

鏡面基板上ナノ微粒子のモード結合による表面プラズモン共鳴の制御

Control of Plasmon Resonance by Mode Coupling in Nanoparticles-on-Mirror Structures

九大 先端研¹ ○(M1)大蔵 孝太¹, 西田 知句, 立石 和隆¹,

王 胖胖, 龍崎 奏¹, 岡本 晃一¹, 玉田 薫¹

Kyushu Univ. IMCE¹ ○Kota Okura¹, Haruku Nishida, Kazutaka Tateishi¹,

Pangpang Wang, Sou Ryuzaki¹, Koichi Okamoto¹, Kaoru Tamada¹

E-mail: okura@ms.ifoc.kyushu-u.ac.jp

1. 緒言

局在表面プラズモン共鳴 (LSPR) には、金属微粒子近傍の材料の発光・吸収・散乱を著しく増強する効果がある。当研究グループは、図 1 左のような金属薄膜上にスペーサー層を介して金属微粒子を配置した NPoM

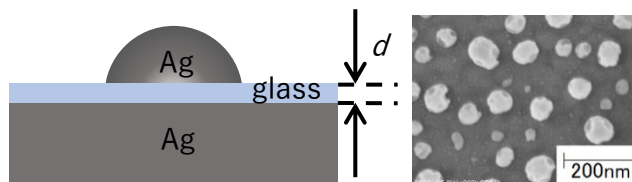


図 1. 銀の NPoM 構造(左)とその表面の SEM 像(右)

(Nanoparticles-on-Mirror) 構造を用いることで LSPR のピークが二つに分裂し、本来よりも非常に鋭いピークを持つことを有限差分時間領域 (FDTD) 計算により明らかにした。今回はこの構造を作成することによって、実際の系においても微粒子単体よりもシャープかつ強い LSPR のピークを実現し、さらにスペーサー膜厚を変えることによって LSPR の波長を制御することを試みた。

2. 実験

BK7 基板上に銀を抵抗加熱蒸着により 100 nm の厚さで製膜し、その上に SiO₂ を各膜厚で製膜した。さらにその上に銀を 10 nm 製膜した上、試料基板を電気炉中で窒素雰囲気下にて 200℃ での熱処理を行い、最上部の銀の微粒子化を行った。作製した試料表面の SEM 像を図 1 右に示した。参照試料として、BK7 基板上に直接銀を 10 nm 製膜し、同様の熱処理を施した試料(以下、on glass と呼ぶ)も作製した。作製した試料の消光スペクトルを、FDTD 法で計算したスペクトルと比較・検討を行った。

3. 結果および考察

図 2 は実際に作製した試料の消光スペクトルである。on glass の場合と比べてピークが 2 つに分裂し、SiO₂ スペーサーの厚さに応じて長波長側のピーク波長と強度が変化しており、スペーサー厚 15 nm で最もシャープかつ強いピークが得られた。この結果は FDTD 法で計算した LSPR ピークの分裂と増強・先鋭化の大まかな傾向と一致しており、スペーサー層によって LSPR を制御する目的を達成することができた。スペーサー層 15 nm の試料においては、on glass における消光強度よりも約 4 倍強く、線幅も半分以下になっている。LSPR による発光増強効果は、ピークの大きさに比例し線幅に反比例所以说われているので、この系によって元々の 8 倍以上の増強効果が期待できる。この構造を用いた、発光材料の高効率化への応用については、現在進行中であり、本討論会において詳しく述べる。さらにナノ微粒子の金属種・サイズ依存性、スペーサー層の屈折率依存性についても検討を進めており、当日あわせて議論する。

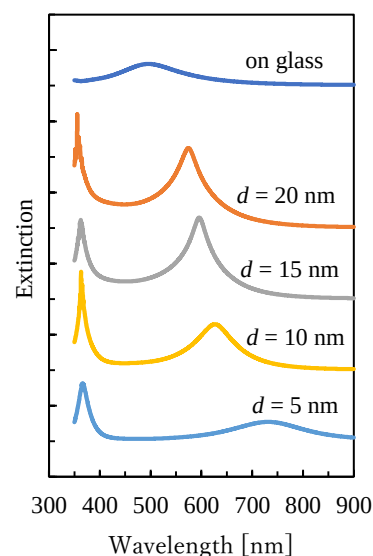


図 2. 消光スペクトル