

課題番号 : F-13-HK-0030
利用形態 : 共同研究
利用課題名 (日本語) : 金ナノ粒子配列の光学特性とプラズモンモードの研究
Program Title (English) : Study on plasmon modes and optical properties of gold nanoparticle assemblies
利用者名 (日本語) : 井村考平¹⁾, 市川陽一¹⁾, 岡本裕巳²⁾
Username (English) : K. Imura¹⁾, Y. Ichikawa¹⁾, H. Okamoto²⁾
所属名 (日本語) : 1) 早稲田大学大学院先進理工学研究科, 2) 分子科学研究所
Affiliation (English) : 1) School of Advanced Science and Engineering, Waseda University, 2) Institute for Molecular Science

1. 概要 (Summary)

プラズモン共鳴に起因する光増強場は、新しい光学過程や光化学反応において有望であることから、基礎および応用の両面で研究が行われている。プラズモンの特性は、それが励起されるナノ構造体の形状やサイズに大きく依存する。光増強場を設計し応用するためには、ナノ構造体の特性を詳細に理解する必要がある。これまでの研究から、単一のナノ構造体については、光学特性の理解がかなり深まっている。一方、その集合構造については、構造の作製が困難であることやプラズモンの可視化が実現されていないなどの理由から理解が十分進んでいない。本研究では、正方形のナノ粒子集合体を作製し、プラズモンモードの可視化からその光学特性の理解を深めることを目的とした。近接場およびファーフィールド顕微分光手法を用いた研究から、ナノ粒子間の相互作用に起因する特異な光学特性が誘起されることが明らかとなった。

2. 実験 (Experimental)

正方形のナノ粒子集合体は、北海道大学ナノテクプラットホームに設置されている電子線リソグラフィ装置とヘリコンスパッタ装置を使用しリフトオフでガラス基板上に作製した。作製した試料の形状は、走査型電子顕微鏡および表面形態像測定により評価した。また試料の光学特性は、ファーフィールド顕微分光法および近接場顕微分光法により評価した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

作製した試料の走査電子顕微鏡像を Fig.1 に示す。円板形のナノ構造体が正方形に配列していることが分かる。形状測定より、円板直径は 150 nm、高さが約 40 nm、円板間距離が約 20 nm であることが分かる。円板間距離の異なる配列のファーフィールド散乱スペクトルを Fig.2 に示す。図から、円板間の距離が長い場合のスペクトルは、単量体のスペクトル形に類似していることが分かる。一方、

円板間の距離が短い場合には、複数のピークが観測されスペクトルが複雑になることが分かる。これは、短距離においてプラズモン間の相互作用が強くなるためと解釈される。単一ナノ円板に励起されるプラズモンは、双極子モードである。プラズモン間の相互作用により、これがどのように変化するかを理解するためには、近接場光学顕微鏡による

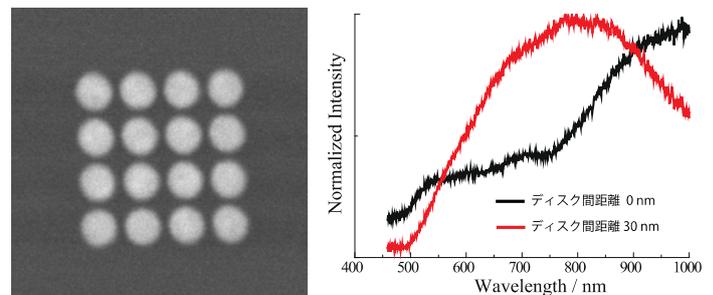


Fig. 1 SEM image of gold nanodisk array (image scale: 1 $\mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$).

Fig. 2 Scattering spectra of gold nanodisk array with a gap width of 0 nm and 30 nm.

可視化が不可欠である。現在、近接場透過測定による評価を進めている。

4. その他・特記事項 (Others)

・共同研究者等 (Coauthor) : 上野貢生、三澤弘明

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) Y. Ichikawa, K. Ueno, H. Misawa, H. Okamoto, K. Imura, International Conference on Photochemistry 2013, KU Leuven, Leuven, Belgium, July (2013).

(3) Y. Ichikawa, K. Ueno, H. Misawa, H. Okamoto, K. Imura, Plasmon-based chemistry and physics, KU Leuven, Leuven, Belgium, July (2013).

6. 関連特許 (Patent)

なし。