

AlGaInN/AlGaN ヘテロ構造の光電気化学エッチング

Photo-electrochemical (PEC) etching on AlGaInN/AlGaN heterostructures

北大量集センター¹, 名工大²

○小松 祐斗¹, 植村 圭佑¹, 細見 大樹², 三好 実人², 佐藤 威友¹

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

○Y. Komatsu¹, K. Uemura¹, D. Hosomi², M. Miyoshi², and T. Sato¹

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

1. はじめに

AlGaInN/GaN-HFET のゲートリセス化は、閾値電圧の制御やノーマリーオフ動作の実現に有望な手法の一つである。我々は、光電気化学(PEC: Photo-electrochemical)反応を利用した AlGaInN バリア層の精密エッチング法を開発し[1], 本手法が、AlGaInN/GaN-HFET のノーマリーオフ化、ゲートリーク電流の低減、相互コンダクタンスの向上に有効であることを示した[2,3]. 今回は、PEC プロセスを AlGaInN/AlGaInN-HFET[4]のゲートリセス加工に適用することを目的とし、AlGaInN バリア層と電解液界面の電気化学特性と PEC エッチング特性を調査した。

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(Fig.1). 四元混晶の AlGaInN をバリア層に適用することにより、高い二次元電子ガス (2DEG) 密度が得られ、その熱的安定性が従来の AlInN バリア層と比べて大幅に向上することを報告している[5]. はじめに、PEC 給電用のオーミック電極 (Ti/Al/Ti/Au) を上面に形成し、保護マスクとして SiO₂ をスパッタリングにより成膜した。ゲートのリセス加工を想定した直線パターンを窓開けし、硫酸とリン酸の混合溶液中で PEC エッチングを行った。

3. 結果および考察

はじめに、照射光波長 (λ) を 250 nm, 300 nm, 360 nm と変えて、溶液と試料間の光電流-電圧 (I - V) 特性を評価した。 $\lambda = 360$ nm の照射光では、AlGaInN 層および AlGaInN 層で透過するため、PEC 反応に必要な正孔が溶液界面へ供給されず、光電流は観測されなかった。一方、AlGaInN 層で選択的に吸収される $\lambda = 300$ nm では、1 V 以上の電圧印加において光電流が観測され、また、AlGaInN 層が吸収可能な $\lambda = 250$ nm では、より低電圧 (0V 以下) でも光電流が観測された。今回得られた I - V 特性の λ 依存性は、バリア層およびチャネル層のバンドギャップ差と、そのヘテロ界面近傍の内部電界が、溶液への正孔供給過程に関与していることを示唆している。次に、より低電圧で反応電流が観測された $\lambda = 250$ nm の照射光下で、照射強度 (P_{in}) を変えながら PEC エッチングを行ったところ、非常に平坦な加工面が得られた ($rms = 1.2$ nm)。PEC プロセス時間とともにエッチング深さ (d) は増加したが、やがて反応電流は減少しエッチングが自己停止した。 P_{in} と自己停止した d との関係を図 2 に示す。過去に AlGaInN/GaN ヘテロ構造で得られた結果[2]と同様に、 P_{in} の増大とともに d は増加することが分かった。これらの結果は、 AlGaInN/AlGaInN ヘテロ構造に対しても、PEC エッチングにより精密なリセス深さの制御が可能であることを示している。

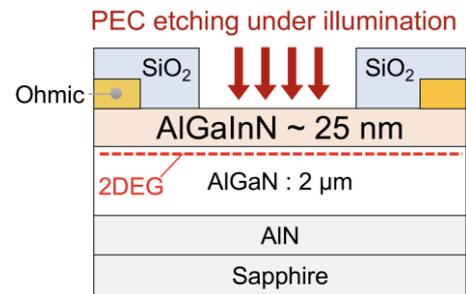


Fig.1. Schematics of sample structure.

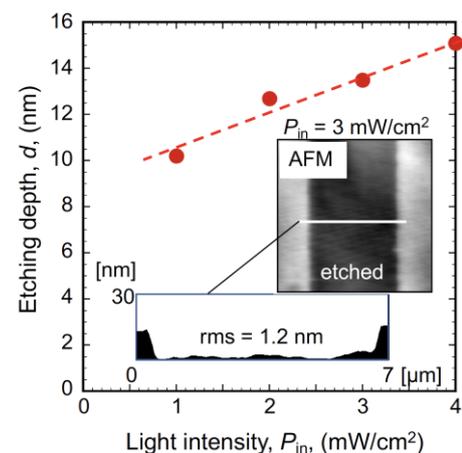


Fig.2. PEC etching depth of AlGaInN layer under illumination with $\lambda = 250$ nm.

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 JP16H06421, JP17H03224 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.*, IWN2018, ED5-1. [4] 細見他, 2018 秋応物, 21a-331-8. [5] D. Hosomi *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 58, 011004 (2019).