

# 局所カソードルミネッセンスによる InGaN 量子井戸構造のポテンシャル障壁評価 Study on Potential Barrier of InGaN Quantum Well Structures by Spot Cathodoluminescence

山口大院・創成科学

°倉井聡<sup>1</sup>, 檜垣翔大<sup>1</sup>, 岡田成仁<sup>1</sup>, 只友一行<sup>1</sup>, 山田 陽一<sup>1</sup>

Yamaguchi Univ.

°S. Kurai, S. Higaki, N. Okada, K. Tadatomo, and Y. Yamada

E-mail: kurai@yamaguchi-u.ac.jp

高転位密度の InGaN 量子井戸(QW)構造における高効率発光の起源として、貫通転位近傍の量子井戸薄膜化に伴うポテンシャル障壁形成モデルが提案されている[1]。これまでに我々は近接場光学顕微分光(SNOM-PL)法により青～緑色発光 QW 構造において空間分解分光計測を行い、貫通転位近傍へのポテンシャル障壁の形成を示唆する局所的な高エネルギー発光帯を観測してきた[2,3]。他方、緑色発光量子井戸の評価において貫通転位と直接相関を有さない高エネルギー発光も観測している[4]。局所的に現れるこれらの発光と構造欠陥との相関の評価に、比較的簡便に広い領域に対する顕微分光評価が可能なカソードルミネッセンス(SEM-CL)法を適用できれば、不均一混晶系の高効率発光機構の解明および SNOM-PL 評価の補完に有用である。そこで今回我々は、過去の SNOM-PL 測定において貫通転位近傍にポテンシャル障壁の形成が確認されている In 組成比 18 %の InGaN MQW 構造[2]に対して室温 SEM-CL 測定を行い、貫通転位近傍のスポット CL スペクトルから欠陥形成領域が発光スペクトルに与える影響について評価した。

測定に用いた試料は、サファイア基板上に有機金属気相成長法により低温GaN 層、無添加GaN層、SLS(歪超格子)層を介して成長されたIn<sub>0.18</sub>Ga<sub>0.82</sub>N/GaN MQW 構造である。MQW 層は井戸幅3 nm、障壁層幅11.5 nm とし、SLS 層はIn<sub>0.08</sub>Ga<sub>0.92</sub>N 層(2.5 nm)/GaN 層(2.5 nm)が5周期のものを使用した。評価はSEM-CL法により室温で実施した。加速電圧を5.0 kVとし、マッピング測定およびスポットCLスペクトル測定時の照射電流を25 pAとした。加速電圧5.0 kV時の電子線侵入長はおおよそ200 nmと見積もられた。分光CLマッピング測定およびCLスペクトル測定の際の波長分解能は2.7 nmであった。

全光CL像(Fig. 1)に現れる暗点は、SEM像の表面ピット位置(貫通転位)と完全に対応していた。Fig. 2に走査範囲全域からの平均CLスペクトル(黒実線)を示す。InGaN主ピークの高エネルギー側(450 nm)を中心波長として分光マッピング像を測定した結果、暗点近傍に局所的な発光が観測された。そこで高エネルギー発光が観測された場所を含む様々な位置でスポットCLスペクトルを取得した。SEM像においてピットが観測された位置(赤破線)およびピットが観測されなかった位置(青一点鎖線)におけるスポットCLスペクトルをFig. 2に示す。また、スポットCLスペクトルの各測定点をFig. 1の全光CLに示す。ピットでは平均CLスペクトルよりも約90-140 meV程度高エネルギー側での発光が観測された。これに対して、ピットが無い位置では平均CLスペクトルに近い発光が得られる傾向が見られた。これは従前のSNOM-PL測定結果と一致する[2]。しかしながら、ピットでも高エネルギー側の発光が見られない部分(測定点3)や、ピットが無い位置でも高エネルギー発光が観測される部分(測定点7,10,13)があった。これは、試料の不均一性やキャリア拡散の影響を反映していると考えている。

【謝辞】本研究の一部は JSPS 科研費 JP16H06428 および JSPS 科研費 16K06264 の助成を受けて行われた。

[1] A. Hangleiter *et al.*, PRL **95**, 127402 (2005)., [2] N. Okada *et al.*, JAP **117**, 025708 (2015)., [3] 細川他, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-PB6-14 (2014)., [4] 倉井他, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 14a-A21-4 (2016).

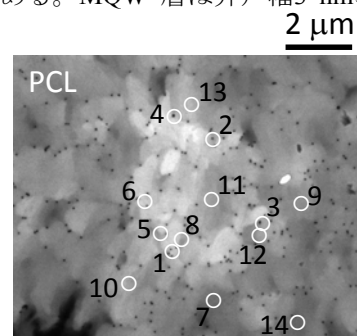


Fig. 1. Panchromatic CL image. White circles and numbers indicate the measurement points of spot CL spectra.

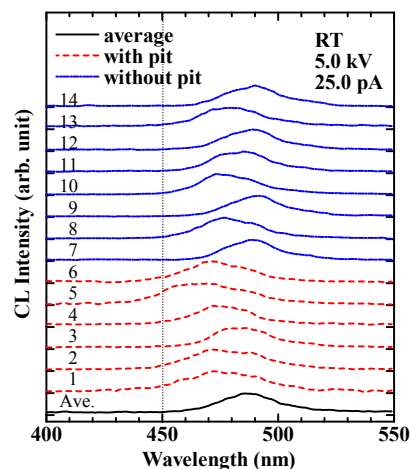


Fig. 2. Area-averaged CL spectrum (solid line), spot CL spectra at the spots with pits (dashed line) and without pits (dash-dotted line).