

InAs/GaAs 量子ドットのフォトルミネッセンス測定 ～スペクトル幅のドット密度依存性～

Photoluminescence of InAs/GaAs quantum dots: Dot dependence of spectral width

東大生研¹, 東大ナノ量子機構², ○渡邊 克之¹, 荒川 泰彦^{1,2}IIS, Univ. of Tokyo¹, NanoQuine, Univ. of Tokyo² ○Katsuyuki Watanabe¹, Yasuhiko Arakawa^{1,2}

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

【はじめに】 自己形成 InAs/GaAs 量子ドット (QDs) は、光通信レーザ、太陽電池、赤外線検出器などの活性層媒体として有望である。このような用途では QDs 集合体を活用しており、QDs 密度とそのサイズ揺らぎはデバイスの究極性能を決める要因になる。また、密度とサイズ揺らぎの相関関係を知ることは、自己形成 QDs の成長機構の本質に迫ることに繋がり、学術的に興味がつきない。本研究では、成長条件を様々に変化させて作製した InAs/GaAs QDs について、面内密度とドットのサイズ不均一性を反映するフォトルミネッセンス (PL) スペクトル幅との相関関係を調べたので報告する。

【実験】 GaAs 基板上に試料を MBE 成長した。InAs QDs を自己形成する過程に注目し、原料フラックスと基板温度を一定に保ち通常成長した構造と、同過程中に両パラメータを変化させながら成長した構造とを作製した。ただし全ての構造で InAs 総堆積量はほぼ等しく、また GaAs 埋め込み層を同一条件で成長した。室温での PL 測定により、基底準位の発光ピーク幅を評価した。

【結果と考察】 図に示すように、QDs 面内密度の増加とともに PL のスペクトル幅は単調に増加した。この傾向に関して、QDs を通常成長した場合と、自己形成過程において上述の成長条件変化を与えた場合とで明瞭な差は見られなかった。この結果は、サイズ揺らぎが成長条件にはほぼ依存せず、一方で密度とは一定の相関関係にあることを意味する。本相関関係の起源が、QDs サイズ分布のスケールリング則[1]において議論されているような結晶成長機構そのものに本質的に由来していると考えている。なお挿入図に示すように、QDs 密度を高めると、密度/PL 幅比 (同一発光波長をもつ QDs 最大有効数の目安となる) は増加した。つまり、本密度範囲内での高密度化は、QDs レーザなどの利得向上 (性能改善) をもたらすものと期待できる。

【謝辞】 研究遂行にあたり議論を頂いた東京大学の岩本敏准教授、(株)QD レーザの西研一・菅原充両博士に感謝する。本研究は文部科学省イノベーションシステム整備事業および最先端研究開発支援プログラムにより遂行された。

[1] Y. Ebiko *et al.*, Phys. Rev. B **60**, 8234 (1999).

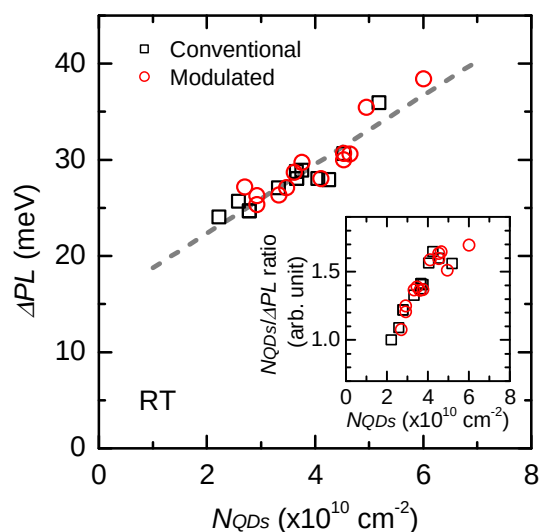


Fig. PL width (ΔPL) vs. QD density ($NQDs$). The broken line is a guide for eyes. The inset shows a $NQDs/\Delta PL$ ratio plotted against $NQDs$.