

バイオテンプレート極限加工による InGaAs 量子ナノディスクの 光学特性評価

Optical response of InGaAs Quantum Nanodisks by Bio-template and Neutral Beam Etching

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

○肥後昭男¹, 木場隆之^{2,7}, トーマス セドリック^{3,7}, 李昌勇^{3,7}, 吉川憲一³, 田村洋典³, 山下一郎^{4,7}, 王雲鵬⁵, ハサネット・ソダーバンル⁵, 杉山正和⁶, 中野義昭⁶, 村山明宏², 寒川誠二^{1,3,7}

¹WPI-AIMR, Tohoku Univ., ² Graduate School of IST, Hokaido Univ. ³IFS, Tohoku Univ.,

⁴NAIST, ⁵RCAST, the Univ. of Tokyo,

⁶School of Eng. the Univ. of Tokyo, ⁷JST-CREST

○A.Higo¹, T. Kiba^{2,7}, C. Thomas^{3,7}, C. Y. Lee^{3,7}, K. Yoshikawa³, Y. Tamura³, I. Yamashita^{4,7}, Y. Wang⁵, H. Sodabanlu⁵,

M. Sugiyama⁶, Y. Nakano⁶, A. Murayama², and S. Samukawa^{1,3,7}

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

[序論]

次世代の通信用光源として III-V 族化合物半導体量子ドットレーザは低消費電力、温度無依存性を示すため大きな注目を浴びている。現在、量子ドットの作製は分子線エピタキシ (MBE) 法を用いたボトムアッププロセスが広く用いられている。しかしながら、ボトムアッププロセスを用いて任意のサイズに制御された量子ドットアレイを作製することは困難である。我々は金属を内包したタンパク質の自己組織化を用いたバイオテンプレート技術[1]と、ダメージフリートップダウンプロセスである中性粒子ビームエッチング[2]を融合することで、GaAs 量子ナノ構造として円盤状の量子ナノディスクの作製に成功している[3]。本研究では、光通信で用いられる 1 μ m 帯での発光デバイスを実現するため、InGaAs/GaAs 系に着目をしている。本研究では、InGaAs/GaAs 系において、中性粒子ビームエッチングを用いて作製した InGaAs 量子ナノディスク[4]の温度による依存性に注目をした。

[実験]

有機金属気相成長法 (MOVPE) を用いて 8nm InGaAs 井戸/ 12nm GaAs 障壁積層構造を作製した。サンプルの表面に形成されている自然酸化膜上にマスクとして用いるフェリチンの配置を行った。次にフェリチンのタンパク質を 350°C 酸素アニール 30 分で除去した。タンパク質除去後、350°C 水素ラジカル処理 30 分で表面の酸化膜の除去および室温で水素ラジカルパッシベーション処理 15 分をおこない酸化膜形成の抑制し、塩素中性粒子ビームエッチングを行い、量子ナノディスクを作製した。さらに、ナノピラーを MOVPE において GaAs を再成長することで、InGaAs の量子円板構造を実現した。

[結果]

図に InGaAs 量子円板構造のフォトルミネッセンスの温度依存性を示す。厚さ 8nm の InGaAs 量子ナノディスクの温度依存性から 160K 程度まで発光を確認することができた。バリアオフセットを変えることで温度耐久性をあげられると考えられる。

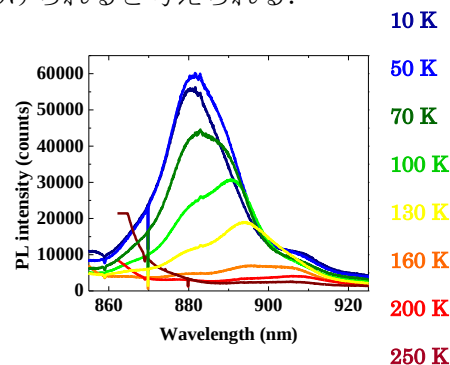


図 作製した InGaAs 量子ナノディスクの温度依存性

[1] I. Yamashita, Thin Solid Films, 393, 12, (2001)[2] S. Samukawa, Jpn. J. Appl. Phys., 45, 2395, (2006) [3] 田村 他, 第 73 回応用物理学会学術講演会, 11a-F1-6[4] 吉川 他, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 17p-E15-11