

PEG 修飾フェリチンによる 高密度分散配置 GaAs ナノディスクの作製 Fabrication of High-density and Distributed GaAs Nanodisks Array by Using PEGylated Ferritin

¹ 東北大流体研, ² JST-CREST, ³ 東北大 WPI-AIMR, ⁴ 奈良先端大
[○] 田村 洋典^{1,2}, トーマス セドリック^{1,2}, 李 昌勇^{1,2}, 肥後 昭男³, 岡田 健¹,
 山下 一郎^{2,4}, 寒川 誠二^{1,2,3}
¹ IFS, Tohoku Univ., ² JST-CREST, ³ WPI-AIMR, Tohoku Univ., ⁴ NAIST
[○] Y. Tamura^{1,2}, C. Thomas^{1,2}, C. Y. Lee^{1,2}, A. Higo³, T. Okada¹,
 I. Yamashita⁴, and S. Samukawa^{1,2,3}
 E-mail: samukawa@ifs.tohoku.ac.jp

[序論]

化合物半導体量子ドットは、光通信用レーザ、超高効率集光型太陽電池、量子暗号通信素子などの量子サイズデバイスとして大きな注目を浴びている。現在量子ドットの作製には分子線エピタキシー法を始めとしたボトムアッププロセスが広く用いられているが、格子不整合系を用いた内部歪を多く取り入れた成長系であるため、サイズの均一な量子ドットの積層構造を作製することは極めて困難とされている。そこで我々は新たな手法としてバイオテンプレート極限加工を提案している。この手法はバイオテンプレート技術[1,2]を用いて鉄酸化物内包フェリチンを半導体基板上に高密度配置し、タンパク質除去後に残った鉄酸化物をマスクとして中性粒子ビームエッチング (NBE) [3] を用いるという手法であり、これまでに様々な材料で量子ナノディスクの作製に成功している。有機金属気相成長法 (MOVPE) を用いて GaAs/AlGaAs の多重量子井戸構造を作製し、バイオテンプレート極限加工をおこなうことで GaAs ナノディスクを含んだ GaAs/AlGaAs ナノカラムを作製することに成功している[4]。MOVPE は工業的に量産が可能であり、埋め込み再成長および埋め込み後のサンプルにおいて GaAs 量子ナノディスクからの発光を実現した[5,6]。本研究では、レーザ構造作製のために必要な面内の高密度化を目指し、作製プロセスの検討を行った。

[実験]

MOVPE により堆積した GaAs/AlGaAs 多重量子井戸構造を用いる。スピンコートにより基板表面にフェリチンの高密度分散配置アレイを形成し、真空酸素アニールを用いてフェリチンのタンパク質除去をおこなった。その後、表面の酸化膜を水素ラジカル処理により除去し、最後に NBE をおこなうことで高密度分散配置 GaAs 量子ナノディスクアレイ構造を作製した。

[結果]

図に GaAs 上へのフェリチン配置の SEM 像を示す。この SEM 像に示すように、密度 $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ の高密度分散配置フェリチン配置を実現できていることがわかる。本研究では、このようなフェリチンの高密度分散配置アレイを形成しエッチングマスクとして用いることで、分散配置 GaAs 量子ナノディスクアレイを作製した。

- [1] I. Yamashita, Thin Solid Films, 393, 12, (2001)
- [2] R. Tsukamoto et al, LANGMUIR, 21, 12737, (2013)
- [3] S. Samukawa, Jpn. J. Appl. Phys., 45, 2395, (2006)
- [4] 田村 洋典 他, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 18a-D6-8
- [5] 肥後 昭男 他, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 18a-D6-9
- [6] 木場 隆之 他, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 18p-D6-1

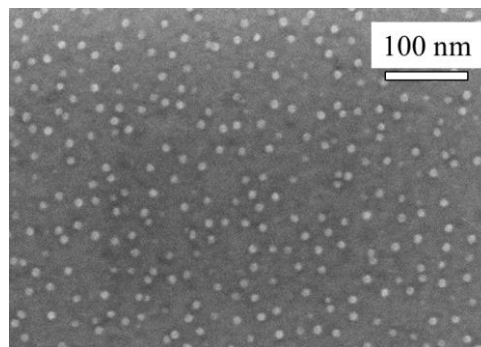


図 : GaAs 上へのフェリチン配置