自立 GaN 基板上 n⁻ドリフト層のパルス陽極酸化によるエッチング

An etching of the n⁻-drift layer grown on the freestanding GaN substrate by a pulsed anodic oxidation

○堀切 文正、成田 好伸、吉田 丈洋 （(株)サイオクス）
°F. Horikiri, Y. Narita, T. Yoshida (Sciocs Co. Ltd.)
E-mail: fumimasa-horikiri@ya.sumitomo-chem.co.jp

１．はじめに

自立 GaN 基板を用いた縦型デバイスにおいて、トレンチゲート構造の MISFET などの場合[1]、エッチング面が MIS 界面となるため、ウエットエッチングの様な低ダメージエッチングが望ましい。GaN は安定な材料であるが、光アシストによる電気化学(PEC)エッチングにより、ウエットエッチングが可能である[2, 3]。しかし、サファイヤ基板上の転位密度 10^9 cm^{-2} 台の報告が多く、自立基板上の報告、特に n^-ドリフト層に関するものは少ない。今回、転位密度 10^6 cm^{-2} 台の自立基板上に成長した n^-層について、パルス陽極酸化によるウエットエッチング行い、エッチングに必要な電荷量やエッチング面の粗さについて調査したので、その結果について報告する。

２．実験

試料として、直径 2 インチのキャリア濃度 10^{18} cm^{-3} の n 型 GaN 基板上に、MOVPE 法により成長した厚さ 13μm, Si 濃度 9 x 10^{15} cm^{-3} のドリフト層を有するショットキー接合ダイオード構造エピを用いた。電気化学セルの構成には、図 1 に示す市販の電気化学エッチング CV プロファイラー(Nanometrics, ECVPro)を用いた。電解液は、界面活性剤(Sigma Chemical, Triton X-100)を 1%添加した 0.01 M の NaOH 水溶液を用いた。アノード電極は n^--GaN 層であり、カソード電極として Pt コイルを用いた。UV 光源として、Hg-Xe ランプ(浜松ﾌｫﾄﾆｸｽ LIGHTNING CURE L9566-03)を用い、照射強度は 9 mW/cm^2 とした。エッチング電圧は、0~3 V とし、13 秒間 UV 光照射とエッチング電圧印加により陽極酸化を行った後、9 秒間 UV 光照射と電圧印加を停止し酸化膜をエッチングするステップの順で、繰り返し行った。エッチング後の評価として、段差計、SEM および AFM を用いて、粗さおよび表面形状測定を行った。

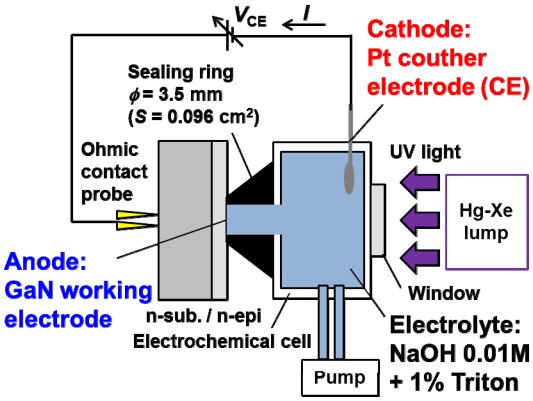

Fig. 1 The setup of electrochemical cell.

３．結果

図 2 に段差計で測定したエッチング深さとパルス陽極酸化で消費した単位面積当たりの電荷量の関係を示す。いずれも、消費した電荷量に応じて、エッチング深さ W_r が線形に変化している事がわかる。式(1)にファラデーの法則を示す。

$$W_r = M / zF\rho \int J dt \qquad (1)$$

ただし、M は GaN の分子量、z は陽極酸化に必要な価数、F はファラデー定数、ρ は GaN の密度、J はエッチング電流密度である。式(1)より、1 mol の GaN を陽極酸化するために必要なホールは、z = 5.3~6.8 mol であった。この結果は、アノード電極において、Ga_2O_3 生成に加え酸素ガス生成も起こり、ホールが消費されている事を示している。これらの知見は、トレンチ形成の際にエッチング深さを精密に制御するために有用である。

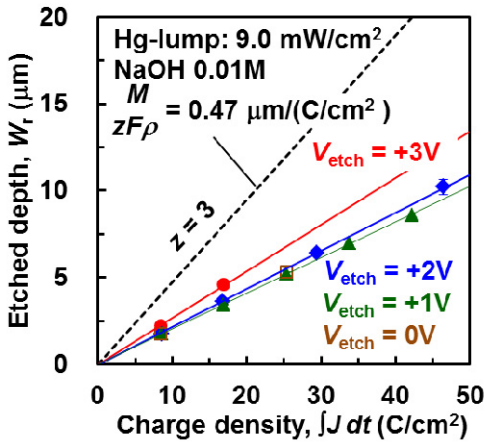

Fig. 2 The relationship between the etched depth and the charge density of the pulsed anodic oxidation.

なお、本研究は環境省「未来のあるべき社会・ライフスタイルを創造する技術イノベーション事業」の委託を受けてなされた。

[1] T. Kachi, *Jpn. J. Appl. Phys*. **53**, 100210 (2014).
[2] L. Ma et al., *CS-Mantech*. **2006**, 105.
[3] N. Shiozaki, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **46**, 1471 (2007).