有機金属分解法による Si 導波路側壁への Bi2.5 置換 Bi:YIG 薄膜の製膜と評価

Fabrication and Characterization of Bi2.5-substituted YIG Thin Films on a sidewall of Si waveguide by Metal Organic Decomposition Method

東京農工大工¹, 高純度化学研究所² ^O上北崇弘¹, 太田雅也¹, 森岡俊行¹, 河原正美², 佐村剛², 清水大雅¹ Tokyo Univ. of Agri. & Tech¹, Kojundo Chemical Laboratory², ^oTakahiro Uekita¹, Masaya Ota¹, Toshiyuki Morioka¹, Masami Kawahara², Tsuyoshi Samura², Hiromasa Shimizu¹

E-mail: s167084q@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細線導波路のウエハ 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]。我々は磁性ガーネ ット薄膜を形成する手法として有機金属分解(MOD) 法に着目し、Biを含まないYIGバッファ層を介すこ とでSi基板上に多結晶ビスマス置換イットリウム 鉄ガーネット(Bi:YIG)薄膜を製膜し、波長1550 nm における10³ deg./cmのファラデー回転角を報告した [2]。また、YIGやBi:YIGを含む溶液のスピンコー トと熱処理という製膜プロセスに着目し、Si細線導 波路の片側側壁に磁性ガーネットを製膜する手法を 模索してきた[3]。片側側壁への製膜により、TEモ ード導波路光アイソレータへの応用が見込まれる。

Si 段差基板上への製膜プロセスの熱処理中に段差近 くの薄膜にかかる応力が形状形成に大きな影響をも っことが明らかになった。そこで製膜に用いる MOD 溶液の溶質濃度を従来の 3%から 2%および 1%に変 更しスピンコート 1回で得られる膜厚と応力を低減 し、Bi2.5 置換 Bi:YIG(Bi2.5:YIG)薄膜を Si 導波路構造 上に非対称に製膜したので報告する。

[MOD 溶液濃度と磁気光学効果の関係]

まず、溶液濃度を変えて製膜した YIG 層がバッフ ア層として機能するかを確認した。ガラス基板上に 溶質濃度が 1, 2, 3%の MOD 溶液を用いて製膜した YIG バッファ層上にそれぞれ Bi_{2.5}:YIG メイン層を約 30nm 製膜した。Fig.1 に各試料の波長 600 nm におけ るファラデー回転角の磁場依存性を示す。溶質濃度 が 2, 3%のとき、従来と同様の大きさのファラデー 回転角が得られたのに対し、溶質濃度 1%ではファ ラデー回転角が観測されず、バッファ層として機能 しなかった。よって磁気光学効果を示す Bi_{2.5}:YIG 層 を得るには YIG バッファ層製膜時に最低でも 2%の 溶質濃度が必要であることがわかった。

[Si 段差基板への Bi2.5:YIG 層の製膜]

以上の結果を基に、Si 段差基板上に YIG バッファ 層を介して Bi_{2.5}:YIG メイン層を製膜した。YIG バッ ファ層と Bi_{2.5}:YIG メイン層製膜に用いた MOD 溶液 の濃度はそれぞれ 2%と3%とした。Si 段差基板には、 幅 400 nm の Si 導波路の隣に、YIG 薄膜に加わる応 力を非対称化するため、幅 200 nm の reference Si 層 が幅 300 nm の隙間を隔てて形成されたものを用い た。Fig.2 に作製した試料の断面 SEM 像を示す。YIG バッファ層は段差基板の形状に沿って製膜された。 Bi_{2.5}:YIGメイン層はSi 導波路右側側壁には製膜され ず、隙間の上部と導波路のもう一方の側壁(左側)の みに製膜され、Bi_{2.5}:YIG 薄膜を Si 導波路の片側の側 壁に製膜することができた。これは、YIG 層と Bi_{2.5}:YIG 層とで MOD 溶液の濃度が異なり、YIG 層 にかかる応力は小さく薄膜が対称に形成され、 Bi_{2.5}:YIG 層にはより大きな応力が加わり非対称に製 膜されたためと考えられる。



Fig.1 Magnetic field dependence of the Faraday rotation at a wavelength of 600 nm for $Bi_{2.5}$:YIG/YIG samples with different MOD concentrations in YIG film.



Fig.2 Cross sectional SEM image of a Bi_{2.5}:YIG/YIG film on a Si waveguide structure.

- [1] Y. Shoji et al, Jpn. J. Appl. Phys. 53, 022202 (2014).
- [2] 森岡, 清水他 2017 年 第78 回応用物理学会秋季学術講演会
- [3] 太田, 清水 2016 年 第 64 回応用物理学会春季学術講演会