

課題番号	: F-21-HK-0038
利用形態	: 機器利用
利用課題名(日本語)	: リセスゲート構造を有する GaN HFET の作製と評価
Program Title (English)	: Fabrication and characterization of recessed-gate GaN HFETs
利用者名(日本語)	: 渡久地政周、越智亮太、伊藤滉朔、大神洸貴、久保広太、佐藤威友
Username (English)	: M. Toguchi, R. Ochi, K. Ito, H. Ogami, K. Kubo, T. Sato
所属名(日本語)	: 北海道大学量子集積エレクトロニクス研究センター
Affiliation (English)	: Research Center for Integrated Quantum Electronics, Hokkaido University
キーワード/Keyword	: 膜加工・エッチング、窒化ガリウム、トランジスタ、電気化学反応

1. 概要(Summary)

GaN 系ヘテロ接合電界効果トランジスタ (GaN HFET) は高周波パワースイッチング素子として有望視されているが、閾値電圧を精密に制御する技術が未確立であり作製プロセスの開発が望まれている。本研究では、素子間の分離に ICP エッチング、ゲート部のリセス加工に光電気化学(PEC)エッチングを用いて、GaN 系 HFET のノーマリーオフ動作(閾値電圧 > 0V)を実現した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

ICP 高密度プラズマエッチング装置

【実験方法】

AlGa_{0.24}Ga_{0.76}N (28.4 nm)/GaN ヘテロ構造に対し、はじめに PEC エッチングによりゲート電極部にリセス加工を施し、次に ICP エッチングにより素子と素子の間を深さ約 50nm エッチングした。ICP 条件は(ICP power:150W, RF power: 30W, BCl₃/Cl₂ = 3/4 sccm で約 100 nm/min)。最後に、ソース・ドレイン電極とゲート電極を形成した。

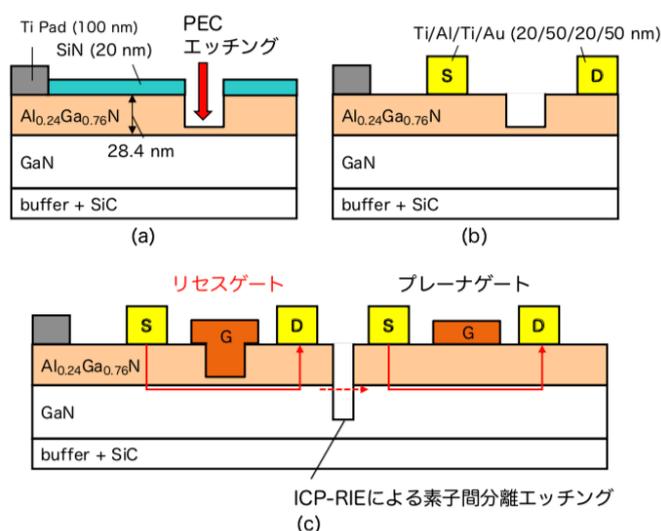


Fig. 1 Schematic diagram of GaN-based HFET device process-flow.

Fig. 1(a) に示されるように、PEC エッチングは上層の AlGa_{0.24}N 層の途中で停止させ(GaN 層には到達しない)、HFET の閾値電圧を制御する目的で実施した。ICP エッチングは、Fig. 1(c)に示されるように、隣り合った HFET 同士を電氣的に絶縁するために、GaN 層まで十分に到達するまで実施した。これにより、同一基板上に作製したりセスゲート HFET とプレーナゲート HFET の電氣的特性を比較した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

ICP エッチングの素子間分離により、隣接した素子間でリーク電流が発生しないことがわかった。また、PEC エッチングによるリセス加工により、HFET の閾値電圧は正側にシフトし、ゲート電圧 0V でドレイン電流がオフとなる「ノーマリーオフ動作」が達成された。その閾値電圧の面内ばらつきは、従来素子と比べて 10 分の 1 以下に抑制できた。

4. その他・特記事項(Others)

・JSPS KAKENHI - JP20H02175 「強力な酸化剤を用いた窒化物半導体ウェットエッチング技術の開発とトランジスタ応用」

・小田島聡様 (北大ナノテク連携推進室) に感謝します。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) M. Toguchi, K. Miwa, F. Horikiri, N. Fukuhara, Y. Narita, O. Ichikawa, R. Isono, T. Tanaka, and T. Sato, “Self-terminating contactless photo-electrochemical (CL-PEC) etching for fabricating highly uniform recessed-gate AlGa_{0.24}N/GaN high-electron-mobility transistors (HEMTs)”, J. Appl. Phys., 130, 024501 (2021).

6. 関連特許(Patent)

なし。