

MOD 法により製膜した YIG バッファ層を介した スパッタ製膜 Si 基板上 Ce 置換 YIG 薄膜の評価

Fabrication and characterization of Ce-substituted YIG thin films on Si substrate by sputtering
with YIG buffer layer by MOD method

東京農工大¹, 東京農工大 GIR² 上北崇弘¹, 清水大雅^{1,2}

Tokyo Univ. of Agri. & Tech.¹, GIR, TUAT², [○]Takahiro Uekita¹, Hiromasa Shimizu^{1,2}

E-mail: s184240t@st.go.tuat.ac.jp, h-shmz@cc.tuat.ac.jp

[はじめに] 集積光アイソレータ実現に向け、Ce 置換イットリウム鉄ガーネット(Ce:YIG)と Si 細線導波路のウェハボンディングにより作製した TM モード導波路光アイソレータが報告されている^[1]。また、パルスレーザ堆積法やマグネトロンスパッタによる Si 基板上への Ce:YIG 薄膜の製膜が報告されている^[2,3]。これまで我々は Si 上に磁性ガーネット薄膜を形成する手法としてスピコートと熱処理で製膜可能な有機金属分解(MOD)法に着目し、YIG によるバッファ層を介することで Si 基板上に多結晶 Bi 置換 YIG 薄膜を製膜し、波長 1550 nm において、 10^3 deg./cm のファラデー回転角を報告した^[4]。MOD 法では製膜 1 回で得られる膜厚は約 50 nm であり、導波路光アイソレータ機能を実現するために必要な膜厚 500 nm を得るには製膜と熱処理を繰り返す必要がある。Bi:YIG 層を Si 上部に磁気光学層として製膜した光導波路構造では光の伝搬を確認することができなかった。原因の一つとして Si 基板と磁性ガーネットの間の熱膨張係数の違いから各層製膜時にクラックが入ったことが考えられる。

そこで Si 基板上に MOD 法により YIG バッファ層を製膜した後にスパッタリング法により膜厚 500 nm の Ce:YIG 薄膜を製膜し、伝搬損失の低減を図った。製膜した試料の X 線回折測定とファラデー回転角を評価したので報告する。

[実験方法] はじめに Si 基板上に MOD 法を用いて YIG バッファ層を製膜した。MOD 溶液の濃度は 3%、スピコートは 1 回であり、750 °C で 2 時間熱処理を行った。膜厚は 55 nm である。YIG バッファ層上に、Ce 置換量 1.0 の Ce 置換 YIG をスパッタリング法により 500 nm 製膜した。製膜時の基板温度は 750 °C である。室温まで冷却する際には 12 時間かけ、熱ストレスを緩和させた。

[結果] Fig. 1 に得られた Ce:YIG 層の X 線回折測定結果を示す。(420)面から最も強い回折信号が得られ、多結晶の Ce:YIG が製膜されたことを確認した。Fig. 2 に波長 1550 nm におけるファラデー回転角の磁場依存性の測定結果を示す。強磁性的振る舞いが得られ、Bi:YIG を上回る $3 \times 10^3 \text{ deg./cm}$ のファラデー回転角が得られた。

[謝辞] 本研究では東京工業大学微細加工プラットフォームを利用させていただきました。関係者の皆様に御礼申し上げます。

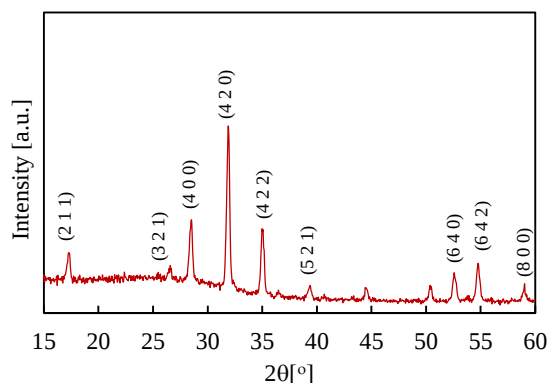


Fig.1 X 線回折測定の測定結果

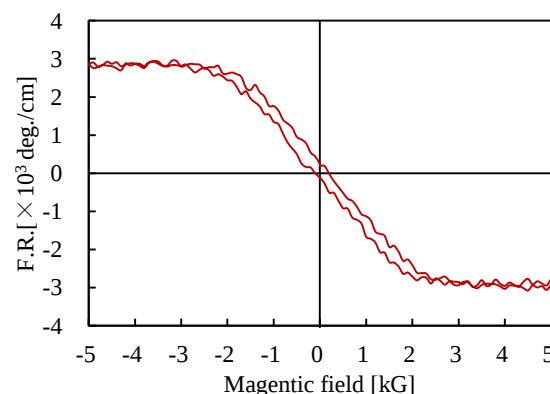


Fig.2 波長 1550 nm におけるファラデー回転角の測定結果

[参考文献]

- [1] Y. Shoji et al, Jpn. J. Appl. Phys. 53, 022202 (2014). [2] L. Bi et al., Nat Photonics 5 758 (2011). [3] T. Goto et al., J. Appl. Phys. 113,17A939 (2013). [4] 森岡, 清水他 2017 年 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会