

DLTS 測定による GaN 基板上 MOCVD $p^{++}p^{-}n^{+}$ GaN のトラップ評価DLTS studies of traps in MOCVD $p^{++}p^{-}n^{+}$ 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、上田聖悟¹、徳田豊¹、成田哲生²、富田一義²、加地徹³Aichi Inst. of Technol.¹, Toyota Central R&D Labs., Inc.², Nagoya University³°T. Kogiso¹, S. Ueda¹, Y. Tokuda¹, T. Narita², K. Tomita², T. Kachi³

E-mail: v13054vv@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。我々も、MOCVD 成長 n-GaN のトラップを DLTS、MCTS 測定により行い、その結果について報告してきた[1,2]。一方、p-GaN のトラップに関する報告は少ないようである[3]。一つには、p-GaN のショットキー及びオーミックコンタクトの作製の難しさにあるように思われる。そのため、 $n^{+}p$ 接合を用いた p-GaN トラップ評価の試みが報告されている[4]。今回、 n^{+} -GaN 基板上に $p^{++}p^{-}n^{+}$ 接合を MOCVD 成長により作成し、p-GaN のトラップ評価を試みたので、報告する。

【実験方法】

用いたダイオード構造は、 $p^{++}([Mg]=8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3})/p^{-}([Mg]=2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3})/n^{+}([Si]=1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3})/n^{+}$ -GaN 基板である。オーミック電極は、 n^{+} -GaN 基板上には Ti/Al、 p^{++} -GaN 上には Ni/Au を用いて作製した。DLTS 測定により、 p^{-} -GaN トラップの評価を行った。容量測定は、その周波数依存性の測定から、1 MHz で行った。

【実験結果】

図 1 に CV 測定より求めたイオン化したアクセプタ濃度の深さ分布を示す。求めた濃度はほぼ $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ であり、 p^{-} -GaN の設計値 $[Mg]=2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ と一致した。この結果は、予測通りに空乏層が p^{-} -GaN に伸びていることを示している。図 2 に、DLTS 信号を示す。 p^{-} -GaN の多数キャリア (正孔) トラップ H_a 、 H_b 、 H_c 、 H_d が観測されている。図 2 には、容量の温度依存性についても示した。Mg アクセプタ凍結のため、170 K 以下で容量の減少が見られる。従って、 H_a 、 H_b については、低周波数での容量測定を用いて DLTS 測定を行う必要がある。また、電流 DLTS 測定についても検討している。 H_c 、 H_d のエネルギー準位は $E_v+0.46$ 、 0.88 eV であった。トラップ濃度は H_a で $1.6 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 、 H_d で $2.4 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ である。 H_d のエネルギー準位は、n-GaN で観測される正孔トラップ H1[1,2]に近く、同一のトラップかどうかの検討を行っている。放出時定数の電界依存性、トラップ濃度の深さ分布についても評価を進めている。

【謝辞】

本研究は「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」(文部科学省)からの委託を受けたプロジェクトの一環として行われています。

【参考文献】

- [1] Y. Tokuda, CS MANTECH 19 (2014). [2] Y. Tokuda, ECS Fall (2016).
[3] Nagai et al., Appl. Phys. Lett. 73, 2024 (1998). [4] Z. Zhang et al., Appl. Phys. Lett. 106, 022104 (2015).

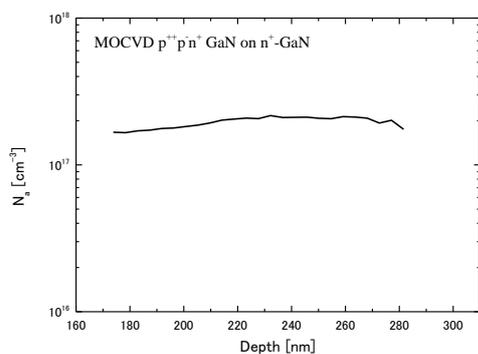
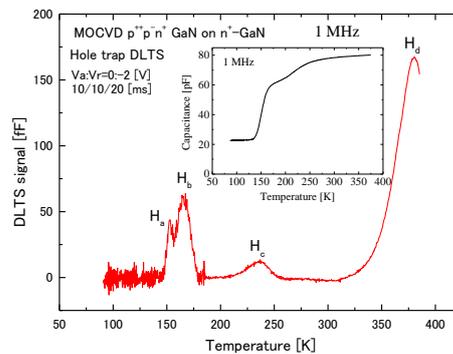
Fig. 1, Depth profile of N_a 

Fig. 2, DLTS spectrum