

## InGaN/GaN MQW ナノストライプ構造の発光特性の構造依存性

## Structural dependence of luminescence properties of InGaN/GaN MQW nanostripes

上智大理工<sup>1</sup>, 上智大学半導体研究所<sup>2</sup>  
 ○片岡 生一<sup>1</sup>, 倉邊 海史<sup>1</sup>, 菊池 昭彦<sup>1,2</sup>

Sophia Univ.<sup>1</sup>, Sophia Semiconductor Research Institute<sup>2</sup>

○Seiichi Kataoka<sup>1</sup>, Umuto Kurabe<sup>1</sup>, Akihiko Kikuchi<sup>1,2</sup>

E-mail: kikuchi@sophia.ac.jp

**はじめに:** 我々は、低損傷ナノ加工技術である水素雰囲気異方性熱エッチング (HEATE)<sup>[1]</sup>を提案し、InGaN/GaN系におけるナノピラー/ナノストライプLED<sup>[2]</sup>やトポロジカルPhC<sup>[3]</sup>、ナノポラス構造と発光強度増強現象<sup>[4]</sup>などについて報告を行ってきた。本研究では、HEATE法で作製したInGaN/GaNナノストライプ構造における発光特性の構造依存性について報告する。

**実験:** 元ウェハにはp-GaN(60nm)/MQW/n-GaN(50nm)/AlInN(300nm)/GaN(4.8 $\mu$ m)/(0001)Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>構造で、MQWが4周期のInGaN(2.5nm)/GaN(8nm)のMOCVD成長エビウェハ (Fig.1)を用いた。As grown MQWの室温PLピーク波長は約490nmであった。ウェハ表面に厚さ15nmのSiO<sub>2</sub>膜を成膜し、EBLでGaN結晶のm軸とa軸に沿って幅(W=)90, 120, ..., 300nmの計8種類のストライプアレイ構造を描画した。ストライプ間隔は3W/2とし、各構造の領域は約3 $\mu$ m $\times$ 3 $\mu$ mとした。また、後工程でAlInN層を選択除去する際にストライプ同士が接合しないように、幅90nmの3本の支持構造をストライプアレイに直交する向きに追加した。この試料を水素圧力18Pa、1000 $^{\circ}$ C、13minの条件下でHEATEを行ってナノストライプアレイ構造 (Fig.2)を作製し、405nmのLD励起による室温PL測定を行った。

**結果と考察:** Fig.2 (a)に作製したa軸ストライプアレイの上面SEM像の例を示す。(b)と(c)はa軸ストライプの側面(m面)とa軸ストライプの側面であり、どちらも平坦であった。Fig.3は、HEATE後のa軸とm軸ストライプ構造のPLピーク相対強度であり、a軸とm軸のどちらもストライプ幅100~140nmで発光強度が最大となったが、a軸ストライプの発光強度の方が著しく大きいことがわかる。Fig.2(b)と(c)から散乱等の影響は少ないと考えられ、この違いは歪緩和の異方性か側面傾斜角の影響が大きいと推察している。また、面方位によるサイドエッチング量の違いや、三次元FDTDによる光取り出し効率の影響、下部AlInNの選択除去の影響などについても検討を行った。

**謝辞:** 本研究の一部は、JSPS 科研費JP24K00950の援助を受けて行われた。

**参考文献:** [1] R. Kita et al. Jpn. J. Appl. Phys. 54 (2015) 046501. [2]K.Ogawa, et al.,Phys.Stat.Sol.A214(2017)1600613 [3]高野 他, 第84回応物秋(2023) 21P-P19-3.[4] 倉邊 他, 第82回応用物理学会秋季学術講演会(2021) 10p-N101-11

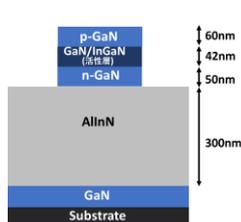


Fig. 1. Cross-sectional diagram of fabricated InGaN/GaN MQW nanostripe structure.

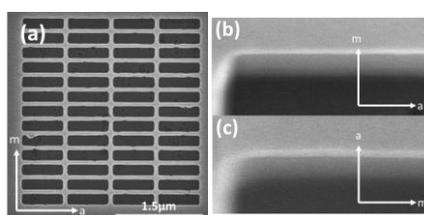


Fig. 2. (a) Top view SEM image of the a-axis stripe array structure (W=100nm), and bird's-eye view SEM images of the side facets of (b) a-axis stripe and (c) m-axis stripe structures. All images are after HEATE process.

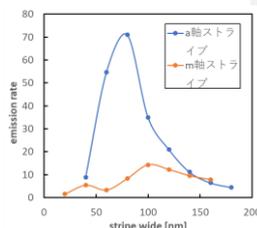


Fig.3. Relative PL peak intensity of InGaN/GaN MQW stripe arrays along the m-axis and a-axis directions after HEATE relative to the as grown wafer.

書式変更: フォント: 10 pt