17p-E15-8

バイオテンプレート極限加工による超高密度（10^{11}cm^{-2}以上）・均一 GaAs ナノディスクの作製プロセス

Fabrication Process of Ultrahigh (> 10^{11} cm^{-2}) and Uniform GaAs Nanodisk by Combination of Bio-template and Neutral Beam Etching

[1] 東北大流体研, [2] 東北大 WPI-AIMR, [3] 東大先端研, [4] 東大院工, [5]JST-CREST
°田村 洋典 [1,5], 肥後 昭男 [2], トーマス セドリック [1,5], 吉川 憲一 [1], 岡田 健 [1],
王 云鵬 [3], 杉山 正和 [4], 中野 義昭 [4], 寒川 誠二 [1,2,5]
[1]IFS, Tohoku Univ., [2]WPI-AIMR, Tohoku Univ., [3]RCAST, The Univ. of Tokyo,
[4]School of Engineering, The Univ. of Tokyo, [5]JST-CREST
°Y. Tamura[1,5], A. Higo[2], C. Thomas[1,5], K. Yoshikawa[1], T. Okada[1], W. Yunpeng[3],
M. Sugiyama[4], Y. Nakano[4], and S. Samukawa[1,2,5]
E-mail: samukawa@ifs.tohoku.ac.jp

［序論］

Ⅲ-Ⅴ族化合物を用いた量子ドット構造は，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．量子ドット構造の作製には主に分子線エピタキシー（MBE）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，サイズの均一な量子ドット積層構造を作製することは極めて困難である．そこで我々はバイオテンプレート技術[1]と，中性粒子ビームエッチング（NBE）[2]を組み合わせたバイオテンプレート極限加工を用いることで，さまざまな材料で量子ナノディスクの作製に成功しており，有機金属気相成長法（MOVPE）を用いて作製した GaAs/AlGaAs の多重量子井戸構造にバイオテンプレート極限加工を用いることで 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[3]．加えて，MOVPE を用いて埋め込み再成長および GaAs 量子ナノディスクからの発光を観測することに成功している[4,5]．本研究では，レーザ構造を見据えた GaAs ナノディスクのさらなる高密度化を目指し，GaAs の表面酸化膜の状態を中心としてプロセスの最適化を行った．

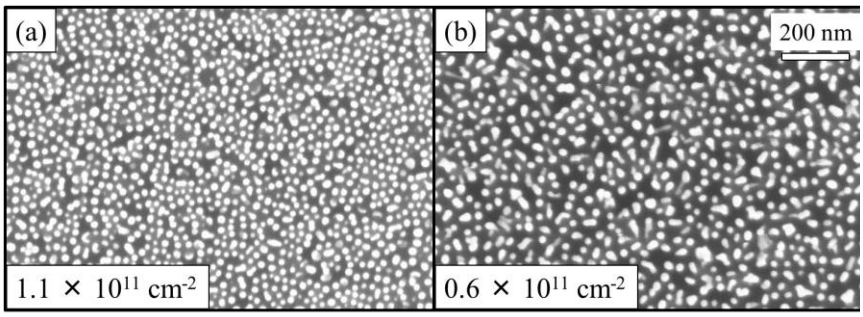
［実験］

MOVPE を用いて，GaAs/AlGaAs の多重量子井戸構造を作製した．サンプル表面にフェリチンをスピンコートし，真空酸素アニールでフェリチンのタンパク質除去を行った．次に，水素ラジカル処理により表面の酸化膜除去を行い，最後に NBE をおこなうことで GaAs 量子ナノディスクを含んだ GaAs/AlGaAs ナノカラムアレイを作製した．本研究では，GaAs 表面の酸化膜に注目し，プロセスの最適化を行った．

［結果］

図に自然酸化膜を用いてエッチングまで行ったサンプルと，自然酸化膜除去後に中性粒子ビーム酸化を 30 秒照射した後にエッチングまで行ったサンプルの SEM 像の top-view を示す．この SEM 像からわかるように，(b)よりも(a)のサンプルの方が密度が高く，ナノカラムの直径が小さく，サイズもほぼ均一なものができていることが分かる．このように，本研究では表面の酸化膜の状態を最適化することで GaAs 量子ナノディスクの高密度化に成功した．

[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 74 回応用物理学会秋季学術講演会，18a-D6-8
[4] 肥後 昭男 他，第 74 回応用物理学会秋季学術講演会，18a-D6-9
[5] 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：エッチング後のナノカラムアレイの SEM 像（top-view）
(a)自然酸化膜を用いたサンプル，(b)NBO を用いたサンプル

© 2014 年　応用物理学会