

ビスマス鉄ガーネット薄膜の金ナノ粒子による 磁気光学効果増大に関する研究

(名古屋工業大学) ○大橋厚哉・五十嵐学・太田敏孝・安達信泰

【はじめに】

ビスマス鉄ガーネット $\text{Bi}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (BIG)は、磁性ガーネットの中で、可視光・近赤外光領域に特に大きな磁気光学効果と透過率を示す物質であり、高周波電磁界プローブとしての応用が期待されている。また、金ナノ粒子の局在表面プラズモン共鳴(LSPR)現象によるビスマス置換イットリウム鉄ガーネット $\text{Bi}_{0.5}\text{Y}_{1.5}\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (Bi:YIG)の磁気光学効果の増大が報告されている^[1]。この増大現象に関して、本研究では、金粒子付近での BIG の磁気光学効果が増大する領域と増大率を詳細に調べることを目的とした。

【実験方法】

コーニング Xg ガラス基板上に緩衝層 $\text{NdY}_2\text{Fe}_4\text{GaO}_{12}$ (NdYIGG)を成膜した。その上に、スパッタリング装置を用いて金薄膜を成膜し、 480°C で 15min 熱処理し金ナノ粒子を作製した。次に BIG の有機金属溶液をその上にスピコートし、 110°C で乾燥させ、 400°C で仮焼成した。この工程を必要な膜厚になるまで繰り返し行い 480°C で結晶化させた。BIG のスピコート数を 1 回から 4 回の間で変え、BIG 単層膜と Au/BIG 複合膜を比較し、ファラデー回転角の増大する領域を測定した。

【結果と考察】

スパッタリング 14sec で作製した粒径 30nm 程度の金ナノ粒子上に BIG のスピコート数が 1 回から 4 回での Au/BIG 複合膜と、同じ膜厚の BIG 単層膜のファラデー回転角スペクトルを測定した。それぞれの複合膜で単層膜に対してファラデー回転角の増大が見られた。また、波長 750nm 付近において BIG のスピコート数 1 回から 4 回での、単層膜に対する複合膜のファラデー回転増大角度を示す(図 1)。図 1 から BIG のスピコート数が 2 回以降で増大角度は一定となった。この結果より、Au/BIG 複合膜ではスピコート 2 回で得られる膜厚内でしか増大が起こらないことが分かった。また、BIG のスピコート数が 2 回の際の断面 SEM 写真を示す(図 2)。スピコート 2 回での BIG の膜厚は、およそ 70nm である。従って、LSPR による磁気光学効果の増大は、Au ナノ粒子を含む厚み 70nm の領域で起こっていることが明らかとなり、またその増大率は 3 倍程度に及ぶことが分かった。

【参考文献】

[1]H.Uchida,Y.Masuda,R.Fujikawa,A.V.Baryshev,M.Inoue:J.Mag.Mat.,321,834-845(2009)

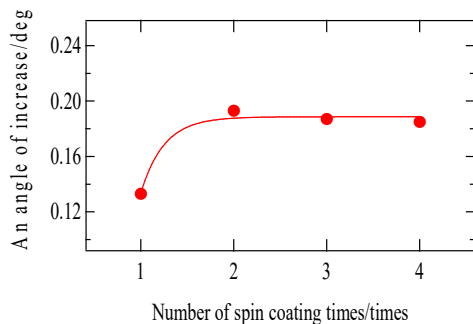


図 1. BIG 単層膜に対する Au/BIG 複合膜のファラデー回転の増大角度

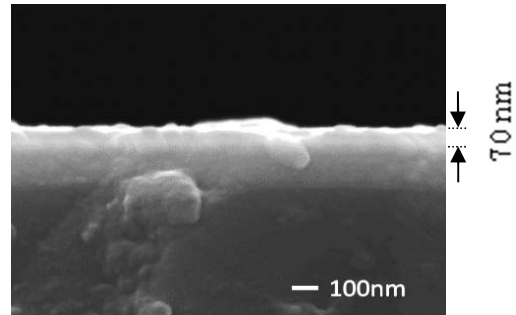


図 2. Au/BIG 複合膜の断面