

＊課題番号 : F-12-UT-0078
 ＊支援課題名 (日本語) : 科研費 挑戦的萌芽研究 (H24-25) 「金属ナノ構造を利用した中赤外電磁場の増強と時空間制御」
 ＊Program Title (in English) : Enhancement and Time-Space Control of Electromagnetic Field by Metal Nano Structure
 ＊利用者名 (日本語) : 芦原 聡
 ＊Username (in English) : ASHIHARA, Satoshi
 ＊所属名 (日本語) : 東京農工大学
 ＊Affiliation (in English) : Tokyo University of Agriculture and Technology

＊概要 (Summary) :

金属ナノ構造の電場増強効果¹を利用した、中赤外非線形分光の感度向上および、中赤外量子制御²の反応効率向上を目指す。そのために金属ナノ構造の作製を行った。中赤外で共鳴を起こす代表的な構造はナノロッド (棒状の構造) である³。我々は、前々年度に ZnS 基板上に Au ナノロッドの周期構造を作製した。そして前年度には、Au ナノロッドのギャップ構造の作製に成功した。ギャップとは、2本のロッドを長軸方向に向い合わせに配置したときにできる隙間のことである。このギャップが 100 nm 以下になると、それぞれのロッドにできるプラズモンが電場を介して相互作用し、単一ロッドの場合よりも高い増強効果が得られる。

＊実験 (Experimental) :

ZnS 基板上にギャップロッドパターンを作製した。ZnS を使用する理由は、赤外で透明な材料であるからである。パターンの描画は電子線描画システム F5112+VD01 を用いて行った。

その後、抵抗加熱型の真空蒸着装置で、クロムを 3 nm、金を 50 nm 蒸着し、最後に、リフトオフ法により金属ナノ構造を作製した。金属構造は、長さ 1000 nm、幅 100 nm の Au ナノロッドが 80 nm の間隔を開けて、向かい合わせに並んでいる (図1)。このギャップロッドが縦横 5 μm 間隔で ZnS 基板平面上に並んでいる。

赤外フーリエ分光法により、作製した金属ナノ構造の赤外吸収スペクトルを測定した。

＊結果と考察 (Results and Discussion) :

図2は作製したギャップロッドの消衰スペクトルである。プラズモン共鳴の励起に起因した消衰ピークがみられる。数値計算では、金属近傍では電場強度が数百倍になっていることがわかっている。

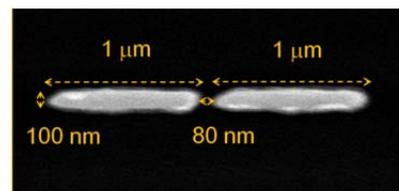


図 1. ギャップロッドの電子顕微鏡画像

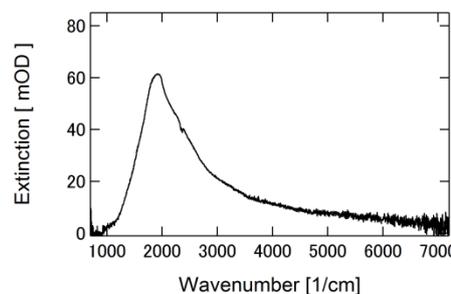


図 2. ギャップロッドの消衰スペクトル

＊その他・特記事項 (Others) :

今後の課題

今回、ギャップ 80 nm のナノロッド構造の作製に成功した。今後は、より小さいギャップ構造 (40 nm 以下) の構造の作製を目指す。また、作製した金属構造の電場増強度および時間応答の評価をする。さらには、作製した金属構造を実際に中赤外量子制御に利用する。

参考文献

- 1) 岡本隆之・梶川浩太郎, プラズモニクスー基礎と応用, 講談社(2010) .
- 2) Rabitz et al., Science 288,824,(2000).
- 3) Neubrech et al., Phys.Rev.Lett.101,157403(2008)

共同研究者等 (Coauthor) :

草史野、東京農工大学大学院 博士前期課程二年
 田島良一、東京農工大学 学部四年

論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

草史野、芦原聡、第 73 回秋季応用物理学会学術講演会 (2012.09.11)(口頭発表)