

表面格子共鳴を用いた高効率光エネルギー集約系構築の試み

Development of the Highly Efficient Light Energy Confinement System

Using Surface Lattice Resonance

北大院総化¹, 北大院理² ○(D1)及川 隼平¹, 南本 大穂², 村越 敬²

Hokkaido Univ., ¹Shunpei 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面内を進行する回折光が混成し、散乱失活が大幅に低減されることで、より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この二次元構造の光学特性は、ナノ構造の配列に強く依存することに加え、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、様々な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により導電性ガラス基板上に種々の格子間隔を有する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)まで制御可能となることが明らかとなった。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、特に格子間隔が 500 nm の構造において、単粒子に励起される局在表面プラズモンに対して 5 倍程度の Q 値の増大が観測された。次に、Fig. 1b に示すような電気化学測定系を用いて、本構造の種々の金属構造の電気化学電位を変化させることを試みた。²その結果、表面プラズモンのエネルギー準位変化に伴う吸収帯のシフトが観測され、光集約場の光学特性が自在に変調可能であることを明らかとした。

以上の結果から、本取り組みにおいて得られた成果が、光エネルギーが極限まで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を与えるものであることが明らかとなった。

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

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

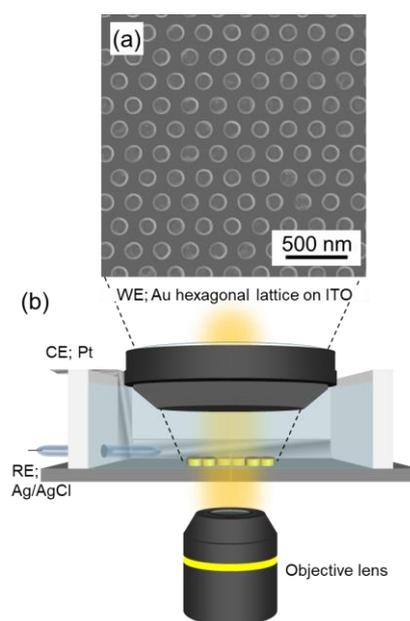


Fig.1. (a) SEM image of hexagonal Au lattice structure. (b) Schematic illustration of optical measurement system under electrochemical potential control.