

課題番号	: F-18-HK-0065
利用形態	: 機器利用
利用課題名(日本語)	: 窒化物半導体に対する低損傷加工プロセスの開発と電子デバイス応用
Program Title (English)	: Development of low-damage etching process for nitride-based electronic devices
利用者名(日本語)	: 植村圭佑, 渡久地政周, 佐藤威友
Username (English)	: K. Uemura, M. Toguchi, 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)

AlGa_N/Ga_N 高電子移動度トランジスタ(HEMT)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、しきい値電圧の安定性等に課題がある。本研究では、素子間の分離に ICP エッチング、ゲートリセス加工に光電気化学(PEC)エッチングを用いて、しきい値のばらつきが少なく制御性の良いデバイス作製プロセスを開発した。

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 (RIE-101iHS)

【実験方法】

AlGa_N (25 nm)/Ga_N 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。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

PEC エッチングレートは 0.12nm/min と低速であり、条件によっては自己停止機構が利用できるなど、エッチング深さの精密な制御が可能である。Fig. 1 に作製したリセスゲート HEMT の伝達特性を示す。PEC エッチング前の Planar-gate 試料と比べ、リセス加工によりしきい値電圧は正方向にシフトした。また、AlGa_N の残厚 6nm (PEC エッチング: 19nm) の試料では、しきい値電圧が完全に「正(>0)」となり、パワーデバイスには必須なノーマリーオフ動作を達成した。さらに、エミッション顕微鏡による評価では、PEC エッチングによりゲートリーク電流は抑制され、無加工の Planar-gate 試料にみられたリークスポットも消失した。これは、AlGa_N 表面に残留していた欠陥やプロセス損傷が、低エネルギー加工法である PEC エッチングにより除去されたためだと考えられる。

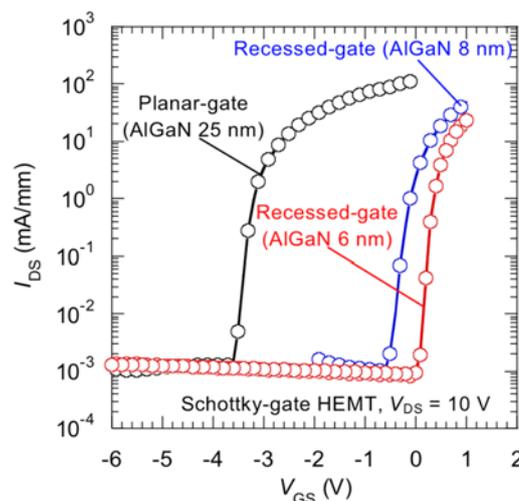


Fig. 1 Transfer characteristics of planar-gate and recessed-gate Schottky HEMTs.

4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者: 名古屋大学 天野浩先生、本田善央先生、出来真斗先生

・JSPS KAKENHI - JP16H06421 「特異構造を含む異種接合の界面制御と電子デバイス展開」

・JSPS KAKENHI - JP17H03224 「自己停止酸化機構を利用した窒化物半導体低損傷加工プロセスの開発とトランジスタ応用」

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) K. Uemura, M. Deki, Y. Honda, H. Amano, and T. Sato, Jpn. J. Appl. Phys. **58**, (2019) to be published.

(2) K. Uemura, M. Deki, Y. Honda, H. Amano, and T. Sato, International Workshop on Nitride Semiconductors 2018 (IWN2018), November 11-16, 2018.

6. 関連特許(Patent)

なし。