

# 水素雰囲気異方性熱エッチング (HEATE) 法による 位置制御された極微細 InGaN/GaN 量子井戸ナノピラーの作製と評価

Fabrication of position controlled InGaN/GaN quantum well ultrafine nanopillar  
fabricated by hydrogen environment anisotropic thermal etching (HEATE)

上智大・理工<sup>1</sup>, 上智大ナノテクセンター<sup>2</sup>

○(B)生江 祐介<sup>1</sup>, (M2)水谷 友哉<sup>1</sup>, (M1)石嶋 駿<sup>1</sup>, (M1)小川 航平<sup>1</sup>, (B)松岡 明裕<sup>1</sup>, 菊池 昭彦<sup>1,2</sup>

Sophia Univ.<sup>1</sup>, Sophia Nanotechnology Research Center,<sup>2</sup>

○Yusuke Namae<sup>1</sup>, Tomoya Mizutani<sup>1</sup>, Shun Ishijima<sup>1</sup>, Kohei Ogawa<sup>1</sup>,  
Akihiro Matsuoka<sup>1</sup>, Akihiko Kikuchi<sup>1,2</sup>

E-mail: kikuchi@sophia.ac.jp

はじめに:位置と形状が制御された極微細窒化物半導体ナノ結晶は、量子物理現象の発現という学術的側面と、超低消費電力ナノレーザ、単一光子発生源、単電子トランジスタなど次世代極限デバイスという工学的側面において魅力的な材料である。我々は低圧水素雰囲気中でのGaNの熱分解反応<sup>[1]</sup>に着目し、低加工損傷での極微細加工が期待される水素雰囲気異方性熱エッチング(HEATE)法の研究を行っている。これまでに、HEATE法のエッチング特性やInGaN/GaNナノ構造LEDの作製等を報告してきた<sup>[2]</sup>。HEATE法ではSiO<sub>2</sub>をマスクとしてエッチングを行うが、長時間のエッチングを行うとマスク下でのオーバーエッチングを利用したマスクサイズ以下の微細構造を形成することができる。本報告では、オーバーエッチングを用いて位置制御された単一の極微細InGaN/GaNナノピラー構造を作製したので報告する。

**実験:** (0001)面 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 基板の上にMOCVD法で6周期のInGaN(3nm)/GaN(10nm)-MQWを成長したpn接合エピウェハ表面に、厚さ約150 nmのSiO<sub>2</sub>膜を堆積した。電子線描画とリフトオフ法によりCrナノパターンを作製し、CF<sub>4</sub>とO<sub>2</sub>ガスを用いたドライエッチングでSiO<sub>2</sub>膜ナノマスク形成した後、ウエットエッチングでCrを除去した。直径約130nmの円形マスクをナノピラー形成に用い、十字ストライプマスクを位置確認用マーカーとした。この試料を石英管状炉内で水素圧力5000Pa、温度900°Cの条件で26分間加熱してナノ構造を作製した。

**結果:** Fig.1にナノピラー上部直径約26 nmの極微細ナノピラーと位置確認用ナノウォールの上面SEM像を示す。Fig.2にナノピラーの構造図を示す。SiO<sub>2</sub>ナノマスク周囲から約50nmのオーバーエッチングが生じ、ナノピラー下部は{11<sub>-</sub>20}面で囲まれた六角錐状で上部はm面に近い垂直性の高い形状となった。このナノピラーのHe-Cdレーザを励起光とした室温PLスペクトルをFig.3に示す。単一極微細ナノピラーからピーク波長440 nmの明瞭な発光が見られた。

**まとめ:** HEATE法のオーバーエッチングを利用し、マーカーを配置することによって、光学特性評価やデバイス応用に有効な位置制御さ

れた単一極微細InGaN/GaN量子井戸ナノピラー構造の作製に成功した。

**謝辞:** 日頃ご支援いただき、上智大学岸野克巳教授、下村和彦教授に感謝します。本研究の一部は科研費助成事業 挑戦的萌芽研究16K14260の援助を受けて行われた。

**参考文献:** [1] K. Hiramatsu, H. Matsushima, H. Hanai, and N. Sawaki, MRS Proc. 482, 991 (1997)  
[2] K. Ogawa. et. al., Phys. Status. Solidi A, 1-5 (2016)

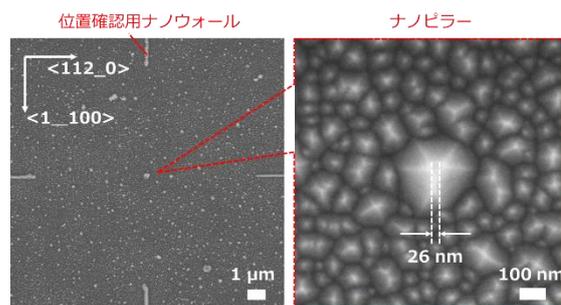


Fig.1 Top view SEM image of InGaN/GaN nanopillar

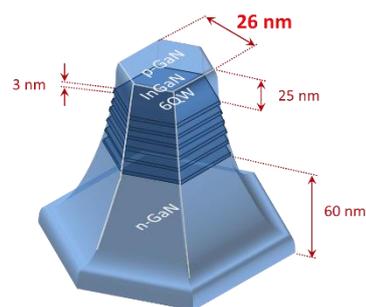


Fig.2 The schematic image of InGaN/GaN nanopillar

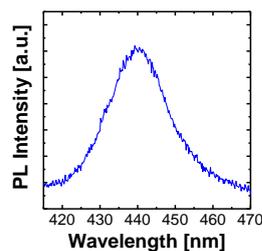


Fig.3 RT-PL spectrum of InGaN/GaN nanopillar