

コンタクトレス光電気化学エッチングによる リセスゲート AlGaN/GaN HEMT の作製 (2)

Fabrication of recessed-gate AlGaN/GaN HEMTs utilizing contactless photoelectrochemical (CL-PEC) etching (2)

北大量集センター¹、サイオクス²

○渡久地 政周¹、三輪 和希¹、堀切 文正²、福原 昇²、成田 好伸²、
市川 磨²、磯野 僚多²、田中 文士²、佐藤 威友¹

RCIQE, Hokkaido Univ.¹, SCIOCS Co. Ltd.²

○M. Toguchi¹, K. Miwa¹, F. Horikiri², N. Fukuhara², Y. Narita²

O. Ichikawa², R. Isono², T. Tanaka², and T. Sato¹

E-mail: toguchi@rciqe.hokudai.ac.jp

1. はじめに: AlGaN/GaN HEMT へのリセスゲート構造の適用は、閾値電圧の制御の観点から期待されている。前回、我々は、コンタクトレス光電気化学 (CL-PEC) エッチング [1-3] を用いて作製したリセスゲート型ショットキー HEMT の特性評価を通じて、本手法が、素子特性の向上、閾値電圧の制御に有望であることを示した [4]。今回は、本手法を用いてリセスゲート型 MOS-HEMT を作製し、従来の素子と比較して、素子特性の向上が得られたので報告する。

2. 実験条件: デバイス作製に使用した試料構造の模式図を図 1 に示す。CL-PEC 用の電極として Ti パッドを試料のエッジ部に形成した。エッチング保護マスクとして、試料表面に SiN マスクをスパッタリングによって堆積し、パターニング後、フォトリソを除去せず使用した。試料を 0.025 M ペルオキソ二硫酸カリウム溶液 ($K_2S_2O_8$: pH = 3.4) に浸し、上面から UVC 光 (中心波長 260 nm, 4 mW/cm²) を 1 時間照射することで、マスク開口部にのみ CL-PEC エッチングを施した。また、エッチ面のバンプ除去のため、25 wt% の TMAH を用いて薬液処理を行った。その後、誘導結合プラズマ型反応性イオンエッチング (ICP-RIE) により素子間分離を行い、ソースドレイン電極 (Ti/Al/Ti/Au) を形成した。ゲート酸化膜として、30 nm の Al₂O₃ を原子層堆積法 (ALD) によって堆積し、MOS ゲート電極 (Ni/Au) を形成した。ゲート長は 3~10 μm、ゲート幅は 100 μm に設計した。

3. 実験結果: 本プロセスによりゲート直下の AlGaN の残存膜厚 6.1 nm まで薄層化させたリセスゲート MOS-HEMT の出力特性 (I_{DS} - V_{DS}) を、図 2 示す。本プロセスにより作製した素子は良好なピンチオフ特性を示した。また、過去のショットキー HEMT と比較して、ゲートリーク電流が抑制され、ゲート電圧を十分に印加できた。同デバイスの伝達特性 (I_D - V_G) を図 3 に示す。逆バイアスリーク電流は、プレーナ MOS-HEMT よりも抑制され、AlGaN の薄層化により閾値電圧は -11.3 V から -0.9 V へとシフトした。また、7 つのデバイスの伝達曲線はほぼ重なっており、閾値電圧のばらつきに関して、その標準偏差はプレーナデバイスの 279.5 mV から 15.5 mV と大幅に抑制された。この値は過去の報告値 [5] と比較しても遜色なく、本プロセスは MOS-HEMT の作製においても、リセス加工プロセスに有望であると考えられる。

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 JP16H06421, JP17H03224 の助成を受けたものです。

[1] F. Horikiri, et al., APEX, **12**, 031003 (2019). [2] F. Horikiri et al., IEEE-TSM. **32**, 489 (2019). [3] M. Toguchi, et al., APEX, **12**, 066504 (2019). [4] 渡久地他、2020 年春季応用物理学会予稿 [5] H.Okita, et al., IEEE Trans. Electron Devices, **64**, 1026 (2017).

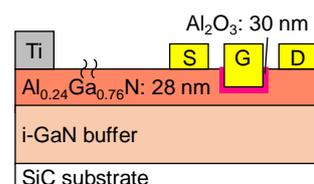


Fig. 1. Schematic illustration of sample.

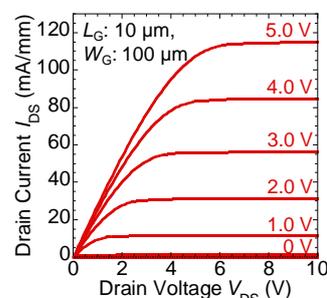


Fig. 2. Output characteristics of the recessed-gate HEMT.

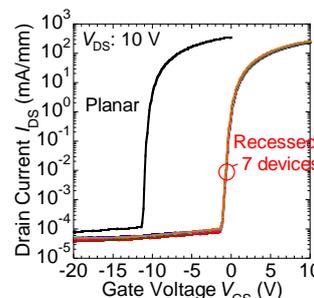


Fig. 3. Transfer characteristics of the recessed-gate HEMT.