

## 顕微光音響・発光同時計測による

## InGaN 量子井戸の内部量子効率の In 組成依存性測定

## In Composition Dependence of Internal Quantum Efficiency in InGaN Quantum-Wells

## Measured by Simultaneous Microscopic Photoacoustic and Photoluminescence Spectroscopy

金沢工業大学<sup>1</sup>, °森 恵人<sup>1</sup>, 高橋 佑知<sup>1</sup>, 森本 悠也<sup>1</sup>, 山口 敦史<sup>1</sup>,ソニーグループ株式会社<sup>2</sup>, 草薙 進<sup>2</sup>, 蟹谷 裕也<sup>2</sup>, 工藤 喜弘<sup>2</sup>, 富谷 茂隆<sup>2</sup>Kanazawa Inst. Tech.<sup>1</sup>, °Keito Mori<sup>1</sup>, Yuchi Takahashi<sup>1</sup>, Yuya Morimoto<sup>1</sup>, Atsushi A. Yamaguchi<sup>1</sup>,  
Sony Group Corp.<sup>2</sup>, Susumu Kusanagi<sup>2</sup>, Yuya Kanitani<sup>2</sup>, Yoshihiro Kudo<sup>2</sup>, Shigetaka Tomiya<sup>2</sup>E-mail: [b1514689@planet.kanazawa-it.ac.jp](mailto:b1514689@planet.kanazawa-it.ac.jp)

InGaN 量子井戸(QW)を用いた発光デバイスは広く普及しているが, In 組成の増大や電流(キャリア密度)の増加に伴い発光効率が低下する問題がある. 我々は, 効率改善のためには, キャリアダイナミクスを包括的に解明する必要があり, 内部量子効率(IQE)を正確に評価することがこの理解に繋がると考えている. 近年, 従来手法よりも窒化物半導体の IQE を正確に推定する方法として, 我々は光音響(PA)・発光(PL)同時計測法を提案している. 過去に, 本手法を用いて GaN 膜と InGaN-QW の IQE を測定し, 妥当な結果を得られている[1, 2, 3]. さらに, 時間分解(TR)PL 測定と組み合わせると, GaN 膜におけるキャリアダイナミクスの議論も展開している[4]. 本研究では, キャリア密度の高い領域での InGaN-QW の IQE の In 組成依存性を測定するため, In 組成を系統的に変化させた InGaN-QW 試料シリーズに対して, 対物レンズでの集光による光励起の下で, PA/PL 同時計測による IQE 測定を試みた.

本研究で用いた試料は, In 組成が異なる InGaN 単一量子井戸(SQW)(青色~赤色の計 5 枚)であり(図 1 に PL スペクトルを示す), 測定においては連続発振する 405nm の半導体レーザを励起光源に用いた. レーザ光は 40 倍の対物レンズで絞られ, 試料の表面に焦点を合わせられた. PA/PL 同時計測においては, PA 信号強度と PL 信号強度の励起強度依存性を測定し, その非線形性の相補性(一方が superlinear なら他方は sublinear になる)を利用して IQE を求めるが, すべての試料の測定において, きれいな相補性が見られ, 顕微集光励起による強励起下においても, 精度良く IQE を見積もることができたと考えられる. 図 2 には, このように推定された各試料の IQE を示す. これを見ると, In 組成が増大するほど IQE が低下するという妥当な結果が得られている. 今後は, PA/PL 同時測定と TRPL 測定を同一励起条件で実験し, 輻射再結合寿命と非輻射再結合寿命の分離評価を行い, InGaN-QW のキャリアダイナミクスの解明を目指す.

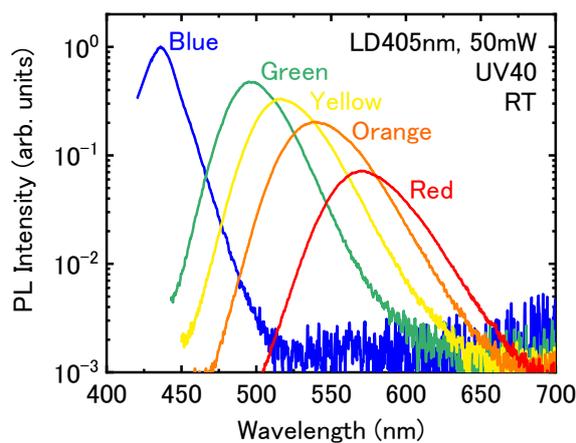


Figure 1  $\mu$ -PL Spectra of five InGaN-SQW samples with different In composition.

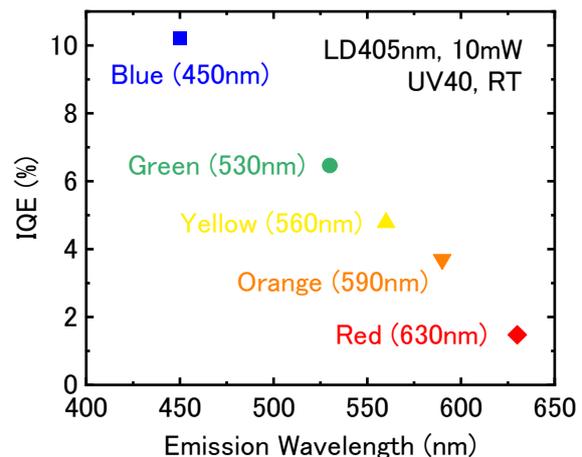


Figure 2 In composition dependence of estimated IQE values in the five InGaN-SQW samples.

文献 [1] T. Nakano, *et al.*, Proc. SPIE **9748**, 97481W-1 (2016). [2] A. A. Yamaguchi, *et al.*, IEICE Trans. Electron. **E101-C**, 527 (2018). [3] K. Mori, *et al.*, ICNS-13, Bellevue, USA, A11.07 (2019). [4] K. Kawakami, *et al.*, Proc. SPIE **9748**, 97480S-1 (2016).