

課題番号 : F-14-IT-0047  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名(日本語) : プラズモニックナノ共振器の STEM-Cathodoluminescence(CL)法分析  
Program Title (English) : Characterization of a plasmonic nano-cavity by STEM-Cathodoluminescence (CL)  
利用者名(日本語) : 水間 翔平<sup>1)</sup>, 山本 直紀<sup>1)</sup>  
Username (English) : S. Mizuma<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 物性物理学専攻  
Affiliation (English) : 1) Department of Physics, Tokyo Institute of Technology

## 1. 概要(Summary)

プラズモニック結晶(PIC)には、表面プラズモンポラリトン(SPP)の伝播が禁止されるエネルギー帯(バンドギャップ)が形成される。そのため、バンドギャップ内のエネルギーを持つ SPP は PIC で挟まれたキャビティ領域に閉じ込められる。本研究では銀円柱を銀平面に正方格子状に配列させた PIC のバンドギャップを利用した共振器を、STEM-Cathodoluminescence(CL)法により分析した。

## 2. 実験(Experimental)

InP 基板の表面に PIC キャビティのパターン(PIC の面間隔 600 nm)を電子線リソグラフィーで作製し、その上から厚さ 200 nm の銀を真空蒸着した。STEM 装置内で電子線により SPP を励起し、キャビティを介して起こる発光を放物面ミラーで平行光に変換し、STEM 装置外に導かれた光を分光分析した。光検出装置の前には放射角選択用のピンホールがあり、角度分解スペクトル(ARS)パターンを取得することができる。この ARS 測定により、キャビティモードの発光の角度分布を明らかにした。また、電子線を動かしながら連続的にスペクトルを取得することにより、キャビティモードの空間分布(フォトンマップ)を観察した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Figure 1(b)は PIC キャビティから取得した角度分解 CL パターンであり、バンドギャップ内にキャビティモードのエネルギーレベルが形成されていることが分かる。また、キャビティモードのスペクトル像(フォトンマップ)から、キャビティ領域に SPP が閉じ込められていることが分かる(Fig. 1(d))。本研究では SPP 波長程度までモード幅を狭くすることができた。この他、キャビティモードの対称性と Q 値がバンド端モードの性質を反映することが明らかとなった。これは、PIC の性質からキャビティモードの性質を予測できることを意味する。本研究で得られた微小プラズモン共振器は光学的局所状態密度を高めるため、LED やレーザー等の発光性緩和促進へ応用されると期待される。

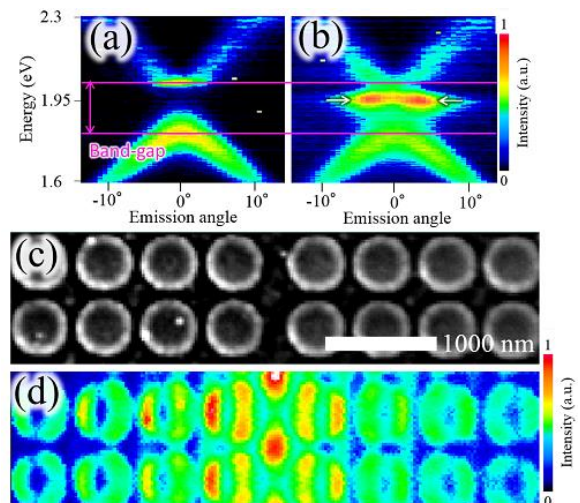


Figure 1. ARS patterns taken from the (a) PIC and the (b) cavity using *s*-polarized light. (c) A panchromatic CL image and (d) monochromatic photon maps viewed at the energy of the cavity mode taken using non-polarized light. The cavity width is 100 nm and the pillar height is 100 nm.

## 4. その他・特記事項(Others)

なし。

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

- (1) H. Saito and N. Yamamoto, 日本顕微鏡学会 次世代顕微サイエンス若手研究部会 創設記念国際シンポジウム&若手討論会, 2014年11月4日.
- (2) 斉藤 光, 山本 直紀, 第12回プラズモニクスシンポジウム, 2015年1月23日.
- (3) 斉藤 光, 山本 直紀, 日本顕微鏡学会 超高分解能顕微鏡法分科会 2014年度研究会, 2015年2月20日.
- (4) 斉藤 光, 山本 直紀, 第62回応用物理学会春季学術講演会, 2015年3月11日.

## 6. 関連特許(Patent)

なし。