

電気化学的手法と裏面光照射による GaN 多孔質ナノ構造の形成

Electrochemical formation of GaN porous nanostructures using backside-light irradiation

北大量集セ¹ ○渡部晃生¹, 熊崎祐介¹, 谷田部然治¹, 佐藤威友¹°Akio Watanabe¹, Yusuke Kumazaki¹, Zenji Yatabe¹, Taketomo Sato¹,

Research Center for Integrated Quantum Electronics, Hokkaido Univ.

E-mail: a-watanabe@rciqe.hokudai.ac.jp

【はじめに】半導体/電界液界面の電気化学反応を利用して、半導体表面に直径約数10 ~ 100 nm の孔が高密度に配列した「多孔質構造(ポーラス構造)」が形成される。一般的にGaNポーラス構造の形成には、反応に必要な正孔の供給のため基板表面から光照射が行われるが、基板表面付近での反応が進むことにより孔が深さ方向だけではなく孔壁方向にもエッチングされることが報告されている[1]。これは基板垂直方向に直線性のある孔や孔壁を利用した機能素子への応用に障害となる可能性がある。そこで本研究ではこの問題を解決することを目的とし、基板裏面照射によるポーラス構造の形成とその制御に取り組んだので報告する。

【実験方法】ポーラス構造の形成には図1のような3電極方式の電気化学セルを用いた。基板は n^+ -GaN 自立基板($N_D \geq 1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$)上に厚さ $3 \mu\text{m}$ の n -GaN($N_D = 5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$)を結晶成長したものを使用した。ポーラス構造の形成には、 $1\text{M H}_3\text{PO}_4$ と $1\text{M H}_2\text{SO}_4$ を1:1で混合した溶液中において、GaN 基板電極の電位を5 Vに設定し、1800秒間電気化学反応を行った。プロセス中は、ITO基板を通して、65 mWのUV光を裏面から照射した。

【結果・考察】プロセス中の反応電流と基板の光学写真を図2に示す。0.2 ~ 0.4 mA/cm^2 の陽極電流を観測し、プロセス後の基板表面にはナノ構造の形成を示唆する干渉模様が観察された。図3(a)と(b)に、表面光照射によって形成されたポーラス構造と今回の裏面光照射で形成されたポーラス構造の断面SEM像を比較して示す。図3(b)に示されるように、今回の実験では、孔径約30 nm、孔壁の厚さ約60 nmのポーラス構造が形成された。また、裏面光照射により得られるポーラス構造は孔の深さ方向への直線性が改善され、孔壁の横方向エッチングが抑制されることがわかった。これは、基板裏面から照射した光により生成した正孔が、電界方向に沿って基板裏面から表面へ供給され、反応が孔の底で起こりやすくなったためだと考えられる。

[1] 熊崎他, 第60回応用物理学会春季学術講演会 (2013), 30a-G20-14

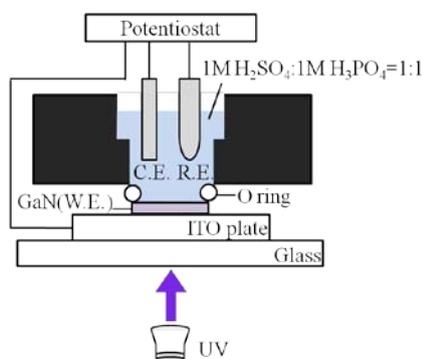


図1 裏面光照射のセットアップ

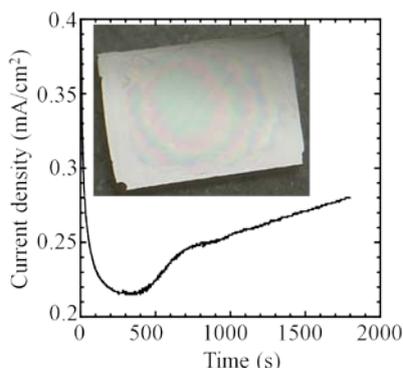


図2 多孔質構造形成時の反応電流

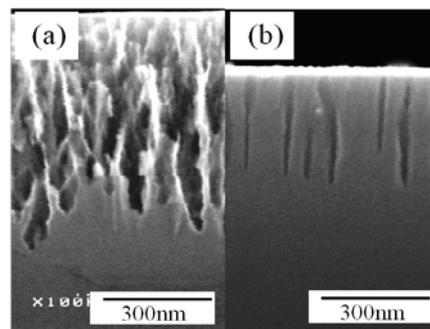


図3 SEM像

(a)表面光照射 (b)裏面光照射