

課題番号 : F-15-IT-0003
利用形態 : 技術代行
利用課題名 (日本語) : 金属ナノギャップアンテナ構造の光学特性評価
Program Title (English) : Quantitative measurements of plasmonically-induced optical forces in the vicinity of metallic nanostructures
利用者名(日本語) : 矢野隆章
Username (English) : Taka-aki Yano
所属名(日本語) : 東京工業大学 大学院 総合理工学研究科
Affiliation (English) : Interdisciplinary Graduate School of Science and Technology, Tokyo Institute of Technology

1. 概要 (Summary)

本研究の目的は、金属ナノ構造の周囲に誘起される電場勾配力を利用してナノサイズの物体を光補足する技術を確認することである。光補足力は金属ナノ構造周囲に生じる光電場の強さと局在性によって決まり、それらは金属ナノ構造のサイズと形状に依存する。そこで本研究では、東京工業大学量子ナノエレクトロニクスセンターの協力のもと、高い電場増強度と電場局在性が期待される金製のダイポール型ナノギャップアンテナ構造 (Fig. 1) を作製し、その光学特性を評価した。とくに本研究課題では、アーム長の異なるアンテナ構造の光学特性を詳細に解析した。

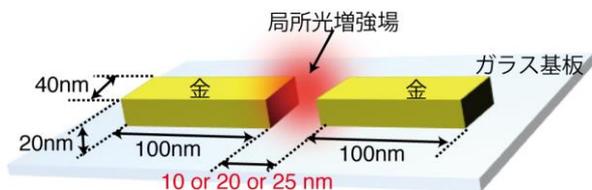


Fig.1 Schematic of a designed gold gap nano-antenna structure (Gap: 20 nm, Height: 20 nm, Arm length 100 nm, Width: 40 nm). A strongly-enhanced optical field is localized in the vicinity of the gap, enabling us to locally trap nano-objects at the gap owing to the strong field gradient.

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、電子ビーム露光データ加工ソフトウェア

【実験方法】

ポジ型レジスト (ZEP520A) をカバーガラス (18mmx18mm) にスピコートし (1st 1000rpm 1sec, 2nd 2000rpm 60sec)、50 nm 程度の厚さのレジスト膜を作製した。この基板を 170°C で 20 分間ベークした後、基板のチャージアップを防止するために導電材 (Espacer 300Z) を塗布

し、ベーク処理を行った。その後、電子ビーム露光装置 (日本電子製 JBX-6300SJ) を用いてナノギャップアンテナ構造を描画した。この際、電流値を 100pA、ドーズ量を $500 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ に固定し、ギャップ間隔とアーム長が異なるアンテナ構造を 100 個ずつ作製した。現像液・リンス液として、キシレン系有機溶剤・イソプロピルアルコールをそれぞれ用いた。現像液を乾燥除去後、チタンを 3 nm、金を 20 nm 真空蒸着した。金属蒸着した基板をレジスト除去液 (日本ゼオン (株) 製 ZDMAC) に浸漬し、リフトオフを行い、所望のダイポール型ナノギャップアンテナ構造を得た。

走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いて金ナノアンテナの構造を評価し、その光学特性を評価した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

ギャップ間隔が 20nm 以下のアンテナ構造の一部はギャップが形成されず所望のナノギャップアンテナ構造を作製できなかった。

ギャップ間隔が 30nm 以上のナノギャップアンテナ構造の光学特性を暗視野顕微分光装置を用いて行った結果、アーム長が長くなるにつれて電磁場共鳴波長がレッドシフトすることを確認し、可視域内で共鳴波長をチューニングできることがわかった。さらに、アンテナ構造の光電子顕微鏡イメージングを行った結果、アンテナ内に誘起された高次の電磁場共鳴モードが可視化された。

4. その他・特記事項 (Others)

金属ナノアンテナ構造の作製に関してご協力頂いた東京工業大学 量子ナノエレクトロニクス研究センター河田氏に感謝いたします。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許 (Patent)

なし