

2次元ナノ構造を有する反強磁性結合型 CoPt 積層膜の磁気特性

2-Dimensional Nano-Arrays on Antiferromagnetically Coupled CoPt Stacked Films

秋田産技センター¹, 千葉工大² ○山根 治起¹, 安川 雪子², 小林 政信²

Akita Ind. Tech. Center¹, Chiba Inst. Tech.², ○H. Yamane¹, Y. Yasukawa², M. Kobayashi²

E-mail: yamane@rdc.pref.akita.jp

フォトニック結晶あるいはプラズモン共鳴による磁気光学効果の増強が注目されている。大きな磁気光学効果は、光情報通信やプラズモンセンサなど光デバイスの高性能化に繋がると期待されている。我々は、磁気光学特性の向上を目的として、垂直磁化ナノ構造体の研究を進めている。本研究では、2次元ナノ構造の付与が磁気特性に与える影響、特に、反強磁性結合を有する CoPt 積層膜に対して、上部層のみに微細加工を施すことで、疑似的な磁気パターンの形成を試みた。

試料の作製には、マグネトロンスパッタ法を用い、熱酸化 Si 基板上に Ru 下地層を成膜後、hcp(001)-Co₈₀Pt₂₀ 単層膜および反強磁性結合型積層膜を形成した。膜構造は、それぞれ、[CoPt(10)/Ru(100)]および[CoPt(5)/Ru(0.5)/CoPt(10)/Ru(100)], (unit: nm)とし、さらに、膜表面には保護層として厚さ 2 nm の Ru 膜を形成した。微細加工には、電子線リソグラフィおよび Ar イオンミリングを用いて、六方格子状に直径：100~1000 nm のドットおよびホールアレイを作製した。磁気特性は、半導体レーザ(波長：405 nm)を用いて、約 ϕ 5 μ m の領域を極 Kerr 効果により測定した。

微細加工前の CoPt 単層膜および反強磁性結合積層膜の磁気光学曲線を図 1 に示す。単層膜では、保磁力が約 0.6 kOe で、角型比が 1 の良好な垂直磁気特性が確認できる。一方、積層膜では、残留磁化状態において上下磁性層の磁化が反平行配列となり、磁気光学効果は消失する。このとき、CoPt 上部層 (5 nm) のシフト磁界：約 3.5 kOe から、交換結合の大きさは約 1.52 erg/cm² と見積もられる。これらの膜に対して、磁性ドットパターンの形成を試みた。単層膜では、ドットサイズの減少にともなって、飽和磁場が急激に増加し、直径：200 nm では、磁化反転に約 10 kOe の大きな外部磁場を必要とした。光機能デバイスへの応用を想定した場合、磁化反転磁場の増加は、駆動コイルの大型化や消費電力の増大に繋がる。これに対して、反強磁性結合膜への磁気パターンの形成では、上部磁性層のみに微細加工を行う。例えば、図 2 に示すように、CoPt 上部層にホールパターンを形成することで、疑似的な磁性ドットが構築できる。図 3 は、反強磁性積層膜に形成した直径：200 nm の疑似磁性ドットアレイの極 Kerr 測定の結果であり、加工前には見られなかった残留磁化状態での磁気光学効果が観測できる。ここで、疑似磁気パターンの制御は、下部の CoPt 連続膜の磁化反転によって行われ、デバイス駆動に必要な印加磁場の増大を抑えることが可能である。本研究は、科研費 (17K05087) の助成を受けて実施した。

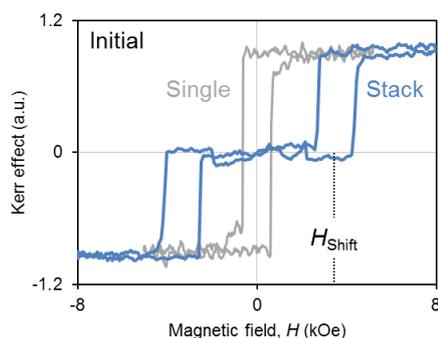


図 1. Polar Kerr loops of CoPt single and stacked films.

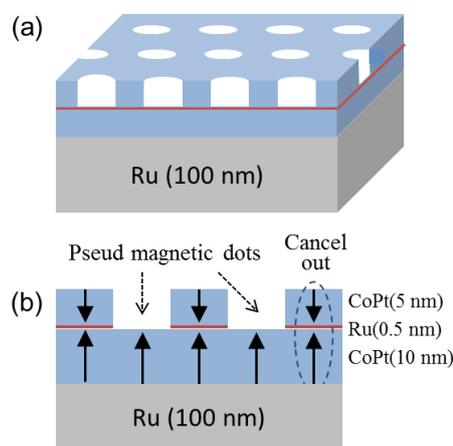


図 2. Fabrication of pseud magnetic dot on antiferromagnetically coupled film.

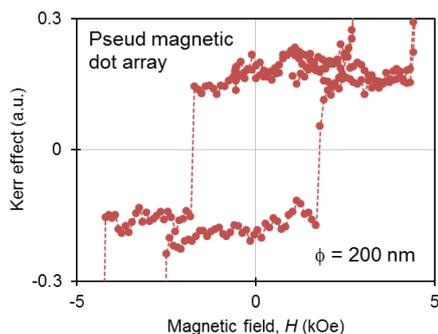


図 3. Polar Kerr loop of CoPt stacked film with pseud magnetic dot-array.