

縦型 AlGaIn/GaN トレンチ MOS-HEMT の DC 特性: p-GaN 層 Mg 添加量の効果

DC characteristics of AlGaIn/GaN vertical trench MOS-HEMTs: Effects of Mg doping concentration in the p-GaN layer

福井大院工 °金谷 慧杜, 米田 直史, 山本 嵩勇, 葛原 正明

Univ. of Fukui, °Keito Kanatani, Naofumi Yoneda, Akio Yamamoto, Masaaki Kuzuhara

E-mail: mnvnm45@gmail.com

はじめに 我々は RIE-GaN 表面への AlGaIn 再成長による横型 AlGaIn/GaN 構造の作製と評価に関する検討[1, 2]を経て、縦型 AlGaIn/GaN トレンチ MOS-HEMT を作製しドレイン電流 ~ 0.2 A/mm、しきい値電圧 $V_{th} \approx 10$ V のノーマリオフ動作を確認したことを報告した[3]。本報告では当該素子の DC 特性の p-GaN 層 Mg 添加量依存性について検討したので報告する。

実験方法 作製した素子構造を Fig. 1 に示す。使用したエピ構造は、 n^+ -GaIn 自立基板上に n^+ -GaIn, p-GaN, n^+ -GaIn を順次成長したもので、その表面に幅 $5 \mu\text{m}$ 、長さ $100 \mu\text{m}$ 、深さ $1.8 \mu\text{m}$ のトレンチを形成した。チャンネル層となる p-GaN の Mg 添加量を $3 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ の範囲に変化させた。再成長 AlGaIn は Al 組成 0.3, 厚さ約 30nm のもので、MOVPE 法により形成した。Mg 活性化のために AlGaIn 成長後、窒素中 800°C 、30 分の熱処理を行った。

実験結果と考察 p-GaN 層の Mg 添加量の低減によってドレイン電流 I_D の増大としきい値電圧 V_{th} の負方向シフトが確認された。Fig.2 に Mg 添加量の異なる p-GaN 層を用いて作製した素子の I_D - V_{DS} 特性を示す。p-GaN 中の Mg 添加量として $5 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ を用いた場合には最大 I_D は 0.2 A/mm 程度であったが、 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ の場合 1 A/mm に近い I_D が得られた。このように大きな I_D は n^+ -GaIn 上の AlGaIn 再成長層を用いた横型 HEMT の場合[2]と同程度であり、再成長 AlGaIn の優れた界面特性を反映したものであると考えられる。今回の I_D の増加は V_{th} の負方向シフトによるところが大きい。Mg 添加量の低減による反転層の移動度の増大[4]も寄与しているものと思われる。

謝辞: MOCVD 成長実験に協力いただいた野村裕之氏に感謝します。本研究の一部は戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「次世代パワーエレクトロニクス - GaIn 縦型パワーデバイスの基盤技術開発」(NEDO)の助成を受けたものである。

参考文献 [1] A. Yamamoto et al., Jpn. J. Appl. Phys.57, 045502 (2018), [2] A. Yamamoto et al., Jpn. J. Appl. Phys.57, 125501 (2018), [3] K. Kanatani et al., IJWN 2018, ED15-5 (2018). [4] D. Kikuta et al., IJWN 2018, ED3-4 (2018).

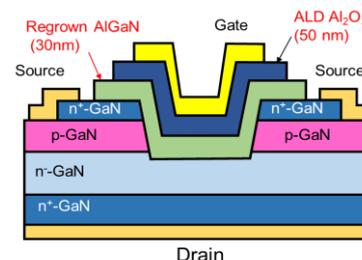


Fig. 1. Schematic cross-sectional view of a fabricated device

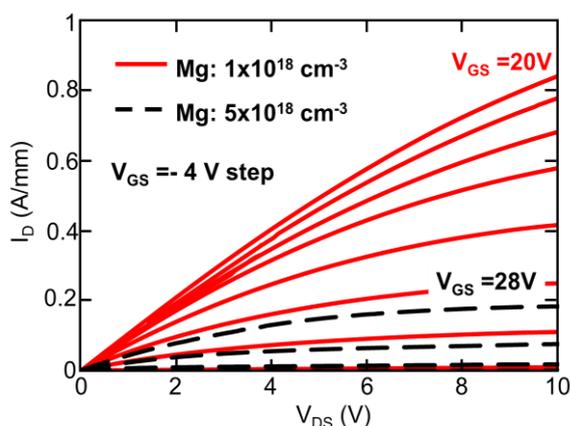


Fig. 2. I_D - V_{DS} characteristics for devices fabricated using p-GaN layer with a different Mg concentration