

課題番号 : F-17-HK-0046  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : プラズモン誘起オプティカルトラッピングを用いた近接場スペクトル計測  
Program Title (English) : Near-field spectrum measurements using plasmon-induced optical trapping  
利用者名(日本語) : 巽 亮太  
Username (English) : Ryota Tatsumi  
所属名(日本語) : 北海道大学工学部  
Affiliation (English) : Faculty of Engineering, Hokkaido University  
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、リソグラフィ・露光・描画装置

## 1. 概要(Summary)

金属ナノ微粒子に光が照射されると、局在表面プラズモン共鳴が誘起され、入射光電場強度の数桁倍におよぶ近接場増強効果が得られる。この近接場増強効果により微粒子近傍に存在する分子からのラマン散乱や蛍光の増強が誘起され、少数分子を検出するバイオ・化学センサーに応用が期待されている。これらセンサーの高感度化を図るためには、より大きな近接場増強効果を実現することが求められ、その近接場分光情報を評価する方法が重要となる。本研究では、溶液中で且つ材料に関わらず近接場スペクトル計測を行う新しい方法論として、近接場で生じる勾配力によるオプティカルトラッピングに着目し、トラップ力の照射波長依存性を用いて金属ナノ構造体の新しい近接場分光計測技術を開発した

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

超高精度電子ビーム描画装置 ELS-7000HM、ヘリコンスパッタリング装置 MPS-4000C1/HC1、原子層堆積装置 SUNALE-R、ICP 高密度プラズマエッチング装置 RIE-101iPH、高分解能電界放射型走査型電子顕微鏡 JSM-6700FT

### 【実験方法】

本提案の近接場スペクトル計測法を実証するために、近接場スペクトル特性が遠方場での反射スペクトルや透過スペクトルとは異なる積層型ナノギャップ金構造体を用いた。積層型ナノギャップ金構造体は、ガラス基板上に金/アルミナ/金をスパッタリング(金)および原子層堆積装置(アルミナ)によりそれぞれ 40 nm, 15 nm, 40 nm 成膜し、電子ビームリソグラフィ/ドライエッチング法により作製した。オプティカルトラッピングのアクションスペクトルは、トラップ光として波長可変の CW レーザーを構造体に集光

照射し、直径 100 nm の蛍光性ポリスチレン微粒子をトラップして蛍光を測定することにより、各波長におけるトラップ光照射領域の蛍光ビーズの存在比を求めることにより得た。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Figure 1 に、積層型ナノギャップ金構造の反射スペクトルを示す。約 850 nm 付近においてスペクトルに Fano ディップと呼ばれるくぼみが生じ、光散乱が抑制されていることがわかった。Figure 1 に、プラズモンオプティカルトラッピングのアクションスペクトルを示す。Fano ディップ波長の若干短波長側でトラップされた蛍光ビーズの蛍光強度が増大することが明らかになった。物質のトラップ力は電場強度の勾配に依存することから、プラズモンオプティカルトラッピングのアクションスペクトルは近接場スペクトルと密接に関連しており、新しい原理に基づく近接場スペクトル計測系の構築に成功した。

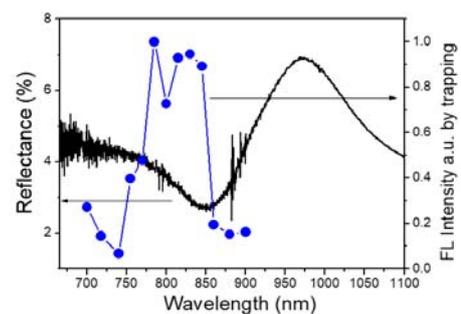


Figure 1. Reflection and trapping action spectra of the stacked nanogap metallic nanostructures.

## 4. その他・特記事項(Others)

なし。

## 関連論文

なし

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

## 6. 関連特許(Patent)

なし