

ZnO ナノ結晶を表面に成長させた磁性ガーネット薄膜の磁気光学応答

Magneto-optical response of ZnO nanocrystals on magnetic garnet thin films

○塩津 勇作¹、水戸 慎一郎¹、笹野 順司² (1. 東京工業高等専門学校、2. 豊橋技術科学大学)

[✉]Yusaku Shiotsu¹, Shinichiro Mito¹, Junji Sasano²

(1.National Institute of Technology, Tokyo college, 2.Toyohashi University of Technology)

E-mail: mito@tokyo-ct.ac.jp

近年、電子のスピンを利用するスピントロニクスと呼ばれる分野が注目を集めている。スピントランジスタやスピン発光ダイオード等のデバイスが提案されており、既存の電子デバイスを動作速度、サイズ、消費電力等の点で大きく改善できると期待されている。これらを実現するためには、半導体への効率的なスピン注入が必要である。Johnson 等による計算によれば、磁性体と半導体との接合を用いたスピン注入は、導電率差が小さいほど効率的になる(M. Johnson et al., Phys. Rev. B 67, 125112 (2003)). 多くの報告がある金属磁性体/半導体接合では導電率が大きく異なるため、磁性金属/半導体ショットキー接合や、磁性金属/ AlO_x /半導体トンネル接合など、高抵抗層を挟んだ構造が用いられる。また比較的導電率の低い Fe_3O_4 を用いたヘテロ接合も検討され、効果を上げている。一方で近年注目されている ZnO などワイドギャップ半導体へのスピン注入には、より導電率の低い磁性体とのヘテロ接合が必要だと考えられる。

本研究では、ZnO と同程度に導電率の低い磁性体として磁性ガーネットに注目し、ZnO/磁性ガーネットヘテロ接合構造を作製した。ZnO のバンドギャップ(3.37 eV)は磁性ガーネット(2.85 eV)より大きいため、ZnO を光励起することでトンネル効果が生じ、磁性ガーネットからのスピン注入を実現できると考えられる。試料のスピン蓄積を磁気円二色性(MCD)により調べた。

RF マグネトロンスパッタリング装置によってビスマス置換イットリウム鉄ガーネット(Bi:YIG) 前駆体を無アルカリガラス上に 30W で 1 時間成膜した後、680°C の電気炉で 30 分間結晶化熱処理した。作製した Bi:YIG を水酸化カリウム水溶液(48%)で 30 分間超音波洗浄した後、塩化すず水溶液(2g/l)と塩化パラジウム水溶液 (0.1g/l)にそれぞれ 1 分間浸した。その後、硝酸亜鉛 40mM、ジメチルアミンボラン 20mM を溶解した 65°C の水溶液で ZnO を 20 分間めっきした。作製したサンプルの SEM 観察像を Fig.1 に示す。表面に

直径約 200nm の六角柱状 ZnO 結晶ができていることが分かる。Fig.2 に、ZnO 成膜前後の吸光度変化と 0.8T 印加時の MCD 変化を示す。吸光度は ZnO の励起子波長である 368nm (3.37 eV)にピークを示した。また、MCD も 368nm において明瞭なピークを示した。MCD は磁界による左右円偏光の吸光度差であり、磁界によって生じたスピンの偏りを反映する。MCD ピークが ZnO の励起子波長と一致していることから、ZnO で発生した励起子がスピン選択的にトンネルし、ZnO 界面でスピンが蓄積されたことによって MCD が変化したと考えられる。

この成果は、無機円偏光発光材料や円偏光ディテクタ、磁界とレーザー光によるスピン注入制御等への応用が期待される。今後は、試料の蛍光における偏光特性を調べる。

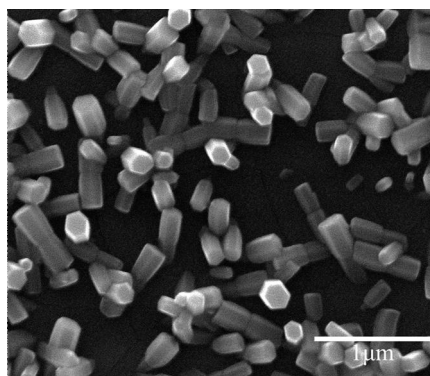


Fig. 1 ZnO/YIG ヘテロ構造の SEM 観察像

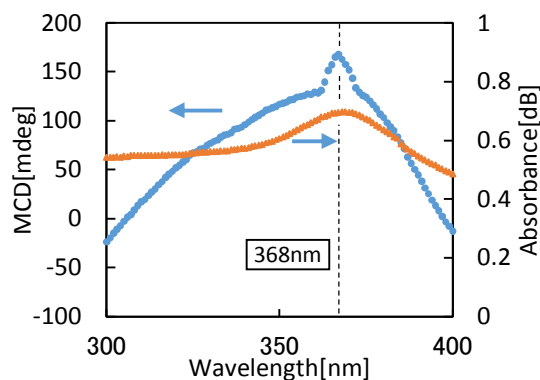


Fig. 2 ZnO/YIG ヘテロ構造の MCD・吸光度スペクトル変化