

課題番号 : F-18-HK-0053
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 金ナノライマー構造の作製
 Program Title (English) : Fabrication of a gold nano-trimer structure
 利用者名(日本語) : 須藤広太、喜多 信介、藤原英樹、杉山輝樹
 Username (English) : Kota Sudo¹⁾, Shinsuke Kita¹⁾, Hideki Fujiwara¹⁾, Teruki Sugiyama²⁾
 所属名(日本語) : 1) 北海道大学電子科学研究所, 2) 台湾交通大学
 Affiliation (English) : 1) Hokkaido University, 2) National Chiao Tung University
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、プラズモン、金ナノ構造

1. 概要(Summary)

近年、金属ナノ構造に光を照射した際に生じるナノスケールの局在プラズモン場による勾配力を利用したトラッピング手法が提案され、実際に金ナノダイマー構造のギャップ部にナノ粒子を捕捉した報告例がある。このような技術は、マイクロ流路や微量分析などの分野において物質の輸送や攪拌などのツールとして利用されており、微小領域における光を駆動源とした粒子運動制御に注目が集まっている。本研究では、ナノスケール領域での運動制御を誘起するための金属ナノ構造として、波長 1064 nm に共鳴を持つ金ナノトライマー構造の作製を試みた。この金なノトライマー構造を用い、ナノ領域で誘起されたナノ円偏光場を用いたナノ粒子起動回転運動の観測や選択的なキラリ結晶化の誘起を試みた。今年度は、共鳴を持つ金ナノトライマー構造を正確に作製するための構造設計やリソグラフィ技術を用いた構造の作製を行い、施策構造の評価を行なった。

2. 実験(Experimental)

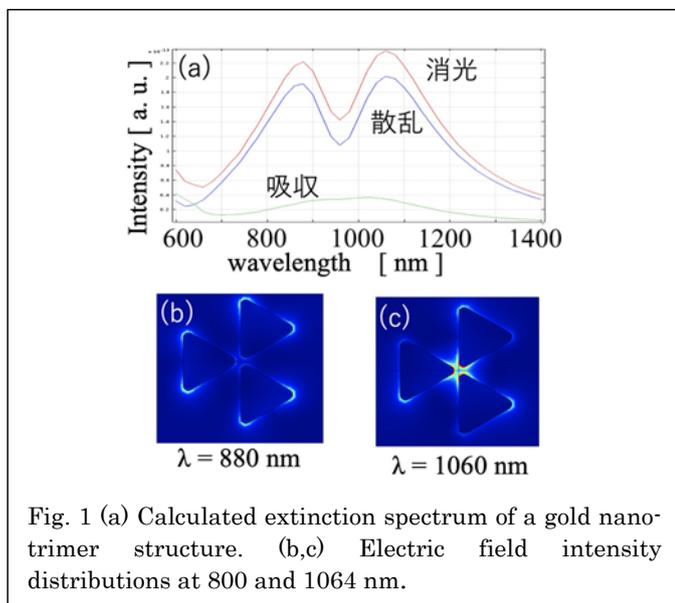


Fig. 1 (a) Calculated extinction spectrum of a gold nano-trimer structure. (b,c) Electric field intensity distributions at 800 and 1064 nm.

【利用した主な装置】

超高精度電子ビーム描画装置、ヘリコンスパッタリング装置、高分解能電界放射型走査型電子顕微鏡

【実験方法】

波長 1064 nm に共鳴を持ち、かつ、ナノサイズのギャップ部においてナノ円偏光場を誘起する金ナノトライマー構造の設計を行なった。数値解析ソフトを用い、トライマーを構成する三角構造の一边の長さ、および、中心部のギャップサイズを変化させながら、電場強度分布や消光スペクトルの計算を行なった。その結果を基に EB リソグラフィ、リフトオフにより、ガラス基板上に金ナノ構造の作製を行なった。試作した試料は、SEM 観察、散乱スペクトル測定を行い、数値解析の結果と比較し、所望の構造が作製できているかを確認した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 は、垂直方向から右円偏光(波長 1064 nm)を照射した際の金ナノトライマー構造の消光、散乱、吸収スペクトルの計算結果と、二つのピーク波長(880、1064 nm)における電場強度分布を計算した結果を示している。構造サイズは、三角構造の1辺の長さが 170 nm、ギャップサイズ 30 nm、厚み 30 nm とした。このサイズの構造において波長 1064 nm の円偏光がギャップ部に集光され、ナノ円偏光場が誘起されていることがわかる。

この結果を基に EB 描画とリフトオフにより構造を作製した結果を Fig. 2 に示す。作製誤差により、三角構造の一边が 167 nm、ギャップサイズ 37 nm と数値解析モデルから若干大きくなっているものの、おおよそ設計通りの構造が作製できたことがわかる。また、光学特性を確認する

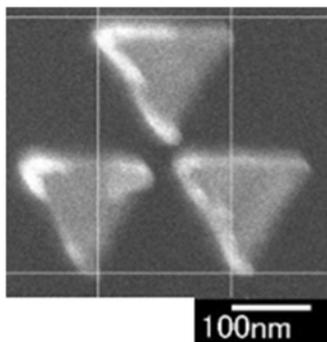


Fig. 2 SEM image of fabricated gold nano-trimer structure.

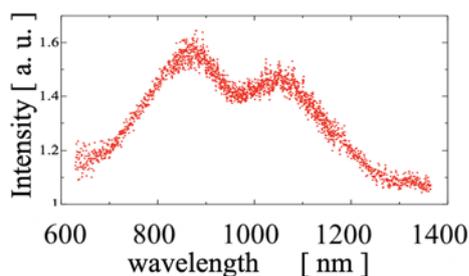


Fig. 3 Scattering spectrum SEM image of fabricated gold nano-trimer structure.

ため、試作した構造の散乱スペクトルを測定した結果を Fig. 3 に示す。結果から、数値計算で得た散乱スペクトルと良く一致した形状のスペクトルが得られていることがわかり、ギャップ部に波長 1064 nm の強い局在円偏光場が誘起されていることが期待される。

今後は、この最適化を行なった金ナノ構造を用い、局在円偏光場を利用したナノサイズ粒子のナノスケールの軌道回転運の誘起やキラル結晶化のキラリティー選択性の確認を行なっていく予定である。

4. その他・特記事項 (Others)

- ・新学術領域研究「光圧によるナノ物質操作と秩序の創生」の一環として、台湾交通大学との共同研究を推進した。
- ・科研費新学術領域研究、基盤研究 A、(16H06506, 18H03882)

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) S. Kita, S. Ishida, H. Fujiwara, A. Cheng, and T. Sugiyama, “Enantiocontrol of chiral crystallization using circularly-polarized localized-plasmonic fields”, The 7th Summer Course and Workshop on “Emergent Functional Matter Science”, NCTU, Taiwan (2018/7).

- (2) S. Ishida, K. Sudo, “Nano-particle rotation and multi-positional trapping with a plasmonic nanogap structures”, SPIE Optics + Photonics, Plasmonics, San Diego (2018/8).

6. 関連特許 (Patent)

なし