

CoPt-Ag ナノ構造体における局在プラズモン共鳴と磁気光学特性

山根治起、安川雪子*、武田啓輔*、伊佐地育圭*、小林政信*
(秋田産技センター、*千葉工大)

Magneto-optical properties and plasmonics on CoPt-Ag perpendicular magnetic nanostructures

H. Yamane, Y. Yasukawa*, K. Takeda*, Y. Isaji*, M. Kobayashi*
(Akita Ind. Tech. Center, *Chiba Inst. Tech.)

はじめに

プラズモン共鳴あるいはフォトリソニック結晶による磁気光学効果の増大が注目されている。我々は、光検知方式を用いた新たな化学センサの開発を目的として、磁性ナノ構造体の磁気光学特性について検討を進めている。垂直磁気異方性を有する CoPt 層と Ag 微粒子で構成された CoPt-Ag ナノ構造体では、飽和磁場に比べて小さな印加磁場で、極 Kerr 回転角が増加する特異な現象が観測される^{1,2)}。これは、Ag 微粒子に近接する CoPt 層の磁気光学極性の反転に起因するものであり、局在プラズモン共鳴の影響と考えている。本研究では、CoPt-Ag ナノ構造体における特異な磁気光学物性の起源を解明することを目的とした検討を行った。

実験方法

試料は、マグネトロンスパッタ法および熱処理による凝集現象を用いてガラス基板上に作製した。最初に、Ru 下地層 (100 nm) に、厚さが 3 nm の Al 添加 ZnO 界面層 (AZO) を介して、Ag (5 nm) 薄膜を室温にて成膜する。その後、真空中で熱処理 (500°C, 60 分) を行うことで Ag の微粒子構造を形成する。さらに、その上に hcp(001)-Co₃₀Pt₇₀ 膜 (5 nm) を、AZO 界面層 (2 nm) を介して成膜する。膜表面形状は、走査型電子顕微鏡 (SEM) により、また、磁気光学特性は、極 Kerr 効果により波長 250~900 nm の範囲で測定した。

実験結果

図 1 は、波長: 400 nm で測定した CoPt-Ag ナノ構造体の極 Kerr ループである。飽和磁場に比べて小さな印加磁場 (約 2 kOe) において、Kerr 回転角が最大となる特異な磁気光学特性が観測される。SEM 像から、試料表面には、大きさが 50~200 nm の微粒子が形成されていることが分かっている。このことから、CoPt 層は、Ag 微粒子 (Particle) あるいは Ru 連続膜 (Matrix) を下地とする 2 種類に分類することができ、この場合、各 CoPt 層の Kerr 回転角 (θ_{particle} , θ_{matrix}) は、以下の式から求められる。

$$\theta_{\text{particle}} = (\theta_{\text{MAX}} - \theta_{\text{S}}) / 2, \quad \theta_{\text{matrix}} = (\theta_{\text{MAX}} + \theta_{\text{S}}) / 2$$

図 2 は、上式より求めた、Ag 微粒子上の CoPt 層の磁気光学スペクトルであり、図 2 (b) には、同様の手法により求めた楕円率の結果を示している。また、比較として、厚さが 100 nm の Ag 連続膜上に形成した CoPt 層 (5 nm) についても示している。下地の Ag の形状が変わることで、回転角、楕円率ともに、磁気分光スペクトルが大きく変化していることが分かる。Ag 連続膜上では、Ag の吸収 (プラズマ) 端での Kerr 回転角の増幅が見られ、このとき楕円率の極性が反転する。一方、Ag 微粒子上では、波長: 345 nm 付近で Kerr 回転角の極性が反転し、その前後で極大を示している。ここで、分光光度計による測定から、CoPt-Ag ナノ構造体は、波長: 370 nm 付近に、微粒子化ともなう新たな吸収ピークを有することが分かっている。以上のことから、CoPt-Ag ナノ構造体における、Kerr 回転角の短波長側での正の極大は、Ag 連続膜の場合と同様に Ag 吸収端での増幅効果、一方、長波長側での負の極大は、Ag 微粒子での局在プラズモン共鳴に起因する増幅と考えられる。本研究は、科研費の助成を受けて実施した。

参考文献

- 1) H. Yamane *et al.*, J.J.A.P. **54**, 06FJ09 (2015)
- 2) H. Yamane *et al.*, A.P.L. **106**, 052409 (2015)

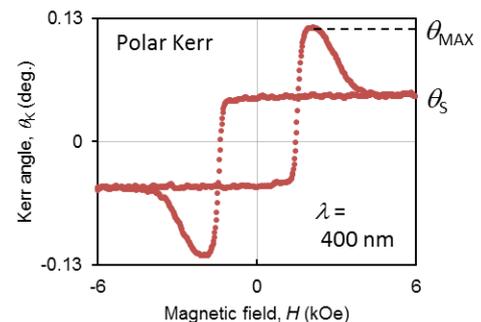


Fig.1 Polar Kerr loop for CoPt-Ag nanostructures.

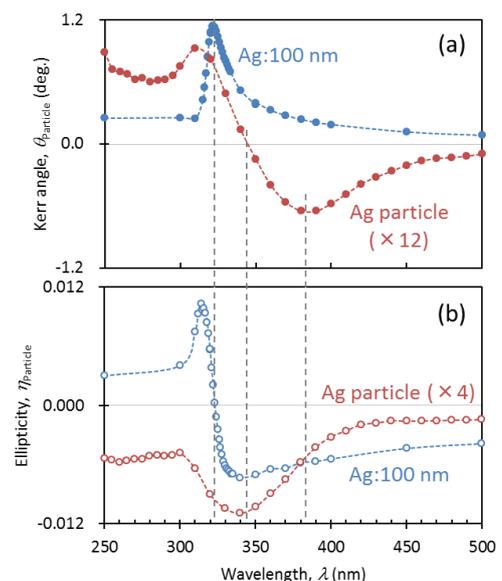


Fig.2 Kerr rotation and ellipticity spectra for CoPt-Ag nanostructures.