

Mn_{2-δ}CoGa_{1+δ} 薄膜の垂直磁気異方性と結晶構造

高野大地¹、窪田崇秀^{1,2}、高梨弘毅^{1,2}

(¹ 東北大金研, ² 東北大 CSRN)

Perpendicular magnetization and crystal structure of Mn_{2-δ}CoGa_{1+δ} films

D. Takano¹, T. Kubota^{1,2}, K. Takanashi^{1,2}

(¹IMR, Tohoku Univ., ²CSRN, Tohoku Univ.)

はじめに

伝導電子スピンの分極率が 100% のハーフメタルは、スピントロニクス素子高性能化のための重要な材料である。本研究では第一原理計算によってハーフメタルであるとされる逆ホイスラー構造の Mn₂CoGa に着目した[1]。Mn₂CoGa 薄膜の磁気特性は下地材料に依存して垂直磁気異方性が誘起されることが報告されている[2,3]が結晶構造と磁気異方性の関係性は明らかになっていない。そこで、Mn₂CoGa 薄膜の結晶構造と磁気特性の膜厚及び下地層依存性を調べることで結晶格子の歪みと磁気異方性の関係を明らかにすることを目的とした。

実験方法

基板は MgO(100)単結晶基板を用いた。試料作製は超高真空スパッタリング装置によって行った。積層構造は次の 2 種類である。

Cr 下地: 基板/ Cr (20 nm)/ Mn-Co-Ga (*t*)/ Ta (3 nm)

Ag 下地: 基板/ Cr (20 nm)/ Ag (40 nm)/ Mn-Co-Ga (*t*)/ Ta (3 nm)

表面清浄化の為に MgO(100)基板をスパッタ装置内で 700 °C で 1 時間加熱し室温まで冷却した。各層の成膜温度は室温とした。成膜後のその場熱処理を Cr 成膜後に 700 °C、また Mn-Co-Ga 層成膜後に 500 °C で、各々 1 時間行った。Mn-Co-Ga 層は Mn-Ga ターゲットと Co ターゲットからの同時スパッタ法によって成膜した。なお、Mn-Co-Ga 層の化学量論比は Mn_{1.7}Co_{1.0}Ga_{1.3}、膜厚 (*t*) は 5 nm、10 nm、20 nm、30 nm である。最上部の Ta は保護層である。

作製した試料に対して、X 線回折(XRD)による結晶構造評価、振動型磁力計による磁気特性評価を行った。

実験結果

測定した磁化曲線から、Cr 下地を用いた試料は垂直磁化を示す一方で Ag 下地の試料は面内磁化となることが明らかになった。結晶構造は XRD 測定によりすべての試料がエピタキシャルに成長していることを確認した。薄膜面内方向 (*a* 軸) と面直方向 (*c* 軸) の格子定数から *c/a* 比を求めたところ、Cr 下地の試料は全ての試料で *c/a* > 1 であり、その値は膜厚の減少により大きくなる傾向が明らかになった。一方で Ag 下地では *c/a* ~ 1 であり、膜厚にほとんど依存しないことを確認した。また *c/a* が大きくなるほど一軸磁気異方性定数が大きくなる傾向にあることがわかった。

講演では Mn_{2-δ}CoGa_{1+δ} 薄膜を用いた膜面垂直通電型巨大磁気抵抗素子の実験結果も報告する。

謝辞

本研究の一部は情報ストレージ研究推進機構の支援を受けた。

参考文献

- [1] S. Chadov *et al.*, Adv. Funct. Mater. **23**, 832 (2013).
- [2] T. Kubota *et al.*, J. Appl. Phys. **113**, 17C723 (2013).
- [3] T. Kubota *et al.*, J. Appl. Phys. **115**, 17C704 (2014).