

光導波路とエバネッセント結合した GdFe 薄膜の磁気光学応答

Magneto-optical response of GdFe thin films evanescently coupled with an optical waveguide

岩崎大和¹, 西林一彦¹, 松谷晃宏², 佐藤美那², 久我淳³, 宗片比呂夫¹

東工大・像情報¹, 東工大・半導体 MEMS², NHK 放送技研³

ISEL, Tokyo Institute of Technology¹, SCMEMS, Tokyo Institute of Technology², STRL, Japan Broadcasting Corp.³

磁気光学効果を介して光導波路内の光信号の位相や偏光に磁性体のスピン情報を転写することで光デバイスに様々な機能性を創出することが可能である[1-3]。デバイス作製の観点では光伝送路に近接させる磁性体として金属を用いることが簡便であるが、光吸収による光信号のエネルギー損失を抑える必要がある。その方法として金属層への光の染み出し(エバネッセント場)量の制御[4]が提案されているが、実験的な評価はまだ多くない。今回、我々は、エバネッセント結合強さが制御された非対称型の誘電体-磁性体積層構造を作製し、その磁気光学効果を定量的に評価したので報告する。

試料は、直径 10 mm の半球レンズ(S-LAH79; $n_1 = 1.981$)の底面に膜厚 d nm の低誘電率スペーサ層(SiO₂ 薄膜; $n_2 = 1.41$)を堆積し、その上に Ru 層(3 nm)で挟んだ 20nm-GdFe 薄膜を堆積させて形成した(図1)。これにより全反射条件において磁性体にエバネッセント場のみを作用させることが可能となる。SiO₂ 層および磁性体層はスパッタリング法により形成した。スペーサ層は $d = 25, 50, 100$ nm で膜厚の平均誤差は 4% である。光学測定は磁性体に対して半球レンズ側から直線偏光レーザー(785 nm)を入射し、反射率および磁気光学カー回転信号をバランス検出法とロックイン増幅器を用いて検出した。入射光は半球レンズ底面の中心で磁性体上に焦点を結ぶ配置である(図1)。

図2に異なる d に対する反射率(a)および磁気光学信号(b)の入射角度(θ_{in})依存性を示す。反射率に関しては、いずれの試料も P 偏光が $\theta_{in} = 30^\circ$ 付近で鋭いピーク構造を示す。これは半球レンズ基板-空気界面での臨界角($\theta_{TR1} = 32$ 度)と理解できる。一方、 $\theta_{in} = 45 \sim 70$ 度(θ_{TR2})に現れる反射率最小値は非対称な誘電体層界面の臨界角に起因すると考えられる。すなわち、 θ_{TR2} より大きな角度領域でエバネッセント場が生じていると思われる。磁気光学信号に関しては、S 偏光では $\theta_{in} \sim \theta_{TR1}$ 付近を除いて顕著な変化が見られないのに対して、P 偏光では $\theta_{in} > \theta_{TR1}$ の領域で特徴的な振る舞いを見せる。いずれの d においても GdFe 薄膜に入射する光が伝播光からエバネッセント場に変わる $\theta_{in} \sim \theta_{TR2}$ 付近で信号の符号が反転し、その絶対値は θ_{in} とともに増大する(図2(b))。特に、 $d = 25$ nm 試料では偏光回転角は 1.35 度に達する。 $\theta_{in} > \theta_{TR2}$ の領域では磁性体と半球レンズ基板がエバネッセント結合しており、やはり磁気光学効果が観測される。また、エバネッセント結合が強いほど大きな磁気光学信号が得られることが定性的に理解できる。

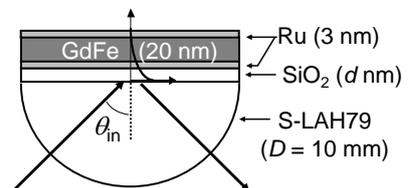


Fig.1 Structure of the sample. Polarization is defined according to the surface of the MO film.

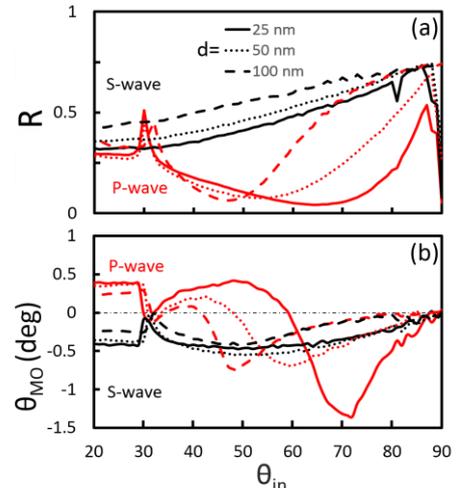


Fig.2 (a) Reflectivity and (b) MO signal vs. Incident angle

[1] Y. Shoji *et al.*, Appl. Phys. Lett. **92**, 071117 (2008). [2] K. Nishibayashi *et al.* J. Magn. Soc. Jpn. **36**, 74 (2011). [3] 西林一彦 第 75 回応用物理学会, 19a-C7-5 [4] V. Zayets *et al.*, Materials **5**, 857 (2012).

※本研究は文科省・先端光量子科学アライアンスならびに JSPS 科研費 22226002, 25870217 の助成を受けている。