



GaN の非占有状態電子状態測定

山下 良之^{1,2}, タン ジンミン^{1,2}

1 物質・材料研究機構, 2 九州大学

キーワード：GaN, XANES, ドーパント

1. 背景と研究目的

GaN はパワーデバイスとして注目を集めており、Mg をドーピングすることにより P 型半導体、Si もしくは Ge をドーピングすることにより N 型半導体として働く。GaN は種々の高性能を有しているが、GaN の最大の問題点の 1 つはドーピングしたドーパント量と実行キャリア数の間に大きな相違があること、すなわち不活性なドーパントが GaN 基板中に多数存在することである。ドーパント量とキャリア量が制御されれば GaN が本来有する特性をより引き出す事が期待され、学術的のみならず工学的な波及効果も莫大であると考えられる。2020 年 10 月に我々は本施設を利用することにより Si をドーピングした GaN の Si ドーパントの化学状態を Si KLL オージェ分光法を用いることにより成功している。また、オージェ収量法を用いることにより化学状態分離 XANES の測定に成功している。本研究では GaN の非占有状態を測定することにより、Si ドーパントの非占有状態が GaN の非占有状態中にどのように分布しているかを明らかにすることを目的として研究を行った。

2. 実験内容

本実験で用いた試料はノンドーピング GaN(0001)である。GaN は測定前に濃塩酸で 1 分間処理を行い、その後純粋で洗浄し、真空封止してあいちシンクトロン光センターに持ち込んだ。N K-edge XANES 測定は全電子収量法を用い、測定範囲 330 eV から 450 eV で測定を行った。N1s の光電子分光測定は 800 eV の入射光を用いて測定を行った。

3. 結果および考察

N K-edge XANES 測定、N1s 光電子分光法、および 2020 年 10 月の Si K-edge 化学状態分離 XANES 測定の結果より、ドーパント Si の非占有状態と GaN の非占有状態の関係を求めたものが Fig.1 である。SiN_x および Si₃N₄ の非占有状態をみると Si₃N₄ はバンドギャップ内に準位を有さないのに対し、SiN_x はギャップ内に準位を形成している。以上のことからギャップ内に準位を有する SiN_x は Si ドーパントの活性サイト、ギャップ内に準位を有さない Si₃N₄ は Si ドーパントの非活性サイトと結論した。現在、FEFF9 を用いて XANES スペクトルのシミュレーションを行うことにより、ドーパントの原子構造を明らかにすることを行っている。

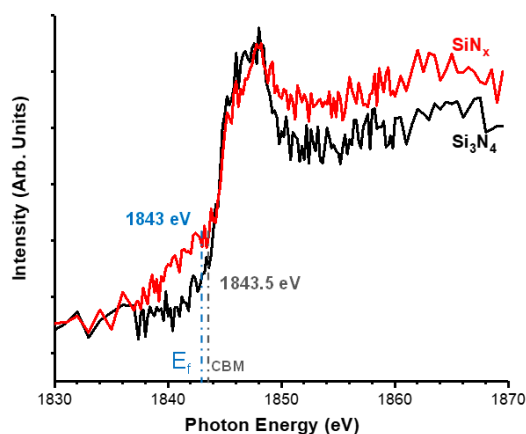


Fig.1: Chemical discriminated Si K-edge XANES spectra. CBM and E_f were obtained from N K-edge XANES and N1s PES, respectively.