

GaN 基板上 MOVPE p-GaN の炭素関連トラップ

Traps related to carbon in MOVPE p-GaN on GaN substrate

愛知工大¹、豊田中央研究所²、名古屋大学³○小木曾達也¹、吉田光¹、徳田豊¹、成田哲生²、冨田一義²、加地徹³Aichi Inst. of Technol.¹, Toyota Central R&D Labs., Inc.², Nagoya University³○T. Kogiso¹, H. Yoshida¹, Y. Tokuda¹, T. Narita², K. Tomita², T. Kachi³E-mail: v17710vv@aitech.ac.jp

【はじめに】

n-GaN のトラップに関しては多くの報告がなされているが[1]、p-GaN のトラップに関しては今後の課題である。前回、我々は低周波容量 DLTS 系を構築し 100 K から 400 K の温度範囲でのトラップ評価に関する報告を行った[2]。p-GaN 層中で H_a (0.29 eV)、 H_d (0.88 eV) の高濃度トラップが観測され、いずれも約 10^{16} cm^{-3} のトラップ濃度を有している。今回、 H_a 、 H_d トラップについて炭素濃度依存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 基板上に MOVPE 成長により作製した n^+p 接合ダイオードである。炭素濃度 $1.3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ (HC) と $3.4 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ (LC) の試料について、ロックインアンプを用いた低周波容量 DLTS 測定により、p-GaN 層中で観測される H_a 、 H_d の評価を行った。

【実験結果】

図 1 に、HC 試料に対する 1 kHz 低周波容量 DLTS 測定結果を示す。100 K から 550 K の温度範囲で、 H_a (0.29 eV)、 H_b (0.33 eV)、 H_c (0.46 eV)、 H_d (0.88 eV)、 H_e (1.0 eV)、 H_f (1.3 eV) の正孔トラップが観測されている。図 2 に、300 K 一定温度 1 kHz 容量 DLTS 測定より、 H_d のトラップ評価を行った結果を示す。HC 試料で、 H_d が高濃度に検出されている[2]。図 3 に、120 K 一定温度 1 kHz 容量 DLTS 測定より、 H_a トラップ評価を行った結果を示す。 H_a トラップも HC 試料で濃度が高いことがわかる。これらの結果は、 H_a 、 H_d 正孔トラップが炭素関連欠陥であることを示唆している。

【まとめ】 Lyons らは、第一原理計算により、 C_N のドナー準位は $E_v+0.35 \text{ eV}$ 、アクセプタ準位は $E_v+0.90 \text{ eV}$ であることを報告している[3]。 H_a (0.29 eV)、 H_d (0.88 eV) のエネルギー準位は、それぞれ C_N のドナー準位、アクセプタ準位に対応する可能性があり、さらに炭素濃度を変えた試料での評価を行う予定である。

【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」の委託を受けたものです。

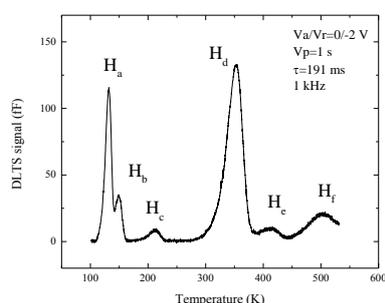


Fig. 1, 1 kHz capacitance DLTS spectrum.

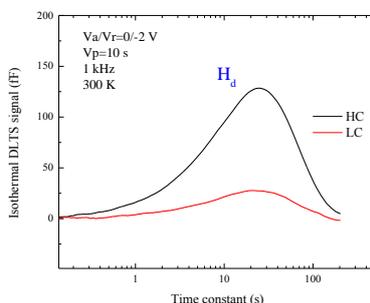


Fig. 2, 1 kHz Isothermal DLTS spectra at 300 K.

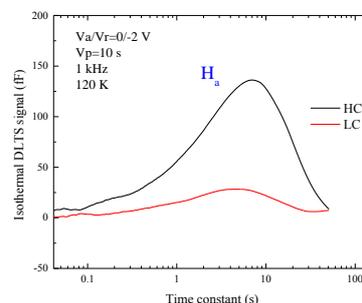


Fig. 3, 1 kHz Isothermal DLTS spectra at 120 K.

【参考文献】

- [1] Y. Tokuda, ECS Transactions, **75**, 39 (2016).
 [2] 小木曾達也他、2018 年第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 19a-C302-9, 2018.3
 [3] J. L. Lyons et al., Phys. Rev. B **29**, 035204 (2014).