

課題番号 : F-19-IT-0039
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : Zn₂SiO₄ 蛍光膜内包プラズモニック結晶の作製
Program Title (English) : Fabrication of fluorescent Zn₂SiO₄ film embedded in a plasmonic crystal
利用者名(日本語) : 齊藤光¹⁾, 木村勇一郎²⁾
Username (English) : H. Saito¹⁾, Y. Kimura²⁾
所属名(日本語) : 1)九州大学大学院総合理工学研究院, 2)九州大学大学院総合理工学府量子プロセス理工学専攻
Affiliation (English) : 1)Department of Electrical and Materials Science, Kyushu University, 2) Department of Applied Science for Electronics and Materials, Kyushu University
キーワード/Keyword : リソグラフィ, プラズモニクス, 形状・形態観察, 分析

1. 概要(Summary)

プラズモン共鳴を用いた蛍光体の発光増強や応答速度の向上がこれまでに報告されてきたが^[1,2]、プラズモン共振器構造内のサイトに依存した発光増強をナノメートル空間分解能で解析された例はない。このような解析を実現するため、本研究では電子線顕微分光が適用可能な蛍光体-プラズモン共振器複合系を作製した。蛍光体として電子線に比較的強く化学的に安定なα相 Zn₂SiO₄ 薄膜(発光波長: 525 nm)を選択した。プラズモン共鳴による発光増強効果を高めるため、Q値が高い周期構造とモード体積が小さい金属-絶縁体-金属(MIM)構造を組み合わせたMIM-プラズモニック結晶を設計し^[3]、その絶縁体層にα相 Zn₂SiO₄ 薄膜を内包した構造を作製した。構造は全体として透過型電子顕微鏡で十分透過観察可能な薄さであることが確認された。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子ビーム露光装置(スピンコータ・現像装置・ホットプレート・オープン・ドラフトチャンバ等を含む)、電子ビーム露光データ加工ソフトウェア

【実験方法】

先行研究^[4]を元に、市販の Si₃N₄ 支持膜(20 nm)付 TEM グリッド上に ZnO および SiO₂ をスパッタリングし、1000°C で 1 時間アニーリングすることで α 相 Zn₂SiO₄ 薄膜を作製した。α 相 Zn₂SiO₄ 薄膜を含む絶縁体層の上にレジスト層としてポリメタクリル酸メチルをスピンコートし、電子線リソグラフィによって構造のパターンを描画した。その後 Al を蒸着し、ア

セトンによってレジスト層を溶解することで Al ナノディスク配列を作製した。絶縁体層の背面から Al を蒸着することで MIM 構造とした。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

周期 520 nm、直径 190 nm、高さ 40 nm のナノディスクが配列した Zn₂SiO₄ 蛍光膜内包プラズモニック結晶構造が精度良く作製された(Fig.1、Fig.2)。

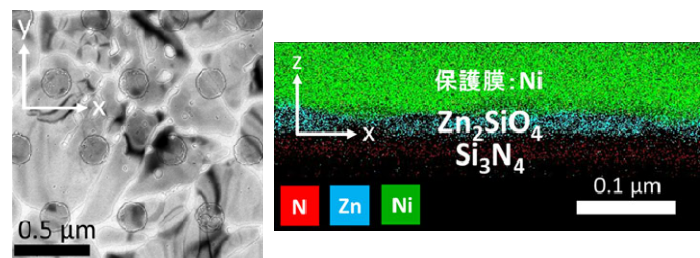


Fig.1 (Left) TEM image of fluorescent Zn₂SiO₄ film embedded in a plasmonic crystal.

Fig.2 (Right) EDS map of a cross section extracted from Ni (protective film) -Zn₂SiO₄-Si₃N₄ film.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

[1]W. Zhou et al., Nat. Nanotech. **8**, (2013), 506. [2]K. J. Russell et al., Nat. Photon. **6**, (2012), 459. [3]H. Saito et al., ACS Photon. **6**, (2019), 2618. [4]T. Furukawa et al., Opt. Express. **23**, (2015), 18630.

・ナノ構造の作製について河田眞太郎様(ナノテクノロジープラットフォーム、東京工業大学)の協力に感謝します。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 木村勇一郎 他、日本顕微鏡学会第 76 回学術講演会, 2020. 5

6. 関連特許(Patent)

なし。