

近接場過渡レンズ法による InGaN 単一量子井戸 におけるキャリアダイナミクスの評価

Carrier dynamics in an InGaN single QW studied by the SNOM transient lens method

京大院工, °塚本真大, 石井良太, 船戸充, 川上養一

Dept. Electron. Sci. & Eng., Kyoto Univ. °M. Tsukamoto, R. Ishii, M. Funato, Y. Kawakami

E-mail: kawakami@kuee.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

GaN 系発光ダイオードにおいて, 注入キャリア密度の増加に伴い発光効率が低下する, 効率ドロープ現象が報告されている[1]. 効率ドロープ現象の原因を解明するためには, キャリアの非輻射再結合過程のメカニズムに関して, 詳細な知見を得る必要がある. 従来, 非輻射再結合過程は PL 測定や CL 測定により議論されてきたが, これらの手法は試料の発光現象の観測による評価であり, 非輻射再結合過程を直接観察しているわけではない. そこで本研究では, 非輻射再結合過程を直接観測するために, 過渡レンズ(Transient Lens: TL)測定を行っている[2]. TL 測定では, キャリア密度変化や発熱の観測が可能で, キャリアの非輻射再結合過程を直接評価することができる[3]. 文献[4]では TL 法によりサファイア基板上緑色発光 InGaN MQW におけるキャリアダイナミクスの評価を行っているが, MQW における測定では複数の QW の情報が統合されてしまうため, 詳細な物理を議論するためには SQW 構造の試料を評価することが望ましい. そこで本研究では InGaN SQW 構造の試料の SNOM-TL 測定を行い, キャリアダイナミクスの観測を行った.

2. 実験・結果

サファイア基板上緑色発光 InGaN SQW 構造の試料に関して, SNOM-TL および I-C (Illumination-Collection)モード PL マッピング測定を同一領域にて行った. TL 測定の励起光には波長 405 nm の CW レーザ光を光チョップで周波数 100 Hz の矩形波にしたもの, 検出光には波長 633 nm の He-Ne レーザを使用した. 2つのレーザ光を同軸にして開口径 220 nm のプローブを通して試料に照射し, 透過光をフォトダイオードで受光して強度変化をロックインアンプで検出した. その結果, 励起光の照射により検出光強度が増加する方向の信号が得られた. これは QW 内にキャリアが励起されて分極に寄与する価電子が減少し, 試料の屈折率が減少したことによるものであり, 信号強度はキャリア密度変化量の大きさを表している[4]. 積分 PL 強度, 発光ピーク波長, TL 信号強度のマッピング像をそれぞれ図 1(a), (b), (c)に示す. 図 1(c)より領域 A および B において強い TL 信号が得られ, キャリアが局在する様子を観測することができた. 図 1(a), (b)より前者は周囲よりもポテンシャルエネルギーが比較的小さい発光領域, 後者はポテンシャルエネルギーの深い谷となっている非発光領域であることを示している. 発表当日は TL, PL マッピング測定結果の比較からサファイア基板上 InGaN SQW のキャリアダイナミクスの検討を行う予定である.

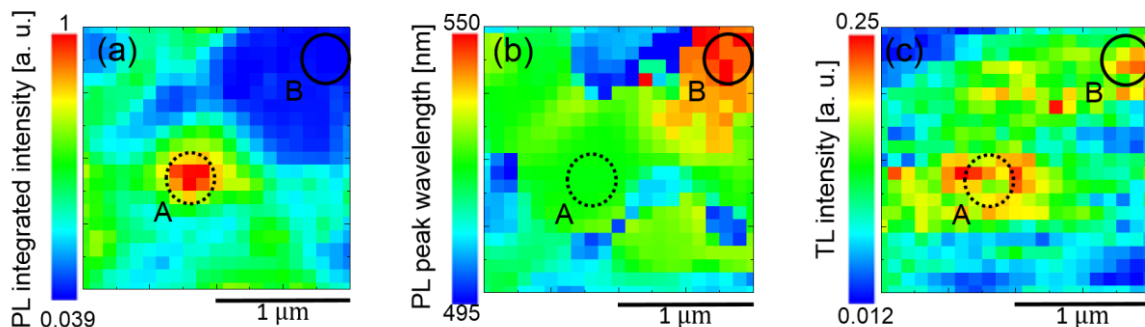


Fig. 1: Mapping images of a green emitting InGaN SQW, (a) PL integrated intensity, (b) PL peak wavelength, and (c) TL intensity.

参考文献

- [1] Y. C. Shen et al., *Appl. Phys. Lett.* **91**, 141101 (2007).
- [2] Y. Kawakami et al., *J. Appl. Phys.* **117**, 105702 (2015)., 塚本真大, 他, 2015 年第 76 回応用物理学会秋季学術講演会 16p-1D-10.
- [3] M. Terazima et al., *Pure Appl. Chem.* **76**, 1083 (2004).
- [4] K. Okamoto et al., *Appl. Phys. Lett.* **87**, 161104 (2005).