

磁性フォトニック結晶を用いた体積磁気ホログラムの回折効率

磯谷 亮介, 小林 完, 鈴木 章太, 後藤 太一, 高木 宏幸, 中村 雄一, 林 攀梅, 井上 光輝
(豊橋技術科学大学)

Study on Diffraction Efficiency of Volumetric Magnetic Holograms with Magnetophotonic Crystal

R. Isogai, K. Kobayashi, S. Suzuki, T. Goto, H. Takagi, Y. Nakamura, P. B. Lim, and M. Inoue

(Toyohashi University of Technology)

はじめに

ホログラムメモリは高転送レート・高記録密度が実現できることから、次世代のストレージデバイスとして期待されている。我々は、書き換えが可能な磁気ホログラムを提案し、ビスマス置換型イットリウム鉄ガーネット (Bi:YIG) 膜を用いて磁気ホログラムの記録・再生に成功している。しかし磁気メディアの回折効率は低く、データストレージとして用いるためにはさらなる回折効率の向上が必要である。体積磁気ホログラムの回折効率は、ファラデー回転角 θ_F とホログラムの書き込み深さ d_w に依存する。我々は、誘電体多層膜ミラー (BM) で磁性膜を挟んだ人工磁気格子である磁性フォトニック結晶 (MPC) が、 θ_F と d_w を増加させ、高い回折効率を示すことを報告した¹⁾。本研究では、より高い回折効率を得るため、MPC構造を用いたホログラム媒体におけるBMの層数が回折効率に及ぼす影響について数値計算により評価した。

実験方法

MPCの構造は、SGGG基板 / (Ta₂O₅ / SiO₂)^r / Bi:YIG / (SiO₂ / Ta₂O₅)^rとした。ここで r は誘電体多層膜のペア数で、SiO₂およびTa₂O₅の膜厚は $\lambda/4n$ ($\lambda = 532$ nmは局在波長, n は各膜の屈折率)とした。計算モデルは二光束干渉方式とし、Bi:YIG膜の膜厚 t_{YIG} 、誘電体多層膜のペア数 r および書き込みエネルギー密度を変化させ、各構造における回折効率を有限要素法 (COMSOL Multiphysics) により評価した。具体的にはまず信号光と参照光を照射し、キュリー温度以上に加熱された部分を磁化反転領域とした。その後、参照光のみを照射し、得られた1次回折光の強度 I_1 と透過光強度 I_0 より回折効率 $\eta = I_1/(I_0 + I_1) \times 100$ (%)を評価した。

実験結果及び考察

Fig. 1に回折効率のガーネット膜厚依存性を示す。評価した範囲の膜厚では、単層膜の回折効率は飽和しており膜厚依存性は見られないが、MPC構造では、共鳴膜厚 d_{res} においてファラデー回転角が増大するため、この膜厚近傍において回折効率が最大となった。Fig. 2に単層膜とMPCメディアの磁気フリッジ形状を示す。Fig. 2 (a)に示すように単層膜では表面付近の磁気フリッジが繋がったが、MPCではBM間で光が多重反射して定在波が立つとともに、膜厚方向に熱分布を均一化させる効果もあるため、Fig. 2 (b)に示すように、それに対応した島状の磁気フリッジが膜深くにまで形成され、表面の磁気フリッジの潰れも抑制されることがわかる。これらの効果はBMの層数を増やすことで増大し、その結果、8ペアのMPCは単層膜 (0.09%)の約15倍の1.4%の回折効率を示した。しかしながらBMの層数を増すと、一般にMPCのQ値は増大し、光学特性の光の入射角度依存性が大きくなる。発表では、MPC構造における光の入射角度依存性について調査した結果についても報告する。

謝辞 本研究は日本学術振興会 基盤研究 (S) 26220902 および特別研究員奨励費 25・8942 の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) R. Isogai, N. Sagara, T. Goto, Y. Nakamura, P. B. Lim, et al., *J. Magn. Soc. Jpn.*, **38**, pp.119-122 (2014).

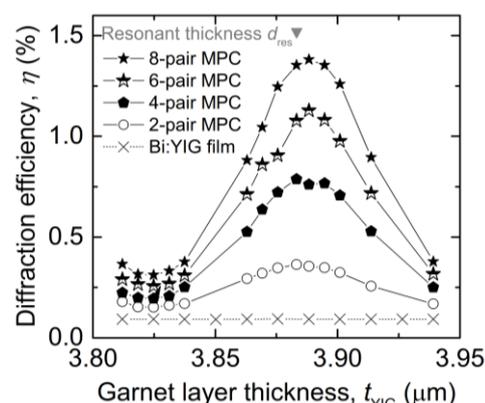


Fig. 1 Garnet thickness dependence of diffraction efficiency

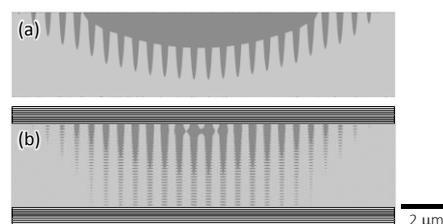


Fig. 2 Typical magnetic fringes. (a) Bi:YIG film. (b) 8-pair MPC.