

異方性磁気抵抗効果を用いたフルホイスラー合金 Co₂FeSi 薄膜のハーフメタル性評価

三瓶理人、高村陽太、中川茂樹
(東京工業大学)

Half-metallicity evaluation of full-Heusler Co₂FeSi alloy films using anisotropic magnetoresistance effect

M. Sampei, Y. Takamura, S. Nakagawa
(Tokyo Institute of Technology)

はじめに

ハーフメタル強磁性体はフェルミ準位において一方のスピンのみ状態密度が存在する強磁性体であり、磁気抵抗メモリ等のスピントロニクスデバイスの飛躍的な性能向上を可能にする^{1,2}。フルホイスラー合金 Co₂FeSi (CFS) は L₂₁ 規則構造においてハーフメタル強磁性体となり³、さらに MgO 層との界面で垂直磁気異方性を有することが知られている^{4,5}。CFS の磁気抵抗メモリへの応用にはハーフメタル性評価が重要となる。ハーフメタル性を示す薄膜では負の異方性磁気抵抗(AMR)効果を示すことが示されている⁶。今回、AMR 効果を利用し、異なる膜厚の CFS 薄膜のハーフメタル性評価を行ったので報告する。

実験方法

CFS 薄膜は対向ターゲット式スパッタ法を用いて単結晶 MgO(100)基板上に直接成膜した。膜の磁気特性は VSM を、結晶構造は XRD を用いて評価した。次に、AMR 効果測定のために、薄膜をホールバー状に加工した。AMR 効果の測定は磁場印加・抵抗測定低温測定が可能なプローバーを使用した。

実験結果

350°C及び400°Cで成膜した膜厚 35 nm の試料の XRD パターンからいずれの試料も L₂₁ 構造を有する(100)配向単結晶膜であることを確認した。拡張 Webster モデル⁷から計算される B₂ 規則度は両方の試料で約 100%、L₂₁ 規則度は成膜温度 350°C、400°C の試料においてそれぞれ 68%と 76%であった。

次いで、AMR 特性を 12 K で測定した。350°Cで成膜した試料において AMR 効果は観測されなかったが、400°Cで成膜した試料においては Fig.1(a) に示すような負の AMR 比を示す AMR 信号を確認した。負の AMR 比を示したことから、この CFS 薄膜はハーフメタル性を有する可能性が高いと考えられる。

さらに薄い領域における CFS のハーフメタル性を評価するために、CFS 膜厚が 3 nm の試料を 400°Cで成膜した。この試料の飽和磁化はバルクの約 76%であったが、これは MgO 基板と CFS の格子不整合による歪みに関係していると考えられる。12 K での AMR 効果測定の結果を Fig.1 (b)に示す。Fig.1(a)と同様に 3nm の CFS 薄膜においてもハーフメタル性の必要条件となる負 AMR 比が得られた。

参考文献

- [1] R. A. de Groot, *et al*, Phys. Rev. Lett. **50**, 2024 (1983).
- [2] M. Julliere, Phys. Lett. **54** (1975) 225.
- [3] I. Galanakis *et al*, Phys. Rev. B **66**, 174429 (2002).
- [4] V. Niculescu, *et al*, Phys. Rev. B **19**, 452 (1979).
- [5] Y. Takamura, *et al*, J. Appl. Phys. **115**, 17C732 (2014).
- [6] S. Kokado *et al*, J. Phys. Soc. Jpn. **81**, 024705 (2012).
- [6a] <http://journals.aps.org/prb/abstract/10.1103/PhysRevB.86.020409>
- [7] Y. Takamura *et al*, J. Appl. Phys. **105**, 07B109 (2010).

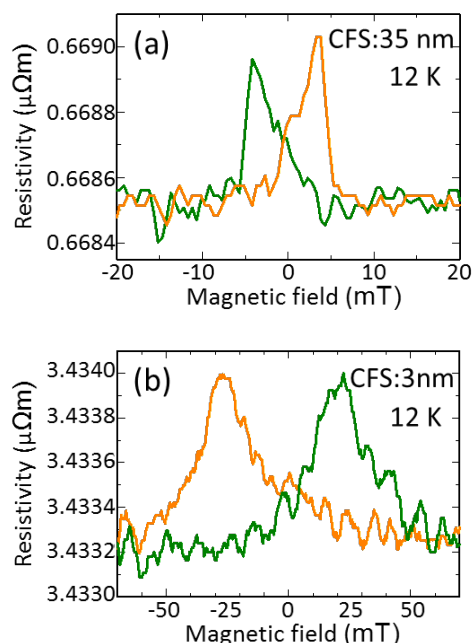


Fig. 1 AMR characteristics of CFS films with a thickness of (a) 35 nm and (b) 3 nm deposited on MgO(100) substrates.