銀の NHoM 構造による LSPR 波長チューニングと発光素子応用

LSPR Wavelength Tuning using Ag Nano-Hemispheres on Mirror for Light Emitting Materials

阪府大院工　°長谷川 遼，松田 恒輝，中村 俊樹，松山 哲也，和田 健司，岡本 晃一
Osaka Pref. Univ. °R. Hasegawa, K. Matsuda, T. Nakamura, T. Matsuyama, K. Wada, K. Okamoto
E-mail: hasegawa0618@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに

局在型表面プラズモン共鳴(LSPR)は, 金属ナノ微粒子の大きさや形状によって共鳴ピーク波長を制御できる. 我々は金属基板上に 2 次元積層した Ag ナノ微粒子アレイがプラズモニックカラーの制御に利用できることを示した [1]. さらに我々は Nano Hemispheres on Mirror（NHoM） という構造が LSPR のチューニングに有効であることを示した [2]. その構造の作製手法を改善し, より簡便に可視光全域のプラズモニックカラーを達成したので報告する.

実験

前述した NHoM 構造を Fig. 1 に示した. Fig. 1 の構造を FDTD シミュレーションでモデリングし, 消光スペクトルを計算した. またその結果をもとに色度計算を行った. 次に実験方法として, サファイア基板上に銀を 50 nm 高真空抵抗加熱蒸着, Al_2O_3 層を原子層堆積法で細かく厚みを制御し, 銀を再度蒸着し薄膜を形成したのち, 電気炉により加熱することで, シミュレーション同様の銀の NHoM 構造を作製した. 分光光度計によって消光スペクトルを検出し, 落射顕微鏡によって暗視野像を観測した. また, 原子間力顕微鏡により表面形状, 径を測定した.

結果と考察

ピークが 2 つに分裂するのは, ナノ微粒子と金属フィルムとのモード結合したからであり, 誘電体層を薄くすることで結合が強くなり, ピーク間距離が長くなる. ピーク強度は, 縦方向の光の閉じ込めによるものである. Fig. 2 の計算と実験結果を比較すると, 実験での長波長側のピークが小さくブロードとなっている. 本研究では, 微細加工を用いず熱処理による微粒子構造の作製をしているためであり, そのような簡便な方法で作成したランダムな構造でも RGB で鮮明な発色が得られている. 当日は, この構造に量子ドットを組み合わせた発光増強への応用なども議論する.

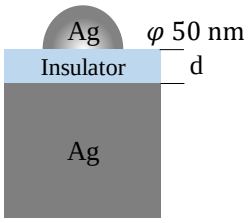

Fig. 1　NHoM structures

1). K. Okamoto, et al., Sci. Rep. 6, 36165 (2016).
2). 長谷川ら, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 20p-E208-13 (2019).

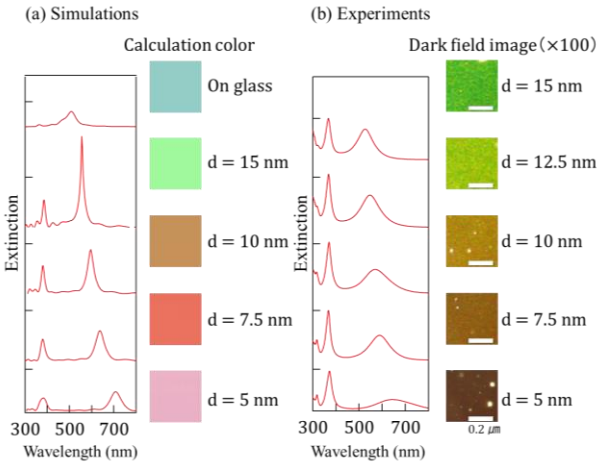

Fig. 2　(a) Simulation spectra varying insulator distance d of Fig. 1, and colors obtained by chromaticity calculation. (b) Experimental spectra and dark field images varying d value of Fig. 1.