

K₂S₂O₈/H₃PO₄ 混合溶液を用いた n-GaN のコンタクトレスエッチング

Contactless Photoelectrochemical Etching of n-GaN in K₂S₂O₈/H₃PO₄ Mixed Solution

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、吉田 丈洋²、佐藤 威友¹

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

○M. Toguchi¹, K. Miwa¹, F. Horikiri², N. Fukuhara², Y. Narita², T. Yoshida², and T. Sato¹

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

1. はじめに

光電気化学 (PEC) エッチングは、電解液中における半導体表面の光電気化学酸化と酸化被膜の溶解を制御してエッチングを進行させる手法である。これまでに我々は、PEC エッチングが GaN 系材料の低損傷加工プロセスとして有望であることを示してきた[1]。さらにペルオキソ二硫酸カリウム(K₂S₂O₈)と水酸化カリウム(KOH)混合溶液を用いることにより、より簡便なコンタクトレス (電極配線無し) エッチングにも成功した[2]。今回は、KOH に代わってリン酸(H₃PO₄)と K₂S₂O₈ の混合溶液を用いることにより、ポジ型フォトリソグラフィを直接エッチングマスクとして利用することに成功したので報告する[3]。

2. 実験と結果

エッチング試料として、n 型 GaN 基板の上に MOVPE 結晶成長した n-GaN 層 (N_D = 5 × 10¹⁶ cm⁻³) を用いた。試料表面に、ポジ型フォトリソグラフィにより 10 μm ピッチの line & space パターンを形成した。0.01 M H₃PO₄ に 0.05 M K₂S₂O₈ 水溶液 (H₃PO₄ 溶液) を 1:1 の割合で混合した溶液に試料を浸漬し、上面から UVC 光 (中心波長 260 nm, 4 mW/cm²) を照射した (図 1 内図)。UVC 照射により、ペルオキソ二硫酸イオン(S₂O₈²⁻)は、より酸化力の強い硫酸ラジカル(SO₄^{•-})を 2 つ生成し、水分子や GaN 表面から電子を奪って硫酸イオン(SO₄²⁻)に変化する。この一連の過程において、H₃PO₄ 溶液の pH は 2.3~1.8 の値を維持し、KOH 溶液と比べて pH 値の安定性が高いことがわかった。これはリン酸の pH 緩衝作用が働いたものと考えられる。エッチングレートは 1.2 nm/min であり、SiO₂ マスクを用いた KOH 溶液中のエッチングと比べて遜色ないことがわかった (図 1)。ポジ型フォトリソグラフィはアルカリ耐性が低く、KOH 溶液を使った場合、レジストパターンを直接エッチングマスクとして利用することができなかった。一方、今回の H₃PO₄ 溶液に対しては、2 時間のエッチングに対しても、レジストマスクに十分な耐久性が確認され、エッチング面の表面粗さは RMS = 1.83 nm と良好な値が得られた (図 2)。今回の結果は、GaN のコンタクトレスエッチングが実用的なプロセスとして有望であることを示している。

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

[1] Y. Kumazaki et al., JAP, 121, 184501 (2017). など

[2] F. Horikiri, et al., APEX, 12, 031003 (2019).

[3] M. Toguchi, et al., APEX, 12, 066504 (2019).

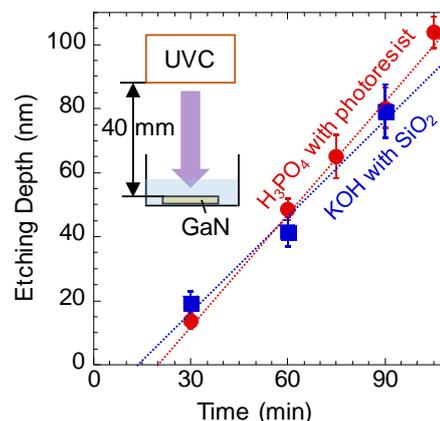


Fig. 1. Correlation between the etching depth and time for contactless etching. Inset is the experimental setup.

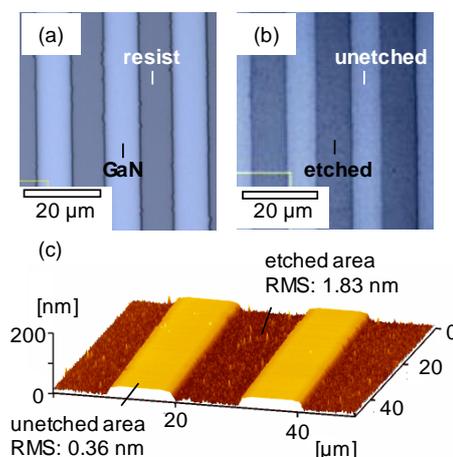


Fig. 2. (a) Top image of sample with mask before etching, (b) after etching for 105 min and (c) AFM image after etching for 30 min.