

ゲート絶縁膜成膜方法の異なる GaN-MOSFET のチャネル特性評価

Evaluation of GaN-MOSFET with different gate oxide deposition methods

トヨタ自動車(株)¹, 愛知工大² 池田 智史¹, 大川 峰司¹, 富田 英幹¹, 渡部 敦¹, 徳田 豊²,

Toyota Motor Corp.¹, Aichi Inst. of Technol.²

Satoshi Ikeda¹, Takashi Okawa¹, Hidemoto Tomita¹, Atsushi Watanabe¹, Yutaka Tokuda²

E-mail: satoshi_ikeda_ac@mail.toyota.co.jp

【はじめに】

高性能な縦型 MOSFET の実現には、良好なチャネル特性が求められる。ゲート絶縁膜/GaN 界面の界面準位密度 (D_{it}) はゲート絶縁膜の成膜方法で異なり、P-CVD 法 (ダイレクトプラズマ) は $3.1 \sim 6.3 \times 10^{11} \text{cm}^{-2} \text{eV}^{-1}$ 、ALD 法 (リモートプラズマ) は $10^{10} \text{cm}^{-2} \text{eV}^{-1}$ 台と ALD 法の方が良好な界面特性が得られている[1]。但し、これは n-GaN 上に形成した MOS キャパシタでの界面準位密度を評価した為、エネルギー深さは伝導帯から 0.8eV 程度に限定されており、必ずしも MOSFET のチャネル特性を反映するとは限らない。今回、ゲート絶縁膜を ALD 法と P-CVD 法で形成した横型 MOSFET のチャネル特性を評価したので報告する。

【実験方法】

試料には自立 GaN 基板の上に MOVPE 法により成長した p-GaN ($\text{Mg} : 5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$, $2 \mu\text{m}$) を用いた。この試料に Si イオン注入 (ドーズ量: $3 \times 10^{15} \text{cm}^{-2}$ 、加速電圧: 30keV)、及び活性化アニール (N_2 , 1030°C , 5min) によりソース領域を形成した。その後、ゲート絶縁膜として、ALD 法と P-CVD 法により 45nm の SiO_2 を成膜後、 N_2 雰囲気中で 800°C 、5 分の PDA (Post Deposition Annealing) を行った。その後、スパッタ法により Ni を成膜し、ゲート/ソース/ドレイン電極を形成後、フォーミングガス雰囲気 ($\text{N}_2 : 2.6 \text{ l/min}$, $\text{H}_2 : 0.48 \text{ l/min}$) で 400°C 、30 分の PMA (Post Metallization Annealing) を行い、横型 MOSFET を作製した (Fig. 1)。

【実験結果】

作製した横型 MOSFET (チャネル長: $100 \mu\text{m}$ 、チャネル幅: $100 \mu\text{m}$) の I_d - V_g 特性及び、 μ_{FE} - V_g 特性をそれぞれ Fig. 2、Fig. 3 に示す。P-CVD と ALD のしきい値電圧はそれぞれ 4.2V、1.7V であり、P-CVD サンプルの方が、しきい値電圧は高く計算値 (9.6V) と近い。また、P-CVD と ALD の電界効果移動度 (μ_{FE}) の最大値はそれぞれ $77 \text{cm}^2/\text{Vs}$ 、 $56 \text{cm}^2/\text{Vs}$ であり、P-CVD の方が高かった。

【まとめ】

横型 MOSFET のゲート絶縁膜を P-CVD 法と ALD 法により形成し、チャネル特性を評価した。ALD 法よりも P-CVD 法の方が、しきい値電圧が計算値に近く、電界効果移動度が高いため、良好な界面を形成している可能性がある。これは、n-GaN 上に形成した MOS キャパシタで評価した界面準位密度の結果と反する。当日は、HAXPES によるゲート絶縁膜/GaN 界面の解析結果を合わせて、チャネル特性について報告する。

【参考文献】

[1] 田村和也他、2019 年第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 20a-E301-4, 2019.9

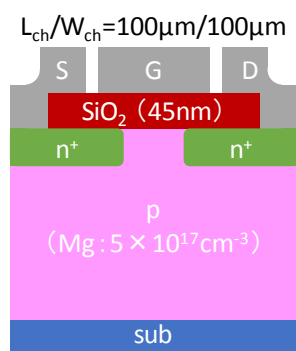


Fig. 1 Schematic cross section of Lateral MOSFET

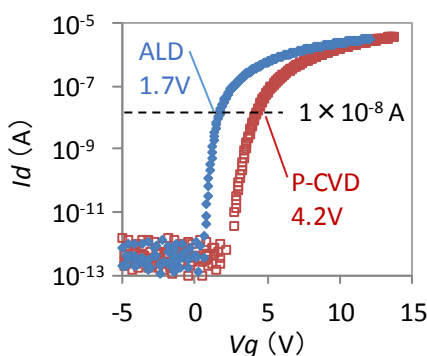


Fig. 2 I_d - V_g characteristics

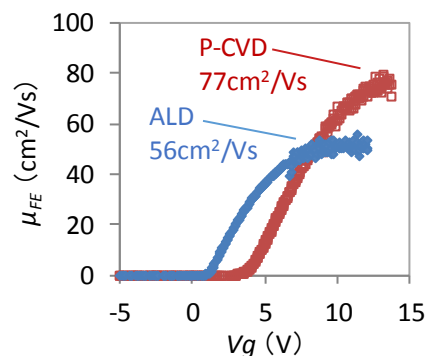


Fig. 3 μ_{FE} - V_g characteristics