

ESR を用いた Fe ドープ GaN の x 線照射と熱アニーリング効果

Effects of X-irradiation and Thermal Annealing on Fe-doped GaN

山口大院創成科学,[○](M1) 赤瀬 薫, (M2) 濱崎 裕也, 甲斐 綾子

Yamaguchi Univ., Graduate School of Sciences and Technology for Innovation,

[○]Kaoru Akase, Yuya Hamasaki, Ayako Kai

E-mail: kai@yamguchi-u.ac.jp

【背景】現在主流である Si 系パワー半導体材料は性能向上の限界に達しており、Si より物性の優れる GaN が次世代材料として有望視されている。実用化の課題の一つとして GaN は結晶成長時にドナー型不純物が混入し低抵抗化するという問題があり、対策として Fe を意図的にドーピングし不純物からの電子を捕獲させる方法がある。しかし、高抵抗化には不純物濃度の 10^4 倍程度のドーピング量が必要であり、電子捕獲中心として機能していない Fe が多く存在していると推測される。そこで我々は、電子スピン共鳴 (ESR) を用いて、ドーピングされた Fe の存在状態、電子捕獲中心としての有効性、他の格子欠陥形成との関連性を調べた。

【実験方法】試料には、HVPE 法によりサファイア基板上に成長させた Fe ドープ GaN 単結晶薄膜⁽¹⁾ ($2.1 \times 10^{20} [\text{cm}^{-3}]$) を用いた。ESR 測定は、X バンドの装置 (JES-FA300, JEOL) を用いて室温で行った。X 線照射は室温で行い、熱アニーリング処理は、真空中、大気中、窒素中で最高温度 850°C の条件で行った。

【結果及び考察】Fig. 1 は Fe ドープ GaN 結晶の c 軸と外部磁場が垂直の時の ESR スペクトルである。5 本の明確な吸収線は、スピンハミルトニアン解析結果とも一致することから Ga サイトに置換した Fe^{3+} の信号である。x 線照射後は Fe^{3+} のスピン量が減少し、時間経過後も回復しなかったことから Fe^{3+} が電子捕獲中心として機能することがわかった。真空中で熱アニーリングした試料では、Fig. 2 に示すように、新たに窒素空孔に関連すると考えられる信号が $g=2.0023$ に出現し、 Fe^{3+} のスピン量も減少傾向を示した。発表では、これらのアニーリング効果を含めて報告する。

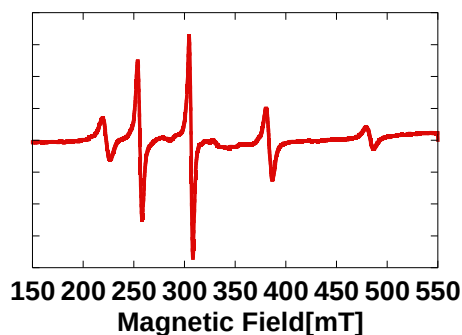


Fig.1 ESR spectrum of as-received Fe-doped GaN

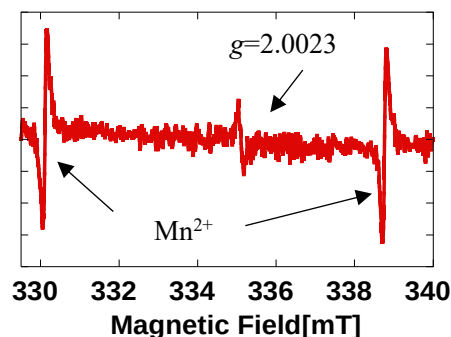


Fig.2 ESR spectrum of Fe-doped GaN after annealing at 850°C in vacuum.

- 【謝辞】 (1) 山口大院創成科学研究科只友研究室からご提供頂きました。深くお礼申し上げます。
 (2) 本研究は、JSPS KAKENHI Grant Number JP20K04563 の助成を受けて行われました。