

FePt ナノ磁性微粒子群における磁気光学応答計測の検討

Examination of Magneto - optical response measurement in FePt nanomagnetic particles

○西城聖翼¹, 清水雄太¹, 小松田恭祐² 田島大輝², 吉川大貴³, 塚本新³*Taiki Saijou¹, Yuta Shimizu¹, Kyousuke Komatsuda², Daiki Tajima², Hiroki Yoshikawa³, Arata Tsukamoto³

Abstract It is difficult for probing magnetic information at an local area on FePt nano - partical grains. For this objective, we study by magneto-optical approach. In this report we build up the measurement setup with a high signal - to - noise ratio and measure the optical rotation and magnetic dichroism of the magneto - optical effect of the FePt nanoparticles. As a result, we picked up magneto - optical signal from FePt nanoparticles, which particles area is $1.13 \times 10^{-10} \text{ mm}^2$ in laser spot ($\phi = 2 \text{ mm}$).

1はじめに 高密度磁気記録の実現候補媒体として、高い一軸磁気異方性を有する $L1_0$ -FePt 微粒子の生成方法やその磁気的特性評価が多く検討されている。我々も $L1_0$ -FePt 孤立微粒子群を特異な急速昇降温熱処理手法を用いて作製する研究を行っている。しかし、現行において微細な粒子群ほど、大きさや微粒子間距離が大きく異なり、また、試料面上での磁気特性分布の評価も重要となるが、一般的に磁気特性評価に用いられる振動試料型磁力計では原理的に局所計測が不可能である。そこで、我々は磁気光学的手法による局所的な磁気的情報の検出を試みた。本報告ではまず、大きな磁気光学効果を有する GdFe 薄膜を参照試料とし、急速昇降温熱処理を行った FePt ナノ微粒子群に対する磁気光学効果の旋光性および磁気円二色性に基づく計測につき報告する。

2実験方法 DC / RF マグネトロンスパッタ法を用いて作製した SiN (60 nm) / Gd₂Fe₇₈ (20 nm) / SiN (5 nm) / glass sub. と DC スパッタリング法により成膜し急速昇降温熱処理を行った Fe₅₀Pt₅₀ (1.88 nm) / SiOx. / Si sub. を試料として用い磁気光学 Kerr 効果の計測を行った。GdFe 系薄膜は磁気光学効果が大きく生じることから磁気光学効果の計測システム評価のため用いた。光源に He - Ne レーザ ($\lambda = 632 \text{ nm}$, $\phi = 2 \text{ mm}$) を使用し光弾性変調器 (PEM) を用いた高 SN 比による磁気光学 Kerr 効果計測を行った。FePt は GdFe と比べ高い一軸磁気異方性を有するので最大 14 kOe の磁場印加下において検討を行った。また、微粒子化した FePt の粒子面積を求めるために用いた走査型電子顕微鏡による観察画像を Fig.1 に示す。ここで、FePt 測定試料の観察位置を変えても微粒子数・大きさがほぼ同等であることを確認したうえで、Fig.1 において平均粒子面積を計算すると $1.13 \times 10^{-10} \text{ mm}^2$ であった。さらに、レーザ照射範囲内での磁性体粒子面積を計算すると約 0.78 mm^2 となった。

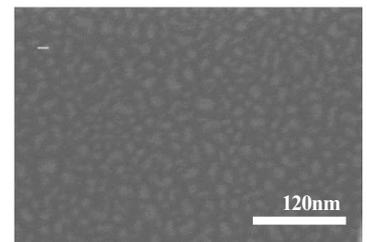


Fig.1 FePt nanoparticle. image

3実験結果 GdFe と FePt の磁気光学 Kerr 効果における旋光性及び磁気円二色性の計測結果をそれぞれ Fig.2 (a), (b) に示す。また、Fig.2 (b)には超伝導量子干渉素子式振動試料型磁力計 (SQUID - VSM) により測定した FePt ナノ微粒子の磁化曲線を示す。Fig.2 より GdFe は高 SN 比で急峻な磁気光学ヒステリシスループが得られ、FePt では磁場 H に対し傾きが緩やかな磁場応答が検出された。ここで、GdFe の磁気光学検出電圧差 ΔV は (a) $17 \mu\text{V}$ (b) $40 \mu\text{V}$ に対し、FePt の ΔV は (a) $0.8 \mu\text{V}$ (b) $3.0 \mu\text{V}$ であり、検出電圧が非常に微弱だが、磁場による検出電圧の変化を捉えた。その要因の 1 つとして、磁気光学信号自体が微小である事に加え、レーザ光照射面積に対する磁性体面積の差異が考えられる。各試料において比較するとレーザ光照射面積 3.14 mm^2 に対し、磁性体領域面積が約 0.78 mm^2 と 1/4 程度になるため、FePt における磁気光学検出信号が小さくなると推測する。Fig.2 (b)より磁気光学応答と磁化曲線の形状を比較すると FePt は磁場 H に対し急峻な変化が起こらず $\pm 1.8 \text{ kOe}$ までの遷移領域、 $\pm 1.8 \text{ kOe}$ 以降での 2 つの単調領域の 3 つの領域が確認できることから FePt ナノ微粒子の磁化特性の特徴を反映する磁気光学信号が検出された。

4謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 (21K04184) 及び情報ストレージ研究推進機構 (ASRC) の助成を受けたものである。

5参考文献 [1] 三吉啓介, 牧野哲也, 塚本新, 日本大学理工学部学術講演会予稿集, C-7 (2016).

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

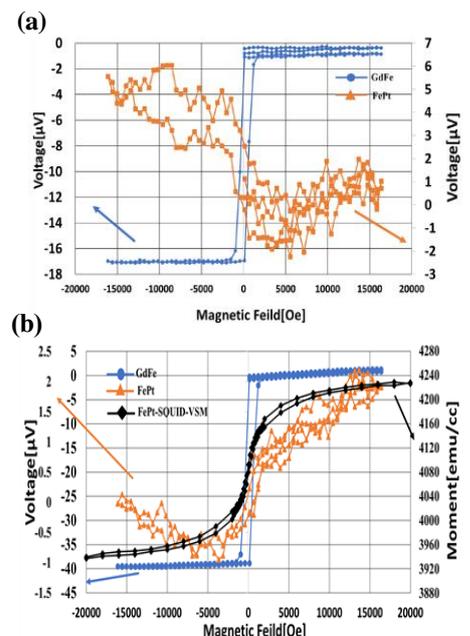


Fig.2 (a)Magneto-Optical Kerr effect in GdFe, FePt (b)Magnetic circular dichroism in GdFe, FePt / $M - H$ curve in FePt.