

銀のランダムナノ微粒子構造を用いた表面プラズモンカラーフィルタ

Surface Plasmon Color Filter with Random Ag Nano-Hemisphere on Mirror

阪府大院工[○]松田 恒輝, 長谷川 遼, 松山 哲也, 和田 健司, 岡本 晃一

Osaka Pref. Univ. K. Matsuda, R. Hasegawa, T. Matsuyama, K. Wada, K. Okamoto

E-mail: matsuda0619@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに

局在型表面プラズモン (Localized Surface Plasmon Resonance: LSPR) は, 金属ナノ微粒子 (Nano Particles: NPs) 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-NPs アレイ構造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⁾. さらに熱処理によりランダムな金属ナノ構造を鏡面基板上に形成した場合でも同様の効果があることを示した²⁾. このランダム構造を用いて, LSPR に起因する透過スペクトルを制御できたので報告する.

実験

Al₂O₃ 基板上に Ag を高真空抵抗加熱蒸着し, 電気炉で加熱することによって Ag ランダム NPs 構造を作製した. 初期膜厚を 10 nm, 15 nm, 20 nm, 加熱温度を 200°C, 300°C, 400°C とし, 20 分加熱した. 分光光度計によりそれらの透過スペクトルを測定し, 原子間力顕微鏡 (Atomic Force Microscope: AFM) により表面形状を観測した.

結果と考察

加熱温度を 300 °C で 20 分とし, 初期膜厚を 10 nm, 15 nm, 20 nm としたときの AFM 像と透過スペクトルを Fig. 1 に示した. 初期膜厚を厚くするにつれて形成される NPs の粒が大きくなり, 共鳴ピークの波長が長波長側にシフトするのが見られた. また, 粒子径と共鳴スペクトルは熱処理の温度によっても変わり, NPs の作製条件によって透過特性を制御することに成功した. しかしこの構造ではスペクトルがブロードであるために, 透過光の調整には適していない. そこで Ag Nano-Hemisphere on Mirror (NHoM) 構造による制御を試みた. Fig. 2 に NHoM 構造と, 有限差分時間領域 (Finite-difference time-domain method: FDTD) 計算により算出した透過スペクトルと, 色度計算で得ら

れた色変化を示した. NHoM 構造を用いることにより, NPs の粒径を変えることなく, SiO₂ 層と Ag 層の厚みを変えるだけで, 透過スペクトルのフレキシブルな制御が可能になることがわかった. 実際の NHoM 構造の作製とそれによる透過光制御については現在進行中であり, 当日詳しく議論する.

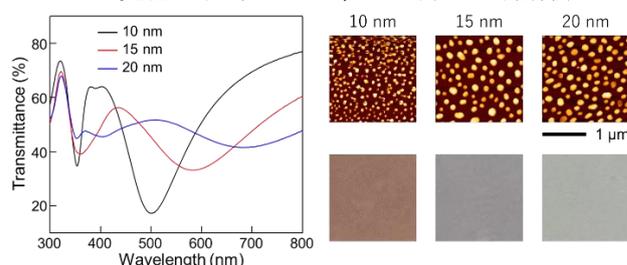


Fig. 1 Transmittance spectra, AFM images and transmission colors of Ag NPs formed with various temperature.

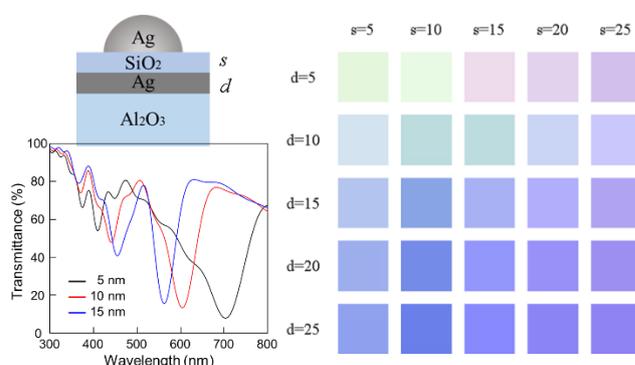


Fig. 2 Transmission spectra and color variation calculated by FDTD method with various thickness of the dielectric layer (s) and Ag layer (d).

1) K. Okamoto, D. Tanaka, R. Degawa, X. Li, P. Wang, S. Ryuzaki, and K. Tamada, Sci. Rep. 6, 36165 (2016).

2) 岡本晃一, 西田知句, 田中大輔, 大藏孝太, 立石和隆, 王胖胖, 龍崎奏, 玉田薫, 応用物理学会秋季学術講演会, 16p-B12-3 (2016).