

利用課題番号 : F-13-NM-0030
利用形態 : 技術代行
利用課題名 (日本語) : 電子ビーム描画装置を用いた金属ナノ構造の作製
Program Title (English) : Fabrication of metallic nano-structures by electron beam lithography
利用者名 (日本語) : 西尾 夏希
Username (English) : Natsuki Nishio
所属名 (日本語) : 東京工業大学 大学院理工学研究科物性物理学専攻山本研究室
Affiliation (English) : Tokyo Institute of Technology

1. 概要 (Summary) :

近年、注目を集めている光を利用したナノテクノロジーの研究分野の一つに光アンテナがある。光アンテナとは別名ナノアンテナとも言い波長数百ナノメートルの電磁波、つまり光をナノメートルスケールの金属物体で受け止め (受光)、また送り出す (発光) ことを可能にする素子である。一般の RF アンテナと異なる点はその大きさの他にも金属物体のごく周辺に光を閉じ込め、電場を著しく増強させる効果を持つことである。これは光が金属表面の自由電子の協同的な振動運動と結合したためであり、この現象を表面プラズモンと言う。我々は光アンテナの表面プラズモン由来の光学特性を電子顕微鏡に発光検出器を取り付けた装置を用いて解明する研究を行っている。

2. 実験 (Experimental) :

【利用した主な装置】

- ・ 電子ビーム描画装置
- ・ 1 2 連電子銃型蒸着装置
- ・ 多目的ドライエッチング装置
- ・ 化合物ドライエッチング装置
- ・ 走査電子顕微鏡

【実験方法】

本研究では電子線リソグラフィ法により作製した、 SiO_2/Si 基板上の金のトライアングル型構造 (図 1 (a)) と蝶ネクタイ (Bow-tie) 型構造 (図 1 (c)) の光アンテナからの表面プラズモン由来の発光を測定した。測定法としては①電子線を構造の任意の 1 点に照射して発光スペクトルを取得する方法、②電子線を一次元 (ライン) 走査し各点でスペクトルを取得する方法 (ビームスキャンスペクトル)、③電子線を二次元走査し各点でスペクトルを取得、エネルギー的に積分や分解した発光分布を表示する方法 (フォトンマップ) の 3 つを採用した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

図 1 (b),(d)はそれぞれトライアングル型構造と蝶ネクタイ型構造のエネルギー (波長) 積分処理されたフォトンマップである。トライアングル型構造のフォトンマップではコーナーではほぼ均等に発光が起きているのに対し、蝶ネクタイ型構造のそれでは中央のギャップ付近で発光がほとんど起きていないことが見て取れる。これは蝶ネクタイ型光アンテナに非発光性の表面プラズモン振動モードが励起されたことによるものと考えられる。

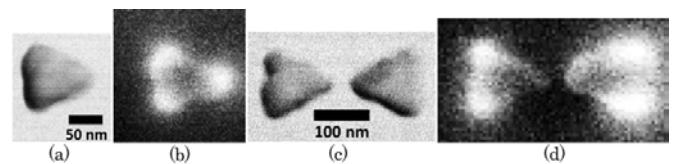


図1 (a),(c)トライアングル型光アンテナと蝶ネクタイ型光アンテナのSEM像、(b),(d)トライアングル型光アンテナと蝶ネクタイ型光アンテナのフォトンマップ

4. その他・特記事項 (Others) :

今後の課題は発光スペクトルが構造の幅や高さ、ギャップ幅にどのように依存しているかを系統的に調べることである。

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

(1)西尾夏希, “STEM-CL法による Bow-tie 型光アンテナの研究”, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 平成 25 年 9 月 17 日

(2) Natsuki Nishio, “Surface plasmon resonance in nano-antennas studied by STEM-CL”, ACSIN12, 平成 25 年 11 月 7 日

6. 関連特許 (Patent) :

なし