Co_2MnGa エピタキシャル薄膜の異方性磁気抵抗効果

Anisotropic magnetoresistance effect in Co_2MnGa Heusler alloy epitaxial thin films

豊田中研[1]，静岡大[2]，東北大[3] ○佐藤 岳[1]，古門 聡士[2]，小坂 悟[1]，
石川 剛[1]，小川 智之[3]，角田 匡清[3]

Toyota Central R&D Lab.[1], Shizuoka Univ.[2], Tohoku Univ.[3], ○Takashi Sato[1], Satoshi Kokado[2],
Satoru Kosaka[1], Tsuyoshi Ishikawa[1], Tomoyuki Ogawa[3], Masakiyo Tsunoda[3]

E-mail: t-sato@mosk.tytlabs.co.jp

Co 基ホイスラー合金は、高スピン分極率と高キュリー点を有するハーフメタルとして、実用デバイスへの適用が期待されている。近年、古門らによって s-d 散乱、交換磁場、結晶場を考慮して異方性磁気抵抗(AMR)効果が理解され、d 軌道のスピン分極率、および↑スピン電子と↓スピン電子の s-d 散乱における抵抗率の差に AMR 比が比例することが示されている[1]。そのため、AMR 効果は Co 基ホイスラー合金のハーフメタル性の理解に有効な現象であり、これまでに Co 基ホイスラー合金の AMR 特性が報告されている[2,3]。本研究では、高スピン分極率が期待される Co_2MnGa の AMR 特性を、MgO 単結晶基板上に Co 含有量を変化させてエピタキシャル成長させた薄膜試料を用いて検討した[4]。

作製した Co_2MnGa 膜の AMR 曲線の例を Fig. 1 に示す。測定は、電流を Co_2MnGa[110]方向に流し、8 T の外部磁場を印加して行った。また、電流方向と磁場印加方向の相対角度をθとした。AMR 曲線は 2 回対称の形状となり、測定温度の低下と共に振幅は増加した。

Co_2MnGa 膜および Co_2MnSi 膜（比較試料）の Co 含有量に対する AMR 比の変化を Fig .2 に示す。いずれの場合も AMR 比は負の値を示し、Co 50 at%付近でピークを持った。Co_2MnSi 膜では 5 K において−0.33%であったが、Co_2MnGa 膜では−2.32%と約 7 倍の大きさを示した。これは、Co_2MnGa がハーフメタル性に起因して高いスピン分極率を有するためと考えられる。

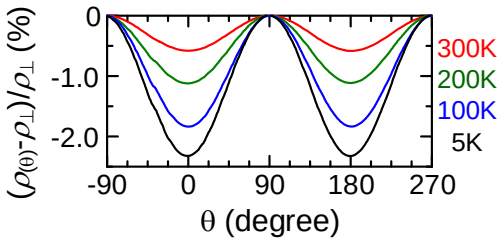


Fig. 1 Resistance changes $(\rho(\theta)-\rho_\perp)/\rho_\perp$ of $Co_{49.7}Mn_{22.1}Ga_{28.2}$ film as a function of the relative angle θ between the applied magnetic field direction and the electric current direction along Co_2MnGa[110].

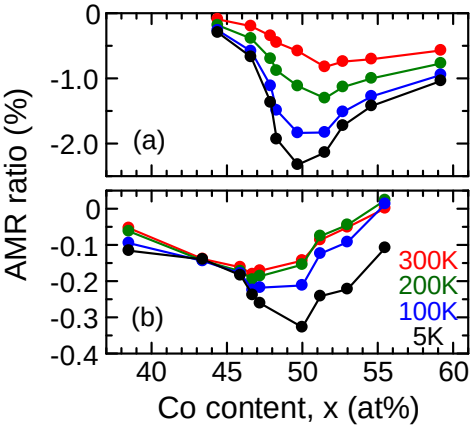


Fig. 2 Changes of AMR ratio of (a) $Co_x(Mn_yGa_{1-y})_{100-x}$ films with y = 0.44 and (b) $Co_x(Mn_ySi_{1-y})_{100-x}$ films with y = 0.40–0.44, as a function of x.

[1] S. Kokado, M. Tsunoda, K. Harigaya, and A. Sakuma, J. Phys. Soc. Jpn. **81**, 024705 (2012).
[2] Y. Sakuraba, S. Kokado, Y. Hirayama, T. Furubayashi, H. Sukegawa, S. Li, Y. K. Takahashi, and K. Hono, Appl. Phys. Lett. **104**, 172407 (2014).
[3] M. Oogane, A. P. MacFadden, K. Fukuda, M. Tsunoda, Y. Ando, and C. J. Palmstrøm, Appl. Phys. Lett. **112**, 262407 (2018).
[4] T. Sato, S. Kokado, S. Kosaka, T. Ishikawa, T. Ogawa, and M. Tsunoda, Appl. Phys. Lett. **113**, 112407 (2018).

© 2019年 応用物理学会