

Au/Bi:YIG 周期構造体の光学および磁気光学応答

内田裕久¹, 大木敬介¹, 佐藤春彦², 磯谷亮介³, 斉藤伸², 井上光輝³

(¹東北工業大学, ²東北大学, ³豊橋技術科学大学)

Optical and magneto-optical responses of Au/Bi:YIG periodic structures

H. Uchida¹, K. Ooki¹, H. Sato², R. Isogai³, S. Saito², M. Inoue³

(¹Tohoku Institute of Technology, ²Tohoku University, ³Toyohashi University of Technology)

はじめに

Au ナノ粒子と磁性ガーネット(Bi:YIG)との複合構造体では, プラズモン共鳴波長でファラデー回転角が増大する[1]. 周期的な配列をもつ構造体[2]では, 複数の光吸収バンドが透過率スペクトルに現れ, ファラデー回転角が変化するが, Au ナノ粒子の直径, 周期, 構造によって光学応答が変化する. 本研究では, このような周期的構造体の光学応答を明らかにするため, FDTD 法を用い, 透過率および電界分布を求め, 周期性と光学特性の関係を議論する.

実験およびシミュレーション結果

電子線描画装置によって, 図 1 に示すような石英基板上に周期的に配列した Au ナノ粒子を作製し, その上に磁性ガーネット Bi:YIG を成膜した複合構造体を作製した. 図 2 に正方配列した Au/Bi:YIG 複合構造体の透過率およびファラデー回転スペクトルを示す[2]. これらは直径が比較的大きな Au ナノ粒子によるものであり, プラズモン共鳴によって複数の光吸収バンドが現れ, 周期が大きくなるとプラズモン共鳴波長は長波長側に移動し, さらにそれらの共鳴波長でファラデー回転角が増大する. しかし Au ナノ粒子の粒径が小さい場合はプラズモン共鳴波長が 1 つになる.

図 3(a)は, Au ナノ粒子の周期 250nm, 直径が小さな 47nm のときの複合構造体の透過率スペクトルの実験結果と FDTD 計算の結果であり, 実験と計算どちらも 670nm 付近で光吸収バンドが現れていることが分かる.(b)は周期 250nm, 粒径が大きな 121nm のときの透過率スペクトルである. 吸収スペクトルが 730nm と 650nm 付近に複数あるのが確認できる.

周期を 250nm とし, 粒径を 30nm から 140nm まで徐々に変えたときの透過率スペクトルを FDTD 法によって求めたところ, 粒径が 120nm のとき, 2つの吸収バンドが最も離れ, かつ長波長側にあり, 粒径が小さくなるとともに, どちらの吸収バンドも短波長側に移動し, 粒径 50nm ではより短波長側にある吸収バンドがなくなるという結果が得られた.

参考文献

- 1) H. Uchida, Y. Mizutani, Y. Nakai, A. A. Fedyanin and M. Inoue: J. Phys. D: Appl. Phys. 44, 064014 (2011).
- 2) 水谷祐介, 内田裕久, Baryshev Alexander, 井上光輝: 電気学会マグネティックス研究会資料, MAG-09-187, 93 (2009).

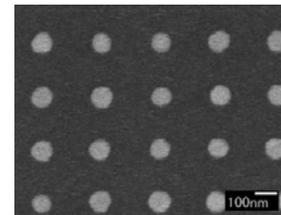


図 1 正方構造に配列した Au 粒子. 周期 300nm, 粒径 103nm

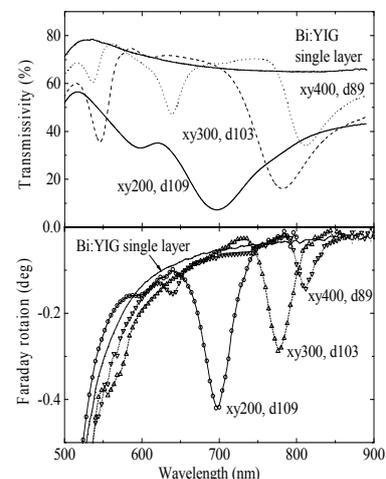


図 2 正方配列 Au/Bi:YIG 構造体の透過率とファラデー回転スペクトル. xy200 は周期, d109 は粒径を示す (単位 nm).

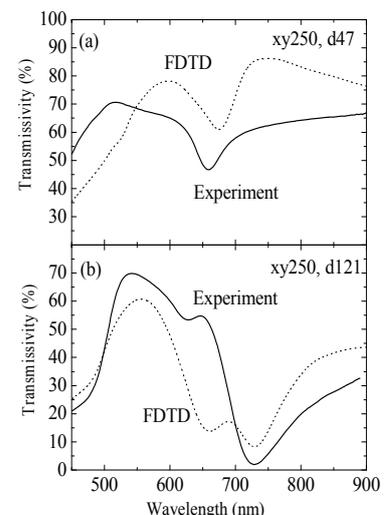


図 3 実験と FDTD 計算によって得られた正方配列 Au/Bi:YIG 構造体の透過率スペクトル. (a) 周期 250nm, 粒径 47nm, (b) 周期 250nm, 粒径 121nm.