

バイオテンプレート極限加工による 直径制御 GaAs ナノディスクの作製とその発光特性

Diameter Controlled GaAs Nanodisk Fabrication by Bio-template and Neutral Beam Etching and Its Optical Emissions

¹ 東北大流体研, ² 神戸大院工, ³ 東京大先端研, ⁴ 北大院情報科学, ⁵ 奈良先端大,

⁶ 東北大学 WPI-AIMR, ⁷ JST-CREST

◦ 田村洋典^{1,7}, 五十嵐誠^{1,7}, トーマス セドリック^{1,7}, モハマド エルマン ファウジ^{1,7}, 胡衛国^{1,7}, 肥後昭男⁶, 塚本里加子^{1,7}, 海津利行^{2,7}, 星井拓也^{3,7}, 木場隆之^{3,7}, 山下一郎^{5,7}, 岡田至崇^{3,7}, 村山明宏^{4,7}, 寒川誠二^{1,6,7}

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

◦ Y. Tamura^{1,7}, M. Igarashi^{1,7}, C. Thomas^{1,7}, M. Erman Fauzi^{1,7}, W. Hu^{1,7}, A. Higo⁶, R. Tsukamoto^{1,7}, T. Kaizu^{2,7}, T. Hoshii^{3,7}, T. Kiba^{4,7},

I. Yamashita^{5,7}, Y. Okada^{3,7}, A. Murayama^{4,7}, and S. Samukawa^{1,5,6}

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

【序論】

III-V族化合物を用いた量子ドット 2次元配置は、レーザや太陽電池など量子効果デバイスとして大きな注目を浴びている。現在、この量子ドットの作製にはボトムアッププロセスが広く用いられており、これまでに分子線エピタキシー (MBE) 法による作製など、様々な研究報告がなされている。しかしながら、現在ボトムアッププロセスを用いて任意にサイズの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。これまでに我々は金属を内包したタンパク質の自己組織化能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 ナノディスクを含んだナノカラムを作製することに成功し、そのナノディスクの厚さを小さくすることでフォトルミネッセンス (PL) の発光波長がブルーシフトする量子サイズ効果を観測している[3,5]。本研究では、GaAs ナノディスクの直径制御とその直径に依存した PL を観測したので報告する。

【実験】

GaAs-cap/AlGaAs/GaAs-QW/AlGaAs/GaAs 構造のサンプルの表面に中性粒子ビーム酸化膜を形成し、PEG フェリチンを配置した。次にフェリチンのタンパク質を除去し、水素ラジカル処理で表面の酸化膜除去を行った。本研究ではこの水素ラジカル処理の時間によって GaAs ナノディスクの直径の制御を行った。中性粒子ビームエッチングを用いて行いナノカラムを作製した後、原子状水素援用 MBE[4]を用いて AlGaAs/GaAs の埋め込み再成長を行い、(試料) 温度 6 K で PL 測定を行った。

【結果】

図 1 に厚さ 4 nm、直径 15 nm の GaAs ナノディスク (sample-A) と厚さ 4 nm、直径 10 nm の GaAs ナノディスク (sample-B) サンプルの PL スペクトルをそれぞれ示す。ナノディスクの直径を小さくするとピーク波長がブルーシフトしており、ディスク直径において量子サイズ効果を確認できた。我々はこれまでにナノディスクの厚さで発光波長を制御できることを報告しており[3,5]、今回の結果と合わせて GaAs ナノディスクの厚さ・直径の 2 種類のパラメータで発光波長の制御を実現した。

- [1] I. Yamashita, *Thin Solid Films*, 393, 12, (2001)
- [2] S. Samukawa, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 45, 2395, (2006)
- [3] 田村洋典 他, 第 73 回応用物理学会学術講演会, 11a-F1-6
- [4] Y. Okada et al., *Jpn. J. Appl. Phys.*, 34, 238, (1995)
- [5] T. Kaizu et al., *Appl. Phys. Lett.*, 101, 113108, (2012)

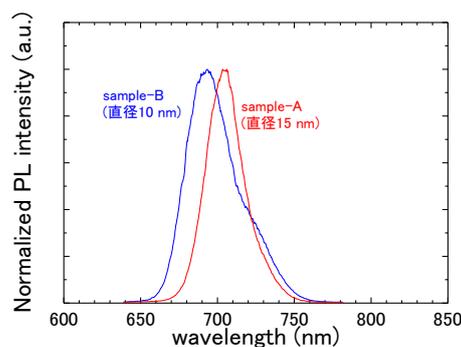


図 1 直径制御 GaAs ナノディスクの PL スペクトル