

磁性ガーネット/アルミナ多層膜構造の磁気ホログラム回折効率

小林完、磯谷亮介、鈴木章太、後藤太一、高木宏幸、林攀梅、中村雄一、井上光輝
(豊橋技科大)

The Diffraction Efficiency of Magnetic Volumetric Hologram in Magnetic-Garnet/Alumina Multilayer Film

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

はじめに

我々は、書き換え可能なホログラムメモリの実現を目指し、ファラデー回転角が大きく透光性に優れた、磁性ガーネット膜を用いて磁気ホログラムの記録・再生が可能であることを示してきた¹⁾。しかしながら、その回折効率は十分ではなく、明瞭な再生像を得るには回折効率の向上が必要である。磁気ホログラムの再生には磁気光学効果を用いるため、回折効率の向上には、回転角を上げるため深い干渉縞を記録する必要がある。磁気ホログラムは熱磁気書き込みで記録するので、書き込み光のエネルギー密度を高くすることで、深くまで書き込みできる。しかし従来の単層膜では、エネルギー密度を上げていくと、膜表面付近の温度が高くなり過ぎ、明瞭なフリンジ形状を維持することができず、回折効率はある値で飽和してしまう。そこで本研究では、膜厚方向に深くまで明瞭な磁気フリンジを形成することを目的とし、アルミナ膜をヒートシンク層として導入した多層膜構造に着目し、シミュレーションを用いてその設計および回折効率の評価を行った。

実験方法

多層膜の設計および体積磁気ホログラムの記録状態、回折効率の評価には有限要素法 (COMSOL Multiphysics v4.3a) を用いた。まず種々の膜厚のアルミナ膜とガーネット膜の組み合わせに対し、ガーネット層に周期的に熱源を与え、種々の熱源温度に対して、形成される磁気フリンジ幅の変化を評価した。その結果を踏まえ、ガーネット単層膜への記録時の温度プロファイルを元に、磁性ガーネット/アルミナ多層膜の設計を行い、2光束干渉法により回折光と透過光の比率から回折効率を評価した。

実験結果

磁気フリンジ幅の変化の評価結果から、任意の熱源温度に対し磁気フリンジ形状の乱れが小さくできるアルミナとガーネットの膜厚の関係を見いだした。この結果と多層膜表面における光の反射が小さくなる条件に基づき、多層膜構造を決定した。書き込みエネルギー密度 80 mJ/cm^2 の条件で設計した多層膜構造とそこに形成された磁気フリンジの形状を、単層膜のそれと合わせて Fig. 1 に示す。図のように単層膜では膜表面付近で隣接するフリンジ同士が熱の拡散により結合し、実効的な磁気フリンジの深さが短くなっている。それに対し、設計した多層膜では磁気フリンジの結合が無く、磁気フリンジが膜厚いっぱいまで形成できることがわかった。Fig. 2 に種々の書き込みエネルギー密度で評価した単層膜と多層膜の回折効率を示す。参考までにレーザー照射直後のフリンジ形状を用いた回折効率を破線で示している。図のように単層膜では約 50 mJ/cm^2 以上で回折効率が飽和しているが、多層膜を用いることで 80 mJ/cm^2 において 0.28%、 100 mJ/cm^2 では 0.35% の回折効率が得られ、レーザー照射直後の単層膜とほぼ同等の値を示した。これより更に膜厚を厚くした多層膜構造を用いることで、高い回折効率が期待できることがわかった。発表では設計方法の詳細等についても報告する。

参考文献 S. Baek, H. Sakurai, P. B. Lim, A. V. Baryshev, et al, IEICE Technical Report, vol. 111, pp. 21-25 (2011)

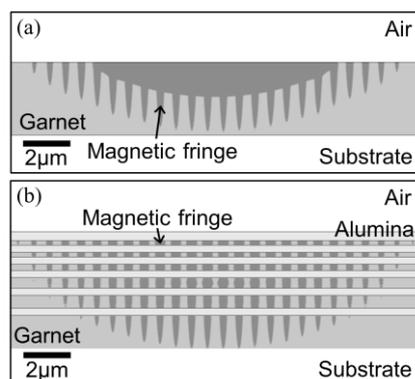


Fig. 1 Shapes of magnetic fringe formed by 80 mJ/cm^2 in (a) garnet single layer and (b) garnet/alumina multilayer films.

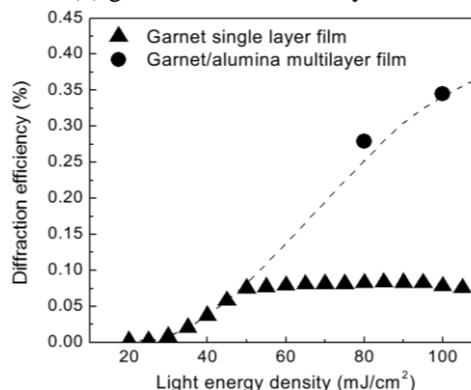


Fig. 2 Diffraction efficiency of the multilayer film and single-layer film.