

# 異なるバッファ層上の $Mn_xGa$ 薄膜の磁気特性

高橋勇圭、佐藤啓、嶋敏之、土井正晶  
(東北学院大学大学院工学研究科)

## Dependence of magnetic properties on different buffer layers of $Mn_xGa$ thin films

Y. Takahashi, K. Sato, T. Shima, M. Doi

(Graduate School of Engineering, Tohoku Gakuin University)

### はじめに

$Mn-Ga$  規則合金膜は飽和磁化( $M_s = 200-600 \text{ emu/cm}^3$ )<sup>1-3)</sup>、高い磁気異方性( $K_u = 10-23.5 \text{ Merg/cm}^3$ )<sup>1-3)</sup>を示すことが知られている。従って、近年では  $Mn-Ga$  合金薄膜は新規永久磁石材料やスピニエレクトロニクスデバイスの次世代材料として注目されており、 $Mn-Ga$  合金薄膜の研究が多く行われている。 $Mn-Ga$  薄膜は組成によって強磁性からフェリ磁性を示し、チューナブルな飽和磁化と高結晶磁気異方性を有するとされているが、バルクにおける  $L1_0$  型  $Mn-Ga$  (1 対 1) 合金は平衡状態図では存在しない。また、蒸着法を用いて作製された  $Mn-Ga$  合金薄膜や様々なバッファ層で作製された報告も少ない。本研究では超高真空電子ビーム蒸着装置を用いて作製した異なるバッファ層上における  $Mn_xGa$  薄膜の磁気特性の関係を明らかにすることを目的とした。

### 実験方法

薄膜試料は超高真空電子ビーム蒸着装置を用いて作製し、蒸着ソースは到達真空度  $5 \times 10^{-3} \text{ Pa}$  以下の状態でアーク溶解法により作製した  $Mn_{1.0}Ga$  合金を用いた。薄膜作製時は到達真空度  $8.9 \times 10^{-7} \text{ Pa}$  以下、基板温度  $T_s = 300 \text{ }^\circ\text{C}$ 、熱処理温度  $T_a = 300 \sim 500 \text{ }^\circ\text{C}$ 、熱処理時間 3h とした。また膜構成は  $MgO(100)$  基板上に様々なバッファ層(Cr, Fe, Pt, Au)を 5 nm、磁性層として  $MnGa$  を 20 nm、キャップ層として Cr を 10 nm とした。作製した薄膜の組成をエネルギー分散型 X 線分析装置(EDX)、結晶構造を X 線回折装置(XRD)、表面粗さを原子間力顕微鏡(AFM)、磁気特性は超伝導量子干渉型磁束計(SQUID)を用いて評価した。また、薄膜表面を反射高速電子線回折装置(RHEED)により、その場観察を行った。

### 実験結果

Fig.1 に薄膜作製時の Cr または Pt バッファ、磁性層の  $MnGa$  薄膜をその場観察した RHEED パターンを示す。RHEED パターンでは Cr バッファにおいてはそれぞれのストリーク間隔が下の層に合うように成長しており、 $MnGa$  層では表面再配列構造も観察された。これは原子レベルで平坦な表面が成膜されたエピタキシャルな薄膜であるといえる。しかしながら、Pt バッファにおいては Cr バッファに比べ、ややリング状のパターンが見られており、多結晶に近い成長が確認された。講演では Mn 組成とバッファ層を変化させた薄膜の基板温度や熱処理温度における規則度および表面粗さと磁気特性の関係について報告する。

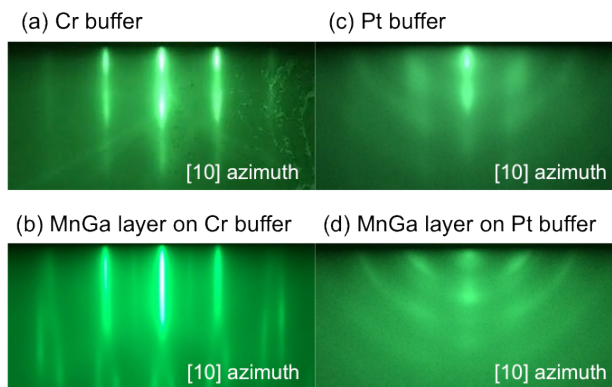


Fig.1 RHEED patterns of  $Mn-Ga$  thin films.

### 参考文献

- 1) S. Mizukami, T. Kubota, F. Wu, X. Zhang, T. Miyazaki, H. Naganuma, M. Oogane, A. Sakuma and Y. Ando, *Phys. Rev. B* **85**, 014416 (2012).
- 2) K. Z. Suzuki, R. Ranjbar, A. Sugihara, T. Miyazaki and S. Mizukami: *Jpn. J. Appl. Phys.*, **55**, 010305 (2016).
- 3) Y. Takahashi, H. Makuta, T. Shima and M. Doi, *T. Magn. Soc. Jpn.* **1**, 30-33 (2017).