

走査型 XMCD 顕微鏡によるイオン照射型 L1₀-MnGa ビットパターン膜の局所的磁気状態の評価

石川 徹, 福田 憲吾, 大島 大輝, 加藤 剛志, 中村 哲也*, 小谷 佳範*,
豊木 研太郎*, 岩田 聡 (名古屋大学, *JASRI/Spring-8)

Local magnetic state of ion-irradiation L1₀-MnGa bit patterned films probed by
scanning X-ray magnetic circular dichroism microscope

T. Ishikawa, K. Fukuta, D. Oshima, T. Kato, T. Nakamura*, Y. Kotani*, K. Toyoki*, S. Iwata
(Nagoya Univ., *JASRI/Spring-8)

概要

我々はこれまで、大きな垂直磁気異方性を持つ L1₀-MnGa 規則合金薄膜を用いて、イオン照射型ビットパターンの作製を行い、イオン照射による磁気パターン作製法が、平坦、高密度、ビット端ダメージの少ないパターン構造の作製に有効と考えられることを示してきた^{1),2)}。今回、我々は Spring-8 BL-25SU において、スポット径 100 nm のナノビーム X 線を用いた走査型 X 線磁気円二色性 (XMCD) 顕微鏡を用いて、MgO (001) 単結晶基板上に作製した MnGa 磁気パターンのビットごとの反転磁界と 1 つのビットパターン内の XMCD スペクトルを測定することにより、MnGa パターン膜の局所的な磁気状態の評価を試みたので報告する。

実験方法

L1₀-MnGa(001)膜は、マグネトロンスパッタリング装置を用いて作製し、膜構成は Cr (2 nm) / MnGa (15 nm) / Cr (20 nm) / MgO(001) sub. とした。MgO 基板の表面をフラッシュするために 600°C で 10 分間熱処理後、基板温度 400°C で Cr バッファ層を成膜した。Cr 層成膜後、600°C で 60 分間熱処理した。その後、基板温度 300°C で MnGa 膜を成膜し、MnGa 層の規則化のため、成膜後 400°C で 60 分間熱処理した。電子ビーム露光装置によるレジストパターン作製とイオン注入装置による 30 keV の Kr イオン照射により、MnGa 磁気パターン構造を作製した。Spring-8 BL-25SU の走査型 XMCD 顕微鏡により、パターン内のビット反転磁界と XMCD スペクトルを測定した。

実験結果

Fig. 1 は、作製した MnGa 磁気パターン膜 (500 nm ピッチ) の走査型 XMCD 顕微鏡像を示している。入射 X 線のエネルギーは Mn の L₃ 吸収端である 639 eV とし、スキャン範囲は 12 μm × 12 μm である。まず +2 T の磁界を加えて XMCD 像を取得し、全てのビットが飽和していることを確認した。Fig. 1 は磁気飽和した後に、(a) -0.2 T, (b) -0.3 T の磁界を加えた状態での XMCD 顕微鏡像である。-0.2 T の時点ではほとんどのビットが反転していないが、-0.3 T の磁界を加えた時点ではおよそ半分のビットが反転しており、反転しやすいビットとそうでないビットがあることが分かる。さらに負方向に磁気飽和後、正方向の磁界で磁化反転をしても、この反転しやすいビットから反転することが確認された。また、ビットピッチ 10 μm の MnGa パターン膜の 1 つのビットに X 線を集光した条件で XMCD スペクトルの測定を行ったところ、639 eV と 650 eV 付近でそれぞれ負と正の XMCD ピークを示した。磁気光学総和則により軌道モーメントとスピンモーメントの比 $\langle L_z \rangle / 2 \langle S_z \rangle$ を求めると 0.02 という小さな値が得られた。これらの結果は未加工の MnGa 膜の XMCD スペクトル²⁾とよく一致した。

参考文献

- 1) D. Oshima et. al., IEEE Trans. Magn., **49**, 3608 (2013).
- 2) D. Oshima et. al., IEEE Trans. Magn., **52**, 3201804 (2016).

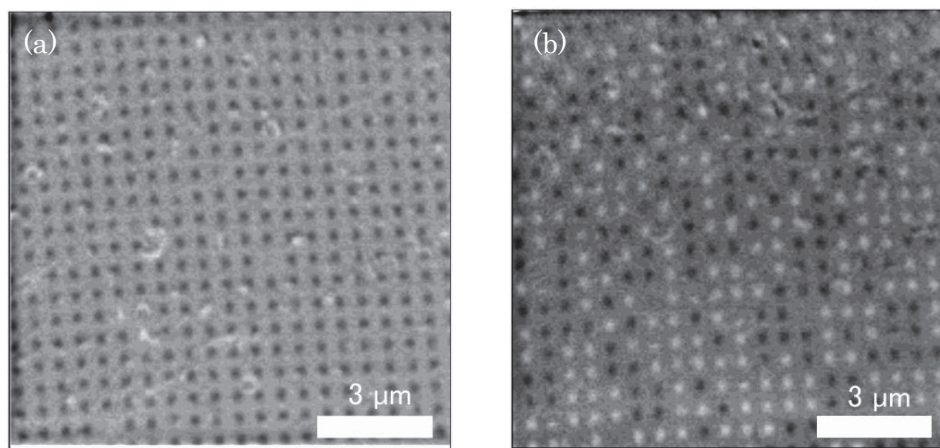


Fig. 1 Scanning XMCD images of bit patterned MnGa with a pitch size of 500 nm. Before taking the images, the sample was saturated by applying a field of +2 T, then negative fields (a) -0.2 T and (b) -0.3 T were applied for taking the images.