

# $L1_0$ -MnGa 円形ドットにおける磁気特性のサイズ依存性

幕田 裕和、高橋 勇圭、嶋 敏之、土井 正晶  
(東北学院大学)

Magnetic properties dependence on size of  $L1_0$  - MnGa circular dots

H. Makuta, Y. Takahashi, T. Shima, M. Doi  
(Tohoku Gakuin Univ.)

## 背景

$L1_0$ -MnGa 合金は高い一軸磁気異方性( $\sim 10^7$  erg/cm<sup>3</sup>)<sup>1)</sup>を示すことから、希土類元素、貴金属元素を含まない高性能磁性材料として注目を集め、スピニエレクトロニクスデバイス分野などへの応用に向けた数多くの研究が行われてきた<sup>2)</sup>。しかしながら、微小サイズにおける  $L1_0$ -MnGa 合金の磁気特性に関する研究報告は少なく、高密度メモリや微小デバイスへの応用のためにはこの解明が望まれる。本研究では、電子線リソグラフィを用いた微細加工によって  $L1_0$ -MnGa 円形ドット配列試料を作製し、ドットサイズと磁気特性の関係を調査した。

## 実験方法

薄膜試料は高周波マグネトロンスパッタリング装置を用いて MgO(100)基板上に Cr バッファ層、MnGa 層、Cr キャップ層の順に積層し作製した。MnGa 層の成膜には Mn 及び MnGa (40:60 at. %)合金ターゲットを用い、Mn と MnGa を交互に積層し、これに熱処理を施すことにより  $L1_0$  構造への規則化を促進させた。薄膜の微細加工には電子線リソグラフィ及び Ar イオンミリング装置を用い、様々な直径の円形ドットを作製した。特性評価は、組成分析にエネルギー分散型 X 線分析(EDX)、結晶構造解析に X 線回折(XRD)、磁気特性評価に超伝導量子干渉素子(SQUID)及びマイクロ磁気光学 Kerr 効果測定( $\mu$ -MOKE)、薄膜表面形態、ドット形状観察に原子間力顕微鏡(AFM)、磁区構造観察に磁気力顕微鏡(MFM)をそれぞれ用いた。

## 実験結果

MnGa 層成膜時の基板温度  $T_s$  の最適条件を検討するため、後熱処理温度を 300 °C に固定し、 $T_s$  を変化させて結晶構造と磁気特性の評価を行った。MnGa 層の総膜厚は 20 nm とした。これら薄膜の XRD パターンから  $T_s = 100$  °C から 300 °C の範囲において  $L1_0$ -MnGa の (001)、(002)ピークが明瞭に観察されたことから、 $L1_0$  構造に規則化した MnGa 相が得られていることが確認された。磁化曲線を Fig.1 に示す。磁化測定の結果、 $T_s = 100$  °C において最も高い 288 emu/cm<sup>3</sup> の飽和磁化が確認され、さらに  $T_s$  を増加させると飽和磁化が低下した。講演では、これら薄膜試料を微細加工して作製された円形ドットの、磁気特性のサイズ依存性について詳細に報告する。

## 参考文献

- 1) S. Mizukami *et al.*, Phys. Rev. B **85**, 014416 (2012)
- 2) Q. L. Ma *et al.*, Phys. Rev. Lett. **112**, 157202 (2014)

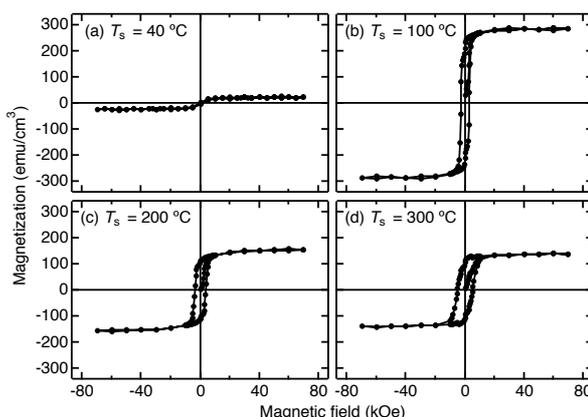


Fig. 1 Magnetization curves for the MnGa thin films with (a)  $T_s = 40$  °C, (b) 100 °C, (c) 200 °C, and (d) 300 °C. The field was applied to out-of-plane direction.