近接場光学顕微分光測定による 青色・緑色発光 InGaN 量子井戸構造の評価 Nanoscopic Spectroscopy of Blue and Green InGaN Quantum Wells by Scanning Near-Field Optical Microscopy 山口大院・創成科学、大陽日酸株式会社 [°]倉井聡¹, 三原練磨¹, 野畑元喜¹, 大川康平¹, 岡田成仁¹, 只友一行¹, 矢野良樹², 田渕俊也², 松本功², 山田 陽一¹ Yamaguchi Univ.¹, TAIYO NIPPON SANSO Corp.² [°]S. Kurai¹, R. Mihara¹, G. Nobata¹, K. Okawa¹, N. Okada¹, K. Tadatomo¹, Yano², T. Tabuchi², K. Matsumoto², and Y. Yamada¹ E-mail: kurai@yamaguchi-u.ac.jp

InGaN 量子井戸(QW)構造を用いた発光デバイスの長発光波長化に伴う効率低下問題(グリーン ギャップ)に対して、結晶性や組成の不均一性、歪み等の要因が複雑に関与した機構が考えられて いる。このような不均一混晶系においては、現象の局所的振る舞いを理解することが重要である。 貫通転位の周囲に形成される成長ピットに起因するポテンシャルバリアと内部量効率の関係につ いて、幅広い In 組成と構造を有する試料群に対して詳細に調べられている[1]。また、紫〜緑色 InGaN QW 構造の微視的発光分布が近接場光学顕微分光(SNOM-PL)法を用いて詳細に研究され、 ポテンシャル揺らぎと非輻射再結合中心の空間的な位置関係によって効率が大きな影響を受ける ことが指摘されている[2]。いずれにおいても、非輻射再結合中心へのキャリアの流入がポテンシ ャルの山に遮蔽されることにより、高効率発光を呈すると結論づけられている。今回、我々は青 色および緑色 QW 構造について SNOM-PL 測定を行い、緑色 QW 構造のみに特徴的に現れる局所 的な発光を観測したので報告する。

実験に用いた試料は、MOVPE 法により c 面サファイア基板上に低温 GaN 層、無添加 GaN 層、 歪超格子(SLS)層を介して成長された井戸数 6 の青色および緑色発光 InGaN/GaN 多重量子井戸 (MQW)構造である(青色 QW および緑色 QW)。MQW 層は井戸層幅 2.5 nm、障壁層幅 6.5 nm、SLS 層は n-In_{0.1}Ga_{0.9}N(1 nm)/n-In_{0.02}Ga_{0.98}N(3 nm)層を 1 周期とする 10 周期とした。SNOM-PL 測定は、

SNOM 装置(日本分光製 NFS-330)を用いて、I-C モードにて室温で行った。励起光は cw He-Cd レーザ(325 nm)とし、近接場プローブの開口径 は 200 nm 前後のものを用い、観察領域は 4.0 × 4.0 µm² とした。

図 1(a)~(c)に青色および緑色 QW の SNOM -PL 観察における局所 PL スペクトルの一例を 示す。観察領域の大部分において GaN からの発 光と InGaN からの発光(InGaN 主発光)のみが観 測された(図 1(a),(c))。しかしながら、緑色 QW では InGaN 主発光に加えて、その高エネルギー 側に発光が現れる領域が点在することがわか った(図 1(b))。図 1(d)および(e)に青色および緑 色 QW について InGaN 主発光の高エネルギー側 で取得した発光強度マッピングを示す。青色 QW では InGaN 主発光の高エネルギー側に明瞭 な発光は観察されなかった。緑色 QW において 高エネルギー発光成分が現れる位置では、 InGaN 主発光は弱く、またこれらと GaN 発光の 暗点との明確な相関はなかった。

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

[1] C. Netzel *et al.*, PRB **76**, 155322 (2007)., [2] A. Kaneta *et al.*, PRB **78**, 125317 (2008).



Fig.1. Local spectra of (a)blue InGaN QW and green InGaN QW (b)with and (c)without higher energy components. Intensity maps are acquired from the higher-energy region to InGaN main peak of (d)blue and (e)green InGaN QW.