

ワイル反強磁性体 Mn_3Sn 薄膜の室温成膜と平坦化

Fabrication of Mn_3Sn thin films sputter-deposited at room temperature

産総研スピントロニクス¹、東大物性研²、東大理物³、CREST⁴

○薬師寺 啓^{1,4}、中野 貴文^{1,4}、肥後 友也^{2,4}、小林 鮎子^{2,4}、三輪 真嗣^{2,4}、中辻 知^{2,3,4}

AIST Spintronics-RC¹, ISSP U.Tokyo², Dept. of Physics U.Tokyo³, CREST⁴,

°K. Yakushiji^{1,4}, T. Nakano^{1,4}, T. Higo^{2,4}, A. Kobayashi^{2,4}, S. Miwa^{2,4} and S. Nakatsuji^{2,3,4}

E-mail: k-yakushiji@aist.go.jp

特異な磁気構造の対称性と電子構造のトポロジカルな性質をもつワイル材料が注目されている。2015 年の Mn_3Sn 発見¹⁾を契機にいくつかの材料が見出され、大きな異常ホール効果や異常ネルンスト効果、さらには磁気スピンホール効果(MSHE)の発現²⁾など、それらの特徴的な現象は多岐にわたる。ワイル材料の作製に関しては、当初の単結晶バルク材料に加えて、昨年より応用を意識した薄膜形成が試みられるようになってきている^{3,4)}。これまでの報告では、成膜時加熱あるいはポストアニールによる $\text{Mn}_3\text{-X}$ 系や Co_2MnGa 等の形成がなされている。本研究では、ワイル反強磁性体である Mn_3Sn を材料として選択し、室温でのスパッタ法による合金膜形成を試みるとともに、デバイス応用で重要である表面平坦性を得るための開発を行った。

基板には 8 インチより 20 ミリ角に切り出した熱酸化シリコンを用い、Ta/Ru/各種下地層/Mn-Sn の順にスパッタ法により成膜した。Mn-Sn 成膜時には、Mn68-Sn および Mn76-Sn ターゲットからの同時スパッタとし、化学量論組成付近の精緻な組成制御を行った。下地層として Ru, Al, Ir, Pt, Cr, Cu を試行した。このうち Pt 下地を用い、Mn75-Sn を 20nm 成膜した試料の XRD 結果を図 1 に示す。室温成膜およびアニール ($T_a=350^\circ\text{C}$)後ともに 40° 付近および 85° 付近にピークが現れ、若干の角度シフトが見られるものの、それぞれ $\text{Mn}_3\text{Sn}(002)$ および (004) と示唆され、c 面配向したテクスチャー Mn_3Sn が形成されたと考えられる。平均表面ラフネス Ra は、as-depo で 0.21nm、 $T_a=350^\circ\text{C}$ で 0.37nm といずれも MSHE ホールバー等への応用に適う平坦性であった。一方、基板加熱 ($T_s=170^\circ\text{C}$)成膜では、 Mn_3Sn 規則度は高いものの Ra は 1.0nm を超えた。講演時は諸特性の結果を交えて議論を行う。本研究は CREST 研究「トポロジカル材料科学に基づく革新的機能を有する材料・デバイスの創出 (JPMJCR18T3)」の一環で行われた。

参考文献

- 1) S. Nakatsuji *et al.*, Nature **527** (2015) 212.
- 2) M. Kimata *et al.*, Nature **565** (2019) 627.
- 3) T. Higo *et al.*, Appl. Phys. Lett. **113** (2018) 202402.
- 4) T. Ikeda *et al.*, Appl. Phys. Lett. **113** (2018) 222405.

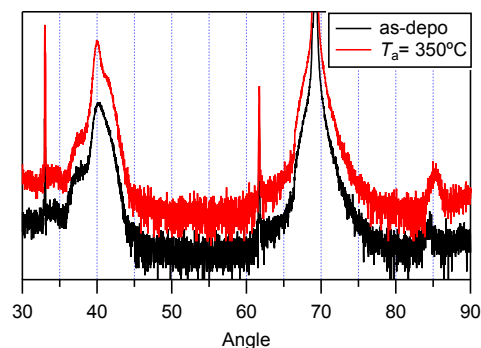


図 1 Pt 下地上に形成した Mn75-Sn テクスチャー薄膜の XRD プロファイル