院工学研究科
Affiliation (English) :1) Graduate School of Eng., Osaka University
キーワード : GaN, AlGaIn, oxidation

1. 概要 (Summary)

GaNは高い絶縁破壊電界などSiC以上の優れた物性を有し、またAlGaIn/GaNヘテロ界面に高濃度の2次元電子ガスを形成することから、パワーデバイス応用が期待されている。AlGaIn/GaNヘテロ接合トランジスタ(HFET)のノーマリオフ化とゲートリーク電流低減のために金属-絶縁体-半導体(MIS)ゲート構造が検討されているが、ワイドバンドギャップであるGaN(AlGaIn)上のゲート絶縁膜としては酸化物が唯一の候補であり、成膜時のAlGaIn表面の酸化に起因する界面特性劣化が懸念される。そこで本研究ではAlGaIn表面の酸化過程の理解のため、幅広い温度で大気圧酸素雰囲気中にAlGaIn表面を曝してその酸化状態を放射光光電子分光法により評価した。

2. 実験(目的,方法) (Experimental)

本研究ではSi(111)面上にAlGaIn/GaN層をエピタキシャル成長した基板を用いた。HCl溶液により基板表面を洗浄した後、大気圧酸素雰囲気中、200~1000°Cで30分間熱酸化を行った試料に対してSPring-8内の日本原子力研究開発機構専用軟X線ビームライン(BL23SU)に設置された表面反応分析装置を用いて、励起エネルギー1253.6 eV、光電子脱出角90°の条件で光電子分光分析を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

各試料からGa 2pスペクトルを取得し、酸化温度900°C以下の試料では、AlGaIn層に帰属するN 1sスペクトルを用いて結合エネルギーの較正を行った。一方、酸化温度1000°CではN 1sピークが検出されなかったことから、観測されたGa 2pスペクトルはGa酸化物に帰属すると考えられるため、AlGaInおよびGa酸化

物どちらのピークも観測された酸化温度900°C試料に対し、O 1sスペクトルを用いてエネルギー較正を行った。その結果、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おり、酸化によるケミカルシフトは約0.5 eVであることがわかった。そこで、AlGaIn起因のGa-N成分とGa酸化物起因のGa-O成分の2つでGa 2pスペクトルのピーク分離を行い、各熱酸化温度におけるAlGaIn表面のGa酸化物(Ga-O)成分比を求めたところ、酸化温度400°C以上で酸化物が徐々に増加しており、また900°C以上で急激に増加することがわかった。2015B期に実施したGaN表面の場合と比較すると、酸化温度900°C以上で急激に酸化物形成が進む点はよく一致している。一方、低温域では、GaNに比べてAlGaInの方がより低温で酸化が始まり、その進行も速いことがわかった。

4. その他・特記事項 (Others)

本研究は、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。

共同研究者: 吉越章隆 (日本原子力研究開発機構)