InGaN 量子井戸の組成揺らぎ評価に関する実験的・理論的検討

Theoretical and Experimental Studies on Potential Fluctuation in InGaN Quantum-Well Structures

○(M1)藤田貴志 [1]，坂井繁太 [1]，池田優真 [1]，山口敦史 [1]，蟹谷裕也 [2]，冨谷茂隆 [2]
金沢工業大学 [1]，ソニー株式会社 [2]

Takashi Fujita [1], Shigeta Sakai [1], Yuma Ikeda [1], Atsushi A. Yamaguchi [1],
Yuya Kanitani [2] and Shigetaka Tomiya [2]
Kanazawa Institute of Technology [1], Sony Corporation [2]
E-mail: b1414471@planet.kanazawa-it.ac.jp

InGaN 量子井戸(QW)においては、In 組成揺らぎによりキャリアの波動関数の局在が起こる。この際のキャリアの局在状態と非局在状態の境界のエネルギーは Mobility edge (ME)と呼ばれ、これを知ることが InGaN-QW の電子状態を理解する手掛かりの一つとなる。この ME の実験的評価手法としては、(1) PL ピーク波長の励起光波長依存性 [1)]、(2) PLE 測定 [2)]、(3) PL 寿命の発光波長依存性 [3)]などが提案されているが、同じ試料(InGaN ナノロッド)に対してこれらの手法で ME を求めたら、全く異なる結果が得られたという報告もなされている [4)]。

本研究では、半導体レーザの活性層に用いられる InGaN 量子井戸(QW)の同一試料に対して、前述の 3 つの実験手法により ME の位置を見積り、それらが全く異なる値を与えることを確認した(Fig.1)。そして、これらの不一致の原因を解明するために、組成揺らぎに起因する裾状態を考慮した状態密度を考え、その中でのキャリアのダイナミクスを速度方程式で記述した理論モデルを構築した。そして、局在状態へのキャリアのフィリングを考慮することで、実験結果を再現するような計算結果を得ることができた (Fig.2)。この結果を考察すると、(1)の評価手法ではキャリアのフィリング効果の影響を大きく受け、正しい ME を求められないことがわかった。また、(3)の手法ではそもそも ME を求める手法になっておらず、(2)の手法のみが正しい結果を与える可能性が高いことがわかった。

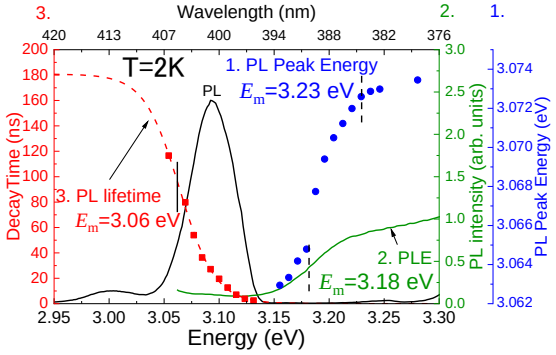

Fig.1 Experimental results of three different methods to estimate the mobility-edge energy in an InGaN-QW sample.

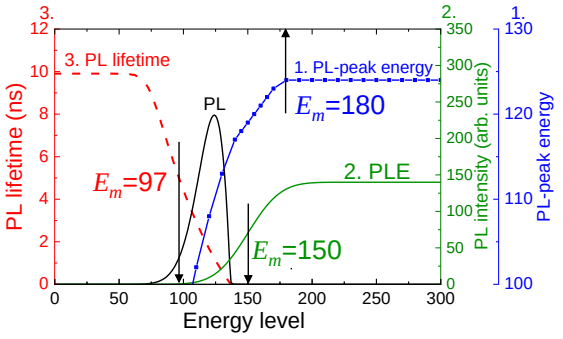

Fig.2 Simulation results calculated based on the proposed model in this study to reproduce the experimental results shown in Fig.1.

謝辞　本研究は科研費(17H05341&17J11367)の助成を受けたものである。

参考文献

1) A. Satake *et al*, Phys. Rev. **B57**, R2041 (1998).
2) J. Hegarty *et al*, Phys. Rev. **B30**, 7346 (1984).
3) M. Oueslati *et al*, Phys. Rev. **B37**, 3047 (1988).
4)金城, 岸野, 他 "InGaN/GaN 多重量子井戸構造における局在状態からの発光特性"、2016 応物学会(秋)、14a-A21-5.