

# 非破壊検査用磁気光学センサのためのグラニューラ薄膜の作製

西本光佑, 北原旭, 橋本良介\*, 後藤太一, 中村雄一, Pang Boey Lim, 内田裕久, 井上光輝  
(豊橋技科大, \*鈴鹿高専)

Fabrication of granular thin films for nondestructive testing magneto-optical sensor

K. Nishimoto, A. Kitahara, R. Hashimoto\*, T. Goto, Y. Nakamura, P. B. Lim, H. Uchida, M. Inoue  
(Toyohashi Univ. of Tech., \*NIT, Suzuka college)

## はじめに

主要な構造材料である鉄鋼が破壊される原因の一つに疲労亀裂があり、マイクロクラックと呼ばれる微小亀裂から進展する。高空間分解能な検査技術が開発されれば、破壊初期のマイクロクラックの検出が可能になり、安全性を高めることが期待される。一方、非破壊検査では欠陥の検出だけではなく、欠陥寸法の評価も重要である。傷探査法の一つとして磁気光学(Magneto-optical: MO)イメージング法<sup>1)</sup>があり、被検体表面に磁気光学薄膜を近づけて傷からの漏洩磁界を光で検出する。欠陥深さに応じて漏洩磁界の強度が変化するため深さ方向の寸法評価も可能になる。しかし、磁気光学薄膜は磁気飽和により深さ方向のダイナミックレンジが制限されるため、被検体への印加磁界の大きさを調整する必要があり、その結果、検査時間が長くなり、また磁性体の非線形性の影響などの問題がある。最近、小林らにより赤外域で大きな磁気光学効果が得られる FeCo-AlF<sub>3</sub> グラニューラ薄膜材料が開発された<sup>2)</sup>。そこで本研究では、取り扱いが容易な Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> などの媒体を用い、磁性グラニューラ薄膜が MO センサとして利用できるか検討し、深さ方向のダイナミックレンジが大きく、高速検査が可能な MO センサを開発することを目指す。

## 実験方法

本研究では、強磁性体として FeCo や NiFe などを用い、光透過性媒体として Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> を採用し、RF マグネトロンスパッタ装置 (HSR-551、島津製作所) を用いて、SiO<sub>2</sub> 基板の上にグラニューラ薄膜を作製した。磁化特性を振動試料型磁力計 (TM-VSM2614 83-HGG、玉川製作所) で測定し、透過率を紫外可視近赤外分光光度計 (UV-3150、Shimadzu) で測定し、ファラデー回転角の波長依存性を磁気光学効果測定装置 (J-1700FK、日本分光) で測定した。

## 実験結果

Fig. 1 に、基板加熱をしないで作製した厚さ 250 nm 薄膜の磁気特性を示す。実線と破線は、それぞれ面直および面内磁化を示す。保磁力が 40 Oe 程度であり、以前に使用した BiDyAl:YIG 膜の保磁力約 200 Oe<sup>3)</sup> と比較して十分に小さく、また面内・面直共に線形性が高く、漏洩磁界に対する感度が高くなり、センサとして用いる場合、有利であると考えられる。

Fig. 2 の実線と点線は作製した膜の透過率とファラデー回転角の波長依存性を示す。ファラデー回転角は 1100 nm 付近で 0 になるが、それより短波長側および長波長側で光が透過し、ファラデー回転角を利用することができる。特に、長波長側でのイメージングで使用する場合、透過率が大きくなる。

## 参考文献

- 1) 岩崎 勝博:「磁気光学素子を利用した磁気探傷技術」, 検査技術, 44-50, (2011).
- 2) N. Kobayashi et al., Scientific Reports, 8, 4978, (2018).
- 3) R. Hashimoto et al, Journal of the Magnetics Society of Japan, 39, 213, (2015).

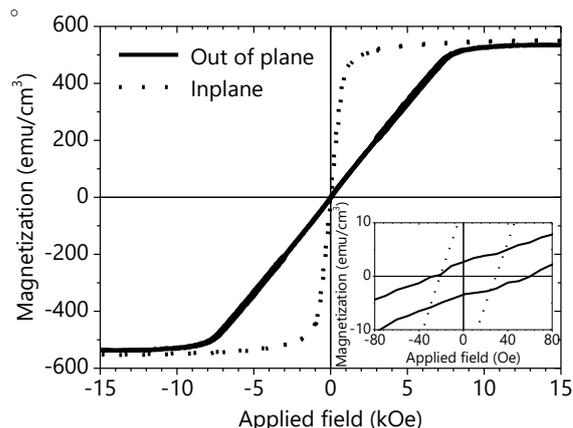


Fig. 1 Magnetic hysteresis curves

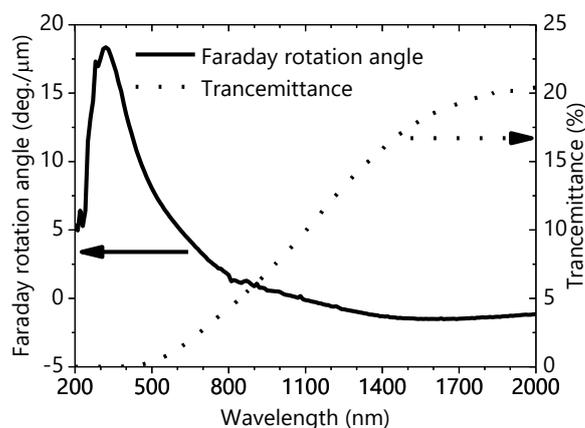


Fig. 2 Wavelength dependencies of transmittance and Faraday rotation angle