

課題番号 : F-13-IT-0045  
 利用形態 : 技術代行  
 利用課題名 (日本語) : 2次元プラズモニック結晶のバンド端定在波の可視化  
 Program Title (English) : Visualization of band edge mode in 2D plasmonic crystals  
 利用者名 (日本語) : 本田昌寛<sup>1)</sup>, 山本直紀<sup>1)</sup>  
 Username (in English) : M. Honda<sup>1)</sup>, N. Yamamoto<sup>1)</sup>  
 所属名 (日本語) : 1)東京工業大学大学院 理工学研究科  
 Affiliation (in English) : 1) Dept. Physics, Tokyo Institute of Technology

### 1. 概要 (Summary)

表面プラズモンポラリトン(SPP)とは金属/誘電体界面を伝播する特殊な電磁波モードであり、金属表面の自由電子とカップリングしている。本研究では、2次元プラズモニック結晶(金属表面に周期構造を持たせたもの)中の $\Gamma$ 点におけるバンド端モードについてSTEM-Cathodoluminescence(CL)法により調べた。

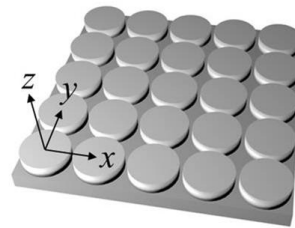


Fig.1. A schematic drawing of a 2D plasmonic crystal used

### 2. 実験 (Experimental)

InP基板の表面に電子ビーム露光装置を用いて周期600 nmの2次元ナノ構造を作製し、その上から厚さ200 nmの銀を真空蒸着した。実験は光検出システムを持つ走査型透過電子顕微鏡を用いて行った。試料の模式図をFig.1に示す。電子線によりSPPを励起し、プラズモニック結晶を介して起こるCL放射を放物面ミラーで集光して電子顕微鏡外に導き、ミラーと光検出装置の間に $\phi 0.5$  mmのピンホールを挿入することで $\Gamma$ 点に対応した試料からの垂直放射のみを観測できるようにした。

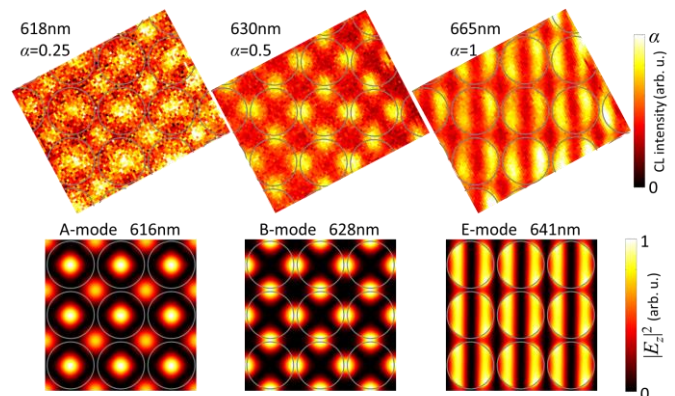


Fig.2. (a-c) CL map images taken by the CL emission at peak wavelengths. (d-f) The normal electric field intensity ( $|E_z|^2$ ) distributions of each band edge wavelengths calculated by the finite-difference time-domain (FDTD) method.

### 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig.2(a-c)にCL強度の電子ビーム位置依存性を示す。CLスペクトルのピークエネルギーが異なると、得られるパターンも異なることが分かる(A, B, Eモードという3種類のモードが見られる)。Fig.2(d-f)はFDTD法を用いた $|E_z|^2$ (z軸に平行な電場強度)分布の計算結果であり、実験結果と非常に良く一致していることが分かる。2次元プラズモニック結晶のような複雑な構造で、CL法を用いた実験結果とシミュレーション結果が一致することを示した初めての例である。

### 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) M. Honda, and N. Yamamoto, Appl. Phys. Lett. **104**, (2014) p.p. 081112.
- (2) 本田昌寛, 山本直紀, 日本物理学会第69回年次大会 平成25年3月30日.

### 6. 関連特許 (Patent)

なし。

### 4. その他・特記事項 (Others) なし。