

課題番号 : F-16-HK-0061
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 半導体量子ドットによるファイバー結合型単一光子発生源の開発
 Program Title (English) : Fabrication of the QD based single photon source directly coupled to a fiber
 利用者名(日本語) : 小田島 聡¹⁾, 熊野 英和²⁾, 笹倉 弘理³⁾
 Username (English) : S. Odashima¹⁾, H. Kumano²⁾, H. Sasakura³⁾
 所属名(日本語) : 1) 八戸工業大学社会連携学術推進室, 2) 北海道大学電子科学研究所, 3) 北海道大学大学院工学研究院
 Affiliation (English) : 1) Hachinohe Institute of Technology, 2) Research Institute for Electronic Science, Hokkaido University, 2) Division of Applied Physics, Hokkaido University

1. 概要(Summary)

現在の光通信網を継承しつつ光子による量子情報通信を実現する為には、現有の光通信網に対し親和性が高い、ファイバーベースの単一光子発生源の開発が必要になる。我々はこれまでの研究により、温度変化や振動など外乱に対し強固で、長期間安定な単一光子発生源を実現した。本研究では半導体量子ドット(QD)成長薄膜にピラーアレイ状の微細加工を施すことで擬似的に QD 数密度を制御し、更にはピラーアレイ形状の最適化を図ることでファイバーコアに結合する QD の数を的確に制御する。これにより単一光子発光源としての更なる性能向上、特に単一光子としての純度向上を目指す。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

超高精度電子ビーム描画装置、ICP ドライエッチング装置、高分解能電界放射型走査型電子顕微鏡、ICP 高密度プラズマエッチング装置、反応性イオンエッチング装置

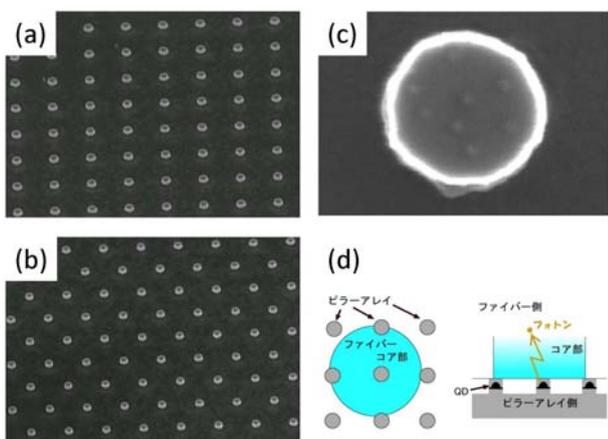


Fig.1 SEM images of square (a) and triangle (b) pillar array. (c) Top surface of a pillar with QDs. (d) Schematics of the fiber coupled pillar array.

【実験方法】

GaAs(001)基板上に成長された InAs QD 内包サンプルを用い、EB 描画およびドライエッチングによりピラーアレイを作製した(Fig.1(a)(b))。このサンプルをシングルモードファイバー端面に直接接続することにより(Fig.1(d))、温度変化や振動など外乱に対し強固な光子発生源を実現する。この時ファイバーコアに結合するピラーの本数が常に 1,2 本となるように格子形状の最適化を図る。また成長された QD 数密度に応じピラー径の最適化を図ることで、一つのピラーが内包する QD 数を的確に制御する。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig.1 に作製したピラーアレイおよびピラー最上面の SEM 像を示す。Fig.1(a)(b)に示すように、本研究の目的にかなった微細加工を実現することに成功した。Fig.1(c)は一つのピラーでの最上面 SEM 像である。図では 8 個の QD を内包しているが、外周部の QD は非発光となるため、実際には中心に近い 2,3 個の QD のみが光子発生に寄与する。今後更に形状最適化を行なうことで、高純度な単一光子生成が可能な単一光子発生源を実現する。

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) S. Odashima et al., CSW2016, June 28, 2016.
- (2) 笹倉弘理 他, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 平成 29 年 3 月 15 日

6. 関連特許(Patent)

なし。