

## 水素雰囲気異方性熱エッチング (HEATE) 法による InGaN/GaN 多重量子井戸ナノ構造の作製

Fabrication of nano-structured InGaN/GaN multi quantum well using  
hydrogen environment anisotropic thermal etching

上智大・理工<sup>1</sup>, 上智ナノテクセンター<sup>2</sup> ○水谷友哉<sup>1</sup>, 蜂屋諒<sup>1</sup>, 古橋洋樹<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>

○T. Mizutani<sup>1</sup>, R. Hachiya<sup>1</sup>, H. Furuhashi<sup>1</sup>, R. Kita<sup>1</sup>, A. Kikuchi<sup>1,2</sup> E-mail: kikuchi@sophia.ac.jp

はじめに：窒化物半導体は幅広い波長領域に対応するバンドギャップを持ち様々な応用が期待される材料であり、ナノ構造化によって優れた発光特性の発現が期待される。我々は、低真空度水素雰囲気中における GaN 結晶の熱分解反応を利用した簡便で低損傷な加工が期待される水素雰囲気異方性熱エッチング(HEATE)法[1,2]を提案し、GaN のエッチング特性や InGaN/ GaN 単一量子井戸ナノ構造の作製などについて報告してきた[3]。今回は、HEATE 法による InGaN/GaN 多重量子井戸(MQW)ナノ構造の作製と評価について報告する。

**実験：**(0001)面 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 基板上に MOCVD 法で GaN(3 μm)と 5 周期の GaN(15 nm)/InGaN(3 nm)-MQW を成長したエピウェハの表面に、厚さ 100 nm の SiO<sub>2</sub> 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、水素流量 12.5sccm、温度 1050°C の条件で 5 分間エッチング(HEATE)を行い、走査電子顕微鏡(SEM)による形状観察と室温 PL 測定を行った。また、プロセスの低温化を検討するために温度 900°C における GaN ナノ構造の作製も試みた。

**結果：**Fig.1 に作製した InGaN/GaN-MQW を内在するナノ結晶の一例として、高さ約 200nm、上部幅約 30nm、周期 300 nm の a 軸ナノウォールの鳥瞰 SEM 像を示す。側面は平坦で InGaN 層の分解による形状変化は見られなかった。Fig.2 は室温 PL スペクトルの例であり、発光強度は MQW 層の体積比が同じになるように規格化した。MQW ナノウォールは、1050°C の高温熱処理を経たにもかかわらず元ウェハや HEATE 処理をした 150 μm 角の広い SiO<sub>2</sub> マスク下の領域とほぼ同程度の PL 発光強度を示し、HEATE 法が MQW ナノ構造の作製に有効であることを確認した。ナノウォールのピーク波長は 426 nm から 423 nm に約 3 nm 短波長化した。Fig.3 は 900°C の HEATE 処理で作製した GaN ナノウォールの例であり、エッチング速度は低下したが、側面の傾斜角や形状は 1000°C 以上の場合とほぼ同等であった。**まとめ：** HEATE 法によって InGaN/GaN-MQW を内在するナノ構造を作製し、室温 PL 発光が得られることを確認した。また、従来よりも低温の 900°C においてもナノ構造が作製できることがわかった。

**謝辞：**日頃ご支援いただく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 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)。 [2]A. Kikuchi et al. IWN2014, TuGP69, Poland, August, 2014。 [3]R. Hachiya et al. ISSLED2014, Tu-P05, Taiwan, December, 2014。

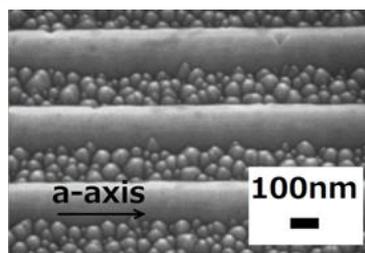


Fig.1. Bird's eye SEM image of InGaN/GaN MQW nanowall structure fabricated by HEATE.

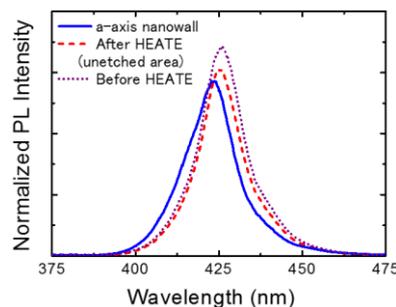


Fig.2. Room temperature PL spectra of MQW samples. The intensity was normalized by volume of MQW layer.

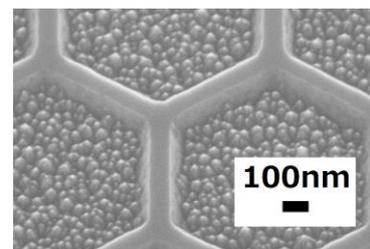


Fig.3. Bird's eye SEM image of GaN nanowall structure fabricated by HEATE at 900 °C.