

磁気光学測定によるコバルトフェライト薄膜の局所歪みの評価

王 世浩、西川 雅美、石橋 隆幸
(長岡技科大)

Characterization of local structure in cobalt ferrite thin films by magneto-optical spectroscopy
Shihao Wang, Masami Nishikawa, Takayuki Ishibashi
(Nagaoka Univ. of Tech.)

コバルトフェライト(CFO)薄膜は正方歪みを導入することにより、大きな垂直磁気異方性を示す。この原因は、 Co^{2+} を含む8面体の歪みが原因と考えられている²⁾。しかし、磁気異方性増大のメカニズムに関して局所的な歪みとの関係は、これまで実験的に明らかになっていない。そこで本研究では、歪みの異なるCFO薄膜³⁾について、可視から近赤外領域の磁気光学スペクトルを測定し、 Co^{2+} に関連した光学遷移について調査を行った。

CFO薄膜は、有機金属分解(MOD)法を用いて作製した。ガラス基板へMOD溶液($\text{CoFe-O4}(1:2)$)、(株)高純度化学研究所)をスピコートにより塗布(3000 rpm, 30 sec)し、乾燥(100°C, 10 min)をホットプレートで行った。その後、管状炉を用いて仮焼成(T_{pre} :310~350°C, 30 min)および本焼成(730°C, 10 h; N_2 流量: 400 mL/min)を行った。磁気光学スペクトルの測定は、円偏光変調法を用いたマルチチャンネル磁気光学スペクトロメーター⁴⁾を使用した。測定の本長範囲は 350~2100 nm とした。

Fig.1 に CFO 薄膜の Faraday 楕円率スペクトルを示す。すべての試料について、400~900 nm の波長範囲に $\text{Co}^{2+}(\text{Oh})\text{-Fe}^{3+}(\text{Oh})$ 電荷移動遷移(CT 遷移)と $\text{Co}^{2+}(\text{Td})^4\text{A}_2\text{-}^4\text{T}_1(\text{P})$ 結晶場遷移(d-d 遷移)が重畳した信号と 1300~1700 nm に $\text{Co}^{2+}(\text{Td})^4\text{A}_2\text{-}^4\text{T}_1(\text{F})$ d-d 遷移による信号が観察された。また、仮焼成温度が異なると、400~900 nm のスペクトル構造が大きく変化した。一方、1300~1700 nm の $\text{Co}^{2+}(\text{Td})$ の d-d 遷移は、仮焼成温度の変化に対して変化しないため、400~900 nm 範囲における変化は $\text{Co}^{2+}(\text{Oh})\text{-Fe}^{3+}(\text{Oh})$ CT 遷移による信号強度が変化したものと考えられる。

Fig.2 に CFO 薄膜の仮焼成温度と面外方向の格子定数および 540 nm におけるファラデー楕円率の関係を示す。このグラフから、格子定数は仮焼成温度が高くなると、格子定数が小さくなり、340°Cの時に最低となり、350°Cでは少し大きくなっている。楕円率の大きさにも同じ傾向が見られたため、CFO 薄膜に生じた歪みと楕円率の大きさとの間に相関があることが示唆された。

本研究の一部は、JST 委託研究「電子論に基づいたフェライト磁石の高磁気異方性化指針の確立」の助成を受けて行われた。

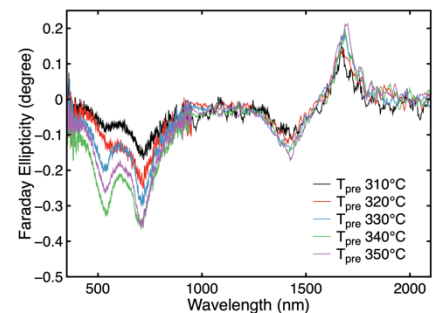


Fig.1 Faraday ellipticity spectra of CFO thin films.

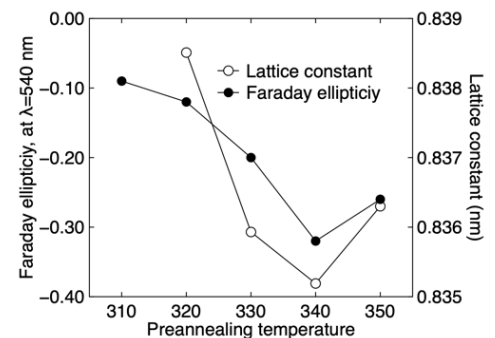


Fig.2 Faraday ellipticity at $\lambda=540$ nm and lattice constant of CFO thin films.

参考文献

- 1) T. Niizeki et al., Appl. Phys. Lett., 103(16), 2013, 162407.
- 2) J. Inoue, H. Yanagihara, E. Kita. Mat. Res. Exp., 1(4), 2014, 046106.
- 3) K. Yasuda, M. Nishikawa, T. Ishibashi, Jpn. J. Appl. Phys., 59(SE), 2019, SEEA01.
- 4) S. Wang et al., Jpn. J. Appl. Phys., 59(SE), 2019, SEEA02.