

水素雰囲気異方性熱エッチング (HEATE) 法で作製した InGaN/GaN ナノ構造のオゾン水パッシベーション

Passivation effect of ozone water treatment on InGaN/GaN nanostructures
fabricated by hydrogen environment anisotropic thermal etching (HEATE)

上智大・理工¹, 上智大ナノテクセンター²

○小川 航平¹, 水谷 友哉¹, 石嶋 駿¹, 生江 祐介¹, 松岡 明裕¹, 菊池 昭彦^{1,2}

Sophia Univ.¹, Sophia Nanotechnology Research Center,²

○Kohei Ogawa¹, Tomoya Mizutani¹, Shun Ishijima¹, Yusuke Namae¹,
Akihiro Matsuoka¹, Akihiko Kikuchi^{1,2}

E-mail: kikuchi@sophia.ac.jp

はじめに: InGaN/GaN量子井戸を内在するナノ構造は、歪緩和効果や貫通転位隔離効果、量子効果、光取出効率の向上などによる発光特性の向上をもたらす魅力的な材料である。しかし、ナノ構造はその微細化に伴って体積に対する表面積の割合が増大して表面非発光再結合の影響が顕在化する。このため、表面パッシベーションは、ナノ構造デバイスの高性能化において重要な技術である。我々は、高温(1000°C近傍)水素雰囲気中におけるGa₂Nの熱分解反応を利用する低損傷エッチング技術(水素雰囲気異方性熱エッチング: HEATE法)を提案し、InGaN/GaN系ナノ構造の作製と評価を行ってきた。^[1] 今回は、HEATE法で作製したInGaN/GaNナノピラー構造に対する飽和オゾン水(SOW: saturated ozone water)を用いたパッシベーション効果を室温PL(RT-PL)と時間分解PL(TR-PL)を用いて検討したので報告する。

実験: サファイア基板(PSS)上にMOCVD法でp-GaNとn-GaN/n-AlGaInに挟まれた6周期のInGaN/GaN多重量子井戸(MQW)青色LEDを成長したエピウェハ上に、PECVD法で厚さ100 nmのSiO₂ナノマスクを形成した。この試料を石英管炉内で水素圧力10 Pa、温度1050 °Cで10 min間加熱してInGaN/GaNナノピラー構造を作製した。バッファードフッ酸(BHF)で試料の表面自然酸化膜除去(BOE)を行った後、室温ホルミネス(RT-PL)と室温時間分解PL(TR-PL)測定を行った。励起光にはHe-Cdレーザー(波長325 nm)とInGaNパルスレーザー(波長375 nm)をそれぞれ用いた。次に、試料をSOWに5、30、120 min間浸けた後にも同様の測定を行った。

結果: 試料には周期200 nmの三角格子状に配列したInGaN直径(対辺間距離)が42 nmと79 nmのナノピラーアレイを用いた。Fig.1にInGaN直径42 nmのナノピラー構造におけるBOE処理とSOW処理後のPL減衰曲線を示す。BOE処理後の発光寿命時間0.65 nsecに対し、5、30 min間のSOW処理後には発光寿命が1.0 nsec、1.9 nsecとそれぞれ増加し、120 minでは飽和した。Fig.2にInGaN直径79nmのナノピラー構造のBOE処理後と30 minのSOW処理後の室温PLスペクトルを示す。30 minのSOW処理によってピーク波長が435 nmから428 nmシフトし、ピーク強度が

80%増加した。これはSOW処理によってナノピラー表面にGa₂O₃などの酸化被膜が形成され、表面非発光再結合を抑制するパッシベーション効果が現れたためと考えられる。ピーク波長のシフトは、酸化被膜による内部応力の変化に起因すると考えられる。

まとめ: 飽和オゾン水によるInGaN/GaNナノ構造のパッシベーション効果について検討し、室温発光寿命の増加、PLピーク強度の増加を確認した。

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 挑戦的萌芽研究16K14260の援助を受けて行われた。

参考文献: [1] R. Kita, R. Hachiya, T. Mizutani, H. Furuhashi and A. Kikuchi, Jpn. J. Appl. Phys. 54 (2015) 046501.

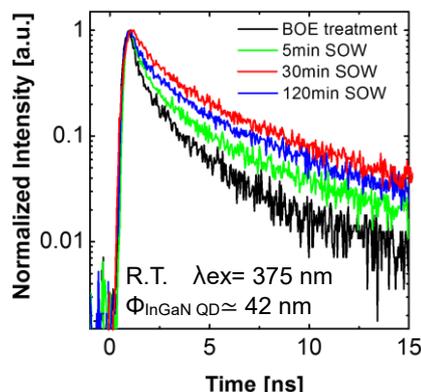


Fig.1 RT-PL decay curves of MQW nanopillars with InGaN diameter of 42 nm after BOE and SOW treatment

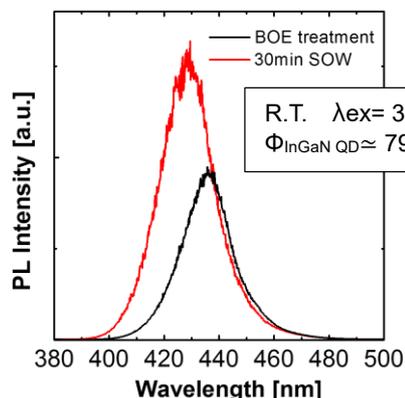


Fig.2 The PL spectrum after BOE treatment and 30 min SOW treatment.