

加熱による硫酸ラジカルの生成と n-GaN 光電気化学 (PEC) エッチングへの応用

Thermal-assisted generation of sulfate radicals

for contactless photo electrochemical (PEC) etching of n-GaN

北大量集センター¹、サイオクス²

○三輪 和希¹、大神 洸貴¹、渡久地 政周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

°K. Miwa¹, H. Ogami¹, M. Toguchi¹, F. Horikiri², N. Fukuhara², Y. Narita², T. Yoshida², and T. Sato¹

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

1. はじめに

光電気化学 (Photoelectrochemical; PEC) エッチングは、低損傷性かつ高制御性を兼ね備えた半導体加工プロセスとして期待されている。我々は、PEC エッチングが GaN のトレンチ加工[1]、GaN 表面に導入されたプロセスダメージの除去[2]、GaN 系 HEMT のゲートリセス加工[3]に有望であることを示してきた。さらにペルオキソ二硫酸カリウム($K_2S_2O_8$)混合溶液を用いることにより、GaN および AlGaN に対してより簡便なコンタクトレス (contactless; CL) -PEC エッチングにも成功した[4,5]。これまでの CL-PEC は、UVC 光源を用いて生成される硫酸ラジカル ($SO_4^{\cdot-}$) を酸化剤として用いてきた。今回は、前駆体である $K_2S_2O_8$ を加熱することにより $SO_4^{\cdot-}$ を生成し、その生成レートが、溶液温度および濃度に対してどのように変化するか調査した。

2. 実験と結果

エッチング溶液として、0.01M の KOH : 100mL と 0.05~0.15M の $K_2S_2O_8$: 100mL の混合液を用いた。また、溶液の加熱には恒温槽を使用し、pH メータ (Eutech Instruments: ECPC70043S) により pH と温度の同時測定を行った。

図 1 に、溶液温度 : 55°C および 70°C の時に得られた加熱時間に対する pH 変化を示す。55°C では、pH 変化は緩やか (ほぼ一定) であったのに対し、70°C では、ある時間で急激に pH が減少した。酸化力の強い $SO_4^{\cdot-}$ が生成すると、周辺の水分子から電子を奪って硫酸イオン (SO_4^{2-}) に変化し、溶液の水素イオン濃度 (pH 値) を変化させる[5]。すなわち、70°C で得られた pH の時間依存性は、ベース溶液 KOH と生成したラジカルによる中和滴定曲線を示している。またこの結果は、55°C では十分な $SO_4^{\cdot-}$ が発生しなかったことを示唆している。さらに、 $K_2S_2O_8$ 混合液の濃度を 0.05M から 0.15M へと増加させると、pH-時間曲線は左側へシフトすることがわかった。これは、より短時間で、ベース溶液の KOH (0.01M) を中和するのに十分なラジカルが生成されたことを示している。硫酸ラジカルの生成レートは、CL-PEC エッチングのエッチングレートに直結するため、その制御は重要である。発表当日は、加熱によるラジカル生成の温度・溶液濃度特性や GaN エッチングに与える影響について報告する。

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

[1] F. Horikiri, et al., APEX, 11, 091001 (2018).

[2] S. Matsumoto, et al., JJAP, 57, 121001 (2018).

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

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

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

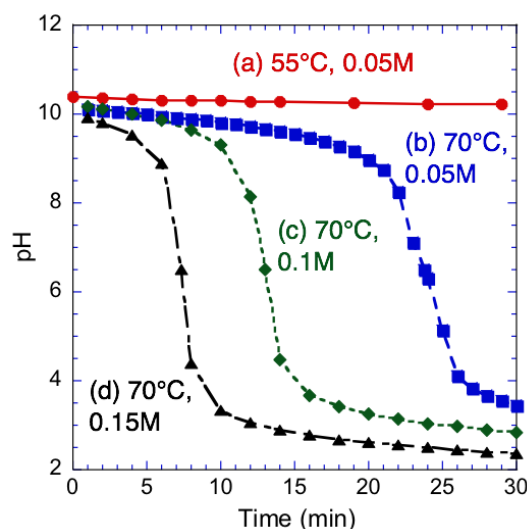


Fig. 1. Correlation between pH value of solution and heating time.