

# n+GaN 基板上 n-GaN 層の光電気化学 (PEC) エッチング時のカソード電極

Cathode-electrode on photoelectrochemical (PEC) etching for n-GaN on n+GaN substrate

サイオクス<sup>1</sup>、北海道大学<sup>2</sup>

福原 昇<sup>1</sup>、堀切 文正<sup>1</sup>、

渡久地 政周<sup>2</sup>、三輪 和希<sup>2</sup>、大神 洗貴<sup>2</sup>、佐藤 威友<sup>2</sup>

SCIOCS Co. Ltd.<sup>1</sup>, Hokkaido Univ.<sup>2</sup>

N. Fukuhara<sup>1</sup>, F. Horikiri<sup>1</sup>,

M. Toguchi<sup>2</sup>, K. Miwa<sup>2</sup>, H. Ogami<sup>2</sup>, and T. Sato<sup>2</sup>

E-mail: fukuharan1@sc.sumitomo-chem.co.jp

## 1. はじめに

n 型 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。さらに、電解液にペルオキシ二硫酸塩を酸化剤として添加する事で、外部接続の電圧源を必要としない、コンタクトレス PEC エッチングが可能となる[1,2]。これまで我々は、AlGaIn/GaN-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]。HEMT リセス加工においては、Ti 蒸着膜をパターン形成しカソード電極として用いている。Ti 金属膜上で、ペルオキシ二硫酸イオン  $S_2O_8^{2-}$  が  $2SO_4^{2-}$  になり電子を GaN から電解液に移送する。同時に、GaN 表面においては、励起光で発生したホールで GaN が酸化・溶解し、正電荷を電解液の放出することで閉回路が形成されるとされている[5]。しかし、デバイス加工への実用上、Ti 蒸着膜をカソード電極として形成する必要があり、デバイス加工工程が煩雑になる問題があった。

今回、n 型自立 GaN 基板上の n-GaN エピタキシャル層を上記コンタクトレス PEC エッチングする際、裏面の GaN がカソード電極となっており、かつ、カソード電極表面に励起光は必要でない事がわかったので報告する。

## 2. 実験

試料として、n 型 GaN 基板上に n-GaN 層を MOVPE 法により成長した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]。Si ドープ濃度はそれぞれ、 $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  と  $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  である。エッチングマスクとして 300 nm 厚の spin on glass(SOG)を用い、試料は  $6 \times 6 \text{ mm}^2$  にカットしたものをを用いた。電解液は、0.1 M  $H_2PO_3$  と 0.05 M  $K_2S_2O_8$  の体積比 1 : 1 混合水溶液、励起光は、中心波長  $\sim 260 \text{ nm}$ 、光強度  $\sim 4 \text{ mW/cm}^2$  (@254 nm) (SK-BUVC-0860 (Shikoh Tech)) とし、試料を電解液深さ 5 mm に設置し、液面外上部から励起光を照射した。エッチング深さは触針式段差計を用いて測定した。試料の裏面側と電解液との接触状態を変えて、エッチング深さの変化を測定した。図-1 に示すように、試料の裏面は、a)では GaN 基板破片を用い、裏面をガラス容器底面から浮かし、b)では裏面をガラス容器の底に直置きし、c)では、基板の裏面と側面をフォトレジストで覆い絶縁した 3 種とした。

## 3. 結果

図-2 に、エッチング時間に対するエッチング深さをプロットした。エッチング速度は、a)、b)、c)の順で小さくなった。c)では、120 分でエッチングされているが、フォトレジストの一部が剥離したため、フォトレジストを補修し絶縁を確保するとエッチングは停止した。これは、試料の裏面がカソード電極となっている事を示しており、コンタクトレス PEC エッチングのカソード形成には Ti 蒸着膜は必須でなく、GaN 表面がカソードとなること、また、カソード反応に励起光を電極に照射する必要はないことを示している。

なお、本研究の一部は環境省および、JSPS 科研費 JP16H06421/JP17H03224 の助成を受けたものである。

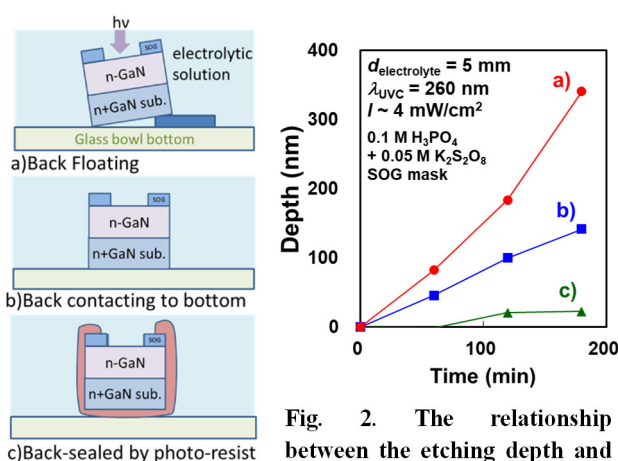


Fig. 1. The back-side conditions of the sample during etching.

Fig. 2. The relationship between the etching depth and three back-side conditions. At case of c), the broken sealing photo-resist layer was repaired after 120 min etching.

- [1] F. Horikiri et al., *Appl. Phys. Express*, **12**, 031003 (2019).  
 [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.*, **13**, 026508 (2020)  
 [5] J. A. Bardwell et al., *J. Appl. Phys.*, **89**, 4142 (2001).