

課題番号 : F-18-IT-0045
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名(日本語) : 局在プラズモンモードと格子モードの結合
 Program Title (English) : Coupling of localized plasmon modes and lattice modes
 利用者名(日本語) : 齊藤光¹⁾, 吉本大地²⁾
 Username (English) : H. Saito¹⁾, D. Yoshimoto²⁾
 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, カソードルミネセンス, 形状・形態観察, 分析

1. 概要(Summary)

物質からの発光をナノ構造によって増強する試みはプラズモニクス分野の中心的な課題のひとつであり、金属ナノ粒子の周期配列化による Q 因子の改善[1]や金属ナノギャップによるモード体積の縮小[2]による発光緩和の速度の劇的な改善が報告されている。金属ナノギャップを周期配列化した構造はギャップ領域に配置される物質からの発光強度および速度を改善するのに有効な構造であると期待されるため、本研究ではその特性を明らかにすることを目的に走査透過電子顕微鏡-カソードルミネセンス(STEM-CL)によるナノ顕微分光分析を実施した。

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)、走査型電子顕微鏡、電子ビーム露光データ加工ソフトウェア

【実験方法】

SiO₂(50 nm)/Ag(150 nm)/Ni(20 nm)/InP 基板上に電子ビーム露光装置により高さ 40 nm、直径 50 nm から 550 nm の Al ナノディスクが周期 600 nm で三角格子状に配列した構造を作製した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

三角格子により Bloch 波として振舞う SiO₂(50 nm)/Ag 界面の表面プラズモンは Γ 点において対称性の異なる 4 種の格子モードに分裂する[3]。それぞれの格子モードはナノディスクの中心軸周りに単極子、双極子、四極子、六極子状の表面電荷分布を形成することが予測されており、Fig. 1 に示すカソードルミネ

センスマップにおいてもそれぞれの格子モードが確認された。空格子近似下では縮退した 4 つの Γ 点格子モードのエネルギー準位は、ナノディスクの局在モードとの結合により分裂することが確認された。試料は十分高精度に作製されており、同じ構造パラメータにおける電磁界計算で実験結果を再現することができた。

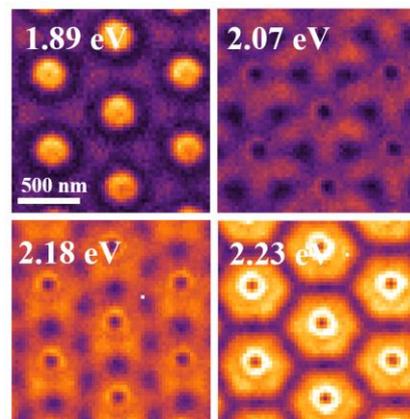


Fig.1 STEM-CL images extracted at 4 energy values corresponding to the band-edges at the Γ point.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

- [1] K. J. Russell et al., Nat. Photonics 6, 459 (2012).
 [2] W. Zhou et al., Nat. Nanotechnol. 8, 506 (2013).
 ・試料作製について河田眞太郎様(東京工業大学 NPF)の協力に感謝します。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 齊藤光、吉本大地、三宮工、応用物理学会第 66 回春季学術講演会 2019. 3

6. 関連特許(Patent)

なし。