

Nano Disc on Mirror 構造を用いた局在表面プラズモン共鳴の制御 Controlling of localized surface plasmon resonance using Nano Disc on Mirror (NDoM)

阪公大工 ○初岡 涼平, 仁熊 嶺, 前田 早郁子, 松山 哲也, 和田 健司, 岡本 晃一

Osaka Metro. Univ., ○R. Hatsuoka, R. Niguma, S. Maeda, T. Matsuyama, K. Wada,
K. Okamoto

E-mail: sdb01119@st.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに

局在型表面プラズモン共鳴は、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。我々はスペーサー層を介した鏡面基板上に形成した銀のランダムナノ微粒子 (NHoM) 構造[1]を作製し、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。NHoM 構造はサイズ・配列がランダムだが、さらなるピークの増強・先鋭化・制御を実現するためには、電子線描画等の微細加工技術を用いて、サイズ・配列が揃った銀ナノディスク(NDoM)構造を作製する必要がある。今回は有限差分時間領域(FDTD)法によって NDoM 構造の光学特性を評価し、共鳴ピークの増強、先鋭化、フルカラーでチューニングが可能であることを実証したので報告する。

2. 実験方法

FDTD 法を用いて、Fig. 1 中に示した NDoM の周期構造を作製し、電場分布と消衰スペクトルを計算した。金属バルク層の Ag 基盤の膜厚を 100 nm, Ag Disc の高さを 30 nm, Al₂O₃ Spacer 層の膜厚 d と Disc の半径 r をパラメータとして変化させて計算を行った。

NDoM 構造は以下の手順で作製を行った。カバーガラスに Ag を高真空抵抗加熱蒸着で 50 nm, Al₂O₃ 層を原子層堆積装置で 20 nm 堆積した基板上に、半径 40 nm, Disc 間距離 120 nm のナノディスク周期構造を電子線描画により作製した。この時 Dose time を 0.9 μ s として、キセノンに浸して 1.5 min 現像を行った後、接着層の Ni を 0.5 nm, Ag を 30 nm, Au を 3 nm 順に蒸着し、ブタノンに浸けてリフトオフした。

3. 結果と考察

Fig. 1 に Disc の半径を 50 nm とし、Spacer 層の膜厚を変化させた場合の NDoM 構造の消衰スペクトルの計算結果を示した。Spacer 層の厚みを変化させることでピークの位置と強度が変化していることがわかる。また、Fig. 2 にそれぞれの半径について Spacer 層の膜厚を変化させ、最大のピークを抜き出した計算結果を示した。これらの結果より、Disc 半径を大きくするにつれ Spacer 層の膜厚を薄くすることで幅広い波長領域でシャープなピークを得ることがわかる。半径が大きいと、Disc に局在する電場が弱くなり、それに伴って鏡面電位をゼロに保つため

の電荷が生じるのに必要な Spacer 層の膜厚は薄くなると考えられる。

Fig. 3 に電子線描画とリフトオフにより実際に作製した NDoM 構造の走査型電子顕微鏡 (SEM) 像を示した。電子線描画によって目的の NDoM 構造が作製できていることがわかった。作製した構造の光学特性は現在解析中であり、その結果についても当日合わせて詳しく議論する。

[1] K. Okamoto, K. Okura, P. Wang, S. Ryuzaki, K. Tamada, *Nanophotonics* 9, 3409 (2020).

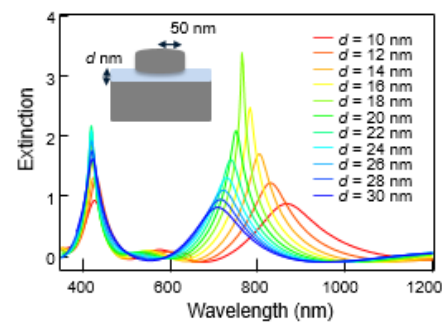


Fig. 1 Dependence of extinction on Spacer layer thickness.

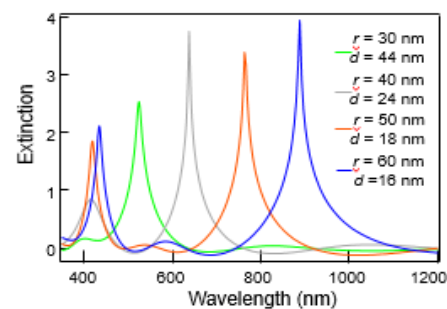


Fig. 2 Maximum peak of extinction for structures with each radius.

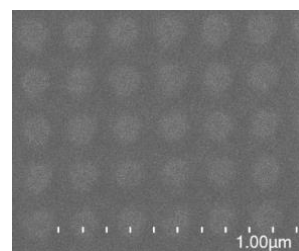


Fig. 3 SEM image of NDoM structures.