

水素イオン注入 n^+p GaN の 0.88 eV 正孔トラップに対する 順電流通電効果

Effect of forward bias application on 0.88 eV hole trap in hydrogen-implanted n^+p GaN

愛知工大¹、名古屋大学²、住重アテックス³

徳田豊¹、吉田光¹、富田一義²、加地徹²、伊藤成志³、八木 孝秀³

Aichi Inst. of Technol.¹, Nagoya University², SHI-ATEX Co., Ltd.³

Yutaka Tokuda¹, Hikaru Yoshida¹, Kazuyoshi Tomita², Tetsu Kachi², Joji Ito³, Takahide Yagi³

E-mail: tokuda@aitech.ac.jp

【はじめに】

MOVPE 成長 GaN では、0.88 eV 正孔トラップが主トラップとして観測され、窒素位置炭素であると同定されている[1]。前回、He イオン注入 MOVPE p-GaN に生成される正孔トラップとその順電流通電効果について報告した[2]。今回、水素イオン注入 MOVPE p-GaN の 0.88 eV 正孔トラップ(H_d)についても、順電流通電による効果が観測されたので報告する。

【実験方法】

測定試料構造は n^+ -GaN 基板の上に MOVPE 成長により作製した n^+p 接合ダイオードである。Mg のドーピング濃度は $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ の試料であり、850 °C/5 分の活性化熱処理を行った。SIMS 測定により測定した炭素濃度は $1.4 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ である。水素イオン注入は、4.2 MeV イオンビームを用い、 n^+p 接合の DLTS 観測領域に注入されるようダイオード上に Al 板を置いて調整した。注入量は $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ である。DLTS 測定は測定周波数 1 MHz で行い、測定温度 200 K から 350 K で行った。測定の下限温度はキャリア凍結から、また上限温度は注入生成欠陥の熱処理の可能性から決められている。順電流通電は、200 K から 20 K 間隔で、340 K の温度範囲で行った。通電時間は 1000 s である。

【実験結果】

図 1 は、測定温度 300 K 一定温度正孔トラップ DLTS 信号である。注入後に、既に He イオン注入で報告したように[2]、~13 ms をピーク (0.49 eV) とする複数トラップから構成されるブロードな信号が観測され、通電により変化を示し、340 K 通電後では~41 ms にピーク(0.56 eV)を有する信号となる。図 1 には、未注入試料(as-grown)の信号も示した。注入試料と同一ではないが、同一エピウエーハ上試料の典型的な信号である。注入後に H_d 信号は減少し、その後順電流通電により増加を示す。この振る舞いは、He イオン注入試料でも観測されている。

【まとめ】

Matsubara らは、理論計算により、炭素を含む複合体形成の可能性を示している[3]。注入後の H_d 信号の減少は、注入で導入された欠陥と炭素の複合体の生成を示唆しているように見える。また、0.49~0.56 eV 正孔トラップは、計算による C_N-V_{Ga} 複合体のエネルギー準位 0.61 eV に近い。順電流通電効果の機構の解明とともに複合体形成の可能性について検討を進めている。

【謝辞】

本研究は文部科学省「省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発」事業 JPJ005357 の助成を受けたものです。また、試料を提供いただきました豊田中央研究所成田哲生氏に感謝いたします。

【参考文献】

- [1] T. Narita et al., J. Appl. Phys. 123, 161405 (2018)
 [2] 徳田ら、2020 年第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 11a-Z04-7, 2020.9.
 [3] M. Matsubara et al., J. Appl. Phys. 121, 195701 (2017)

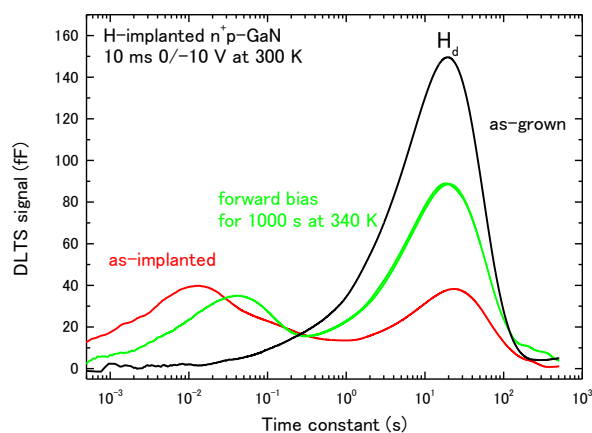


Fig. 1, Isothermal DLTS spectra at 300 K for hydrogen-implanted n^+p GaN