

二次元プラズモニック格子構造を用いた光エネルギー集約の試み

Investigation of the Ultimate Light Energy Confinement System

Using 2D Plasmonic Lattice Structures

北大院総化¹, 北大院理² ○(D2) 及川 隼平¹, 南本 大穂², 村越 敬²

Hokkaido Univ., [○]Shunpei Oikawa, Hiro Minamimoto, Kei Murakoshi

E-mail: shunpei-oikawa@frontier.hokudai.ac.jp

プラズモンアクティブな金属ナノ粒子を光の波長程度の間隔で周期的に配列させた二次元構造を用いると、金属ナノ格子構造に誘起される表面プラズモンと基板表面を進行する回折光が混成し、金属ナノ粒子の散乱失活が大幅に低減され、効率的に微小空間に光エネルギーを集約することが可能となる。^{1,2} この二次元構造の光学特性は、個々のナノ構造の形状や配列に強く依存する。二次元構造内においては、光エネルギーを自在に、かつ長距離へ伝搬させることが可能となることから、近年高効率な光利用に向けて高い関心を集めている。本研究では、種々の金六方格子構造を作製し、高効率な光エネルギーの集約・伝播系の構築を行うとともに、欠陥導入など種々の取り組みによりその光学特性制御とその応用に取り組んだ。

電子線リソグラフィ法を用いて導電性ガラス基板上に種々の粒子間隔でナノ粒子が配列した金六方格子構造を作製した (Fig. 1a)。金六方格子構造の格子間隔を 200 nm から 600 nm と変化させたところ、表面プラズモンの共鳴位置が 1.89 eV ($\lambda_{SP} = 656$ nm) から 1.66 eV (757 nm) まで広

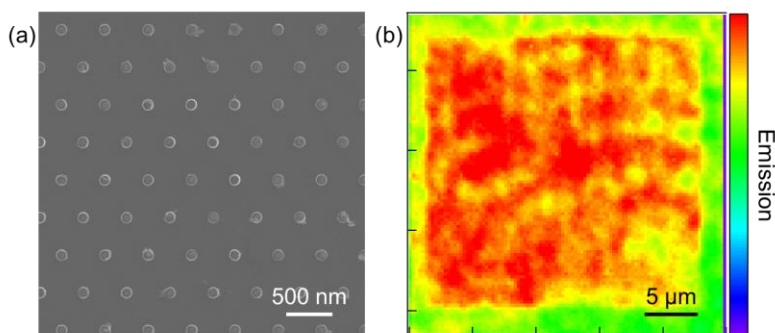


Fig.1. (a) SEM image of hexagonal Au lattice structure with the lattice space of 500 nm. (b) Fluorescence image of cyanine dye film supported lattice structure.

帯域にわたって任意に制御可能となった。消光スペクトルの半値全幅から Q 値を算出したところ、格子間隔の増大により Q 値が増加し、格子間隔が 500 nm の場合に単粒子に励起される局在表面プラズモンに対して 5 倍程度に Q 値が増大することが確認された。さらに、この構造上に、プラズモン共鳴位置と蛍光帯域が合致した蛍光色素薄膜を担持したところ、構造上で数倍程度増強された蛍光が観測された (Fig. 1b)。興味深いことに、構造内にホール欠陥を導入した場合は、欠陥準位のトラップに起因する蛍光強度の増強が観測されることが確認された。以上の結果から、本取り組みにおいて得られた成果から、光エネルギーが高効率に集約化した場の作製・およびその光学特性自在制御に向けた極めて有用な知見が得られたと言える。

1) C. L. Haynes, *et al.*, *J. Phys. Chem.*, **107**, 7337 (2003).

2) H. Minamimoto, *et al.*, *J. Phys. Chem.*, **122**, 122, 14162 (2018).