

課題番号 : F-19- IT-0018
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : シリコン基板上的磁性ガーネットの製膜に関する研究
Program Title (English) : Research on deposition of magnetic garnet on Si substrate
利用者名(日本語) : 上北崇弘, 吉田周平, 清水大雅
Username (English) : T. Uekita, S. Yoshida, and H. Shimizu
所属名(日本語) : 東京農工大学 工学府 電気電子工学専攻
Affiliation (English) : Tokyo University of Agriculture and Technology
キーワード/Keyword : 磁性ガーネット、成膜・膜堆積、シリコンフォトニクス

1. 概要(Summary)

Ce 置換イットリウム鉄ガーネット(Ce:YIG)は波長 1550 nm で大きなファラデー回転角を示し、Si 導波路光アイソレータの磁気光学材料として有望である。Si 基板上への Ce:YIG 薄膜の製膜[1]の改良と導波路光アイソレータへの応用を目指し、今回、東京工業大学のスパッタ成膜装置を利用して Ce:YIG 薄膜を製膜した。Si 基板上に有機金属分解法(MOD 法)、スパッタ法により YIG バッファ層を製膜した際の製膜条件と表面モフォロジー、ファラデー回転角、光伝搬損失の相関を検証した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

スパッタ成膜装置

【実験方法】

Si 基板上に利用者の研究室にて MOD 法、スパッタ法により YIG バッファ層をそれぞれ 55, 40 nm 製膜後、利用したスパッタ成膜装置にて膜厚 500 nm を目標として Ce:YIG 薄膜を製膜した(試料 i), ii)。また、Si on Insulator (SOI)基板上に幅 450~1050 nm の Si 細線を作製後、上記 2 種類の製膜法により YIG バッファ層を、スパッタ成膜装置にて Ce:YIG 薄膜を上部クラッド層として製膜した Si 細線導波路を作製した(試料 iii), iv)。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Si 基板上に作製した試料 i), ii)の表面を光学顕微鏡にて観察し、波長 1550nm にてファラデー回転角を測定した。試料 i)ではクラックが見られず、 3×10^3 deg./cm のファラデー回転角が得られた。試料 ii)ではクラックが見られ、ファラデー回転角は 1.7×10^3 deg./cm であった。YIG の原料を有機溶媒に溶かし、スピコートシアンールする MOD 法とスパッタ法で製膜した YIG 薄膜では塑性の違いがあり、熱ストレスに伴うクラック密度に差が生じたと考えている。試料 ii)のファラデー回転角が i)よりも

小さかったが、YIG の製膜条件に改善の余地がある。

SOI 基板上に作製した試料 iii), iv)の表面を光学顕微鏡にて観察し、光導波路の伝搬損失を測定した。試料 iii), iv)の表面にはともにクラックが見られた。クラックの密度は試料 iii)より試料 iv)の方が大きかった。TM モードの伝搬損失は試料 iii)で 15~20 dB/mm、試料 iv)で 25~30 dB/mm となり、クラック密度と伝搬損失の間に相関が見られた。Ce:YIG 薄膜表面のクラック密度は膜厚にも依存するため、現在の膜厚 500 nm の Ce:YIG 薄膜を 100~200 nm と薄くすることや、YIG バッファ層の製膜条件を改善することで、表面のクラック密度や伝搬損失を改善できると考えている。

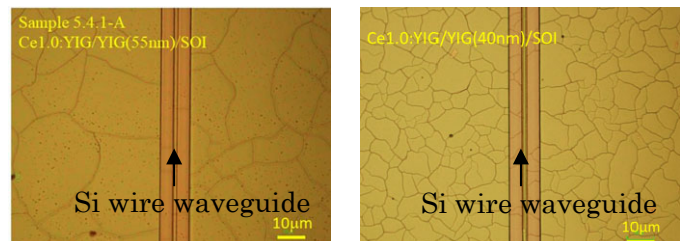


Fig.1 Optical microscope images of Ce:YIG/YIG on Si waveguide on SOI substrates. YIG thin film was deposited by (a) MOD and (b) sputtering method.

4. その他・特記事項(Others)

参考文献 [1] Y. Zhang et al., *Optica* **6**, 473 (2019).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1)上北崇弘, 清水大雅, 2019 年秋季第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 19a-E206-6, 令和元年 9 月 19 日.
- (2) 吉田 周平, 上北崇弘, 清水大雅, 2019 年秋季 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 19a-E206-7, 令和元年 9 月 19 日.
- (3) 吉田周平, 上北崇弘, 清水大雅, 2020 年春季 第 67 回 応用物理学関係連合講演会 11a-W331-2, 令和 2 年 3 月 14 日.

6. 関連特許(Patent)

なし。