

n-GaN に水素イオン注入で誘起されたトラップの評価

Characterization of traps induced by hydrogen implantation in n-GaN

愛知工大¹, 福井大院², 住重試験検査³ ○上田聖悟¹, 後藤雅浩¹, 高林洸太¹, 徳田豊¹

塩島謙次², 伊藤成志³, 八木 孝秀³

Aichi Inst. of Technol.¹, Fukui University², S. H. I. Examination & Inspection, Ltd.³

○S. Ueda¹, M. Goto¹, K. Takabayashi¹, Y. Tokuda¹, K. Shiojima², J. Ito³, T. Yagi³

E-mail: v15703vv@aitech.ac.jp

【はじめに】

GaN 中の水素は、他の半導体同様、アクセプタの不活性化や欠陥との複合体形成が知られている。AlGaIn/GaN HEMT の劣化は、不活性化された欠陥からの水素の解離によることが報告されている[1]。一方、宇宙環境下での応用を想定した MeV の高エネルギー水素イオン照射 GaN についての研究が報告されている[2]。関連して、as-grown n-GaN で観測される欠陥の同定に関して検討が行われている。今回、水素が観測領域に含まれる条件で水素イオン注入を行い、誘起されるトラップの評価を DLTS、MCTS 測定により行ったので報告する。

【実験方法】

用いた試料は、GaN 基板上 MOCVD n-GaN(Si ドープ: $8.0 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$)であり、水素イオン注入量は、 1.0×10^{10} (試料 A)、 1.0×10^{11} (試料 B) cm^{-2} である。ショットキー電極としては Ni を用い、ダイオードを作製した。電子トラップの評価は、温度掃引 DLTS 測定で行い、正孔トラップの評価は 300 K 一定温度 MCTS 測定を用いた。

【実験結果】

図 1 に、電子トラップ DLTS 信号を示す。as-grown では、MOCVD n-GaN に共通に存在する E1(0.23 eV, $9.4 \times 10^{12} \text{ cm}^{-3}$)、E3(0.57 eV, $3.0 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$) が観測されている[3]。水素イオン注入後では、新たに電子トラップ E0(0.13 eV) が観測された[4]。また E0 トラップ濃度は、試料 A で $3.0 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 、試料 B で $1.2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ とほぼ一桁の増加を示し、水素イオン注入で導入されたトラップであることを示している。図 2 に、正孔トラップ H1(0.86 eV) の 300 K 一定温度 MCTS 信号を示す。H1 トラップ濃度は、as-grown で $1.7 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 、試料 A で $2.4 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 、試料 B で $2.9 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ と大きな変化は見られなかった。

【まとめ】

E0 トラップは窒素空孔に関連している[4]。H1 トラップは Ga 空孔あるいは炭素関連欠陥と考えられるが[3]、水素イオン注入で濃度増加が見られなかったことについては (1) 今回の注入条件では Ga 空孔が生成されていない、(2) H1 トラップは炭素関連欠陥である、の 2 点の可能性を検討している。

【謝辞】

本研究は文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業（平成 22 年～平成 26 年）により実施した。

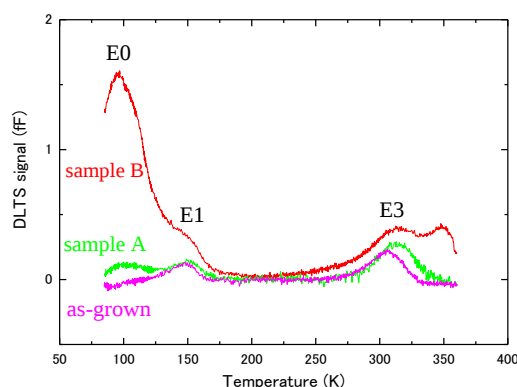


Fig. 1, Electron trap DLTS spectra.

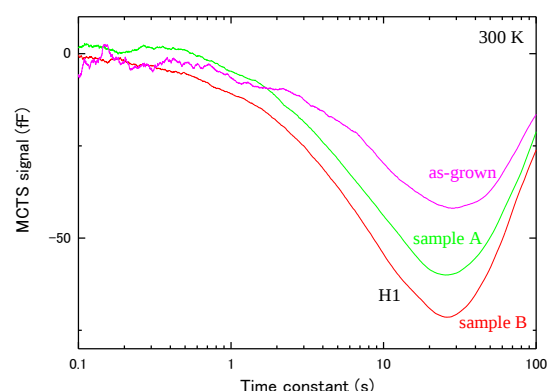


Fig.2, Isothermal MCTS spectra at 300 K.

【参考文献】

- [1] Y. S. Puzyrev et al., J. Appl. Phys. 109, 034501 (2011)
- [2] Z. Zhang et al., Appl. Phys. Lett. 103, 042102 (2013), Appl. Phys. Lett. 106, 022104 (2015)
- [3] Y. Tokuda, CS MANTECH 19 (2014), [4] S. Chen et al., J. Appl. Phys. 112, 053513 (2012)