磁気ドットのコンビナトリアル合成と解析 Combinatorial synthesis and analysis of magnetic dot array 東京理科大学¹, JASRI²⁰(B)木村 恵太¹, (M1)西尾 直¹, (M1)沖 直人¹, (B)山本 雅大¹, (B)角野 知之¹, 大河内 拓雄², 小嗣 真人¹ Tokyo Univ. of Sci¹, JASRI²[°]Keita Kimura¹, Tadashi Nishio¹, Naoto Oki¹, Masahiro Yamamto¹, Tomoyuki Kadono¹, Takuo Ohkochi², Masato Kotsugi¹ E-mail: 8215056@ed.tus.ac.jp

近年、省エネルギーなデバイス開発を背景にスピントロニクスの応用研究が精力的に行われている。 その一つとして、磁気渦構造の磁気ドットを用いたデバイスが提案されている^[1]。磁気ドットの磁区 構造は形状磁気異方性の効果を受けるため、形状磁気異方性の効果を最適化する必要がある。従来法 では磁気ドットを逐一作製するため、磁区構造を網羅的に解析するには多大な労力と時間を要してい た。そこで我々は、物理パラメータの異なる試料を一括で作製するコンビナトリアル合成に着目し、 試料作製および解析を一括で行った。加えて理論計算と実験データの比較を行うことで、効率的かつ 網羅的な磁区構造解析技術の検討をしたので、その結果について報告する。

実験としては、SiO₂/Si 基板上に DC マグネトロンスパッタを用いて電流 18 mA で 10 分間成膜し、 膜厚 45 nm のパーマロイ薄膜を作製した。ドット形状はマスクレスフォトリソグラフィを活用し、直 径 8.07 μm から 2.37 μm のドットを網羅的かつ自動的に作製した。なお露光時間は 300 s とした。磁 区像構造解析は SPring-8 の BL17-SU に設置されている光電子顕微鏡を用いた X 線磁気円二色性測定

(XMCD-PEEM)により磁気構造を取得した。複数のドット試料を一つの視野に収め、効率的な測 定を行った。なおXMCD-PEEMにはFeのL吸収端を用いた。実験的な磁区構造とマイクロマグネテ ィクスによる理論計算との比較を行った。なお理論計算にはMumax³を用いて行った。

Figure 1 に直径 5.36 µm のドットの XMCD-PEEM による磁区像を示す。この磁気ドットの磁区構造 は、典型的な磁気渦構造となることが確認された。Figure 2 に直径 4.51 µm から 4.21 µm のドットの XMCD-PEEM による磁区像を示す。これらのドットでは多磁区構造が確認された。また、更に小さい 直径 3.88 µm のドットでは磁気渦構造であることが確認された。多磁区構造となった要因として、エ ッジ部分の起伏による形状磁気異方性の寄与が考えられる。理論計算では初期磁化によって安定状態 が異なり、磁気渦構造と多磁区構造のいずれかとなった。この計算結果が、実験データで観察された 振る舞いと定性的に一致することを確認した。



Fig.1 Magnetic domain for Py dot with a diameter of 5.36 µm by XMCD-PEEM measurement



Fig.2 Magnetic domain for Py dots with diameters of 4.51 µm to 4.21 µm by XMCD-PEEM

[1] W. Zhou et. al., Phys. Rev. B, 220401(R), (2016)