正方配列 Au 粒子/Bi:YIG 複合構造体におけるファラデー効果 および極カー効果の FDTD シミュレーション

板橋悠人¹, Ilham Surya Priasmoro¹, 高田一紀¹, 水戸慎一郎², Andrey Fedyanin³, 後藤太一¹, 中村雄一¹, P. B. Lim¹, 内田裕久¹, 井上光輝¹

(¹豊橋技科大,²東京高専,³Lomonosov Moscow State University)

FDTD simulations of Faraday and polar Kerr effects for composite structures

with squarely arranged Au particles and Bi:YIG films

Y. Itabashi¹, S. P. Ilham¹, K. Takada¹, S. Mito², A. Fedyanin³, T. Goto¹, Y. Nakamura¹, P. B. Lim¹, H. Uchida¹, M. Inoue¹

(¹Toyohashi Univ. of Tech., ²NIT, Tokyo College, ³ Lomonosov Moscow State University)

はじめに

透明な磁性ガーネットは磁気光学効果を利用した磁気イメージ ングセンサなどに用いることが可能である。例えば、磁性材料の 傷を探査する場合、測定対象物に磁気光学膜を近づけて反射光の 回転角を測定する極カー効果測定が適し、その回転角が大きいこ とが望ましい.また、周期配列させた Au 粒子と磁性ガーネット (Bi:YIG)薄膜との複合構造体では、局在型表面プラズモン共鳴に よってファラデー回転角を増大させることができるが^{1,2)}、カー 効果についてはまだ十分に研究が行われていない.したがって将 来の応用を考えて、本研究では、正方配列 Au 粒子/Bi:YIG 複合構 造体のファラデー効果と極カー効果について FDTD シミュレーシ ョンを用いて回転角を大きくする方法について考察する.

磁気光学応答の FDTD シミュレーション

Au 粒子は電子線描画装置を用いて作製するが, Fig. 1(a)は周期 200nmの正方配列 Au 構造であり, この上に Bi:YIG を成膜した複 合構造体について FDTD シミュレーションを行った. モデルは Au 粒子の長軸直径 109 nm, 短軸直径 92.2 nm の扁平楕円体であ るとし, Bi:YIG の厚さを 110 nm とした. Fig. 1(b)に計算で得られ た透過率とファラデー回転角を, Fig.1(c)に反射率と極カー回転角 を示す。透過率とファラデー回転角はプラズモン共鳴波長で回転 角が増大した. この結果は,実験結果とよく一致する. また極カ ー効果も変化したが, このモデルでは角度変化が小さかった.

次に、扁平楕円体 Au の長軸直径を 130 nm, 短軸直径を 110 nm と大きくし、Bi:YIG の厚さも 120 nm にしたときの透過率とファ ラデー回転角,反射率とカー回転角の計算結果を Fig. 2(a)と(b)に それぞれ示す. Au 粒子のサイズを大きくすることで、波長 660 nm 付近のファラデー回転角が正の大きな値に変化し、またカー 回転も同じ波長で大きくなった.また極カー効果は、光の往復に よるファラデー回転の単純な 2 倍の値になる訳ではないことも分 かった.このように本研究により、ファラデー回転角だけでな く、極カー回転角の大きさも構造によって制御できる可能性があ ることが明らかになった.

<u>参考文献</u>

1) H. Uchida et al., J. Phys. D: Appl. Phys., 44, 064014 (2011).

2) 板橋悠人他, 第42回日本磁気学会学術講演会概要集 11pPS-11 (2018).



Fig. 1 (a) A top view of fabricated Au particles, (b) calculated transmissivity and Faraday rotation, and (c) reflectivity and polar Kerr rotation.



Fig. 2 (a) Calculated transmissivity and Faraday rotation, (b) reflectivity and polar Kerr rotation.