

課題番号 : F-18-IT-0028
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名(日本語) : コロイド型量子ドットとメタマテリアルの結合を用いた単一光子源の開発
 Program Title (English) : Development of single photon source using coupling of a colloidal quantum dot and a metamaterial element
 利用者名(日本語) : 向井剛輝¹⁾, 渡辺 慧²⁾
 Username (English) : Kohki Mukai¹⁾, Sui Watanabe²⁾
 所属名(日本語) : 1) 横浜国立大学大学院工学研究院, 2) 横浜国立大学大学院工学府
 Affiliation (English) : 1) Faculty of Engineering, Yokohama National University, 2) Graduate School of Engineering, Yokohama National University
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、成膜・膜堆積、形状・形態観察、フォトニクス、量子光学

1. 概要(Summary)

本研究課題では、コロイド型量子ドット(QD)一個のシリコン基板上での位置制御技術と、メタマテリアル作製技術を組み合わせ、ナノオーダー・サイズの革新的な単一光子放出器を実現することを目指している。新しい構成を持つこの極小な光量子素子は、これまでには無かったコンパクトな固体光量子回路の設計を可能にすると見込まれる。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子ビーム露光データ加工ソフトウェア

【実験方法】

光子放出器の実現に必要なメタマテリアル単一要素の設計値を、本事業の技術代行によって評価していただいた。具体的には、昨年度の試行結果に基づいた新しい構造のアイデアについて、電子ビーム露光の作製精度等の観点から実現の可能性を検討した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1(a)に本光子放出器の概念図を示す。2重スプリットリング型メタマテリアルの中心に QD 一個がパターンの凹凸を利用した物理的なトラッピングによって配置される。

昨年のトラッピング実験結果を考慮し、2重リングの間隔やリングのスプリット部分を狭くして、QD が中心部分にのみトラップされ易い構造の設計を検討した(Fig. 1(b))。電子ビームリソグラフィによる作製精度を考慮し、現実的な設計値を得た。

4. その他・特記事項(Others)

- ・参考文献: 渡辺 慧、他、「メタマテリアルと PbS 量子ドットを組み合わせた光子発生素子の提案」、第 65 回応用物理学会春期学術講演会, 平成 30 年 3 月 18 日.
- ・関連する競争的資金: キヤノン財団研究助成
- ・謝辞: 技術支援いただいた東京工業大学 宮本恭幸教授、同 河田真太郎特任准教授に感謝申し上げます。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) K. Mukai S. Watanabe, I. Okumura, and T. Sugimoto., "A photon generating device composed of a quantum dot and a metamaterial element", Jpn. J. Appl. Phys. 58, SBB106 (2019).
- (2) 杉本 卓也、杉崎 俊太、渡辺 慧、向井 剛輝「メタマテリアルとシリカコート PbS 量子ドットを組み合わせた光子発生素子」春期応用物理学会講演会, 12a-W631-7 (2019).

6. 関連特許(Patent)

- (1) 向井剛輝, “光子放出素子、量子デバイス及び光子放出素子の製造方法”, 特開 2017-55057, 平成 29 年 3 月 16 日公開.

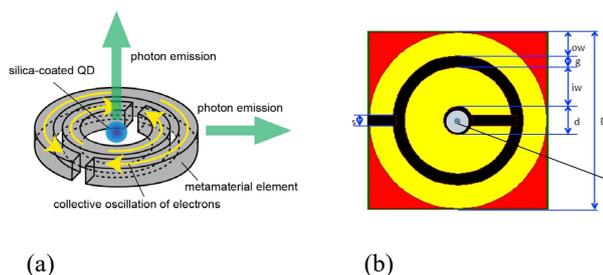


Fig. 1 (a) Schematic of photon emission device. (b) Plan-view layout of the designed device structure.