

有機金属分解法による Si 基板上への Bi 置換 YIG 薄膜の製膜と 通信波長帯におけるファラデー回転角の評価

Preparation of Bi-substituted YIG Thin Films on Si Substrates

by Metal Organic Decomposition Method

and Their Faraday Rotation at Telecommunication Wavelength

東京農工大工, °森岡俊行, 清水大雅

Tokyo Univ. of Agri. & Tech, °Toshiyuki MORIOKA, Hiromasa SHIMIZU

E-mail: s171990t@st.go.tuat.ac.jp, h-shmz@cc.tuat.ac.jp

【はじめに】 半導体レーザは反射戻り光によって不安定化することがあり光の伝搬方向を一方向に限定する光アイソレータが必要である。現在商品化されている自由空間型光アイソレータには磁気光学材料として磁性ガーネットが使用されている。これは、磁性ガーネットが可視光から近赤外光にかけて大きなファラデー効果と高い透過性を示すからである。イットリウム鉄ガーネット($Y_3Fe_5O_{12}$, YIG)はイットリウムをビスマスで置換することにより磁気光学特性が増大することが知られている^[1]。磁性ガーネットを用いた集積型光アイソレータを実現するには、Si やガラス等の基板上へ製膜する必要があるが、格子定数・結晶構造や熱膨張係数などの物性が大きく異なるため結晶化させることが困難である。我々は有機金属分解法(MOD法)を用いてガラス基板上にBiを含まないYIGバッファ層を挿入し、波長1550nmにおいて 1.0×10^3 deg./cmのファラデー回転角を示す $Bi_2Y_1Fe_5O_{12}$ 薄膜の製膜に成功した^[2]。MOD法は原料のスピコートによる塗布と熱処理により固相成長させる、真空プロセス不要の簡便な製膜手法である。本研究では、Si 細線導波路上へのBi:YIG薄膜の製膜と導波路光アイソレータ実現を目的としてSi基板上にYIGバッファ層を介して $Bi_2Y_1Fe_5O_{12}$ (Bi:YIG)薄膜を製膜・評価したので報告する。

【試料の作製および評価】 MOD法によりSi基板上にYIGバッファ層を介してBi:YIG薄膜を製膜した。スピコート法により基板上にMOD溶液を塗布し、ホットプレートで乾燥させ、仮焼成を行った。YIGバッファ層製膜時の塗布~仮焼成の繰り返し回数は1回および2回の2種類とした。YIGバッファ層の膜厚は2回のスピコートによって100nmとなった。Bi:YIG層の塗布~仮焼成の繰り返し回数は一律の6回とし、膜厚は200nmと推定された^[2]。YIG, Bi:YIG層のそれぞれの製膜の最後の工程で750°C, 620°Cで2時間の本焼成を行った。Fig.1, 2に作製した試料の室温によるファラデー回転角の磁場依存性とスペクトル(12kG)を示す。X線回折測定によってBi:YIG層特有の回折信号を観測し、得られた結晶面はガラス基板上試料と同様の(420)面であった。波長1550nmにおけるファラデー回転角は0.05~0.1 (2.5×10^3 deg./cm)であり、透過率はSi基板と比較して2~5%低下した。ガラス基板上に製膜した試料^[2]の2.5倍である。Si基板上のBi:YIGがガラス基板上試料に比べて大きなファラデー回転角を示したこととYIGバッファ層が薄い場合に大きなファラデー回転角を示したことの理由はBi:YIG薄膜とSi基板の界面における大きな反射率による薄膜内の多重反射の影響と考えられる。本研究により通信波長帯において 10^3 deg./cmオーダーのファラデー回転角を示すBi:YIG薄膜をSi基板上に製膜することに成功した。これは、非相反位相変化を用いたSi細線導波路光アイソレータで用いられる単結晶Ce:YIG薄膜のファラデー回転角(4.5×10^3 deg./cm)^[3]と同じオーダーである。

【謝辞】 本研究は科研費(15K13942)の助成を受けてなされました。

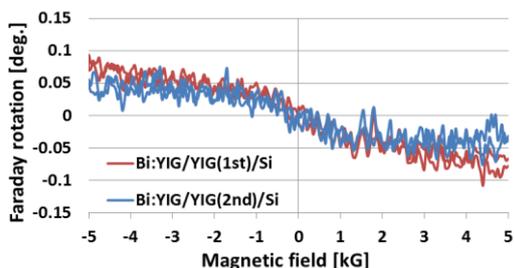


Fig.1 Magnetic field dependence of Faraday rotation of Bi:YIG films with YIG buffer layer prepared on Si substrate at the wavelength of 1550nm.

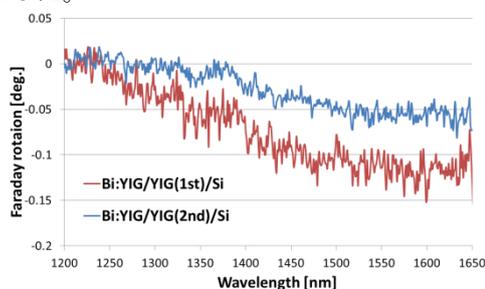


Fig.2 Faraday rotation spectra of the samples under magnetic field of 12 kG

[1] M. Gomi et al, Jpn. J. Appl. Phys. 27, No.8, pp.1536-1538(1988)

[2] 森岡, 清水他第64回応用物理学会春季学術講演会 17a-P204-1

[3] T. Shintaku et al., Jpn. J. Appl. Phys. 35, pp.4689-4691(1996).