

金コロイド溶液を用いた金ナノ粒子と磁性ガーネットの複合膜の合成

(名古屋工業大学) ○五十嵐学・大橋厚哉・太田敏孝・安達信泰

はじめに

我々は、高感度な磁界センサーの開発を目的として、有機金属分解(MOD)法を用いた磁性ガーネットの合成について研究を行ってきた。その過程で、磁性ガーネットの中で特に大きな磁気光学効果を示すビスマス鉄ガーネット($\text{Bi}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$: BIG)を 500°C 以下の低温アニールで結晶化できることを報告してきた。さらに、金属微粒子の局在表面プラズモン共鳴(LSPR)現象によるファラデー効果の増大を利用し[1]、BIG のファラデー効果を特定波長域で増大させることができることも報告した[2]。しかし、BIG と金属微粒子の複合膜には、基板と BIG の界面にしか金属微粒子を導入できないという問題があった。そこで、BIG 膜内に 3 次的に Au 微粒子を分散させるため、金属コロイド溶液を用いて BIG 金属微粒子複合膜の作製し、ファラデー効果を増大させることを試みた。

実験方法

金属微粒子の導入には Au コロイド溶液を用いた。 $\text{NdY}_2\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (NdYIG)緩衝層を導入したガラス基板の上に、Au コロイド溶液、BIG 用有機金属溶液を交互にコーティングし、必要な膜厚を得られるまで積層させた。積層プロセスは、コロイド溶液の滴下コーティング、乾燥(110°C)、BIG 用 MOD 溶液のスピコーティング、乾燥(110°C)、仮熱処理(400°C)の順に行い、これを繰り返した。一回当たりの BIG の膜厚は $30\sim 40\text{nm}$ である。その後、 480°C の熱処理によって BIG を結晶化させた。

実験結果

ガラス基板に Au コロイド溶液のみをコーティングし、熱処理して作製した Au 微粒子の光透過率を測定した結果、波長 530nm 付近に吸収ピークが現れたため、Au ナノ粒子による LSPR が起こっていると考えられる。Fig.1 に BIG 単層膜および BIG-Au 微粒子複合膜それぞれのファラデー回転スペクトルを示す。複合膜においては、 $600\sim 700\text{nm}$ の波長域で、単層膜よりも大きなファラデー回転が観測された。Au ナノ粒子単体の吸収ピークの波長との差は、Au 微粒子が BIG でコーティングされ、LSPR が起こる波長が長波長側にシフトしたためであると考えられる。Fig.2 に複合膜の断面 TEM 写真を示す。BIG 膜内に球状の粒子が分散している。簡易定量分析より、この粒子は Au であることが分かった。TEM による断面観察から、Au ナノ粒子が 3 次的に BIG 膜内に分散しているのを確認できた。以上のことから、Au コロイド溶液と MOD 溶液を交互にコーティングすることで膜中に 3 次的に Au ナノ粒子を分散させることができ、Au ナノ粒子の LSPR により、ファラデー回転を約 1.4 倍程度増大させることができたと考えられる。

Reference

- [1] H. Uchida, Y. Masuda, R. Fujikawa, A. V. Baryshev, M. Inoue: J. Mag. Mag. Mat., 321, 843-845 (2009)
- [2] N. Adachi, T. Wu, G. Igarashi, M. Ishikawa, T. Ota: 日本セラミックス協会 2016 年秋季シンポジウム予稿集

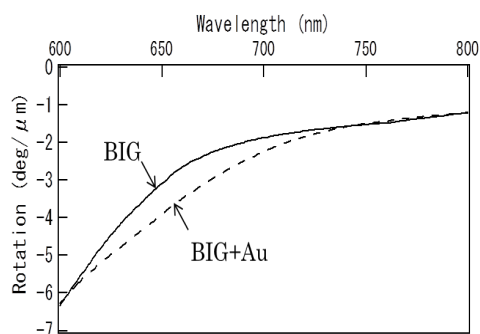


Fig. 3. Faraday spectrum of BIG films with and without Au nano particles

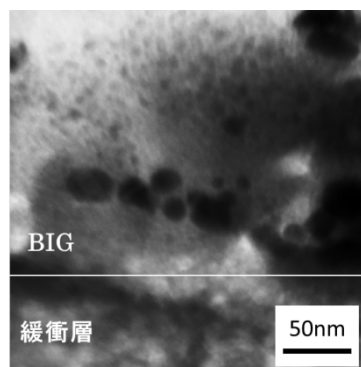


Fig. 2. TEM micrograph of cross-section of BIG films with Au nano particles