

GaN-MOSFET における反転層移動度の酸化膜成膜方法依存性

Dependence of channel mobility in GaN-MOSFET on gate oxide deposition methods

大分大[○](M1) 幾田 大智, 佐藤 翔太, 大森 雅登

Oita Univ., [○]Daichi Ikuta, Shota Sato, Masato Omori

E-mail: v22e2003@oita-u.ac.jp

【背景】 窒化ガリウム(GaN)などのワイドバンドギャップ半導体による電力変換素子は、従来の Si 素子と比較して低損失であるため、省エネルギー化の観点からその早期実現が期待されている。近年、GaN-MOSFET における高い反転層移動度の報告が増えてきており、 $266 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ^[1]という高い値も得られているが、そのメカニズム解明や絶縁膜成膜条件確立など課題は多い。そこで本研究では、GaN-MOSFET のゲート SiO_2 膜をプラズマ CVD と非プラズマ CVD の 2 種類の成膜方法で作製し、反転層移動度の解析からその伝導特性の比較を行った。MOSFET の反転層における電子と正孔の移動度を垂直実効電界でプロットすると基板のバイアスや不純物濃度に依存せず材料固有のユニバーサルカーブを描くことが知られている^[2]。本報告では、split C-V 測定から正確なチャネル電荷を測定し、実効移動度の実効電界依存性と界面捕獲電子密度について解析した。

【実験】 Fig. 1 に素子構造を示す。自立 GaN 基板上に MOCVD 法で結晶成長し、その p 型層表面にイオン注入により n 型ソース・ドレイン層を形成した。ゲート絶縁膜は SiO_2 をプラズマ CVD 法と非プラズマ CVD 法により成膜した後、 800°C で 5 分間アニールすることで形成した。p 型ボディ層の Mg ドープ濃度は $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ である。 I_d - V_g 測定と split C-V 測定により、実効移動度をチャネル容量とドレインコンダクタンスから、実効電界をボディ容量とチャネル容量からそれぞれ解析した。界面捕獲電子密度は split C-V 測定のチャネル容量とホール効果測定から得られたキャリア密度を用いて解析した。

【結果および考察】 プラズマ CVD 成膜と非プラズマ CVD 成膜の各素子に対する実効移動度の垂直実効電界依存性を Fig. 2 に示す。プラズマ CVD 成膜では最大移動度 $26 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、非プラズマ CVD 成膜では最大移動度 $67 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ となり、非プラズマ CVD 成膜の方が高い移動度が得られた。散乱要因はどちらもクーロン散乱が支配的であることがわかる。界面捕獲電子密度についてはプラズマ CVD 成膜が約 80% と非プラズマ CVD 成膜の約 20% と比較して多かったことから、プラズマ CVD 成膜は界面に電子が多く捕獲されたことで実効移動度が低下したと考えられる。これは、プラズマに起因する界面ダメージや酸化ガリウム層の形成により界面準位密度が増加したと推察される。

【謝辞】 試料を提供していただいた株式会社ミライズテクノロジーズに感謝いたします。

[1] 富田 英幹 他, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会 16p-Z07-7(2021)

[2] S. Takagi et al., IEEE Trans. Electron Devices. 41, 2357 (1994).



Fig.1 Schematic illustration of GaN-MOSFET.

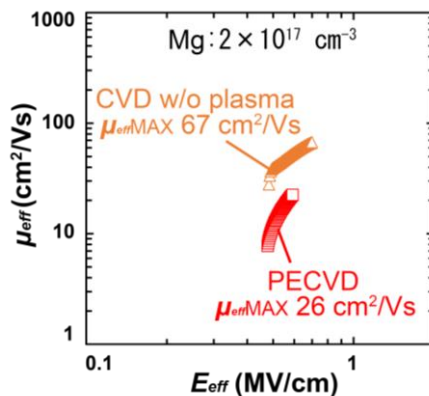


Fig.2 Effective Electron mobility μ_{eff} in inversion layer versus effective field E_{eff} .