

ホモエピタキシャル成長 n 型 GaN 中に 2 MeV 電子線照射により形成される深い準位 Deep levels introduced by 2-MeV electron beam irradiation in homoepitaxial n-type GaN

○堀田 昌宏^{1,2}, 成田 哲生³, 加地 徹², 上杉 勉³, 須田 淳^{1,2} (名大院工¹, 名大未来研², 豊田中研³)

○Masahiro Horita^{1,2}, Tetsuo Narita³, Tetsu Kachi², Tsutomu Uesugi³, Jun Suda^{1,2}

(1. Nagoya Univ., 2. Nagoya Univ. IMASS, 3. Toyota Central R&D Labs., Inc.)

E-mail: horita@nagoya-u.jp

窒化ガリウム(GaN)を用いた縦型パワーデバイスの研究が活発化している。縦型デバイスは、エピタキシャル成長をはじめイオン注入、反応性イオンエッチングなどのプロセスを経て形成されるが、各プロセスにおいて GaN 中に種々の点欠陥が導入されることから、点欠陥と形成される深い準位について理解することは重要である。これまで、我々はエネルギー100~400 keV の電子線照射によって、GaN 中で発生する N 原子変位、および導入される真性欠陥 V_N , N_i と、DLTS によって観測される 2 つの深い準位 EE1 ($\Delta E_T = E_C - E_T = 0.17$ eV) および EE2 ($\Delta E_T \sim 1$ eV) の相関について議論してきた[1]。一方で、450 keV 以上の高エネルギーで電子線照射を行うと、N および Ga 原子両方の変位が発生すると予測されている[2]。高エネルギー電子線照射によって形成される準位を調べ、これまで得た N 原子変位関連欠陥の情報を考慮しつつ解析を行うことで、Ga 原子変位関連欠陥の情報を得ることができる。今回は、Ga 原子変位が発生する高エネルギーにて電子線照射を行い、形成される深い準位について評価を行ったので報告する。

GaN 自立基板上に MOVPE により成長した n-GaN(実効ドナー密度 $1.4 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$) に対して、エネルギー2 MeV の電子線照射を行った。フルエンスは $3 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ とし、照射後に Ni ショットキー電極($\phi = 1 \text{ mm}$)を蒸着により形成した。Fig. 1 に低温 DLTS および 360 K ICTS スペクトルを示す。MOVPE 成長した n-GaN に存在する準位 E1 および E3 のピークに加えて、EE1, EE3, EE4, EE5, EE6(それぞれ $\Delta E_T = 0.16, 0.51, \sim 1.0, \sim 1.0, \sim 1.0$ eV)の5つのピークが観測された。EE1 は、400 keV 以下で照射した試料においても観測されており、起源は V_N 関連であると推測される。また、EE5 と EE6 のいずれか一方は、400 keV 以下の照射で観測される EE2 ピークと同一であり起源は N_i 関連であると推測され、他方のピークは、Ga 変位関連欠陥(V_{Ga} または Ga_i)を起源とする準位であると考えられる。EE3 および EE4 は、400 keV 未満の照射では観測されておらず、また、EE1, EE5, EE6 と比較して密度が 1~2 桁程度小さいことから、 V_{Ga} や Ga_i が関連する複合欠陥である可能性が示唆される。

[1]堀田 他, 第 79 回秋季応用物理学会 20a-331-6 (2018)

【謝辞】本研究は、総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「次世代パワーエレクトロニクス-GaN 縦型パワーデバイスの基盤技術開発」(管理法人: NEDO)によって実施された。

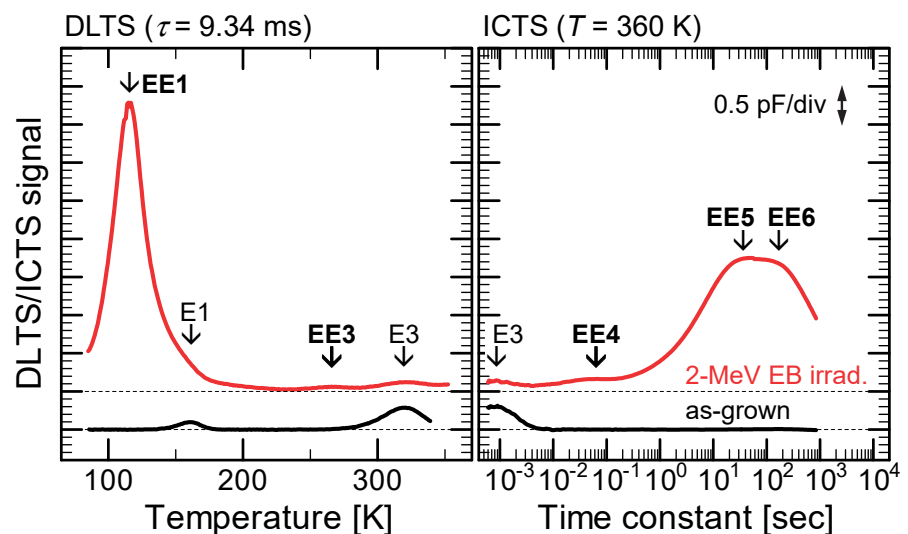


Fig. 1: Low temperature DLTS (left, for shallower level) and 360 K ICTS (right, for deeper level) spectra of n-GaN epilayers irradiated with 2-MeV electron beam.