

ホイスラー合金 Mn-Co-V-Ga 薄膜の磁気特性

土屋朋生, 杉山知子, 窪田崇秀, 成田一生, 水口将輝, 上野哲朗*, 井波暢人**, 小野寛太**, 高梨弘毅
(東北大金研, *NIMS, **KEK)

Magnetic properties of Mn-Co-V-Ga Heusler alloy thin film

T. Tsuchiya, T. Sugiyama, T. Kubota, I. Narita, M. Mizuguchi, T. Ueno*, N. Inami**,
K. Ono**, and K. Takashi
(IMR, Tohoku Univ., *NIMS, **KEK)

はじめに

Mn 基のフルホイスラー合金は、一部の組成がフェリ磁性であり、また、伝導電子スピンの完全に偏極したハーフメタル材料であるとされている。¹⁾ Mn_2VAl , Mn_2VGa はその代表的な組成であり、バルク試料、薄膜試料それぞれの分野でこれまでに数多くの研究結果が報告されている。²⁻⁵⁾

フェリ磁性ハーフメタルホイスラー合金は強磁性ホイスラー合金と比較して磁化が小さいため、スピントルクを利用した磁化反転における電流密度の低減に有効であると考えられる。更に、Galanakis らの理論計算に依れば、 Mn_2VZ (Z=Al 等) ホイスラー合金の Mn サイトを Co で置換することで、Mn の磁気モーメントが Co のモーメントによって補償され、ある組成で磁化ゼロのハーフメタル材料となるとされており⁶⁾、自在に磁化の大きさを制御できるハーフメタル材料として興味深い組成である。

本研究では、 $(\text{Mn-Co})_2\text{VGa}$ 薄膜の Co 組成を系統的に変化させたエピタキシャル薄膜を作製し、その磁気特性を明らかにすることを目的とした。

実験方法

試料は超高真空マグネトロンスパッタ装置を用いて作製した。基板は MgO (100) 単結晶基板を用いた。成膜前に Ar イオンで基板表面をミリングし基板表面の不純物を除去したのちに薄膜試料を下地層を用いずに成膜した。成膜時には基板温度を室温から 700°C の間で変化させた。試料の成膜は Mn, Co, V-Ga の 3 種の金属ターゲットを用いた同時スパッタにより行い、薄膜組成は各々のターゲットへの投入電力を変化させることで調整した。薄膜の組成分析は電子プローブマイクロアナライザー (EPMA) を用い、結晶構造、磁気特性をそれぞれ、X 線回折装置 (XRD)、振動型磁力計 (VSM) を用いて評価した。

実験結果

XRD による結晶構造解析の結果、基板温度を 700°C とすることで Co 組成 0–35at.% の範囲で $L2_1$ 規則構造を有するエピタキシャル薄膜が得られた。Fig. 1 に室温で測定した飽和磁化の Co 組成依存性を示す。Co 組成の増大に伴い磁化は線型的に減少を示し、Co 25at.% 以上の組成ではほぼゼロとなる。磁化がゼロとなる組成は文献 6) の計算結果と一致するものの、磁化が理論予測通り補償しているかどうかについてはさらなる調査が必要である。講演では、低温での磁化測定、磁気円二色性による磁気モーメントの測定結果についても議論する予定である。

謝辞：本研究の一部は JST 国際科学技術共同研究推進事業 (SICORP-EU, HARFIR) の助成により行われた。

参考文献

- 1) I. Galanakis, *et al.*: Phys. Rev. B **66**, 174429 (2002).
- 2) Y. Yoshida, *et al.*: J. Phys. Soc. Jpn. **50**, 2003 (1981).
- 3) K. Ramesh, *et al.*: J. Mag. Mag. Mater. **320**, 2737 (2008).
- 4) T. Kubota, *et al.*: Appl. Phys. Lett. **95**, 22503 (2009).
- 5) C. Klewe, *et al.*: J. Phys. Cond. Matt. **25**, 076001 (2013).
- 6) I. Galanakis, *et al.*, Phys. Rev. B **75**, 092407 (2007).

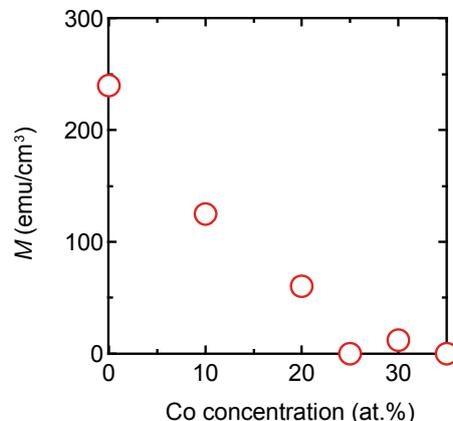


Fig. 1 Co-concentration dependence of saturation magnetization (M_s) for the Mn-Co-V-Ga films