

## GdFeCo 薄膜における磁気光学スペクトルの膜厚依存性の計測

## Measurement of film thickness dependence of magneto-optical spectra in GdFeCo thin film

○北澤楓太<sup>1</sup>, 高橋壽生<sup>2</sup>, 吉川大貴<sup>3</sup>, 塚本新<sup>3</sup>\*Fuuta Kitazawa<sup>1</sup>, Tokio Takahashi<sup>2</sup>, Hiroki Yoshikawa<sup>3</sup>, Arata Tsukamoto<sup>3</sup>

For estimation of magnetic characters of optical multi-layers of magnetic thin films, we study the magneto-optical spectroscopic system. In this report, we measure transmission spectrum of GdFeCo thin film which is one of famous magneto-optical material and have perpendicular anisotropy. we measure the spectrum from 400nm to 1000nm and confirmed the magneto-optical effect dependency of the transmission spectrum.

**1はじめに** 単純なバルク材料の積層として近似が困難な多層薄膜構造は、その膜厚や界面・積層材料種・順序に基づき様々な機能を発現する。しかしその有用性に対し、各層間の重畳する動的・静的な特性を明らかにすることは困難である。特に磁性薄膜では長距離での磁氣的結合等も介在し解析が複雑化する。これに対し我々は、光の波長に対応した侵入長や干渉効果波長依存性を利用した高精度検討、連続的に広い波長域での磁気光学効果同時測定の可能性に着目した。本研究では、まず GdFe 系薄膜のより詳細な磁氣的構造を解明するために、まず透過光を用いた磁気光学スペクトル計測により、磁気光学効果の積算信号を系統的に比較・検討する。

**2 実験方法** 測定試料として、DC・RF マグネトロンスパッタリングによって作製した SiN (60 nm) / Gd<sub>25</sub>Fe<sub>65.6</sub>Co<sub>9.4</sub> (t nm) / SiN (5 nm) / glass sub. (t = 5, 10, 25, 30, 60 nm)を用いる。(以下試料 A, B, C, D, E とする) 本試料群は、先行研究において Ms がある膜厚に向かって減少するように連続的に変化し、磁気光学効果計測と併せて t = 10~25nm の間に室温における磁化補償膜厚を有し、優勢となる副格子磁化が替わることが報告している<sup>[1]</sup>本試料群に対し2種の計測検討を行った。まず単色光源による参照データを得るため、電磁石により外部磁場を試料に+X 方向に印加し、He-Ne レーザ (波長: λ = 632nm) を光源とした Faraday 効果計測を行った。また、垂直磁気異方性を有する同一の本試料群において、永久磁石により Fig. 1 に示すような光学配置に基づき、膜面垂直方向の正負2状態の透過スペクトルを計測した。

**3 測定結果** Fig. 2 に Faraday 効果測定結果を示す。各膜厚の磁化状態による出力信号の変化量は、印加磁場が正の領域における出力信号の平均値を基準すると各試料ごとで A: -43 μV, B: -58 μV であり, C: 64μV, D: 47μV, E: 92μV であった。これにより試料 A, B と C, D, E でその出力値の符号反転が見られた。また今回の測定系において磁化に応じて変化する成分は Faraday 回転角のみであるため、TM 優勢から RE 優勢に偏移するような磁場依存特性を確認した。次に Fig. 3 に測定した2状態における各膜厚での透過スペクトルの差分を示す。この差分は膜面垂直方向 (+M) に磁化した時を基準として、磁化を反転させた場合 (-M) のスペクトル変化の差である。常磁性体の場合、印加磁場が 0 の環境では透過スペクトルは変化せず、その差分は常に 0 となる。加えて同一金属種であるならば膜厚の増加に伴い吸光度が増加するため、透過光強度は減衰していくはずである。しかし今回の測定結果ではスペクトルに差分が生じており、膜厚の増加に対して単調に減衰する傾向も見られなかった。光源スペクトルの極値に近く、Faraday 効果測定で用いた波長と同程度の λ = 632 ± 1 nm におけるスペクトルの移動平均を見ると A: -9.6, B: -45.5 であり, C: 106, D: 186.5, E: 32 となっている。すなわちスペクトルの差分が 0 である時を基準とすると、試料 A, B では変化が負、試料 C, D, E では変化が正であることから、前述した Faraday 効果計測の波長 632 nm での結果と符号関係が一致している。よって磁化状態に依存する信号を透過スペクトル計測によって得られることを確認した。また、今回使用した試料群において磁化状態ごとの波長に対する応答差分が連続的に変化することを示唆した。

**4 参考文献** [1]植田 涼平,佐藤 哲也,吉川 大貴,塚本 新 第58 日本大学理工学部学術講演会 C-14 (2014).

**5 謝辞** 本研究は JSPS 科研費 21K04184 の助成を受けたものです。

1: 日大理工・学部・電子 2: 日大理工・院(前)・電子 3: 日大理工・教員・電子

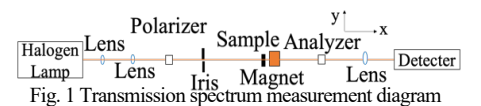


Fig. 1 Transmission spectrum measurement diagram

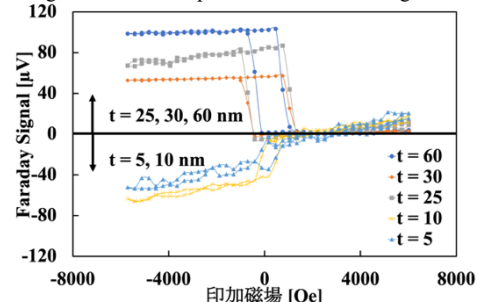


Fig. 2 Film thickness dependence of magneto-optical Faraday effect.

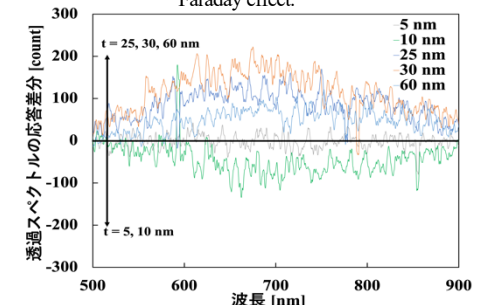


Fig. 3 Response difference due to the magnetization state of the transmission spectrum.