

17p-E15-9

バイオテンプレート極限加工による GaAs 量子ナノディスクの 狭帯域フォトルミネッセンス特性

The Narrow Line-width Photoluminescence of GaAs Quantum Nanodisk Emission by Combination of Bio-template and Neutral Beam Etching

¹東北大 WPI-AIMR, ²東北大流体研, ³北大院情報科学, ⁴東大先端研, ⁵奈良先端大, ⁶東大院工,
⁷JST-CREST

肥後 昭男¹, 田村 洋典^{2,7}, 木場 隆之^{3,7}, トーマス セドリック^{2,7}, 王 云鵬⁴,
山下 一郎^{5,7}, 杉山 正和⁶, 中野 義昭⁶, 村山 明宏^{3,7}, 寒川 誠二^{1,2,7}

¹WPI-AIMR, Tohoku Univ., ²IFS, Tohoku Univ., ³IST, Hokkaido Univ., ⁴RCAST, the Univ. of Tokyo,
⁵NAIST, ⁶School of Eng., the Univ. of Tokyo, ⁷JST-CREST

○A. Higo¹, Y. Tamura^{2,7}, T. Kiba^{3,7}, C. Thomas^{2,7}, Y. Wang⁴, I. Yamashita^{5,7}, M. Sugiyama⁶, Y. Nakano^{4,6}, A.
Murayama^{3,7}, and S. Samukawa^{1,2,7}

E-mail: samukawa@ifs.tohoku.ac.jp

はじめに 酸化 Fe を内包したタンパク質(フェリチン)の 2 次元配列テンプレート技術[1] と超低損傷中性粒子ビームエッチング(NBE)技術[2]による革新的量子ドット作製手法が提案されている。バイオテンプレート極限加工を用いることでナノディスクの直径と厚さをそれぞれ独立に制御可能になり、量子エネルギー準位を自由に設計できる量子ナノディスク(NDs)[3]を用いた量子ドットレーザの研究開発を行っている。すでに、数十 nm の直径を有する円盤構造の GaAs NDs の作製に成功している。これらの NDs を光デバイスへ展開するために有機金属気相成長法(MOVPE)により GaAs NDs を含むナノカラムの AlGaAs/GaAs 埋め込み再成長をおこなった。トップダウンプロセスにより GaAs QNDs の直径および厚さを制御可能なサンプルを用いてフォトルミネッセンス(PL)測定により実証した。

結果と考察 顕微 PL 測定における励起波長は 532nm である。直径 15nm, 厚さ 4nm, 8nm の GaAs QND/Al_{0.15}GaAs バリアのサンプルを用いた。埋め込み再成長した 8nm 厚さサンプルのピーク波長は 6K で 770 nm であった。このピークはそれぞれ GaAs 量子井戸(QW)の発光波長より短波化しており、QND にすることで量子準位間のエネルギーが大きくなることを示している。さらに、エッチングのための多重量子井戸構造の最適化およびエッチング条件を最適化することにより、4nm 厚さの NDs で 28.9meV, 8nm 厚さの NDs で 34.6meV の狭帯域のフォトルミネッセンス特性をトップダウンプロセスで得ることに成功した。この技術を用いることにより、直径および厚さを制御した量子準位を制御した低消費電力レーザ等の開発が可能にある。

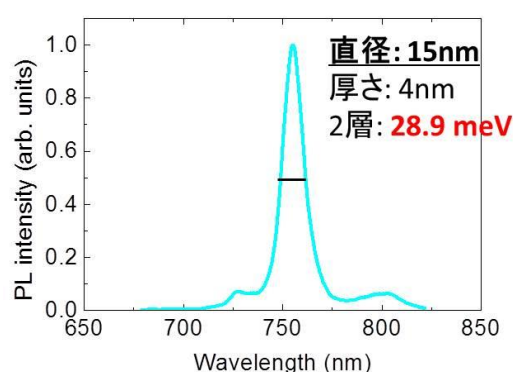


図 1, 4nm GaAs NDs の狭帯域スペクトル

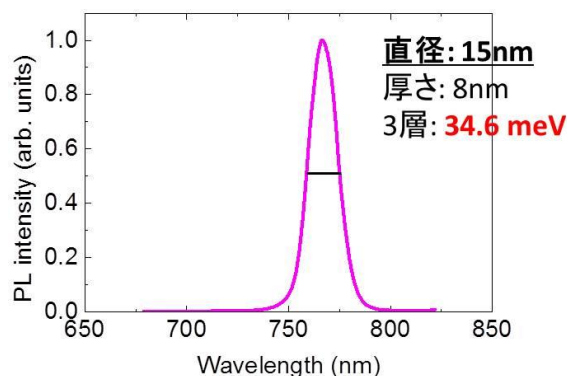


図 2, 8nm GaAs NDs の狭帯域スペクトル

- [1] I. Yamashita, Thin Solid Films, 393, 12, (2001)
- [2] S. Samukawa, et. al., J. Vac. Sci. Technol., 20, 1566(2002)
- [3] S. Samukawa, Jpn. J. Appl. Phys., 45, 2395, (2006)
- [4] Y. Tamura et. al., 12th IEEE conference on Nanotechnology (IEEE NANO), 2012