

Si ドープ GaN 中ドーパント活性サイトの化学状態・原子構造

○山下 良之^{1,2*}, Tang Jingmin^{1,2}¹ (国) 物質・材料研究機構, ² 九州大学工学府

Atomic structure and Chemical State in Active Dopant Sites of Si-Dopant in GaN

○Yoshiyuki Yamashita^{1,2*} and Jingmin Tang^{1,2}¹National Institute for Materials Science, ²Graduate School of Engineering, Kyushu University

1. はじめに

GaN はパワーデバイスとして注目を集めており、Si をドープすることにより 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つはドープ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できれば 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。本研究では GaN 中の、Si ドープの活性サイトおよび不活性サイトの原子状態、原子構造を明らかにすることを目的とし化光電子分光および化学状態分離 XANES を行った。

2. 実験

実験で用いた試料は 0.5 mol %Si ドープ GaN(0001) である。GaN は濃塩酸処理を1分間行い、その後純粋で洗浄した。光電子分光測定および化学状態分離 XANES 測定はいちシンクロトロン光センタービームライン BL1N2 および BL6N1 を用いて測定を行った。光電子分光測定は入射光 1860 eV を用いて Si KLL のオージェ領域および Si1s 領域の測定を行った。XANES は Si K 端領域の測定を行った。XANES はオージェ収量により測定を行った。

3. 結果および考察

Si KLL オージェ分光法によりドーパントの化学状態を測定したところ、運動エネルギー 1608.5 eV, 1611 eV を主成分とする二つの化学状態が観測された。過去の文献を参照することにより、1608.5 eV は SiN_x ($X > 1.33$), 1611 eV は Si_3N_4 と帰属した。¹⁾ Si KLL におけるオージェの2つの成分 (1608.5 eV, 1611 eV) にてオージェ収量

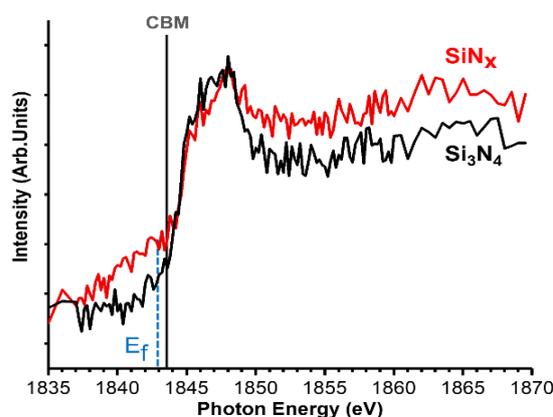


Fig. 1. Si K-edge XANES

XANES の測定を行ったスペクトルを Fig. 1 に示す。CBM および E_f はノンドープ GaN を用いた光電子分光法および XANES より求めた。図を見ると Si_3N_4 はバンドギャップ内に準位を持たないのに対し、 SiN_x はバンドギャップ内に準位を有する。以上のことから SiN_x がドーパントの活性サイトと結論した。ドーパントの原子構造を明らかにするため XANES スペクトルのシミュレーション²⁾を行ったところ Ga 原子が Si 原子に置き換わった置換サイトが実験スペクトルを再現した。よって Ga 原子が Si 原子に置き換わったサイト (SiN_x) が Si ドープ GaN の活性サイトであると結論した。

謝辞

本研究を行うにあたり、実験を支援していただいたいちシンクロトロン光センターの陰地 宏博士、杉山陽栄博士に感謝する。

文 献

- 1) J. L. Dupuie, et al., J. Elec. Soci., **139**, 1151(1992).
- 2) J.J. Rehr et al., Phys. Chem. Chem. Phys., **12**, 5503 (2010).

*E-mail: YAMASHITA.Yoshiyuki@nims.go.jp