磁気光学効果を用いた自己保持型光スイッチ用薄膜磁石の検討

Study of thin-film magnet for self-holding optical switch using a magneto-optical effect

○上野 智裕[1]、庄司 雄哉[1,2]、高村 陽太[1]、中川 茂樹[1]、水本 哲弥[1]（東工大[1]院理工[2]量子ナノ）

○Tomohiro Ueno[1], Yuya Shoji[1,2], Yota Takamura[1], Shigeki Nakagawa[1], Tetsuya Mizumoto[1]

([1]Graduate School of Sci. and Eng., [2]QNERC, Tokyo Tech.) E-mail: ueno.t.aj@m.titech.ac.jp

1. はじめに

通信トラフィックの増大に伴いネットワーク全体の消費電力増加が大きな問題となっており、光スイッチの消費電力低下の要望が高まっている。光スイッチの多くは、スイッチ状態の維持のために電力を消費し続ける。本研究では、小型化と消費電力の低減の観点から、スイッチングの自己保持動作が可能で安定な集積型光スイッチの製作を目的としている。今回、自己保持の役割を果たす磁気記録材料としての薄膜磁石について、その製膜と形成方法について検討を行ったのでご報告する。

2. 自己保持型光スイッチ

本研究で製作する自己保持型磁気光学光スイッチの構成を Fig.1 に示す。結晶成長した薄膜状磁気光学材料（Ce:YIG）からなる磁気光学導波路を用いてマッハツェンダー干渉計を形成し、磁気光学効果による位相変化を用いて光スイッチ機能を実現する。磁気光学効果は、外部から印加する磁界によって制御し、ある程度の保磁力を持った磁気記録材料からの発生磁場を用いることで、自己保持機能を実現する。すなわち、出力ポートの切り替え動作を行う時だけ磁気記録材料の磁化状態を変化させて制御を行う。磁気記録材料は、上部に設けた磁界印加用導線（Ag）を流れる電流によって磁化反転を行う。

3. 薄膜磁石（FeCoB）の製膜と評価

本研究では、導波路上に光吸収を与えない程度のクラッド層を介して堆積した薄膜磁石を磁気記録材料として利用する。本光スイッチで求められる磁性材料の特性は、（1）残留磁化が大きい、（2）磁化反転に必要な外部磁界（保磁力）が小さい、（3）磁気異方性が大きい、（4）薄膜堆積が可能である、の 4 つとなる。これら 4 つの条件を満たす磁性材料として、軟磁性である FeCoB を薄膜磁石として採用した[1]。

FeCoB は、対向ターゲット式スパッタ法により製膜した。対向ターゲット方式では、サンプルがプラズマに曝されないため、低温で安定した堆積が可能である。また、ターゲットとサンプルの配置によって堆積時の結晶異方性が生じ、磁化容易軸を面内で制御できる。

一方、本光スイッチの磁気光学移相器では、光の伝搬方向に直交する方向の磁化が必要である。幅を磁気光学導波路と同じ数μm 程度、長さを磁気光学移相器長の 1mm 程度とする FeCoB 薄膜を用いると、磁性体の形状異方性が強くなり長軸方向が磁化容易軸となってしまう。そこで、Fig.2

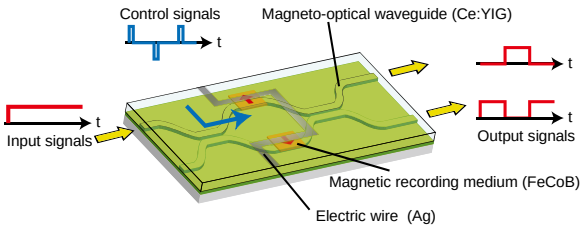

Fig. 1. Schematic of the self-holding optical switch.

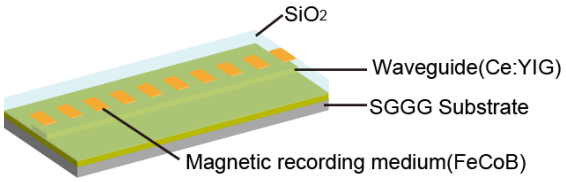

Fig. 2. Discrete arrangement of FeCoB.

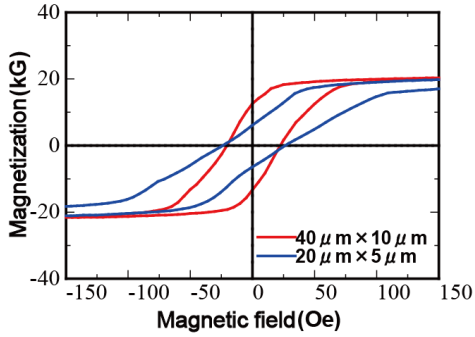

Fig. 3. Magnetization characteristics of FeCoB.

のように長軸を伝搬方向に直交する方向とした FeCoB の微小パターンを飛び石状に磁気光学導波路上に堆積する方法を検討した。Fig.3 にパターン 1 ブロック当たりのサイズを変えた場合の FeCoB の磁化特性(長軸方向)の測定結果を示す。導波路と直交する方向に磁化容易軸が形成され、20kG 程度の十分大きな飽和磁化が得られた。1 ブロックが 40μm×10μm のとき、飽和磁化の 7 割程度の残留磁化が得られた。

光スイッチへの適用には更なる小型化が磁化反転に有利であるため、製膜条件と形状の最適化を検討する。

謝辞：本研究は、公益財団法人みずほ学術振興財団の助成による援助を受け行われた。

参考文献：[1] A. Hashimoto, et al., IEEE Tran. Magn., **44**, 3899 (2008).

© 2015年 応用物理学会