

## 酸素イオン注入により n 型 GaN 中に形成される電子トラップ

### Electron traps formed by oxygen ion implantation in n-type GaN

○(M1) 柴田 優一<sup>1</sup>, 堀田 昌宏<sup>1,2</sup>, 田中 亮<sup>3</sup>, 高島 信也<sup>3</sup>, 上野 勝典<sup>3</sup>, 須田 淳<sup>1,2</sup>

(名大院工<sup>1</sup>, 名大未来研<sup>2</sup>, 富士電機<sup>3</sup>)

○Yuichi Shibata<sup>1</sup>, Masahiro Horita<sup>1,2</sup>, Ryo Tanaka<sup>3</sup>, Shinya Takashima<sup>3</sup>, Katsunori Ueno<sup>3</sup>, Jun Suda<sup>1,2</sup>

(1. Nagoya Univ., 2. Nagoya Univ. IMASS, 3. Fuji Electric)

E-mail: shibata.yuichi@a.mbox.nagoya-u.ac.jp

GaN 縦型パワーDMOSFET は次世代パワーデバイスとして期待されている。DMOSFET の性能向上のために必要な課題として JFET 抵抗の低減がある。先行研究で JFET 領域に酸素イオンを注入することで JFET 領域の実効ドナー密度を増やし、抵抗を低減することが検討されているが<sup>[1]</sup>, 注入した酸素密度に対し、実効ドナー密度が低下するという問題がある<sup>[2]</sup>。その一因としてイオン注入により形成されたトラップによるキャリアの補償が考えられる。本研究では、酸素イオン注入により GaN 中にどのようなトラップが形成されているか明らかにするために、n 型エピタキシャル成長層に酸素イオン注入を行い、酸素濃度 (SIMS) と実効ドナー密度 (C-V 測定) の深さ分布の比較をし、DLTS 測定から形成された電子トラップの種類、密度を評価したので報告する。

n<sup>+</sup>-GaN 自立基板上に MOVPE によって成長した n-GaN (実効ドナー密度:  $2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ) に対して、酸素イオンを深さ  $0.7 \mu\text{m}$ , 平均濃度  $1.0 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  になるように注入した。なお、注入は4段階で行い、最大エネルギーは  $700 \text{ keV}$  である。活性化アニールは、AlN キャップ層を用いて、窒素雰囲気中 5 分として、 $1100^\circ\text{C}$ ,  $1300^\circ\text{C}$  の 2 条件で行った。アニール後にショットキー電極 (Ni/Au) を蒸着した。

$1100^\circ\text{C}$  アニール試料では、Fig. 1 に示すように、酸素濃度と実効ドナー密度の深さ分布の比較より、実効ドナー密度が酸素濃度に対して約  $9 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  低下したことを確認した。また、Fig. 2 に示すように、DLTS 測定から  $10^{15} \sim 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  台のトラップが 4 つ観測された。実効ドナー密度の低下分に近い濃度のトラップが形成されていることから、実効ドナー密度低下の一定量がトラップによるキャリアの補償であることを示唆している。次に、 $1300^\circ\text{C}$  アニール試料では、DLTS 測定から 3 つのトラップ (密度:  $9 \times 10^{14} \sim 1.7 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ) が観測された。この結果と、 $1100^\circ\text{C}$  アニール試料の結果を比較することで、 $1300^\circ\text{C}$  のより高温のアニールによりトラップが低減していると考えられる。

本研究は、内閣府総合科学技術・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) 「IoE 社会のエネルギーシステム」(管理人: JST) によって実施された。

[1] Ryo Tanaka et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* **59** SGGD02 (2020)

[2] 福島他 第 67 回応用物理学会春季学術講演会 13p-PA9-12 (2020)

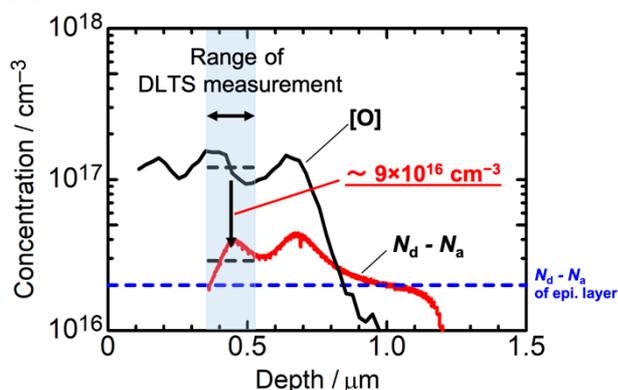


Fig. 1 : Depth profiles of [O] and  $N_d - N_a$  of the sample for  $1100^\circ\text{C}$  annealing.

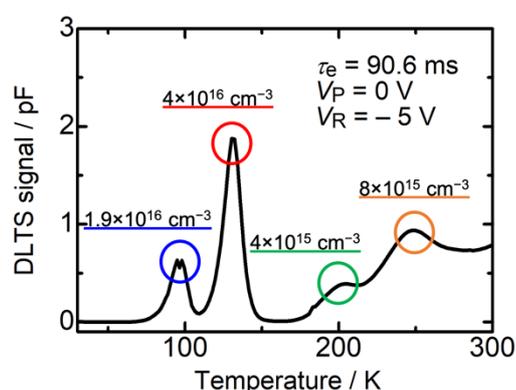


Fig. 2 : DLTS spectrum of the sample for  $1100^\circ\text{C}$  annealing. The trap densities for each peak are shown.