

六角柱型と逆ピラミッド型構造 GaN 量子ドットにおけるスペクトル拡散のシミュレーション結果の比較

Comparison of simulations of spectral diffusion in GaN quantum dots with hexagonal disk and inverted pyramid geometry

東大生研¹, 東大ナノ量子機構^{2, ○}(M2) 浅井 翼¹, 荒川 泰彦², ホームズ・マーク¹

IIS Univ. of Tokyo¹, NanoQuine, Univ. of Tokyo², [○]T. Asai¹, Y. Arakawa², M. Holmes¹

E-mail: asai@iis.u-tokyo.ac.jp

近年、量子コンピュータや量子暗号通信が新たな情報通信技術として注目を集めている。これらの技術の実現のために、識別不可能な光子の生成など、高性能な単一光子源の開発が必要である[1,2]。単一光子源の1つであるⅢ族窒化物半導体量子ドットは、高温動作や広い波長帯での発光などの特長を有しているが、識別不可能な光子の生成は未だ実現されていない[3]。これは、スペクトル拡散の影響を強く受けるためである。スペクトル拡散は量子ドット内の励起子と周囲の欠陥準位等にランダムに捕獲された電荷とのクーロン相互作用により生じる励起子エネルギー（発生する光子エネルギーに対応）の変化に起因する。[4]

本研究では、GaN/AlGaIn 量子ドットにおけるスペクトル拡散の影響を抑えることができる可能性のある構造として逆ピラミッド型構造量子ドット[5]の詳細なスペクトル拡散のシ

ミュレーション[6]を行い、発光エネルギーの変化の大きさについて六角柱型量子ドットとの比較を行った。具体的な計算は nextnano[7]を用い、量子ドットの周囲に電子がランダムに存在する場合のシミュレーションを行い、発光エネルギーの変化の分布から発光線幅の広がり求めた。Fig.1 (i)にスペクトル拡散の概念図を、(ii)にピラミッド型構造量子ドットと量子ドット内の電子と正孔の波動関数のシミュレーション結果を、(iii)に六角柱型とピラミッド型と接頭六角錐型のそれぞれについて、周囲にランダムに電子が分布する場合の発光エネルギーの変化のヒストグラムを示す。このヒストグラムから一般的な形状の六角柱型よりもピラミッド型よりも線幅の広がりを抑えられていることが分かる。詳細は講演で報告する。

謝辞: 本研究は文部科学省の卓越研究員制度により遂行されている。

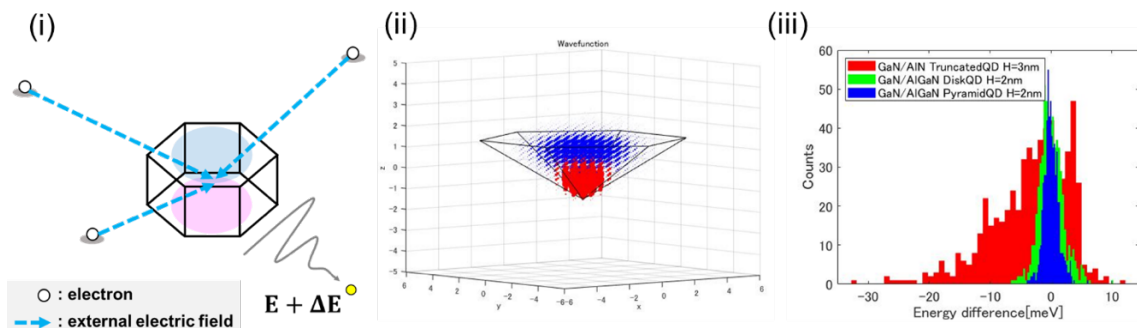


Fig. 1.(i) Schematic of a quantum dot and the electric field due to an external charge. (ii) Simulation result of the wavefunctions of electron and hole confined in a pyramid structure GaN/AlGaIn quantum dot. (iii) Histograms simulating the emission profile of various III-Nitride QDs in the presence of randomly fluctuating external fields.

参考文献

[1] Y. Arakawa and M.J. Holmes, *Appl. Phys. Rev.* **7**, 021309 (2020). [2] J. L. O'Brien, *Science* **318**, 1567 (2007). [3] M. Holmes, et al., *Semicond. Sci. Technol.* **34**, 033001 (2019). [4] M. Holmes, et al., *Phys. Rev. B* **92**, 115447 (2015). [5] ホームズ他、第 64 回応用物理学会春季学術講演会 16p-503-13 (2017) [6] 浅井他、第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 11a-Z02-3 (2020) [7] <https://www.nextnano.de/>