

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

東京農工大学

芦原 聡、草史野、田島良一

【目的】

金属ナノ構造の電場増強効果を利用し、中赤外非線形分光の感度向上および、中赤外量子制御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。我々は、H23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H24年度にはAuナノロッドのギャップ構造の作製に挑戦した。

【成果】

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。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。パターンの描画は大面積高速電子線描画システムF5112+VD01を用い、高真空蒸着装置を用い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。約 8×10^6 個のナノロッドを描画するのに（ウェハー搬送時間を含めて）15分を要した。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。

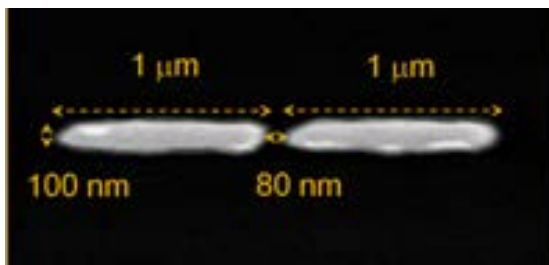


図1. ギャップロッドの電子顕微鏡画像

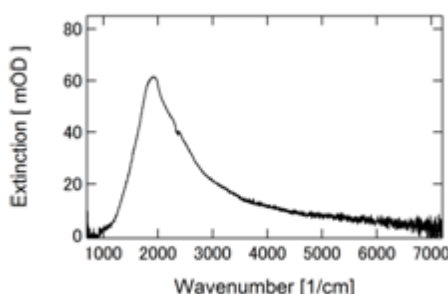


図2. ギャップロッドの消衰スペクトル

【まとめと展望】

東京大学拠点を利用することにより、自前で装置を持たずとも、安価な負担金によって、多数の微細構造を迅速に得られ、研究が順調に進展した。今後はギャップ幅40nm以下のさらに微細な構造の作製を目指す。公開装置の更なる充実に期待する。

【受賞】

草史野、東京農工大学優秀修士論文賞
(2012年度)

【助成】

芦原聡、科学研究費 挑戦的萌芽研究
(H24-25)