

課題番号 : F-16-WS-0043  
 利用形態 : 技術代行  
 利用課題名(日本語) : MnAlGe 層状化合物の薄膜作製  
 Program Title (English) : Fabrication of films of MnAlGe layered compound  
 利用者名(日本語) : 梅津 理恵  
 Username (English) : Rie Y. Umetsu  
 所属名(日本語) : 東北大学金属材料研究所  
 Affiliation (English) : Institute for Materials Research, Tohoku University

## 1. 概要(Summary)

MnAlGe 層状化合物は  $\sim 10 \text{ Merg/cm}^3$  もの大きな結晶磁気異方性エネルギーを有することが知られており [1]、垂直磁化膜の強磁性材料としてスピントロニクス分野等への応用が期待されている [2]。本研究では、この MnAlGe と BaTiO<sub>3</sub> 強誘電体から構成される多層膜を作製し、電界による磁気異方性の制御を最終目的としているが、ここでは、まず熱酸化シリコン基板上に MnAlGe 薄膜の単層膜を作製し、*c* 軸配向のための製膜時の基板加熱温度の最適化を行うことを目的としている。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

イオンビームスパッタ装置

### 【実験方法】

到達真空度は  $3 \times 10^{-7}$  Torr 以下、スパッタ時の圧力は  $4 \times 10^{-4}$  Torr、加電圧電流 950 V、80 mA、基板加熱温度は設定温度 400~700°C の条件下で行った。ターゲット組成は Mn<sub>27</sub>Al<sub>36.5</sub>Ge<sub>36.5</sub> で、20×20 mm の熱酸化シリコン基板上に 100 nm 製膜したものを試料とした。構造解析は X 線回折測定、磁気特性は試料振動型磁力計を用いて評価した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig.1(a)に基板加熱設定温度 400°C の条件で製膜した MnAlGe の磁化曲線を室温にて測定した結果を示す。Fig.1(b)は設定温度が 500°C の場合の膜試料の磁化曲線である。この場合、面内と面直方向に磁場を印加して測定した磁化曲線は同様な振舞いを示し、磁気異方性は観られない。一方、Fig.1(a)の試料の磁化曲線は垂直磁化膜としての磁気特性が得られていることが分かる。X 線回折測定を行うと、(a)の試料の場合は、(001)、(002)などの *c* 軸配向に関連した指数の反射強度が強く観測される

のに対し、(b)の試料の方は(110)や(112)等の反射ピークも観測され、*c* 軸配向膜は得られておらず、磁化測定の結果と対応がつく。しかしながら、Fig.1(a)の面内磁化においても保磁力が観測されることから *c* 軸配向が完全でないと考えられる。更に、基板加熱温度の最適化を行う必要がある。

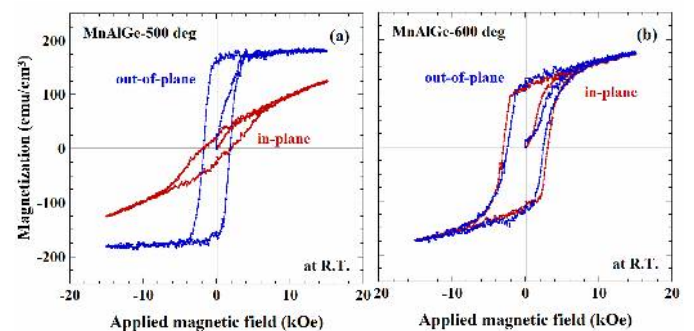


Fig.1 Hysteresis loops for in-plane and out-of-plane measured at room temperature for MnAlGe films on the Si/SiO<sub>2</sub> substrate. Setting temperatures of heating were 500 and 600 degree for (a) and (b), respectively.

## 4. その他・特記事項(Others)

### ・参考文献

- [1] K. Shibata, H. Watanabe, H. Yamauchi and T. Shinohara, J. Phys. Soc. Jpn., 35 (1973) 448.
- [2] S. Mizukami, A. Sakuma, T. Kubota, Y. Kondo, A. Sugihara, and T. Miyazaki, Appl. Phys. Lett., 103 (2013) 142405.

本研究は、文科省学際国際的高度人材育成ライフイノベーション材料創製共同研究プロジェクト(平成 28~33 年度)の支援を受けて行われた。

早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構の由比藤勇様、竹内輝明様、野崎義人様に感謝します。

### ・関連文献

- (1) R.Y. Umetsu, Y. Mitsui, I. Yuitoo, T. Takeuchi and H. Kawarada, "Substitution effects of Cr on magnetic properties for MnAlGe compound with Cu<sub>2</sub>Sb-type

structure”, The International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation, 7-8 October, 2016, Osaka, Japan

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし