

リセスゲート AlGaIn/GaN MOS-HFET への AlON ゲート絶縁膜の導入

Fabrication of recessed-gate AlGaIn/GaN MOS-HFET with AlON gate insulator

阪大院工、[○]渡邊 健太、野崎 幹人、山田 高寛、細井 卓治、志村 考功、渡部 平司

Osaka Univ., Kenta Watanabe, Mikito Nozaki, Takahiro Yamada,

Takuji Hosoi, Takayoshi Shimura, Heiji Watanabe

E-mail: k-watanabe@asf.mls.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】 GaN は絶縁破壊電界など SiC 以上に優れた物性値を有するため、AlGaIn/GaN HFET のパワーデバイスへの応用が期待されている。従来のショットキーゲート構造で問題となるゲートリーク電流の抑制やノーマリーオフ化のために、MOS ゲートおよびリセスゲート構造の検討が進められている。リセスゲート MOS-HFET の高性能化にはゲートリセス後の(Al)GaN 表面とゲート絶縁膜との界面特性改善が重要である。ゲートリセスには主にドライエッチングが用いられるが、(Al)GaN 表面への欠陥導入による移動度劣化が報告されている[1]。我々はこれまでに窒素添加アルミナ (AlON) が、AlGaIn 表面に対して優れた熱安定性と界面特性を示すことを明らかにしてきた[2]。そこで本研究では、AlON ゲート絶縁膜を用いたリセスゲート AlGaIn/GaN MOS-HFET を作製し、その電気特性を評価した。

【実験結果及び考察】 Si(111)上に $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ (50 nm)/GaN 層を成長した基板を洗浄した後、 SiO_2 ハードマスクを堆積し、 Cl_2 , BCl_3 ガスを用いた ICP-RIE によって素子分離およびゲートリセスを行った。リセス深さは AlGaIn 層を完全に除去すべく約 55 nm とした。 SiO_2 ハードマスクを除去した後、 Al_2O_3 および AlON ゲート絶縁膜を約 30 nm、反応性スパッタにより成膜した。続いて膜質改善のため窒素雰囲気下で 800°C 、3 分間の熱処理を施した後、TiN を堆積しゲート電極加工を行った。最後に Al/Ti 積層オーミックコンタクトを形成し、AlGaIn/GaN MOS-HFET を作製した。Fig. 1 に各試料から得られたドレイン電流-ゲート電圧 (I_d - V_g) 特性を示す。AlON 試料、 Al_2O_3 試料ともにノーマリーオフ動作をしており、AlON 試料では Al_2O_3 試料と比較して約二倍のドレイン電流が得られた。また、電界効果移動度のピーク値は約 $80 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ を示し、 Al_2O_3 試料より高移動度であることが分かる (Fig. 2)。この値は同様にドライエッチングによりゲートリセスを行った後、 Al_2O_3 を成膜した報告 ($\sim 55 \text{ cm}^2/\text{Vs}$) [1]よりも高く、AlON ゲート絶縁膜とリセス後の GaN 表面との界面特性が良好であることを示唆している。また、Fig. 3 に室温、 200°C で測定した I_d - V_g 特性のヒステリシスの値を示す。 200°C で測定した場合、 Al_2O_3 試料では 250 mV に増加しているのに対し、AlON 試料では 100 mV 程度に抑えられている。以上の結果は、リセスゲート AlGaIn/GaN MOS-HFET における AlON ゲート絶縁膜の優位性を示すものである。

【謝辞】 本研究の一部は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP (戦略的イノベーション創造プログラム)「次世代パワーエレクトロニクス」(管理法人: NEDO) によって実施された。[1] K. Kim *et al.*, IEEE Electron Device Letters **32**, 1376 (2011). [2] R. Asahara *et al.*, Appl. Phys. Express **9**, 101002 (2016).

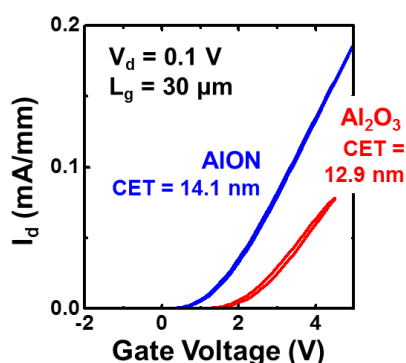


Fig. 1 I_d - V_g characteristics of recessed-gate MOS-HFETs with AlON and Al_2O_3 gate insulators.

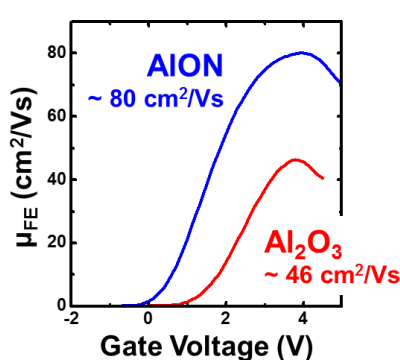


Fig. 2 Field-effect mobility of recessed-gate MOS-HFETs with AlON and Al_2O_3 gate insulators.

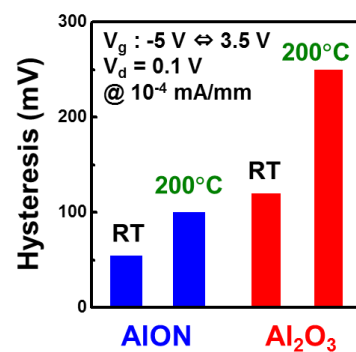


Fig. 3 Hysteresis of I_d - V_g characteristics of recessed-gate MOS-HFETs with AlON and Al_2O_3 gate insulators measured at RT and 200°C