RF マグネトロンスパッタリング法と熱処理によって製膜した Si 基板上多結晶 YIG 薄膜の評価

Characterization of polycrystalline YIG thin films on Si Substrates by RF Magnetron Sputtering and Annealing

東京農工大工 [1], 東京農工大 GIR[2] °吉田周平 [1], 上北崇弘 [1], 清水大雅 [1,2]
Tokyo Univ. of Agri. & Tech.[1], GIR, TUAT[2], °Shuhei Yoshida[1], Takahiro Uekita[1], Hiromasa Shimizu[1,2]
E-mail: s169780r@st.go.tuat.ac.jp, h-shmz@cc.tuat.ac.jp

[序論]

Ce 置換イットリウム鉄ガーネット(Ce:YIG)は波長 1550 nm で 4.5 x 10^3 deg./cm のファラデー回転角を示し、Si 細線導波路上へウエハボンディングした導波路光アイソレータが報告されている[1]。近年、Si 基板上への多結晶 Ce:YIG 薄膜の製膜が報告され、導波路光アイソレータに応用されている[2, 3]。我々は有機金属堆積(MOD)法により、Si 基板上にビスマス置換イットリウム鉄ガーネット($Bi_2Y_1Fe_5O_{12}$, Bi:YIG)層を製膜し、Bi:YIG 層製膜の前に Bi を含まない YIG 層をバッファ層として製膜することが Bi:YIG の結晶化と波長 1550 nm における 10^3 deg./cm オーダーのファラデー回転角を得るのに重要であることを明らかにした[4]。MOD 法における YIG 層の製膜では、アモルファス状態の YIG 層をスピンコート～仮焼成（550 °C）で形成し、アニール（750~800 °C）を加えて多結晶化する。多結晶 YIG 層は Si 基板上にバッファ層として製膜でき、磁気光学効果の大きい Bi:YIG や Ce:YIG 層を製膜できる。

MOD 法では、スピンコート 1 回で得られる膜厚が 50 nm と薄く、導波路光アイソレータに応用するには多数回製膜を繰り返す必要がある。MOD 法における Si 基板上の YIG 層の結晶化プロセスをスパッタ法に応用できれば、Ce:YIG 層製膜に応用できると考えた。本研究では、RF マグネトロンスパッタリング法により、Si 基板上に室温で YIG 薄膜を製膜し、製膜後に熱処理を加えて結晶化を試みたので報告する。Ce:YIG の結晶化では、アニール時の酸素の存在が磁気光学効果の大きさに影響することが報告されており[3]、アニール時の雰囲気ガスの違いによる YIG 層の結晶化の違いを検証した。

[実験方法]

RF マグネトロンスパッタリング法を用いて Si 基板上に YIG アモルファス膜(膜厚 260 nm)を室温で製膜した。その後、800 °C で 30 分間アニールした。アニール時には窒素とドライエアの 2 種類のガスを流し、酸素の有無による結晶化の違いを X 線回折測定(XRD)から調べた。

[試料の評価]

窒素とドライエアを流してアニールし作製した YIG 薄膜の XRD の測定結果を Fig.1 に示す。(420)面からの回折信号が得られ、多結晶の YIG 薄膜の製膜を確認した。回折信号の大きさは酸素の有無によって変わらなかった。Fig. 1 の実験結果から Si 基板上に Ce:YIG を製膜する場合のバッファ層として本手法で製膜した多結晶 YIG が有効であると考えられる。今後、Ce:YIG 薄膜を製膜し他の手法で得られた Ce:YIG 薄膜の磁気光学効果と比較する。

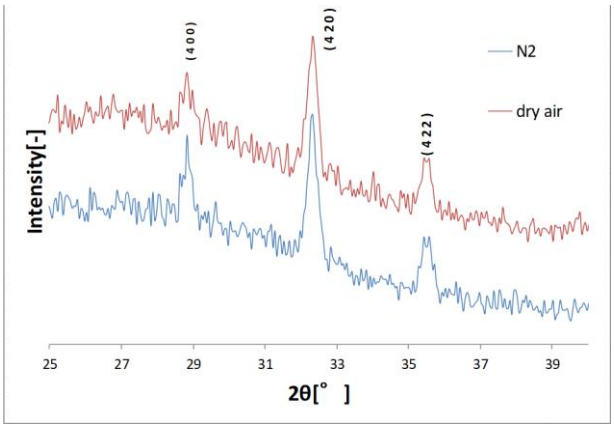

Fig1 Si 基板上に製膜した YIG 層の X 線回折特性

[謝辞] 本研究は科研費(16H04346)の助成を受けてなされました。また、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。

[参考文献]

[1] Y. Shoji et al, Jpn. J. Appl. Phys. 53, 022202 (2014). [2] Yan Zhang et al., Optica 6, 473 (2019). [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 6a-C13-1.