

# ガンマ線照射によりホモエピタキシャル成長 n 型 GaN 中に形成される電子トラップ

## Electron traps in homoepitaxial n-type GaN formed by gamma-ray irradiation

青島慶人<sup>1</sup>, 鐘ヶ江一孝<sup>2</sup>, 堀田昌宏<sup>2</sup>, 須田淳<sup>2,3,4</sup>

(名大工<sup>1</sup>, 京大院工<sup>2</sup>, 名大未来研<sup>3</sup>, 名大院工<sup>4</sup>)

Keito Aoshima<sup>1</sup>, Kazutaka Kanegae<sup>2</sup>, Masahiro Horita<sup>2</sup>, Jun Suda<sup>2,3,4</sup>

(Nagoya Univ.<sup>1,3,4</sup>, Kyoto Univ.<sup>2</sup>)

E-mail: aoshima.keito@i.mbox.nagoya-u.ac.jp

【はじめに】 バンドギャップの大きい窒化ガリウム(GaN)は、宇宙空間や原子炉において使用されるエレクトロニクス機器の耐放射線デバイス材料として期待されている。本研究では、ホモエピタキシャル成長した低転位( $\sim 10^6 \text{ cm}^{-2}$ ) GaN に対してガンマ線を照射し、電気的特性評価を行うことで、ガンマ線によって GaN 中に形成されるトラップの特定、その生成レートの解明を行うとともに、いまだに統一的な見解が得られていない as-grown GaN において観測される点欠陥の起源を突き止める手掛かりを得ることを目的としている。今回は、ガンマ線によって n 型 GaN に形成される電子トラップを DLTS により評価したので報告する。

【実験方法】 n 型 GaN 自立基板上に MOVPE 法により n 型 GaN ( $\text{Si: } 5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ) をホモエピタキシャル成長し、表面に Ni ショットキー電極、裏面に Ti/Al オーミック電極を形成した Ni/n-GaN ショットキーバリアダイオード(SBD)を用意し、様々な照射量で  $^{60}\text{Co}$  ガンマ線(1.25 MeV) を照射した。それぞれのサンプルについて DLTS 測定から電子トラップの評価を行った。

【実験結果】 Fig.1 に DLTS スペクトルを示す。as-grown の試料では E1 ( $E_c - 0.26 \text{ eV}$ ) と E3 ( $E_c - 0.58 \text{ eV}$ ) のトラップ準位が観測された。この 2 つのトラップは過去にホモエピ成長 n-GaN における DLTS 測定においても観測されている<sup>[1]</sup>。200 kGy(Si)のガンマ線を照射した後の試料では、E1 と E3 に変化はなかったが、新たに G1 ( $E_c - 0.14 \text{ eV}$ )と G2 ( $E_c - 0.95 \text{ eV}$ )の 2 つのトラップ準位が観測された。一方で、C-V 測定から求めた実効ドナー密度、障壁高さに関して、照射前後で有意な変化は見られなかった。

400 keV の電子線照射によって、ホモエピ成長 n-GaN 中に  $E_c - 0.13 \text{ eV}$  と  $E_c - 0.98 \text{ eV}$  のトラップ準位の形成が確認されており<sup>[2]</sup>、本研究で観測された G1、G2 はこれらと同一のトラップであると考えられる。このことから、G1、G2 の電子トラップは、GaN 内でコンプトン散乱によってガンマ線から 0~1.25 MeV のエネルギーを得た電子による、二次的な電子線照射により生成されたトラップであると考えられる。なお、G1 についてはサファイア基板上 GaN に対して 200 kGy(Si)のガンマ線を照射した先行研究<sup>[3]</sup>においても確認されている。

【謝辞】 本研究の一部はカシオ科学振興財団の研究助成により行われました。

[1] Tokuda, CS MANTECH 2014, 2.2. [2] 堀田他, 第 64 回春季応用物理学会 14a-315-6 (2017).

[3] Umana-Membreno et al., IEEE Trans. Electron Devices 50, 2326 (2003).

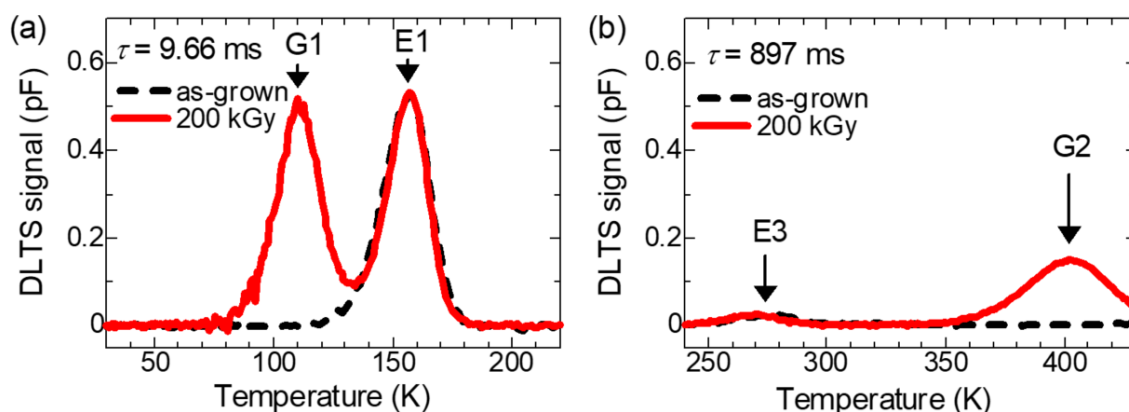


Fig.1 DLTS spectra of n-GaN epilayers; as-grown sample and sample after irradiation with 200 kGy(Si) of gamma rays (a)  $\tau = 9.66 \text{ ms}$ ,  $T = 30 \text{ K} \sim 230 \text{ K}$  (b)  $\tau = 897 \text{ ms}$ ,  $T = 230 \text{ K} \sim 430 \text{ K}$ .