

課題名 (タイトル) :

プラズモニックナノ構造の光学特性の解析

利用者氏名 : 岡本 隆之

所属 : 石橋極微デバイス工学研究室

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

金属微粒子に光を照射すると、その中に含まれる自由電子は光の電場により集団的に振動する。この振動の強さは光の周波数に依存し、特定の周波数で共鳴 (局在プラズモン共鳴) を起こす。共鳴周波数は微粒子の形状や周辺媒質の屈折率に強く依存する。そのため、金属表面に吸着された試料による屈折率変化を検出するセンシングに利用されている。しかし、混合物から特定の物質だけを検出することは困難である。本研究はウイルスと同程度の大きさのカップ状の金属ナノ構造体により局在プラズモンセンサーにサイズ選択性を賦与するものである。構造はシリカ/金属界面エネルギー差を利用して二次元コロイド結晶から作製した。

2. 具体的な利用内容、計算方法

平面波による光学応答を求めるため、昨年度までに開発を行なった有限差分時間領域法 (FDTD 法) を HOKUSAI-GW にインストールして用いた。プログラムは MPI および OpenMP を用いたハイブリッド並列化がなされている。本年度は、座標軸に平行に入射する平面波だけでなく、斜入射する平面波に対しても計算を行なえるようにした。

3. 結果

図 1(a) に作製した金ナノカップの、(b) にポリスチレン粒子を捕獲した金ナノカップの SEM 像を示す。(c) は両者の透過スペクトルである。ポリスチレン粒子の存在により局在プラズモン共鳴を示す透過ディップが 650 nm 付近に現れている。また、ポリスチレン粒子により共鳴波長が長波長側にシフトしている。図 1(d) はこの金カップ構造を図に示すようにモデル化し、その消衰断面積を FDTD 法を用いて計算した結果である。ピーク

が局在プラズモンの共鳴波長に対応している。この結果は実験結果と非常によく一致している。

4. まとめ

金ナノカップの局在プラズモン共鳴波長がポリスチレン粒子の捕獲によって長波長側に変化することを実験および計算によって確認した。また、両者の結果は良く一致した。

5. 今後の計画・展望

FDTD 法の適用範囲を広げるため、周期構造に対する斜入射光を取り扱えるようにしたい。また、誘電関数として、Drude-Lorentz モデルを取り扱えるようにしたい。

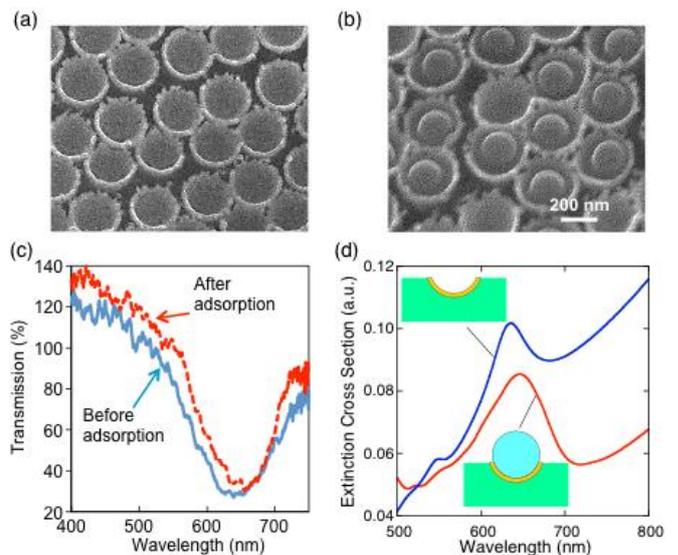


図 1、(a) 作製した金ナノカップ、(b) ポリスチレン粒子を捕獲した金ナノカップの SEM 像、(c) 金ナノカップ配列の透過スペクトル、(d) FDTD 法を用いて計算した金ナノカップとの消衰断面積 [1]。

参考文献

[1] T. Tatsuno, T. Okamoto, T. Ezaki, T. Isobe, A. Nakajima, and S. Matsushita, Bull. Chem. Soc. Jpn. doi:10.1246/bcsj.20150364 (2015).

平成 27 年度 利用研究成果リスト

【論文、学会報告・雑誌などの論文発表】

T. Tatsuno, T. Okamoto, T. Ezaki, T. Isobe, A. Nakajima, and S. Matsushita, “Metal nanostructures fabricated by the difference of interfacial energy at a dielectric/metal interface,” *Bull. Chem. Soc. Jpn.* doi:10.1246/bcsj.20150364 (2015).

【国際会議、学会などでの口頭発表】

龍野俊直、岡本隆之、江崎智太郎、磯部敏宏、中島章、松下祥子、「シリカ/金属界面エネルギー差を利用したナノカップの作製とそのプラズモンセンシング」第 63 回応用物理学会春季学術講演会、東京、3 月 (2016).