

陽電子消滅による窒化物半導体中 0 次元特異構造（点欠陥） のキャリア捕獲の評価

Study of carrier trappings by point defects in group-III nitrides
by means of positron annihilation

筑波大数物¹, 産総研², 物材研³ ○上殿 明良¹, 石橋 章司², 角谷 正友³

Univ. of Tsukuba¹, AIST², NIMS³ A. Uedono¹, S. Ishibashi², M. Sumiya³

E-mail: uedono.akira.gb@u.tsukuba.ac.jp

【はじめに】陽電子消滅は、結晶の空孔型欠陥を感度良く検出できる非破壊検査法である。陽電子が物質中に打ち込まれると、運動エネルギーを失った後、電子と対消滅し、主に 2 本の γ 線を放出する（図 1）。 γ 線のエネルギーは $m_0 c^2$ で得られるが、電子の運動量を反映したドップラー広がりを示す。一方、陽電子は原子核とのクーロン反発力のため、空孔型欠陥に捕獲される可能性がある。欠陥中の電子運動量分布は完全結晶の場合とは異なることを利用し欠陥を検出することができる。

【実験・結果】Si 基板上に成膜した GaN 中の空孔型欠陥を評価した結果を図 2 に示す。S パラメーターはドップラー広がり
の尖鋭度を示し、陽電子が空孔に捕獲されると値が上昇する。GaN 中の炭素濃度[C]を
図中に示した。炭素濃度が $2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ の試料では、照射光エネルギーが 1.8 eV,
2.7 eV で上昇し始め、3.2 eV で飽和している。光ルミネセンス測定結果より、3.2
eV はバンド端発光に対応することがわかる。S 値の上昇は、正に帯電した空孔が電
子を捕獲するために生じるので、それぞれのエネルギーで電子捕獲が生じていると
判断できる。

【謝辞】本研究の一部は、NEDO 戦略的イノベーション創造プログラム、文科省 省
エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発、科研費(新学術・特異構造
16H06424)の援助を受けた。

【文献】[1] 上殿明良, 応用物理 84, 402 (2015). [2] A. Uedono *et al.*, Thin Solid Films 639, 78 (2017).

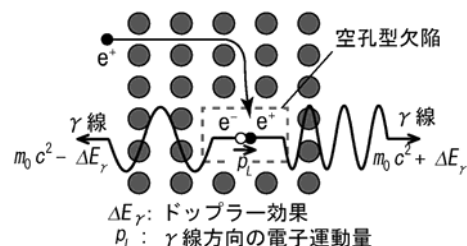


図 1. 陽電子の空孔型欠陥への捕獲。消滅 γ 線は電子の運動量 p_L によりドップラー広がり
を示す。また、陽電子はイオン殻から反発力を受け、空孔に捕獲される傾向がある。

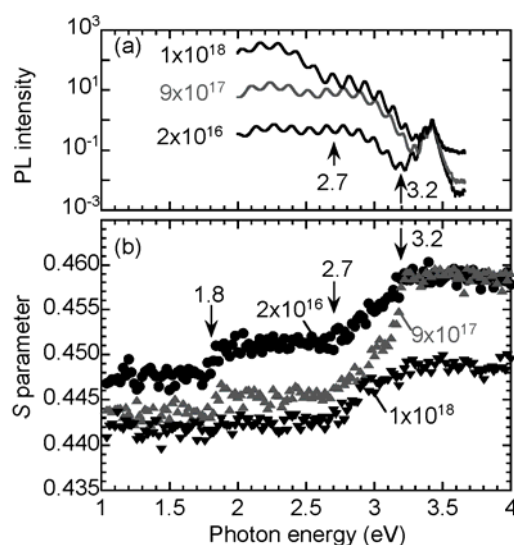


図 2. GaN/Si の (a) PL スペクトルと、(b) S 値の照射光エネルギー依存性。[C] は図中に示した。