

ガンマ線照射によりホモエピタキシャル成長 n 型 GaN 中に形成される深さ 1 eV 以上の電子トラップ

Deep Electron Traps in Homoepitaxial N-type GaN

Formed by Gamma-ray Irradiation

名大院工¹, 京大院工², 名大未来研³ ◯(M1)青島慶人¹, 鐘ヶ江一孝², 堀田昌宏², 須田淳^{1,3}

Nagoya Univ.^{1,3}, Kyoto Univ.² ◯Keito Aoshima¹, Kazutaka Kanegae², Masahiro Horita², Jun Suda^{1,3}

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

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($\sim 10^6 \text{ cm}^{-2}$) n 型 GaN に対してガンマ線を照射し、Deep Level Transient Spectroscopy (DLTS)を行うことによって、ガンマ線照射により生成される電子トラップの解明を目指している。前回までにガンマ線を照射すると、照射前からエピ層に存在する E1 ($E_c-0.26 \text{ eV}$) と E3 ($E_c-0.58 \text{ eV}$) の電子トラップには全く変化が生じないが、新たに G1 ($E_c-0.14 \text{ eV}$)と G2 ($E_c-0.95 \text{ eV}$)の2つの電子トラップが生成されることを報告した^[1]。今回は、深さが約 1 eV と非常に深い準位である G2 トラップの密度やスペクトルを正確に得るために、測定に用いるショットキー障壁高さに着目した評価を行ったので報告する。

n⁺型 GaN 自立基板上に MOVPE 法により n 型 GaN (実効ドナー濃度: $6 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$)を成長し、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 ⁶⁰Co ガンマ線(1.25 MeV)を照射した。それぞれの試料について DLTS 測定から電子トラップの評価を行った。なお、高温 DLTS 測定によるトラップの意図しないアニールアウトを防ぐために温度範囲は 370 K までとした。

Fig. 1 にショットキー障壁高さの異なる2つの試料に対して、500 kGy(Si)のガンマ線を照射し、ICTSを行った結果を示す。E3 のスペクトルは2つの試料で一致しており、グラフには示していないが G1 に関しても一致を確認している。一方、G2 スペクトルの形状は大きく異なっていることが分かる。E3 や G1 は、エネルギー準位が 0.58 eV や 0.14 eV であるため障壁高さによる違いはないが、G2 は 0.95 eV と深い準位のため、障壁高さの違いによる影響が生じている。障壁高さが 1.12 eV の試料では、ブロードなピークが観測されているが、障壁高さが 1.27 eV の試料では、前回報告した G2 に加えて、時定数 10^3 s 付近にもう一つピークを観測している。

このような深い準位の電子トラップは、400 keV の電子線照射では観測されていないが^[2]、2 MeV の電子線照射では $E_c-1.14 \text{ eV}$ の準位に観測されている^[3]。⁶⁰Co ガンマ線により GaN 内に生成されたコンプトン電子は 0~1.25 MeV のエネルギー幅を持つことを考えると、⁶⁰Co ガンマ線照射でも 2 MeV の電子線照射と同様のトラップが形成されたのだと考えられる。

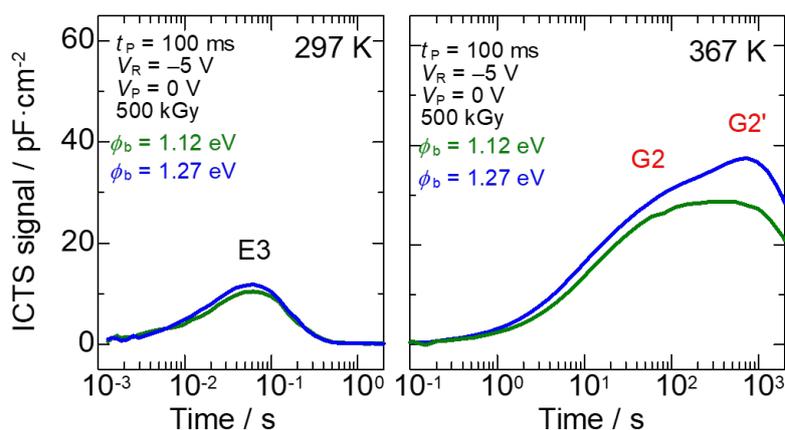


Fig. 1: ICTS spectra of gamma-ray irradiated n-GaN epilayers; barrier height is 1.12 eV and 1.27 eV.

[1] K. Aoshima, *et al.*, 第 65 回春応物 19a-C302-3 (2018). [2] M. Horita, *et al.*, 第 64 回春応物 14a-315-6 (2017).

[3] Duc *et al.*, APL **105** 102103 (2014).

【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た。