

課題番号 : F-15-HK-0014
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 金ナノ構造をもちいた新規光反応の実現
 Program Title (English) : Noble light-matter interaction using gold nano structures
 利用者名(日本語) : 大村竜也, 酒井恭輔
 Username (English) : T. Omura, K. Sakai
 所属名(日本語) : 北海道大学大学院情報科学研究科
 Affiliation (English) : Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University

1. 概要(Summary)

金属ナノ構造のプラズモン局在場は、その高強度な電場強度により、非常に強い光・物質相互作用を実現する。これまで電場強度のみが注目された局在場であるが、さらに偏光や位相、局在場のモード次数など、多様な変数を制御することが出来れば、新規な光反応の実現も期待される。我々は入射する光の制御により、高次局在場モードを利用できること、光の軌道角運動量を局在場へ転写できることを理論的に示してきた。本研究では、金ナノディスクを周期的に配置した構造を実験的に作製し、基本(双極子)及び高次(四重極子)モードの共鳴が実現することを確認した。

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)

【実験方法】金ナノディスクは、超高精度電子ビーム描画装置(100 kV)で $50 \mu\text{m}$ の領域に周期的に形成し、ヘリコンスパッタリング装置にて金薄膜を形成、リフトオフ法でガラス基板上に作製した。ディスクの形状やサイズ、全体に渡る面内均一性は電界放射型走査型電子顕微鏡にて評価し、所望のサンプルが出来ることを確認した。作製したサンプルに、直線偏光ガウスビームを照射し、サンプル透過後の消滅スペクトルを観測した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に、2種のサンプル((a)ディスク径: 140 nm, 周期: 400 nm、(b)ディスク径:240 nm, 周期: 400 nm)に対する直線偏光ガウスビームを照射した際の消滅スペクトルを示す。それぞれ(a)双極子および(b)四重極子が 780 nm に合致するように設計した構造である。狙い通り、(a)のサンプルでは双極子の大きなピークが、

(b)のサンプルでは四重極子のサブピークがそれぞれ 780 nm 付近に現れていることが分かる。Fig. 2(a), (b) は、それぞれの電子顕微鏡像である。均一にディスクが形成されている様子が分かる。今回の検討により、ディスクの直径と周期を適切に設計することにより、共鳴モードを選択出来ることが分かった。四重極子の励起の為に、ガウスビームの代わりに適切な電界分布のベクトルビームを使用した方が、エネルギー結合効率および、電場増強効果が高くなることが理論計算から明らかになっている。今回、四重極子励起用に、ベクトルビームでの照射の実験も行ったが、直線偏光ガウスビーム照射時と比較して、消滅スペクトルには明確な差異は見られなかった。今後は、蛍光物質等により電場増強効果を評価することで、それぞれの共鳴モードの特徴を明らかにしていく。

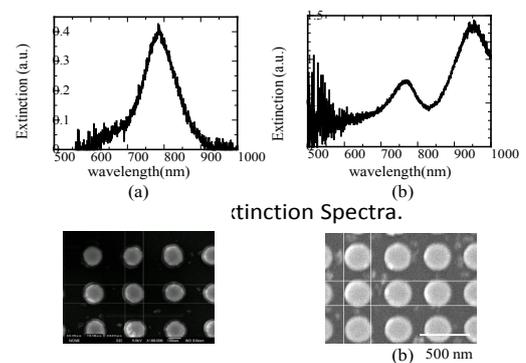


Fig. 2 SEM image.

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 大村 竜矢, その他, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会、2015 年 9 月 15 日

6. 関連特許(Patent)

なし。