

SiN マトリックスナノグラニューラー薄膜の磁気光学効果

池田賢司、小林伸聖、荒井賢一
(公益財団法人 電磁材料研究所)

Magneto-optical effect in nanogranular films with SiN matrix

K. Ikeda, N. Kobayashi, K. I. Arai

(Research Institute for Electromagnetic Materials, DENJIKEN)

はじめに

ナノグラニューラー薄膜は、絶縁体のマトリックス中に磁性金属ナノ粒子を分散させた構造を有しており、高周波軟磁気特性、トンネル型磁気抵抗 (TMR) 効果などの物性を示すことで知られている。我々はフッ化物系ナノグラニューラー膜において、磁性金属組成がおよそ 30 at. %以下の領域において光透過性を示すことを確認し¹⁾、Bi-YIG に対して 40 倍のファラデー効果を示すことを見出した²⁾。ナノグラニューラー薄膜における大きな磁気光学効果は、マトリックス界面近傍の磁性原子の磁気モーメントがエンハンスされることに起因すると考えられる²⁾。大きい磁気光学効果を示すナノグラニューラー薄膜は磁気光学デバイスへの応用が期待されるが、フッ化物のマトリックスは高い光透過性を示す反面、屈折率が低いため、光導波路のコア材などの高屈折率材料が求められるデバイスへの適用は困難である。本研究では、高屈折率を有するナノグラニューラー薄膜の作製を目的として、半導体プロセスとの親和性が高く、高屈折率材料である SiN をマトリックスとしたナノグラニューラー薄膜の作製を検討した。本報告では、反応性スパッタによって作製した FeCo-SiN ナノグラニューラー膜の、薄膜作製条件とファラデー効果の関係などについて報告する。

実験方法

ナノグラニューラー薄膜は、Si₃N₄ ターゲットに Fe₆₀Co₄₀ チップを配置した複合ターゲットを用い、Ar と N₂ の複合ガス雰囲気において RF スパッタ装置による反応性スパッタにより作製した。成膜は加熱雰囲気で行い、膜厚が約 700 nm の薄膜を作製した。結晶構造は XRD、微細構造は TEM によって解析した。磁化曲線は VSM で測定し、ファラデー効果は、6 波長光源ファラデー効果測定装置 (NEOARK, BH-600LD2M) を用いて評価した。薄膜の光透過率は、分光光度計 (Shimadzu, UV-3150) を用いて測定した。

実験結果

Ar/N₂ ガスの反応性スパッタで作製した FeCo-SiN ナノグラニューラー薄膜の断面 TEM 像を Fig.1 に示す。アモルファスの SiN マトリックスに FeCo ナノ微結晶が分散したナノグラニューラー構造を形成していることが分かる。

Fig.2 に Ar/N₂ ガスの流量比率を変化させて作製した FeCo-SiN ナノグラニューラー薄膜のファラデー回転角の波長依存性を示す。全ての試料が波長の増加に応じてファラデー効果の符号が正から

負へ反転する波長依存性を示し、符号が反転する波長帯域は、窒素ガス比率の増加に応じて高波長側にシフトすることが確認される。フッ化物マトリックスの実験結果において確認されたように、FeCo-SiN 膜においてもマトリックス界面近傍の磁気モーメントのエンハンス²⁾などによって大きなファラデー効果が発現したと推測できる。

参考文献

- 1) N. Kobayashi, H. Masumoto, S. Takahashi and S. Maekawa, Sci. Rep., 6, 34227 (2016).
- 2) N. Kobayashi, K. Ikeda, B. Gu, S. Takahashi, H. Masumoto and S. Maekawa, Sci. Rep., 8, 4978 (2018).

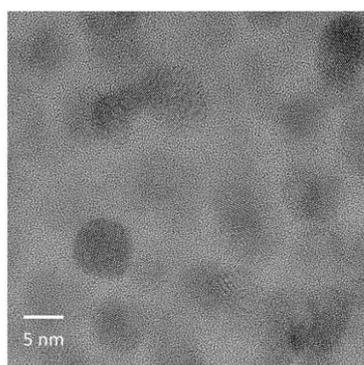


Fig.1 Cross-sectional TEM image of FeCo-SiN nanogranular film.

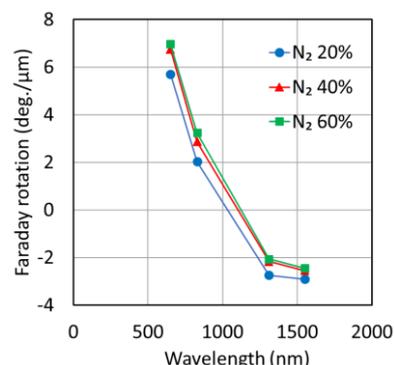


Fig.2 Wavelength dependence of Faraday rotation of FeCo-SiN nanogranular films.