

課題番号 : F-14-OS-0040, S-14-OS-0028  
 利用形態 : 技術代行  
 利用課題名(日本語) : 希土類イオンとフォトニックナノ構造の融合による発光現象の制御  
 Program Title (English) : Combination of the rare-earth ions and photonic nanostructure  
 利用者名(日本語) : 児島貴徳, 櫻木寛至, 稲葉智宏, 水江祥平  
 Username (English) : T. Kojima, K. Sakuragi, T. Inaba, S. Mizue  
 所属名(日本語) : 大阪大学大学院工学研究科  
 Affiliation (English) : Osaka University

### 1. 概要(Summary)

本研究では Er 添加 GaAs からの通信波長帯での発光と, Eu 添加 GaN からの赤色発光に着目し, それぞれ発光メカニズムの詳細な理解と, 発光強度の増大を目的として研究を行った.

### 2. 実験(Experimental)

・実験に用いた主な装置

高精細電子ビームリソグラフィー装置 (ELS-100T)

電子ビームリソグラフィー装置 (ISMF6500F)

・実験方法

本研究で用いた試料は OMVPE 法を用いて成長したものである. Er 添加 GaAs については, 量子井戸や量子ドットとの組み合わせによる発光制御の実績があるフォトニック結晶を用いた希土類発光の制御を目的として, 電子線描画を用いたフォトニック結晶構造の形成を行った. Eu 添加 GaN については, 表面に Ag を蒸着しアニール処理を施すことにより Ag ナノパーティクルを形成し, 局在プラズモン共鳴による発光強度の増大を目指した.

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

フォトニック結晶構造の形成に関して, フォトニック結晶の性能, 特に共振器構造を形成した際の光閉じ込め効果を現す指標である Q 値は構造の完全さに極めて敏感であり, 非常に精密な加工が要求される. このためにまず, 加工条件の探索のために Si 基板上に通信波長帯域で動作することが期待される格子定数 450 nm, 孔半径 130.5 nm の真円三角格子フォトニック結晶パターンを描画した. 結果を Fig.1 に示す.

Fig.1(a)から, 上面から見た形状は良好であるが, 図 1(b)を見るとパターン描画部のレジストが期待した厚み(~300 nm)より痩せていること, 孔形状に逆テーパー

角が付いていることなど, 断面形状は期待通りのものが得られなかった. これらは描画のみならず現像の条件にも大きく左右されるため, 今後は主に現像の条件探索に注力していきたいと考えている.

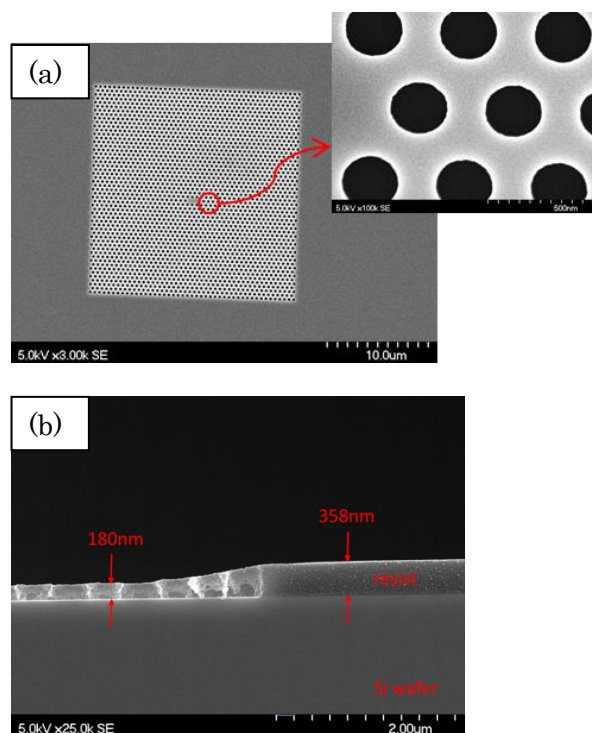


Fig. 1: SEM image of photonic crystal pattern (a) top view (b) cross-sectional view

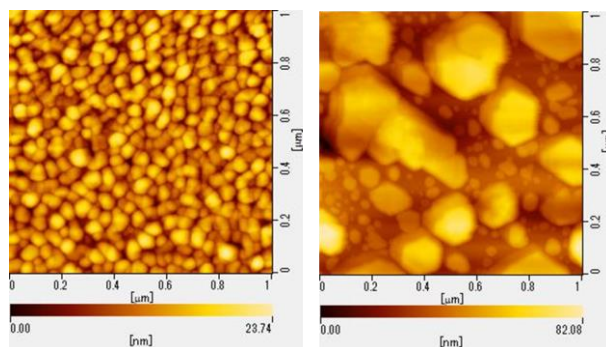


Fig.2: AFM image of Ag nanoparticles (a)  $\phi \sim 50$  nm (b)  $\phi \sim 100$  nm

Ag ナノパーティクルについて、蒸着レートの違いによって粒径が異なるという報告を元に、長波長側にプラズモン共鳴周波数をもつような Ag ナノパーティクル作成を目指して作成条件の探索を行った。結果を Fig.2 に示す。しかし、探索した条件の範囲内では Eu 発光と効率よくカップリングするプラズモン共鳴周波数をもつような Ag ナノパーティクルは作成できなかった。計算によると粒径 150~200 nm のナノパーティクルが最適であるという結果が得られたため、粒径不足が Eu 発光と効率よくカップリングするプラズモン共鳴が得られなかった理由であると考えられる。

#### 4. その他・特記事項 (Others)

なし。

#### 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし。

#### 6. 関連特許 (Patent)

なし。