

17p-E15-11

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作製 Fabrication of InGaAs Quantum Nanodisk by Bio-template and Neutral Beam Etching

¹東北大学流体研, ²東北大学 WPI-AIMR, ³奈良先端大, ⁴JST-CREST
 ◦吉川憲一¹, 李昌勇^{1,4}, 田村洋典^{1,4}, 肥後昭男², トーマス セドリック^{1,4}, 山下一郎^{3,4}, 寒川誠二^{1,2,4}
¹IFS, Tohoku Univ., ²WPI-AIMR, Tohoku Univ., ³NAIST, ⁴JST-CREST
 ◦K. Yoshikawa¹, C.Y. Lee^{1,4}, Y. Tamura^{1,4}, C. Thomas^{1,4}, A.Higo²
 I. Yamashita^{3,4}, and S. Samukawa^{1,2,4}
 E-mail: samukawa@ifs.tohoku.ac.jp

【序論】

低消費電力、温度無依存性を示す III-V 族化合物半導体量子ドットレーザは、次世代光通信素子として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ー (MBE) 法を用いたボトムアッププロセスが広く用いられており、様々な研究報告がなされている。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 1-1.55 μm 帯へ発光波長を拡張するための手がかりとして、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世界で初めて InGaAs 量子ナノディスクの作製を行ったので報告する。

【実験】

有機金属気相成長法 (MOVPE) を用いて InGaAs/GaAs 積層構造を作製した。InGaAs 量子井戸層の膜厚は 8nm である。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。タンパク質除去後の表面の金属配置を観察し、その後 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を行った。最後に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。ナノピラーの深さ、直径、形状を観察し、中性粒子ビームエッチングの最適化をはかった。

【結果】

図に中性粒子ビームエッチング後のナノピラーの走査型電子顕微鏡写真 (SEM) を示す。下部バイアスが 16W、基板温度 0 °C において、深さ 30 nm、直径 20 nm の InGaAs 量子ナノディスクを含んだナノピラーの作製に成功した。

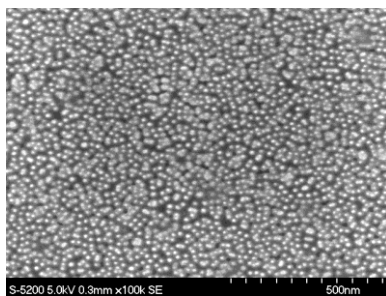


図 作製した InGaAs 量子ナノディスクの表面の SEM 写真

- [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