

陽電子消滅を用いた Mg イオン注入により形成した p 型 GaN の Mg 活性化プロセスと空孔型欠陥の研究

Study of Mg activation process in Mg-implanted GaN by means of positron annihilation

¹筑波大数物, ²富士電機, ³東北大多元研, ⁴産総研

○上殿明良¹, 田中亮², 高島信也², 上野勝典², 江戸雅晴²,
嶋紘平³, 小島一信³, 秩父重英³, 石橋章司⁴

¹Univ. of Tsukuba, ²Fuji Electric, ³IMRAM-Tohoku Univ., ⁴AIST

○A. Uedono¹, R. Tanaka², S. Takashima², K. Ueno², M. Edo²,
K. Shima³, K. Kojima³, S. F. Chichibu³, and S. Ishibashi⁴

陽電子消滅は、固体の空孔型欠陥や空隙を感度良く検出できる非破壊検査法である。陽電子は電子と対消滅し、主に 2 本の γ 線を放出する (図 1)。 γ 線のエネルギーは m_0c^2 で得られ、電子の運動量を反映したドップラー拡がりを示す。陽電子が空孔型欠陥に捕獲された場合、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。+c 面 GaN 単結晶基板上に MOVPE 成長させた GaN 層に、Mg, N, 及び Mg と N を共注入した試料を作成、焼鈍後における空孔型欠陥の深さ分布を単色エネルギー可変陽電子ビームにより検出した。図 2 には、Mg+N 共注入 GaN の結果を示す。焼鈍前試料について、 $E=3-10$ keV の平坦な S 値の領域が欠陥領域に対応する。導入されている主な欠陥は複空孔 ($V_{Ga}K_N$) であった。焼鈍後の S 値の上昇は、空孔集合の効果、また、 $E=3$ keV 付近の S 値の下降は Mg 活性化による正荷電状態を持つ欠陥導入によるものである。講演では、焼鈍による Mg 分布の変化、活性化、及び空孔型欠陥との関係について詳しく報告する。

謝辞 本研究は科研費 (16H06424, 16H06427), 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」(JPJ005357), 革新的パワーエレクトロニクス創出基盤技術研究開発事業 (JPJ009777) により行われた。

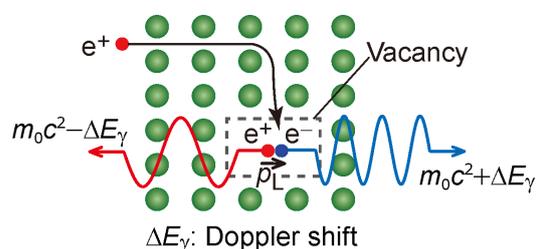


図 1. 陽電子の空孔型欠陥への捕獲. 消滅 γ 線は電子の運動量 p_L によりドップラー拡がりを示す. また, 陽電子はイオン殻から反発力を受け, 空孔に捕獲される傾向がある.

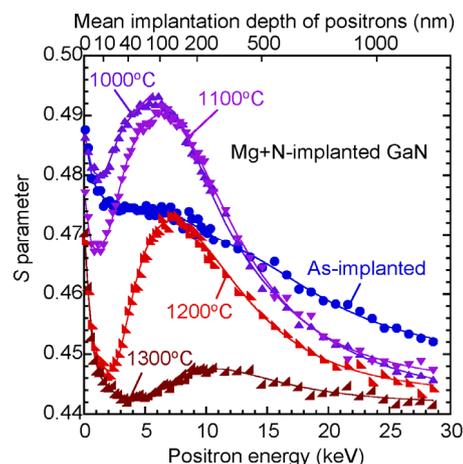


図 2. Mg+N 共注入 GaN の S 値の陽電子打ち込みエネルギー (E) 依存性. 欠陥が無い場合の GaN の S 値は 0.41 であり, $E=3-13$ keV 付近の S 値の上昇がイオン注入による空孔型欠陥の効果である. 焼鈍温度を図中に示した.