

a-Si:H/SiNx導波層を有する磁気光学導波路の試作 Fabrication of magneto-optic waveguides with a-Si:H/SiNx layers

芝浦工大理工¹、芝浦工大 グリーンイノベーション研究センター²

○高際健児¹、Salinee Choowitsakunlert¹、細谷齊昭¹、横井秀樹^{1,2}

Shibaura Inst. of Technol¹, SIT Research Center for Green Innovation² ○Kenji Takagiwa¹,

Salinee Choowitsakunlert¹, Nariaki Hosoya¹, Hideki Yokoi^{1,2}

E-mail: ma16064@shibaura-it.ac.jp

1. まえがき

光通信において、非相反な特性を有する光アイソレータは、半導体レーザの発振安定化のために必要不可欠な素子である。近赤外領域では、光吸収損失が小さく、且つ大きな磁気光学効果を有する磁性ガーネットを用いて光アイソレータは構成される。非相反移相効果を利用した光アイソレータは一偏波のみで動作するため位相整合が不要であり、磁化の制御も容易である[1,2]。

筆者らは、a-Si:H 導波層を有する光アイソレータの実現に向けて研究を行っている。a-Si:H の成膜には多くの方法が提案されているが、PECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition)法による成膜は比較的低温での成膜が可能である[3]。a-Si:H を成膜する際に磁性ガーネット上にパルファ層を堆積する場合、光波の伝搬に影響がでる可能性がある。本研究では、a-Si:H の成膜時にパルファ層として SiNx を採用した場合の導波路内の光波の伝搬について調べたので報告する。

2. 素子構造及び解析

図 1 に、直線リブ型導波路からなる非相反導波モード放射モード変換型光アイソレータを示す。磁気光学導波路は(Ca,Mg,Zr)-doped Gd₃Ga₅O₁₂ (GCGMZG)基板上に成膜された(CeY)₃Fe₅O₁₂ (Ce:YIG)クラッド層を有する。Ce:YIG クラッド層の上に、パルファ層(SiNx)を介して a-Si:H 導波層が成膜され、磁気光学導波路を構成する。印加された外部磁界における光波の進行方向に垂直な成分により、導波路を伝搬する TM モードには非相反移相効果を生じる。リブ型導波路の幅と高さを調節することにより、伝搬定数には、以下の関係式が成り立つ。

$$\beta_b^y < \beta_c^x < \beta_f^y \quad (1)$$

ここで、 β_b^y と β_f^y はそれぞれ順方向及び逆方向に伝搬する TM 基本モードの伝搬定数、 β_c^x は TE モードのカットオフを表す。逆方向に伝搬する TM モードのみ TE 放射モードに結合するため、TM モード動作光アイソレータとして機能する。

図 1 に示す素子を波長 1.55 μ m において設計するために、SiO₂/a-Si:H/SiNx/Ce:YIG/GCGMZG 構造の磁気光学導波路の非相反移相量の大きさを計算した。パルファ層として SiNx(波長 1.55 μ m において n=1.972)を用いた場合、a-Si:H 導波層厚さが 0.2 μ m の時、Ce:YIG クラッド層厚さが 0.5 μ m より大きい時、非相反移相量は最大となる。a-Si:H 導波層厚さを 0.2 μ m、Ce:YIG クラッド層厚さを 0.5 μ m として、リブ型導波層の幅と高さを調整して、伝搬定数が式(1)の関係式を満足する条件を調べた。その結果、パルファ層を挟んだ場合でもリブ型導波路のパラメータを精密に制御できれば、光アイソレータとして機能することが分かった。

3. 製作及び測定方法

スパッタリングにより GCGMZG 基板上に Ce:YIG を堆積させ、その上に PECVD 法によりパルファ層 SiNx、導波層 a-Si:H を堆積させた。導波路構造を製作後にオーバークラッドとして PECVD 法により SiO₂ を堆積させ、図 1 の導波路構造を製作した。

試作した磁気光学導波路に波長 1.55 μ m のレーザ光を入射させて近視野像を観察した。図 2 に示す近視野像より、光波は a-Si:H 導波層に閉じ込められて伝搬していることが分かる。

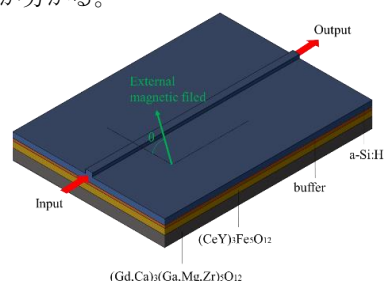


図 1 a-Si:H/SiNx 導波層を有する磁気光学導波路



図 2 磁気光学導波路からの出射光の近視野像

謝辞

本研究の一部は、文科学省「ナノテクノロジープラットフォームフォーラム」事業「微細加工ナノプラットフォームコンソーシアム」の支援による成果であることを記し、感謝します。また、本研究の一部は、芝浦工業大学グリーンイノベーション研究センターの助成により行われた。

参考文献

- [1] T. Mizumoto, S. Mashimo, T. Ida, and Y. Naito: IEEE Trans. Magn., vol. 29, no. 6, pp. 3417-3419, 1993.
- [2] H. Yokoi, T. Mizumoto, T. Takano, and N. Shinjo: Appl. Opt., vol. 38, no. 36, pp. 7409-7413, 1999.
- [3] J. Kang, Y. Atsumi, M. Oda, T. Amemiya, N. Nishiyama and S. Arai: Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 50, no. 12, 120208-1-120208-3, 2010.