

## 水素雰囲気異方性熱エッチング (HEATE) 法で作製した InGaN/GaN 量子井戸ナノ構造の光学特性評価

Optical characterization of InGaN/GaN single quantum well nanostructures fabricated  
by hydrogen environment anisotropic thermal etching (HEATE) technique

上智大・理工<sup>1</sup>, 上智大ナノテクセンター<sup>2</sup> ○蜂屋 諒<sup>1</sup>, 喜多 諒<sup>1</sup>, 菊池 昭彦<sup>1,2</sup>

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

○Ryo Hachiya<sup>1</sup>, Ryo Kita<sup>1</sup>, Akihiko Kikuchi<sup>1,2</sup> E-mail: kikuchi@sophia.ac.jp

はじめに：窒化物半導体ナノ結晶は、高発光効率や高光取出し効率、高集積化等が期待されるデバイス材料である。我々は、簡便な装置構成と毒性ガスを用いない GaN ナノ構造形成技術である水素雰囲気異方性熱エッチング(HEATE)法を提案し、GaN のエッチング特性やエッチング形状の評価、ナノ構造形成への適用可能性について報告してきた[1]。今回は、HEATE 法による InGaN/GaN 量子井戸を内在するナノ構造の作製と光学特性評価を行ったので報告する。

**実験：**(0001)面  $\text{Al}_2\text{O}_3$  基板上に MOCVD 法で GaN(52 nm)/ $\text{In}_{0.18}\text{Ga}_{0.82}\text{N}$ (3 nm)/GaN 単一量子井戸を成長したエピウェハ表面に、厚さ 100 nm の  $\text{SiO}_2$  ナノマスクを形成した。この試料を石英管状炉内で水素圧力 10 Pa、温度 1050℃の条件で 10 分間エッチング (HEATE) を行い、高さ 100nm の a 軸に沿ったナノストライプ構造(上部幅 54~124nm)、m 軸に沿ったナノストライプ構造(上部幅 54~116nm)、三角格子配列のドット構造(上部直径 54~84nm)および  $150\text{ }\mu\text{m} \times 150\text{ }\mu\text{m}$  の広面積メサ構造を作製した。光学特性評価には、He-Cd レーザ (発振波長 325nm) による室温 PL 測定を用いた。

**結果：**Fig. 1 に作製した InGaN/GaN 量子井戸ナノ構造の一例として上部幅 54nm の a 軸ストライプ構造の鳥瞰 SEM 像を示す。Fig. 2 に作製した各構造の室温 PL スペクトルを示す。比較の為に未加工エピウェハのスペクトル (別測定の為、強度軸はナノパターンと異なる) もプロットした。いずれの構造も InGaN 量子井戸からの明瞭な発光を示し、1050℃の高温処理後のナノ構造においても InGaN 量子井戸が残存していることが確認された。HEATE 後のピーク波長は、8.4~16.8nm 程度短波長化しており、これは高温熱処理による In の脱離やナノ構造による歪緩和によるものと推察される。また、PL 半値全幅は、エピウェハでの 102meV から HEATE 後では 111~125meV に増加した。

**まとめ：** HEATE 法によって InGaN 量子井戸を内在するウェハで最小幅 54nm のナノ構造を作製し、PL 測定により室温における明瞭な発光を確認した。これらの結果から、HEATE 法は InGaN/GaN 量子井戸ナノ構造の作製に対して有効であることが示された。

**謝辞：**日頃ご支援いただく上智大学岸野克巳教授に感謝します。本研究の一部は科研費助成事業 基盤研究(B)# 24310106、挑戦的萌芽研究#24656216、および私立大学戦略的研究基盤形成支援事業の援助を受けて行われた。

**参考文献：** [1]蜂屋他、第 61 回応用物理学関係連合講演会 17p-E13-13(2014)。

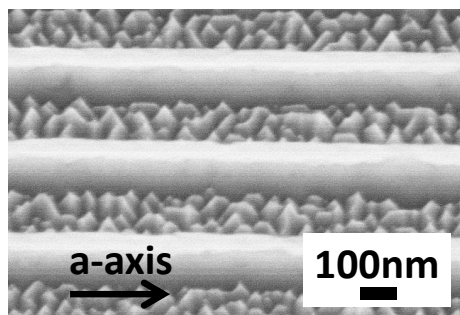


Fig. 1. Bird's eye SEM image of InGaN/GaN nanowall structure fabricated by HEATE.

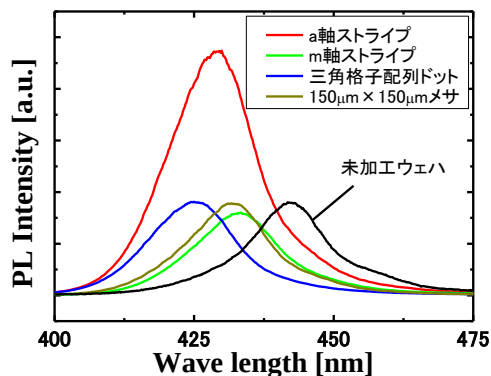


Fig. 2. Room temperature PL spectra of InGaN/GaN nanostructures after HEATE.