

熱吸収層を導入した磁性フォトニック結晶への体積熱磁気記録

磯谷 亮介, 鈴木 章太, 河津航大, 後藤 太一, 高木 宏幸, 中村 雄一, Pang Boey Lim, 井上 光輝
(豊橋技術科学大学)

Volumetric Thermomagnetic Recording into Magnetophotonic Crystals with Heat-absorbing Layers

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

(Toyohashi University of Technology)

はじめに

熱磁気記録は、光を用いて磁性体の磁化を制御できる手法の一つで、磁気光学ディスク、全光スイッチ等に応用されている。我々は、透明な磁性材料である置換型イットリウム鉄ガーネット (BiDyAl:YIG) 膜を用いて、ホログラムを磁化状態の体積分布として記録することに成功している¹⁾。このとき、光は表面から裏面にかけて減衰しながら伝搬するため、表面温度が高く内部に行くにつれ低下する。その結果、表面近傍の過剰な熱が拡散し、本来磁化反転しない領域でも磁化反転が生じるため、最終的に形成される磁気干渉縞がつぶれてしまう。この現象は、体積的な熱磁気記録を行う際に表面付近で顕著に現れ、深さ方向に十分な記録を行う障害となっていた。本発表では、体積熱磁気記録した磁気干渉縞のつぶれを抑制し、明瞭な干渉縞を体積的に形成することを目的に、熱吸収層を導入した多層膜 (ガーネット/熱吸収層: GAM) の磁気干渉縞の評価、及び本手法を磁性フォトニック結晶に適用した結果について報告する。

計算方法

磁気干渉縞を明瞭に記録するためには、GAMの基本要素 BiDyAl:YIG / 熱吸収層の各膜厚を適切に設計する必要がある。今回熱吸収層として Al_2O_3 を使用し、熱磁気記録時の温度上昇と基本要素の膜厚の対応を、有限要素法 (COMSOL Multiphysics) による熱計算で明らかにした。その結果を踏まえ、2ペアの誘電体多層膜を持つ磁性フォトニック結晶 (MPC) 媒体に GAM 構造を導入した構造 (MPC+GAM 構造) SGGG 基板 / $(\text{Ta}_2\text{O}_5 / \text{SiO}_2)^2 / \text{GAM} / (\text{SiO}_2 / \text{Ta}_2\text{O}_5)^2$ を設計し、磁気干渉縞の形状及び回折効率を評価した。

実験結果及び考察

MPCのような共振器中に GAM 構造を入れる際には、その総膜厚を共振膜厚にする必要がある。それを踏まえ、熱計算により明らかにした GAM 構造の設計方法に従い、MPC+GAM 媒体の構造を決定し、この媒体に形成される磁気干渉縞を評価した。しかし、まだ磁気干渉縞のつぶれが生じることがあることが分かった。電界分布を調べると、ガーネット/アルミナの界面における光の反射により界面間で光が共鳴しており、結果として、その部分の温度が高くなり、磁気干渉縞がつぶれてしまうことが分かった。

そこで、挿入するアルミナ層の各膜厚をその光学波長の 1/2 の倍数とすることとした。この条件を課すことで、予期しない多重反射が抑制でき、光共振器中の本来の電界分布を維持することができる。230 mJ/cm² の記録エネルギー密度で MPC+GAM 媒体に二光束の干渉縞を形成した際の磁化反転分布を Fig. 1 に示す。MPC 媒体では、表面付近で干渉縞同士が繋がることで実効的な書き込み深さが減少している。一方、MPC+GAM 構造は表面から裏面にかけて明瞭な磁気干渉縞を形成できており、体積的な熱磁気記録に有用であり、MPC の 2.5 倍の回折効率を得られることが分かった。

参考文献

- 1) Y. Nakamura, H. Takagi, P. B. Lim, and M. Inoue, *Opt. Exp.* **22**, pp. 16439–16444 (2014).

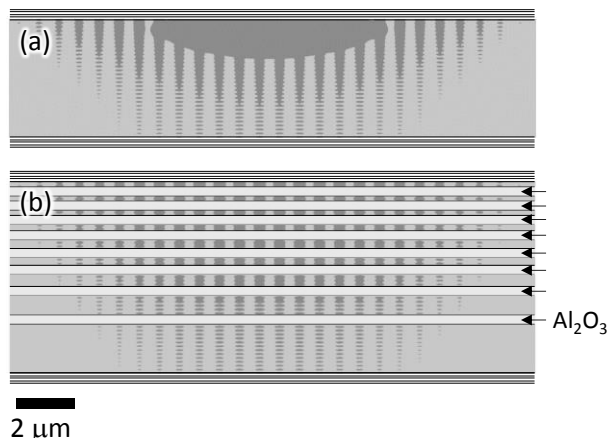


Fig. 1. Magnetic fringes in (a) a two-pair MPC and (b) a two-pair MPC with alumina layers.