

光電気化学エッチング法を用いた AlGaInN/AlGaInN リセスゲート HFET の作製 Fabrication of recessed-gate AlGaInN/AlGaInN HFETs utilizing a photo-electrochemical (PEC) etching

北大量集センター¹, 名工大²

伊藤 滉朔¹, 小松 祐斗¹, 渡久地 政周¹, 井上 暁喜², 三好 実人², 佐藤 威友¹

RCIQE, Hokkaido Univ.¹, Nagoya Inst. of Tech.²

° K. Ito¹, Y. Komatsu¹, M. Toguchi¹, A. Inoue², M. Miyoshi², and T. Sato¹

E-mail: k-ito@rciqe.hokudai.ac.jp

1. はじめに

我々は、AlGaInN/GaN HFET のゲートリセス加工に光電気化学(PEC: photo-electrochemical) エッチングを適用し、閾値電圧制御やノーマリオフ化に有望であることを示した[1-3]。さらに、より高耐圧化が期待される AlGaInN チャネル HFET の AlGaInN バリア層にも同様の手法が適用可能であることを明らかにした[4]。今回は、PEC エッチング法を用いてリセスゲート AlGaInN/AlGaInN HFET を作製し、その電気的特性を評価したので報告する。

2. 実験方法

エピタキシャル AlN 層/サファイアテンプレート上に、MOCVD 法を用いて AlGaInN/AlGaInN ヘテロ構造を成長した。バリア層材料に AlGaInN を用いることにより高い二次元電子ガス (2DEG) 密度が得られ、AlInN バリア層と比較して熱的安定性が大幅に改善されることを報告している[5]。PEC 電流を供給するためのオーミック電極 (Ti/Al/Ti/Au) を上面に形成し、保護膜 (SiO₂: 100 nm) を成膜した後、ゲート電極の形成予定位置に窓開けを行った。照射光波長を 250 nm、参照電極に対する作用電極の電位を -0.4 V/-0.7 V に設定し、硫酸と磷酸の混合溶液中で PEC エッチングを行った。その後 ICP-RIE による素子間分離を行い、ソース-ドレイン電極 (Ti/Al/Ti/Au) の形成とゲート絶縁膜 (Al₂O₃: 30 nm) の堆積、ゲート電極 (Ni/Au) の形成を行った。

3. 結果および考察

PEC 加工面を AFM により観察したところ、エッチング深さは 19.0 nm (初期膜厚: 20 nm)、RMS[5 μm×5 μm] は 1.66 nm であり、良好な表面モロロジーを得た。作製した AlGaInN/AlGaInN HFET の出力特性 (I_d - V_d) と伝達特性 (I_d - V_g) を図 1、図 2 にそれぞれ示す。ピンチオフ特性は良好であり、AlGaInN バリア層の薄層化により閾値電圧が正側に約 12 V シフトしたことでノーマリオフ動作が実現された。これらの結果は、AlGaInN/AlGaInN HFET 作製プロセスにおいて PEC エッチングによるゲートリセス加工が有効であることを示している。

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 JP16H06421, JP20H02175 の助成を受けたものです。

[1] 佐藤他, 特開 2018-195609. [2] Y. Kumazaki *et al.*, J. Appl. Phys., **121**, 184501 (2017). [3] K. Uemura *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 58, SCCD20 (2019). [4] 小松他, 2019 秋応物 19p-PB3-8. [5] D. Hosomi *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 58, 011004 (2019).

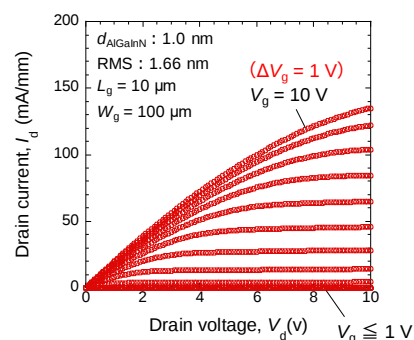


Fig.1. Output I - V characteristics of the recessed-gate AlGaInN/AlGaInN HFET.

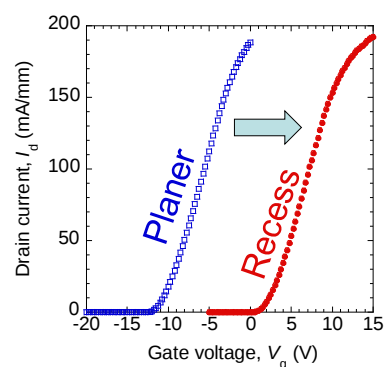


Fig.2. Transfer characteristics of the recessed-gate AlGaInN/AlGaInN HFET.