

課題番号 : F-14-IT-0034
 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モードエネルギーと放射の角度分布
 Program Title (English) : Mode energy and angular distribution of emission in a plasmonic nano-cavity
 利用者名(日本語) : 岩崎一準¹⁾, 山本直紀¹⁾
 Username (English) : Kazutoshi Iwasaki¹⁾, Naoki Yamamoto¹⁾
 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)

光の波長以下の周期の1次元周期構造をもつ金属表面(1次元プラズモニック結晶: 1D-PIC)における表面プラズモンポラリトン(SPP)は特徴的な分散関係をもち、ブリルアンゾーン境界ではSPP定在波状態が現れ、バンドギャップが開く。1D-PIC中に欠陥を導入するとバンドギャップ内のエネルギーをもつ局在したSPP状態が形成され、Cavityモードと呼ばれる。Cavityは、電場増強効果や回折限界を超えたSPPの閉じ込め効果により、太陽電池の効率向上やレーザーへの利用が可能である。1D-PIC中のCavityの特性を明らかにするため、表面の溝およびテラスが1対ある構造に対してCavityモードエネルギーや放射の角度分布をSTEM-CL法により調べた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子ビーム露光装置、走査型電子顕微鏡
 電子銃蒸着器、電子ビーム露光データ加工ソフトウェア

【実験方法】

本研究では電子ビーム露光装置と電子銃蒸着器により、幅 D 、高さ h のストライプ状のテラスまたは溝を1次元的に配列したPICの中に間隔 d のCavityを置いた構造をInP基板上に作製し、表面に厚さ200nmの銀を蒸着した。1D-PICを構成するテラスまたは溝の数 N を1,2,3,4,10,20に変え、テラス高さ h も50,70,100の試料を作製した。走査型透過電子顕微鏡(STEM)と組み合わせたカソードルミネッセンス(CL)検出装置を用いて、角度分解測定からSPPの分散パターンを測定する。1対のテラスまたは溝で構成されるCavityでは、Cavity外幅 $L(=d+2D)$ 、内幅 d およびテラス幅 D の3つの中の1つを固定し、他の2つを変化させCavityエネルギーの変化を測定した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

間隔 d を300nmにした1対のテラスから成るCavityからの角度解放射パターン(ARSパターン)を異なるテラス幅の試料に対して測定した結果をFig.1(a)-(e)に示す。対称モードによる分離した強いピークが2.5eVに現れており、さらに矢印で示す位置に表面垂直方向($\theta=0^\circ$)の放射も見られる。この表面垂直方向の放射を使って測定した電子ビーム走査スペクトル(BSS)像をFig.1(f)-(j)に示す。この像は反対称モードのSPP定在波の分布を表している。この結果は、内側と外側のテラス端の反射により形成される対称性の異なる2つのSPP定在波が存在することを示唆している。

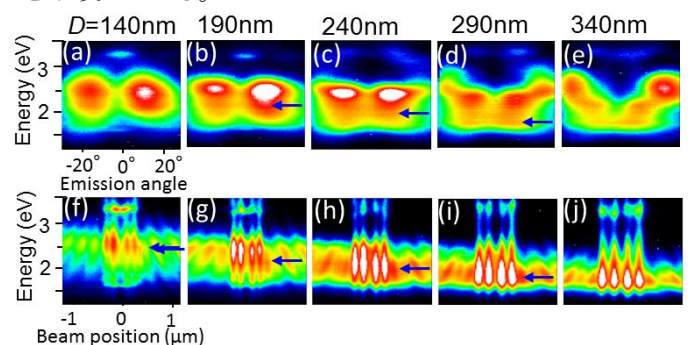


Fig.1 (a)-(e) Angle-resolved spectral patterns taken from cavities sandwiched by a pair of terraces with various widths. The width d is fixed at 300 nm. (f)-(j) Beam scan spectral (BSS) images corresponding to (a)-(e).

4. その他・特記事項(Others)

なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) N. Yamamoto, BIAMS 12, Tsukuba/Japan, 2014, June 22.
- (2) N. Yamamoto, and H. Saito, NSS-8, Chicago, 2014, July 30.

6. 関連特許(Patent)

なし