

課題番号 : F-17-IT-0020
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名(日本語) : 三角格子プラズモニック結晶のバンドギャップ
 Program Title (English) : Bandgap of plasmonic crystals with a triangular lattice
 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) 九州大学工学部エネルギー科学科
 Affiliation (English) : 1) Department of Electrical and Materials Science, Kyushu University, 2) Department of Energy Science and Engineering, Kyushu University
 キーワード/Keyword : リソグラフィ, プラズモニクス, 電子エネルギー損失分光, 形状・形態観察, 分析

1. 概要(Summary)

金属表面に周期凹凸構造を持つプラズモニック結晶(PIC)では、表面プラズモン・ポラリトン(SPP)は Bragg 反射により Bloch 波となり、その分散関係はエネルギーギャップを持つバンド構造をとる。三角格子プラズモニック結晶(Tri-PIC)の第 1 バンドギャップは、どの波数の SPP も伝搬できない完全バンドギャップになりえることが明らかにされている^[1]。本研究では、走査型透過電子顕微鏡 (STEM)による電子エネルギー損失分光(EELS)によって、Tri-PIC の第一バンドギャップの両端に形成される Bloch 波の空間分布について調べた。

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)、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、触針式段差計

【実験方法】

電子ビーム露光装置で InP 基板上に表面構造のパターンを作製した。そのパターン上に SiO₂ をスパッタし、更に Al を蒸着したものをマスター基板とし、その構造をレプリカフィルムにより転写した。更に C、Ni、Al を蒸着した後、レプリカフィルムを除去し、薄膜化したものを試料とした。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Tri-PIC 薄膜試料と同一積層構造を持つ平坦試料(構造無し)から、EELS スペクトルを取得し、Tri-PIC 構造により生じた平坦試料からのスペクトル強度の変化率を $\{(Tri-PIC \text{ スペクトル強度} - \text{平坦試料スペクトル強度}) / \text{平$

坦試料スペクトル強度} で定義した。Tri-PIC 薄膜の格子点上、格子点間それぞれから抽出したスペクトル強度の平均変化率を fig1 に示す。格子点の変化率のピークは低エネルギー側に観察され、第 1 バンドギャップの下端の Bloch 波の空間分布が格子点に局在していると分かる。また格子点と格子間の変化率は、1.26eV で交差しており、このエネルギーを超えると、格子間の変化率は格子点の変化率よりも高くなっている。この事実から、第 1 バンドギャップの上端の Bloch 波の空間分布が格子間に局在していることが言える。

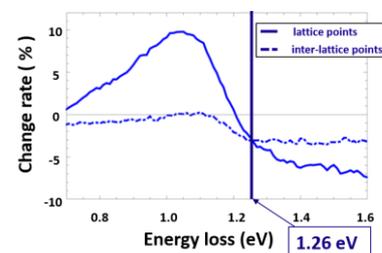


Fig1. Change rates extracted from the lattice points and the inter-lattice points.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

- [1] S. C. Kitson et al. Phys. Rev. Lett. **77**, (1996), 2670.
 ・PIC マスター基板の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) D. Yoshimoto, H. Saito, S. Hata, IRCCS-JST CREST Joint Symposium "Chemical sciences facing difficult challenges", 2018. 1.
 (2) 吉本 大地, 九州大学学士論文, 2018. 2

6. 関連特許(Patent)

なし。