

課題番号 : F-16-HK-0052
利用形態 : 共同研究
利用課題名(日本語) : 金ナノスプリットワイヤの近接場顕微分光
Program Title (English) : Near-field optical microscopy of gold nanosplit wires
利用者名(日本語) : 井村考平, 今枝佳祐
Username (English) : K. Imura, K. Imaeda
所属名(日本語) : 早稲田大学先進理工学研究科
Affiliation (English) : School of Advanced Science and Engineering, Waseda University

1. 概要(Summary)

隣接する金ナノ構造に励起されるプラズモンは、近接場光相互作用し、単一のナノ構造では示さない光学特性を示す。本研究では、金ナノスプリットワイヤを電子線リソグラフィ・リフトオフ微細加工技術を用いて、ガラス基板上に作製した。作製したナノ構造体の消衰スペクトルは、近赤外域に共鳴ピークを示す。ピーク波長はワイヤ間のギャップ距離が短くなるにつれて短波長シフトする。ピーク波長のサイズ依存性は、プラズモン共鳴に典型的な特性であることから、観測される共鳴ピークは、プラズモン共鳴に帰属されることが明らかとなった。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

北海道大学電子科学研究所設置の超高精度電子ビーム露光装置、ヘリコンスパッタリング装置を利用して、ギャップサイズ(10, 20, 30 nm)の金ナノスプリットワイヤをガラス基板上に作製した。

【実験方法】

作製した試料の光学特性は、利用者所有の装置(暗視野光学顕微鏡ならびに開口型近接場光学顕微鏡)を用いて評価した。近接場測定では、光源にハロゲンランプを用いて近接場透過測定を、モードロックチタンサファイヤ(レーザー中心波長 800 nm, パルス幅<20 fs, 繰り返し周波数 80 MHz)を用いて、二光子発光計測を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1(a)に電子線リソグラフィ・リフトオフ法によりガラス基板上に作製した金ナノスプリットワイヤの走査電子顕微鏡(SEM)像を示す。Fig. 1(a)から、ナノ構造体が数 nm 程度の精度で作製されていることがわかる。本研究では、ワイヤのギャップが 30 nm, 20 nm, 10 nm の合計 3 種類のナノ構造体を作製し、それらの線形光学(透過)特性と二光子発光特性を研

究した。試料の近接場透過スペクトルは、波長 790 nm 近傍にプラズモン共鳴ピークを示す。このピーク波長は、ワイヤ間のギャップ距離により変化しギャップ距離が短くなるにつれて短波長シフトすることが明らかとなった。

Fig. 1(b)に、試料からの二光子誘起発光を検出して可視化した近接場二光子励起像を示す。長ワイヤでは構造の両端で、短ワイヤでは構造の中心部分で励起確率が高くなる。透過スペクトルで観測されたギャップ距離依存性は、Fig. 1(b)において可視化されたプラズモン間の相互作用に起因する。

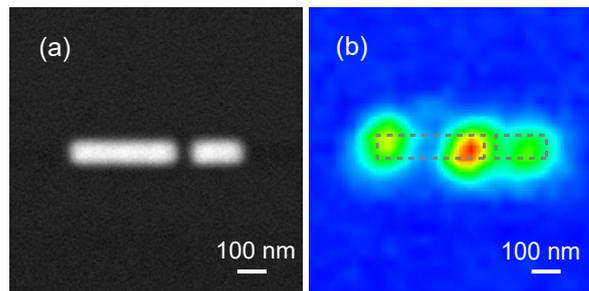


Figure 1. (a) SEM image of a gold nanosplit wires, (b) Near-field two-photon excitation image of the split wires. Excitation: 800 nm.

4. その他・特記事項(Others)

共同研究者: 上野貢生, 三澤弘明(北大電子研)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) H. Mizobata, K. Ueno, H. Misawa, H. Okamoto, K. Imura, *Opt. Express*, **2017**, 25, 5279-5289.
- (2) K. Imura, H. Mizobata, K. Imaeda, The 14th International Conference on Near-Field Optics, August, 2016, Hamamatsu, Japan. (招待講演)
- (3) K. Imura, 9th Asian and Oceanian Photochemistry Conference, December, 2016, Singapore. (招待講演)

6. 関連特許(Patent)

なし。