

Ce 置換イットリウム鉄ガーネットを用いた 磁性フォトニック結晶の形成

後藤太一, 吉本拓矢, 金澤直輝, 磯谷亮介, 高木宏幸, Caroline A. Ross*, 井上光輝
(豊橋技科大, *マサチューセッツ工科大)

Formation of magnetophotonic crystals with cerium substituted yttrium iron garnets

Taichi Goto, Takuya Yoshimoto, Naoki Kanazawa, Ryosuke Isogai,
Hiroyuki Takagi, Caroline A. Ross*, Mitsuteru Inoue
(Toyohashi Univ. Tech., *MIT)

はじめに

磁性フォトニック結晶は, Bi 置換イットリウム鉄ガーネット (Bi:YIG) などの透明磁性材料を誘電体ミラー中に挿入することで, ファブリーペロー共鳴を利用し, 薄膜で厚膜と同程度の磁気光学効果を発現可能な光学媒体である. 薄膜の特徴を活かし, アイソレータ¹⁾や, 光変調器²⁾等の応用が提案され, 一部は実現されている. これまで応用先の要求から磁性フォトニック結晶に挿入される磁気光学材料は Bi, Dy, Gd などの希土類で Y サイトを置換した磁性ガーネットが多く, 可視光波長域の磁気光学効果を増大することを目的に研究が進められてきた. 一方で, 磁性ガーネットの光吸収が抑えられる近赤外波長域で動作する磁性フォトニック結晶の形成例は少なかった. これは, 近赤外波長域で大きな磁気光学効果をもつ Ce:YIG が誘電体ミラー基板上で形成することが困難であったことによる. しかし, 最近, 真空熱処理法を用いることで単結晶に匹敵する大きな磁気光学効果と低い光吸収係数をもった Ce:YIG が多結晶基板上に形成可能であることが報告された³⁾. そこで, 本研究では Ce:YIG を用いた磁性フォトニック結晶を形成し, 光学特性, 及び磁気光学特性を調べた.

実験方法

イオンビーム蒸着法を用いてガーネット基板上に 8 ペアの Ta₂O₅ と SiO₂ から構成される誘電体ミラーを形成した. 各層の厚さは, 波長 1550 nm において Bragg の回折条件を満足させた. この誘電体ミラー上に, 高周波マグネトロンスパッタ法と真空中熱処理を用いて Ce:YIG を形成した. 成膜は, 到達真空度 1.0×10⁻⁷ Torr, 10 mTorr の Ar ガス雰囲気中で行われた. 成膜直後の膜は, 非晶質であった. 同試料に 800 度の真空中熱処理を施した結果, 多結晶の Ce₁Y₂Fe₅O₁₂ が得られた. この Ce:YIG 層の上に, 誘電体ミラーを下部と同数形成した. 試料の透過率を分光光度計, 磁気光学効果を磁気光学効果測定装置を用いて測定した.

実験結果

Fig. 1 のように, 共振波長において磁気光学効果が増大され, 磁性フォトニック結晶が形成できたことを確認した. ただし, 透過率が 2.3 %程度と低かった. これは, 誘電体ミラー中の Ta₂O₅ が結晶化し, 光散乱を生じたため, 損失が増加したことが原因と考えられる. 講演会では, 詳細な試料形成方法と, X 線回折法, 及び X 線光電子分光を用いた試料の解析結果について報告する.

謝辞

本研究の一部は, 日本学術振興会 科研費 若手研究 (A) No. 26706009, 挑戦的萌芽研究 No. 26600043 の助成を受けて行われた.

参考文献

- 1) Y. Haga, et al., J. Magn. Soc. Jpn., **36**, 54 (2012).
- 2) T. Goto, et al., Opt. Express, **21**, 19648 (2013).
- 3) T. Goto, et al., J. Appl. Phys., **113**, 17A939 (2013).

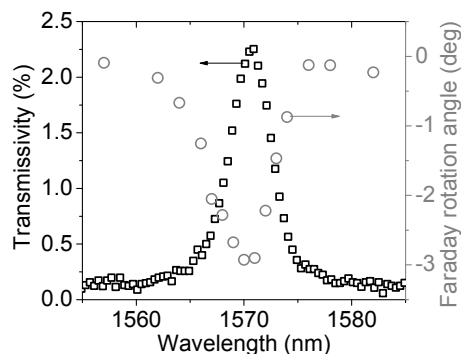


Fig. 1 Faraday rotation angle and transmission spectra in the vicinity of the resonant wavelength of the sample comprising garnet substrate/SiO₂/(Ta₂O₅/SiO₂)⁸/CeYIG/(SiO₂/Ta₂O₅)⁸.