

光音響・発光同時計測による InGaN 量子井戸発光ダイオードの内部量子効率推定

Estimation of Internal Quantum Efficiency in InGaN Quantum-Well based

Light-Emitting Diodes by Simultaneous Photoacoustic and Photoluminescence Measurements

○森恵人, 高橋祐知, 森本悠也, 山口敦史

金沢工業大学

Keito Mori, Yuchi Takahashi, Yuya Morimoto and Atsushi A. Yamaguchi

Kanazawa Institute of Technology

E-mail: b1514689@planet.kanazawa-it.ac.jp

私たちは、窒化物半導体の電子状態やキャリアダイナミクスの包括的な理解の為には、内部量子効率(IQE: Internal Quantum Efficiency)の正確な測定が必要であると考えている。

これまでに、私たちは光音響(PA: Photoacoustic)・発光(PL: Photoluminescence)同時計測法により、IQEを推定する方法を提案している[1]。この手法では、輻射再結合による発光を PL 測定で、非輻射再結合による発熱を PA 測定で観測し、2つの信号を比較して IQE を推定する。過去に、この手法を用いて GaN 試料と InGaN 量子井戸(QW: Quantum-Well)試料の IQE を推定し、妥当な結果を得ている[1,2]。

本研究では、PA・PL 同時計測法の妥当性を確認するための手段の一つとして、高い IQE を持つとされている、市販の InGaN QW 発光ダイオード(LED: Light-Emitting Diode)に対して、本手法により IQE 推定を行った。励起光源は半導体レーザー(発振波長: 405nm)で、レンズを調整して LED チップ全体に励起光を照射した。図 1, 2 は、それぞれ青色 LED と緑色 LED の PA と PL 信号強度の励起光強度依存性を励起光強度で除したものを示している。図 1, 2 を見ると、比較的強い励起光強度の領域では、PA と PL の和が一定ではない(励起光強度に比例していない)ことがわかる。この原因として、現段階では、LED の励起光の吸収飽和が起きているためであると考えている。図 3 は、励起波長と発光波長が異なることによるバンド内緩和による熱発生を考慮[3]して求めた IQE の値の励起光強度依存性を示している。推定された IQE は、青色、緑色はそれぞれ、最大で 70%, 40%程度であり、比較的高いことがわかった。今後は波長や種類の異なる LED の IQE を推定したり、和が一定ではない原因を追究したりして、本手法の妥当性を高めていく予定である。

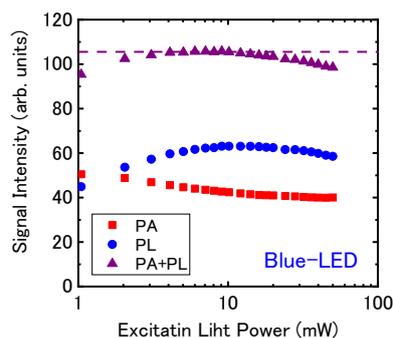


Fig. 1 Excitation light power dependence of PA, PL, PA+PL signal intensities divided by the excitation light power for a blue-light-emitting InGaN-QW LED.

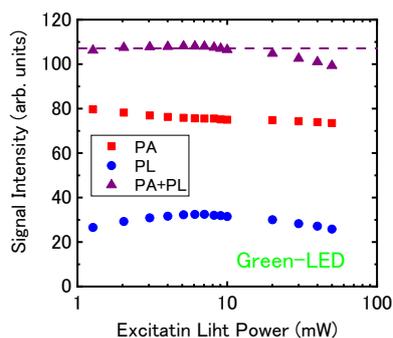


Fig. 2 Excitation light power dependence of PA, PL, and PA+PL signal intensities divided by the excitation light power for a green-light-emitting InGaN-QW LED.

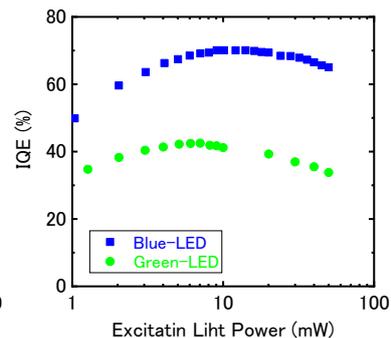


Fig. 3 Excitation light power dependence of calibrated IQE values for the two InGaN-QW LEDs.

謝辞 本研究は科研費(JP19H04553)の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] T. Nakano, K. Kawakami and A. A. Yamaguchi, Proc. of SPIE vol.9748 97481W-1 (2016).
- [2] 森恵人ほか, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 20a-E310-6, (2019).
- [3] Atsushi A. Yamaguchi, *et al.*, IEICE TRANS. ELECTRON., VOL.E101-C, NO.7 (2018).