

Mn₃Sn 多結晶薄膜における異常 Hall 効果の組成依存性

東北大工¹, (株)ULVAC 未来研²

○(M1)池田 智紀¹, 角田 匡清¹, 大兼 幹彦¹, 呉 承俊², 森田 正², 安藤 康夫¹

E-mail: tomoki.ikeda.t2@dc.tohoku.ac.jp

反強磁性体 Mn₃Sn のバルク単結晶において強磁性体と同程度の大きさの異常 Hall 効果が観測された。この効果は巨大異常 Hall 効果と呼ばれる[1]。Mn₃Sn 磁化はほとんどゼロであり、同効果をメモリなどのデバイスに応用する場合、漏れ磁束による相互干渉がないため、デバイスの高密度化が期待できる。我々はデバイス応用に向けて Mn₃Sn 多結晶薄膜を作製し、同効果の観測に成功した[2]。しかしながら、薄膜中には主相である Mn₃Sn 相に加えて、Mn₂Sn 相が存在していて異常 Hall 効果に影響を及ぼしていることがわかった。そこで本研究では、混在異相を減らし巨大異常 Hall 効果を増大させることを目的として、Mn₃Sn 薄膜における構造と同効果の組成依存性について検討した。

薄膜は室温において Mn と Sn の同時スパッタによって Si/SiO₂ 基板上に作製し、成膜後の熱処理によって結晶化を促した。成膜後に Mn₇₀Sn₃₀, Mn₇₅Sn₂₅, Mn₈₀Sn₂₀ の組成比となる 3 種類の試料を作製した。(順に Sample-A, B, C とする)。結晶構造を X 線回折(XRD)によって調べ、磁化測定と異常 Hall 効果測定を 50-350 K において行った。

Sample-A, B は 300℃の熱処理において Mn₂Sn 相と思われる XRD ピークが観測され 400℃以上の熱処理によって Mn₃Sn の結晶化が確認された。一方、Sample-C は 300℃の熱処理においては XRD ピークが観測されず、400℃以上の熱処理によって Mn₃Sn の結晶化が確認された。磁化の温度依存性に関しては、Sample-A において Mn₂Sn 相が原因と考えられる 250 K 以下における磁化の増加が見られたのに対して、Mn 含有率の大きい Sample-B, C においては同増大は見られなかった。また、異常 Hall 効果に関しても同様に、Sample-A において見られた Mn₂Sn 相が原因と考えられる、250 K 以下における符号の逆転は Mn 含有率の大きい Sample-B, C においては見られず、その大きさも Mn 含有率の大きい試料ほど大きかった。以上の結果から、Mn の含有率を化学量論比よりも大きくすることによって、薄膜中の Mn₂Sn 相を減少させることに成功し、異常 Hall 効果を増大させることに成功した。

本研究は、東北大学先端スピントロニクス研究開発センターおよび東北大学スピントロニクス学術連携研究教育センターの支援を受けて行われた。

参考文献

[1] S. Nakatsuji *et al.*, Nature **527**, 212–215 (2015)., [2] T. Ikeda *et al.*, Appl. Phys. Lett. **113**, 222405 (2018).

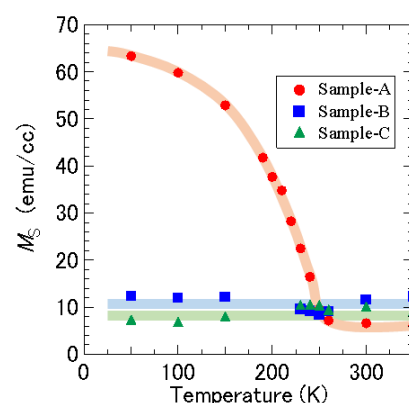


図1. 各試料における磁化の温度依存性

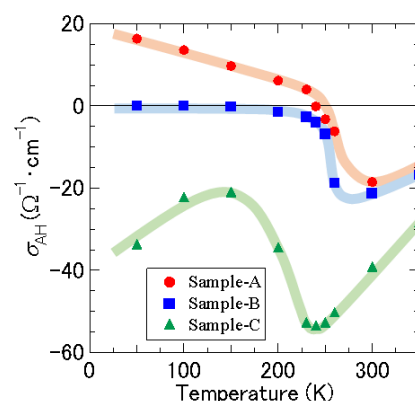


図2. 各試料における異常 Hall 伝導度の温度依存性