

金ナノディスク周期構造における多重極プラズモンモード

Multipolar plasmon modes in gold nanodisk array

北大電子研, °山本 岳明, 酒井 恭輔, 野村 健介, 笹木 敬司

Hokkaido Univ. RIES, °Takeaki Yamamoto, Kyosuke Sakai, Kensuke Nomura,

Keiji Sasaki E-mail: takeaki_yamamoto@es.hokudai.ac.jp

金属ナノ粒子に形成するプラズモンモードには、双極子モードに加え多重極モードが存在する。多重極モードは、双極子モードに比べ放射損失が小さく物質とのより強い相互作用が期待される。我々は、より強い光反応場としての可能性を期待し、多重極モードの検討を行っている。前回、単一の金ナノディスクにベクトルビームを照射することで、電界分布の合致した多重極モードが励振可能であることを報告した¹⁾。物質との相互作用を考えた場合、単一の金ナノディスクより多数の金ナノディスクが周期的に並んだ構造の方が、多数の光反応場を生成するため都合がよい。周期構造では、適切な設計を行うことにより光強度のさらなる増強効果も期待される²⁾。今回、金ナノディスクの2次元周期構造において、多重極モードの数値解析を行い、より強い光反応場が形成されることを見出したので報告する。

解析モデルでは、金ナノディスク(厚み 30nm、直径 400nm)を空气中で正方格子状(9×9)に並べ、集光したベクトルビームを垂直上方から照射した。周期は、隣接構造間での共鳴効果を狙い 700nm とした。図 1 に、金ナノディスク側面近傍での近接場スペクトルとピーク波長での電界強度分布を示す。(a) 比較として計算した単一の金ナノディスクでは、波長 750nm 付近にピークを有する共鳴スペクトルが観測された(挿入図)。強度分布を見ると四重極プラズモンモードが励振されていることが分かる。一方、(b) 周期構造の場合、共鳴スペクトルは細く(半値全幅 ~26nm)、ピーク強度は 5×10^4 以上と大きくなった。これは、周期性により入射光が効率的にプラズモンモードへ結合したことを示している。なお電界強度は、金ナノディスクの無い場合で規格化している。構造中心部での電界強度分布(右図)を見ると、やはり四重極モードが発生していることが分かる。周期構造での共鳴モードや周期に対するスペクトル変化など、詳細は当日報告する。

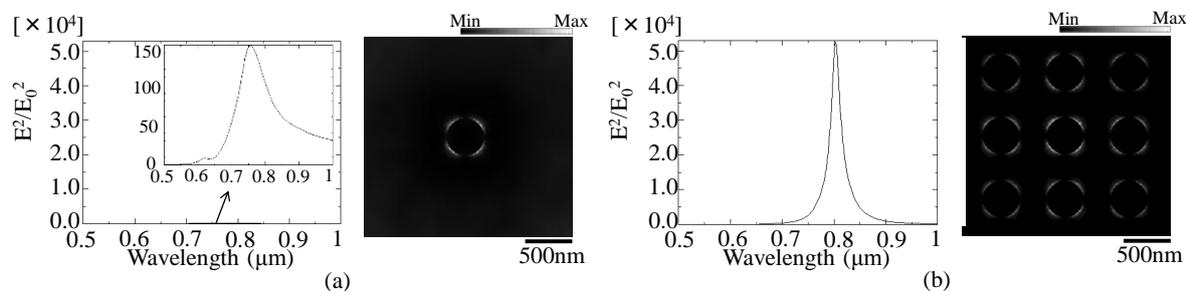


図 1. 近接場スペクトルと強度分布 (a) 単一構造 (b) 周期構造

- 1) 酒井他:2013 年春季応用物理学会, 30a-A1-9. 2) 酒井他:2012 年春季応用物理学会, 18a-B11-10.