

GaN の光電気化学 (PEC) エッチングが有する可能性 ③加熱によるエッチング速度の向上

Thermal assisted contactless photoelectrochemical (PEC) etching for GaN

サイオクス¹、法政大学²、北海道大学³

○堀切 文正¹、福原 昇¹、太田 博²、浅井 直美²、成田 好伸¹、吉田 丈洋¹、三島 友義²、
渡久地 政周³、三輪 和希³、大神 洸貴³、佐藤 威友³

SCIOCS Co. Ltd.¹, Hosei Univ.², Hokkaido Univ.³

°F. Horikiri¹, N. Fukuhara¹, H. Ohta², N. Asai², Y. Narita¹, T. Yoshida¹, T. Mishima²,
M. Toguchi³, K. Miwa³, H. Ogami³, and T. Sato³

E-mail: horikirif@sc.sumitomo-chem.co.jp

1. はじめに

GaN は光電気化学(photoelectrochemical: PEC)エッチングにより、ダメージレスかつ平坦にエッチングする事ができる。このため、低損傷なデバイスプロセス技術として有望であり、これまで、電解液に酸化剤を混ぜる事で、電解液のシーリングおよびコンタクト電極を不要とする、シンプルなコンタクトレス PEC エッチングについての報告を行ってきた[1,2]。更に、カソード設計の概念を導入する事で、HEMT デバイスの実用的なリセス加工への応用可能性を示した[3,4]。リセス加工においては、現状の 1nm/min.程度のエッチング速度で十分であるが、貫通孔(TSV)などの応用を考えた際には課題が残る。エッチング速度向上のためには $\text{SO}_4^{\bullet-}$ ラジカル供給を増やす必要があるが、現状、酸化剤であるペルオキソ二硫酸カリウム($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$)からの $\text{SO}_4^{\bullet-}$ ラジカル生成と、GaN 中のホール生成を、単一の UVC 光源で行っている。そのため、電解液の透過性を確保する必要があり、酸化剤濃度を濃くできないという制約があった。今回、酸化剤であるペルオキソ二硫酸カリウム($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$)から、熱により $\text{SO}_4^{\bullet-}$ ラジカルを生成する事で[5]、酸化剤濃度を増加させてエッチング速度の大幅な向上させる事に成功したので、その結果について報告する。

2. 実験

試料として、n 型 GaN 基板上に MOVPE 法により成長した標準的なショットキーバリアダイオード構造エピを使用した[1,2]。エッチングマスクとして 330nm 厚の spin on glass(SOG)を用いた。電解液には酸化剤も兼ねて、0.05~0.15 M の $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 水溶液もしくは 0.25 M の $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 水溶液を用いた。試料はエッチング面を上にして電解液中に含浸させただけの、コンタクト電極形成なしの構成とした。UV 光源として、φ4 インチ対応のマスクアライナー(ユニオン光学、PEM-5)付帯の Hg-Xe ランプ光源(24.7 mW cm^{-2} @405 nm)を用い、加熱にはホットプレートを用いた。エッチング深さは触針式段差計を用いて測定した。

3. 結果

図 1 にエッチング速度と電解液の温度の関係を示す。Hg-Xe 光源には、 2 mW cm^{-2} 程度の UVC($\lambda = 254 \text{ nm}$)成分が含まれるため、室温でもエッチングが進行する。一方、 60°C 以上の高温においては、熱により $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ イオンから $\text{SO}_4^{\bullet-}$ ラジカルが生成されるため、大幅にエッチング速度が向上する事が確認できた。この実験結果は、GaN 中のホール生成と溶液中のラジカル生成を独立に制御できる事を示しており、デバイス加工プロセスにおける大きな自由度を獲得した事になる。高エッチング速度が必要な貫通孔(TSV)形成に有効であるほか、これまでコンタクトレス PEC エッチングではデバイス層をエッチングしてしまうため不可能であった InGaN 犠牲層を用いた PEC によるリフトオフプロセス[6]への応用が、原理的に可能になった。

なお、本研究は環境省および、JSPS 科研費 JP16H06421/JP17H03224 の助成を受けたものである。

[1] F. Horikiri et al., *Appl. Phys. Express.* **11**, 091001 (2018).

[2] M. Toguchi et al., *Appl. Phys. Express.* **12**, 066504 (2019).

[3] F. Horikiri et al., *IEEE-TSM.* **32**, 489 (2019).

[4] K. Miwa et al., *Appl. Phys. Express.* in press.

[5] L. Dogliotti et al., *J. Phys. Chem.* **71**, 2511 (1967).

[6] C. Youtsey et al., *Phys. Status. Solidi B* **254**, 1600774 (2017).

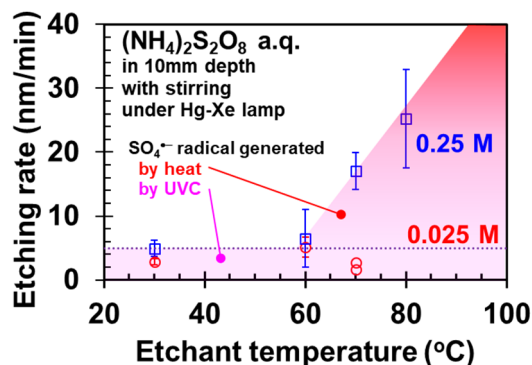


Fig. 1. The relationship between the etching rate and the etchant temperature.