

課題番号	: F-20-IT-0005
利用形態	: 技術代行
利用課題名(日本語)	: プラズモン増強蛍光の STEM-CL マッピング
Program Title (English)	: STEM-CL mapping of plasmon-enhanced luminescence
利用者名(日本語)	: 斉藤光 ¹⁾ , 木村勇一郎 ²⁾
Username (English)	: <u>Hikaru Saito</u> ¹⁾ , Yuichiro Kimura ²⁾
所属名(日本語)	: 1)九州大学先端物質化学研究所, 2)九州大学大学院総合理工学府
Affiliation (English)	: 1)Institute for Materials Chemistry and Engineering, 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・露光・描画装置, 成膜・膜堆積, 形状・形態観察, 分析, プラズモニクス

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^[1,2]。励起された物質内発光中心からプラズモン共振器へのエネルギー移送をナノメートルスケールで計測し、エネルギー移送の支配因子を実験的に明らかにすることを目的として走査透過電子顕微鏡-カソードルミネセンス(STEM-CL)による解析手法を検討した。波長 525 nm の蛍光を示す α 相 Zn_2SiO_4 薄膜^[3]上に電子線リソグラフィで三角格子状に金属ナノディスクを配列したものを試料として作製した。CL として検出される発光のうち、蛍光膜の発光中心からプラズモン共振器を介して発光に至ったものはプラズモンモード固有の放射角度分布をもち、プラズモン共振器へのエネルギー移動に関する情報が含まれるが、電子線による表面プラズモンの直接励起に由来した発光との区別が困難である。そのため本研究では入射電子線量の増加に伴う蛍光の飽和現象を利用し、蛍光膜由来の発光成分を抽出した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子ビーム露光装置(スピンコート・ホットプレート・オーブン等)、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 Si_3N_4 支持膜(20 nm)付 TEM グリッド上に α 相 Zn_2SiO_4 薄膜を作製し、電子線リソグラフィで三角格子状に Al ナノディスクを配列した後、更に絶縁体層の背面から Al を蒸着することで金属/絶縁体/金属の積層構造としたものを試料とした。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

低電流と高電流の STEM-CL 測定結果から蛍光膜由

来の発光成分を抽出し、マップとして表示したものが Fig.1 左である。三角格子プラズモニック結晶における Γ 点の発光モードの一つである E1 モード(Fig.1 右:電磁界シミュレーション)と同様の面内双極子型の空間分布が確認された。この結果は表面プラズモンによる発光増強の空間分布が STEM-CL によってナノメートルスケールで可視化されたことを示す。

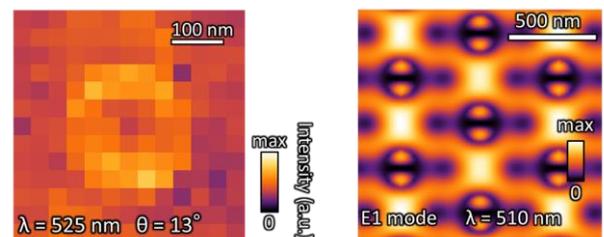


Fig.1 Plasmon-enhanced CL map (left) and calculated electric field strength of E1 mode (right).

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

- [1]W. Zhou et al., Nat. Nanotech. **8**, 506 (2013).
- [2]K. J. Russell et al., Nat. Photon. **6**, 459 (2012).
- [3]Y. Jiang et al., Mater. Chem. Phys. **120**, 313 (2010).
- [4]T. Furukawa et al., Opt. Express. **23**, 18630 (2015).

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

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

斉藤光ら、「プラズモン増強蛍光の STEM-CL マッピング」、日本顕微鏡学会第 76 回学術講演会(2020 年)

6. 関連特許(Patent)

なし。