

課題番号 : F-19-IT-0016
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名(日本語) : トポロジカルプラズモンモードの電子線分光ナノイメージング
 Program Title (English) : Topological plasmonic mode spectroscopically and nanoscopically visualized by electron beam
 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, 電子線エネルギー損失分光, 形状・形態観察, 分析

1. 概要(Summary)

近年活発なトポロジカルフォトリニクス分野では軌道角運動量の違いを利用した光整流やトポロジカルに保護された光導波路の提案¹⁾と実証²⁾がなされており、半導体フォトリニクスデバイスの新たな展開が拓かれつつある。上記を金属周期構造表面であるプラズモニック結晶で実現することができれば、近接場による光-物質相互作用増強によって2次元物質を含む極薄材料の新たな光応答制御に繋がる。本研究では、走査型透過電子顕微鏡(STEM)と組み合わせた電子エネルギー損失分光法(EELS)を用いて2種類のサイズの金属円柱からなる極性ハニカム格子に励起されるプラズモンモードの分析を行った。

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・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】

Si₃N₄ 自立膜が付いたTEMグリッド上にSiO₂をスパッタした後、電子ビーム露光装置で表面構造のパターンを作製した。そのパターン上にAlを蒸着し、更にTEMグリッドの背面からもAlを蒸着することで、誘電体層(Si₃N₄/SiO₂)を金属Alで挟んだ金属-誘電体-金属(MIM)薄膜試料を作製した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

周期600 nm、直径380 nm、210 nmのナノディスクが配列したプラズモニック結晶において、極性が反転した

2つの格子で形成された極性反転境界構造を作製し、STEM-EELS分析を行った結果、境界付近(Fig. 1左)から抽出したスペクトルは、同構造のバンドギャップ(0.85~1.05 eV)内にピークを持つことが確認された(Fig. 1右)。この結果より、極性反転境界構造において界面に局在するトポロジカルエッジモードの形成が示唆された。

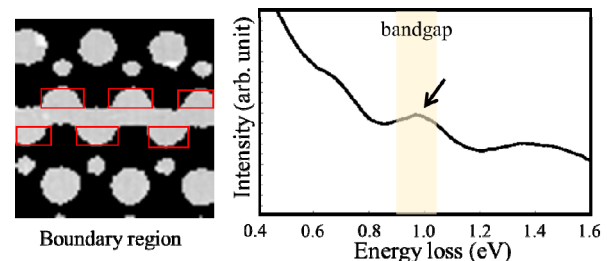


Fig.1 EELS spectrum extraction areas (left) and the averaged EELS spectrum (right).

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

- [1] X. D. Chen et al., Phys. Rev. B. 96, 020202 (2017).
 [2] X. T. He et al., Nat. Commun. 10, 872 (2019).

・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) 吉本大地 他、日本顕微鏡学会第75回学術講演会 2019. 6
 (2) 吉本大地 他、日本物理学会第74回秋季大会 2019. 9
 (3) 吉本大地 他、第80回応用物理学会秋季学術講演会、2019. 9

6. 関連特許(Patent)

なし。