

課題番号 : F-21-IT-0028
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名(日本語) : 近赤外帯域で可視化されたバレー分極プラズモニックエッジモード
 Program Title (English) : Valley-Polarized Plasmonic Edge Mode Visualized in the Near-Infrared Spectral Range
 利用者名(日本語) : 斉藤光¹⁾, 根北翔²⁾
 Username (English) : Hikaru Saito¹⁾, Sho Nekita²⁾
 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) Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, 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)

遷移金属ダイカルコゲナイド(TMD)の構造を模した極性ハニカム格子状の周期構造をもつ金属表面(バレープラズモニック結晶)では、表面プラズモンポラリトン(SPP)のバンド構造においてエネルギーギャップが形成され、逆格子の K 点および K' 点に逆向きの軌道角運動量をもつプラズモンモードが形成される。これは、所謂トポロジカルに保護されたエッジモードの形成とも関連し、極性が反転したバレープラズモニック結晶同士を接合することで、その境界上を単一方向に伝搬するエッジモードが形成される^[1]。このようなエッジモードの形成はマイクロ波領域では実証されているが、半導体ナノ材料と組み合わせることが可能な近赤外から可視域にかけては本研究より以前に実証例がない。本研究では、これまで問題であった金属内部でのオーミック損失を低減したバレープラズモニック結晶を設計し、カソードルミネセンス(CL)を用いてエッジモード伝播の近赤外帯域での実証を試みた。

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・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】

蒸着法およびスパッタリングにより Si 基板上に Ag を 150 nm、その上に SiO₂ を 30 nm 堆積させ、さらにその上に電子ビーム露光装置で高さ 70 nm の Al の極性ハニカム格子型の構造パターンを作製した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

周期 380 nm、2 種類のディスク直径 160 nm と 80 nm の極性ハニカム格子が精度よく作製された(Fig. 1a)。CL により極性反転境界上の分光イメージを取得すると、エッ

ジモードの伝播が確認された(Fig. 1b)。その伝播距離は 5.3 μm に達しており、表面プラズモンの近接場による増強された光-物質相互作用を利用することにより、二次元半導体と組み合わせたスピン選択性のある新規デバイスの創製に繋げられるものと期待される。

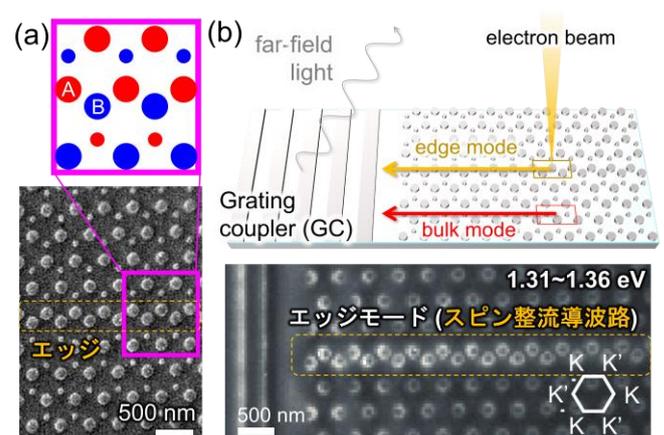


Fig. 1 (a) Schematic drawing and a SEM image of the fabricated polarity inversion boundary in the valley plasmonic crystal. (b) Plasmonic edge mode visualized by energy- and momentum-selected CL.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献 [1] X. Wu et al., Nat. Commun. 8, 1304 (2017).

・試料作製について梅本高明様(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)

H. Saito et al., Nano Lett. 21, 6556 (2021).

6. 関連特許(Patent)

なし。