

イオン照射による Si 基板上 MnGa (001)配向膜の磁気パターンニング

石川 徹, 根来 翼, 大島 大輝, 加藤 剛志, 岩田 聡
(名古屋大学)

Ion-irradiation patterning of (001) oriented MnGa film grown on Si substrate

T. Ishikawa, T. Negoro, D. Oshima, T. Kato, S. Iwata
(Nagoya Univ.)

はじめに

イオン照射により材料の表面形状を変化させずに磁気的パターン構造を作製する手法は、低コストのビットパターン媒体 (BPM) 作製手法として有効である。我々は、大きな垂直磁気異方性を有する $L1_0$ -MnGa 規則合金膜に注目し、MnGa 膜への局所的なイオン照射によるビットパターンの作製を行ってきた。これまで、MgO(001)単結晶基板上の(001)配向 MnGa 膜のビットパターンについて報告してきたが、応用上安価なガラス基板等を用いる必要がある。そこで、我々は熱酸化膜付き Si 基板上に(001)配向 $L1_0$ -MnGa の成膜を試み²⁾、今回、この Si 基板上の(001)配向 $L1_0$ -MnGa 膜への局所的イオン照射による磁気パターン構造の作製を試みたので報告する。

実験方法

$L1_0$ -MnGa 規則合金膜の作製は、マグネトロンスパッタリング法にて行い、膜構成は Cr (2 nm) / MnGa (15 nm) / Cr (20 nm) / MgO (20 nm) / NiTa (25 nm) / Si sub. とした。なお、MgO 層のみ超高真空蒸着により室温で成膜した。MgO 層上の Cr バッファ層は室温でスパッタ成膜後、600°Cで 60 分間、真空中で熱処理を行った。その後 100°C付近まで徐冷した後 MnGa 膜を成膜し、成膜後 $L1_0$ 規則化のため 400°Cで 30 分間、真空中で熱処理を行った。なお、マグネトロンスパッタ室と真空蒸着室は高真空中で繋がれており、試料を大気暴露することなく成膜した。その後、電子ビーム露光装置および、イオン注入装置を利用して磁気パターン構造を形成した。

実験結果

Fig. 1(a)は、Si 基板上に作製した MnGa 膜の M - H ループを示している。なお、参考のため過去に報告した MgO(001)基板上の MnGa 膜の M - H ループも(b)図に示す。MgO(001)上の MnGa 膜に比べ、飽和磁化が 100 emu/cc と小さく、保磁力が 10 kOe と大きいことから、Si 基板上の MnGa 膜は MgO(001)基板のものに比べ膜の均一性などが劣っていると考えられる。しかしながら、膜法線方向を容易軸とする大きな垂直磁気異方性を示しており、(001)配向の $L1_0$ -MnGa 膜が得られている。Fig. 2 は、この膜に局所的なイオン照射をすることにより作製した(a) 1500 nm ピッチ、(b) 150 nm ピッチパターンの MFM 像である。ここには示していないが、膜の表面荒さは 1.2nm 程度であり、イオン照射による形状の変化は観測されなかった。(a)、(b)ともにイオン照射されたビット間の領域において磁気コントラストが消失しているが、イオン照射されていないビット内には磁気的な構造が観察される。しかしながら、100 nm 以下のピッチでは磁気的なパターン構造を確認することができなかった。この原因として膜の表面平坦性や膜の均一性が考えられる。今後は、バッファ層の検討などにより、Si またはガラス基板上の $L1_0$ -MnGa 膜の配向性、均一性を向上させることで、より微細な磁気パターン構造の形成を目指す。

参考文献

- 1) D. Oshima et.al., IEEE Trans. Magn., vol.49, p.3608 (2013).
- 2) 根来翼 他, 第 38 回 日本磁気学会学術講演会, 3pA-2 (2014).

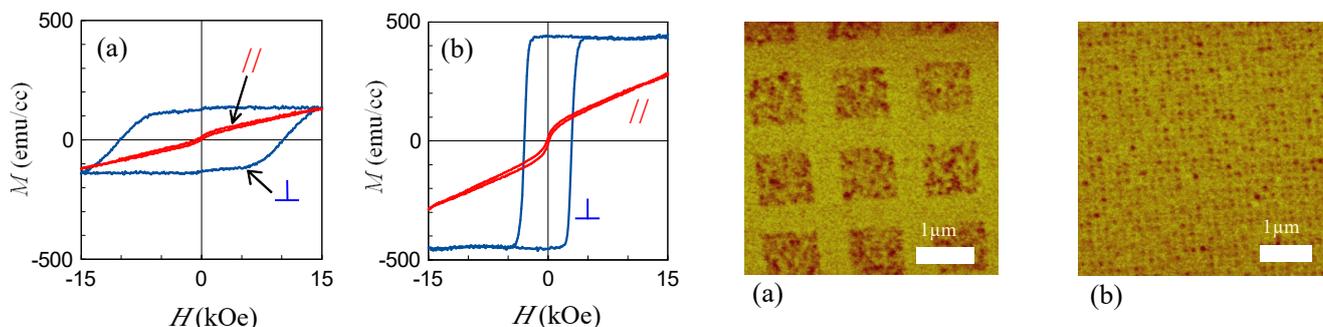


Fig. 1 (a) M - H loops of as-prepared MnGa film grown on Si substrate. M - H loops of MnGa grown on MgO (001) substrate are shown in (b) as a comparison. Fig. 2 MFM images of ion-beam patterned MnGa films with the pitch sizes of (a) 1500 and (b) 150 nm.