

課題番号	: F-21-HK-0047
利用形態	: 共同研究
利用課題名(日本語)	: 銀ナノプレートに励起される高次プラズモンと分子の相互作用の解明
Program Title (English)	: Near-field interaction of molecules and plasmons excited in silver nanoplates
利用者名(日本語)	: 長谷川誠樹, 井村考平
Username (English)	: Seiju Hasegawa ¹⁾ , Kohei Imura ¹⁾
所属名(日本語)	: 早稲田大学先進理工学部
Affiliation (English)	: School of Advanced Science and Engineering, Waseda Univ.
キーワード/Keyword	: 成膜・膜堆積, リソグラフィ・露光・描画装置, プラズモン

1. 概要(Summary)

貴金属ナノ構造体に励起されるプラズモンは光を空間と時間の両面で閉じ込め近接して存在する分子の蛍光を増強する。本研究では、超精密ナノ加工技術を用いて銀ナノプレートを作製し、プレートに励起されるプラズモンと分子の相互作用を蛍光測定から明らかにすることを目的とした。北海道大学電子科学研究所の電子ビーム描画装置を用いて作製した試料の暗視野散乱測定および近接場光学顕微鏡測定から、銀ナノプレートに励起されるプラズモンや蛍光増強の空間分布がプレートの位置に依存することが明らかとなった。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

超高速スキャン高精度電子ビーム露光装置(ELS-F130HM)、多元スパッタ装置(QAM-4-ST)

【実験方法】

超高精度電子ビーム描画装置を用いて、ガラス基板の上に銀ナノプレート作製し、その上から SiO₂ 膜をスパッタ法により成膜した。この基板に、色素分子をスピンコートし、測定試料とした。作製した銀ナノ構造の厚みは 50 nm, 1 辺の長さは 400-1200 nm である。銀ナノ構造と分子の距離は、SiO₂ の膜厚により制御した。作製した銀ナノ構造の結晶性を向上させる目的で、300℃で 1 時間アニーリングを行った。作製した試料の結晶性を X 線回折により評価した。試料の光学特性は、暗視野散乱測定ならびに開口型近接場光学顕微鏡により評価した。発光測定では、光源に連続発振レーザー(532 nm)を用いた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

銀薄膜の X 線回折の結果から、アニール前後で大きな結晶構造の違いは確認されなかった。作製した銀ナノプレート(1 辺の長さ: 800 nm, SiO₂ 膜厚: 20 nm)の走

査型電子顕微鏡像を Fig.1 (a) に示す。形状は、一部に欠陥があるものの概ね三角形である。図 1 (a) に示すプレートの暗視野散乱スペクトルを図 1 (b) に示す。可視化から近赤外域にブロードなバンドがあり、波長 450 と 700 nm 近傍に共鳴に起因するショルダーとピークがあることがわかる。近接場光学顕微鏡を用いて測定した銀ナノプレートの近接場透過像から、プレートの位置に依存して消衰強度が変化することが明らかとなった。このことは、励起波長に依存してプラズモンの空間分布が変化することを示す。プレート上に色素分子を分散させた試料の近接場蛍光測定の結果、プレートの頂点近傍において局所的に蛍光が増強され、プレート中央部では蛍光が消光することが明らかとなった。また、蛍光は最大で 2 倍程度増強することが明らかとなった。これらの結果は、プレートを蛍光増強媒体として利用する上で重要な設計指針となる。

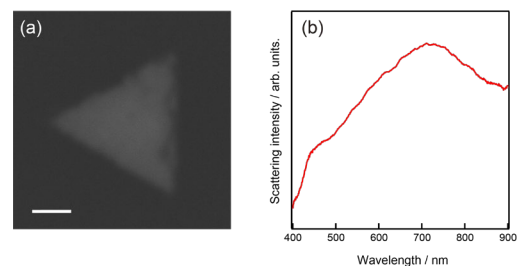


Figure 1. (a) Scanning electron micrograph of a single silver nanoplate (side length: 800 nm, SiO₂ thickness: 20 nm). Scale bar: 200 nm. (b) Dark-field scattering spectrum of the nanoplate shown in (a).

4. その他・特記事項(Others)

共同研究者: 押切友也, 三澤弘明

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし