

酸化物基板上の Co_2FeSi および Co_2MnSi 薄膜の成長形態の違い

工藤康平¹、濱崎恭考²、山田晋也¹、阿保智¹、合田義弘²、浜屋宏平¹

(¹ 阪大基礎工, ² 東工大物質理工)

Difference in crystal growth morphology between Co_2FeSi and Co_2MnSi films on oxide substrates

K. Kudo¹, Y. Hamazaki², S. Yamada¹, S. Abo¹, Y. Gohda², and K. Hamaya¹

(¹Graduate School of Engineering Science, Osaka Univ., ²Department of Materials Science and Engineering, Tokyo Inst. of Tech.)

高スピン偏極率が期待されている Co 系ホイスラー合金は、磁気抵抗素子^{1,2)}や半導体スピン素子³⁾に利用され、既に高いポテンシャルが示されつつある。一般的に、規則化した Co 系ホイスラー合金薄膜を得るためには、アニール処理(>300°C)を施すが、スピントロニクス素子中のヘテロ界面における原子の相互拡散に起因した素子性能の劣化が課題となっており^{4,5)}、低温規則化技術の開発は極めて重要であると考えられる。本研究では、Co 系ホイスラー合金における低温規則化の可能性を探索するために、種々の酸化物基板を用意し、代表的な Co 系ホイスラー合金である Co_2FeSi と Co_2MnSi の薄膜を基板加熱無しの条件(80°C以下)で堆積することで、結晶成長形態の違いを詳細に観察し、Co 系ホイスラー合金薄膜の規則化における熱エネルギー以外の重要な要因について議論した。

分子線エピタキシー(MBE)法を用いて各種酸化物基板[MgO(100), SrTiO₃(100)(STO), MgAl₂O₄(100)(MAO)]上に Co_2FeSi および Co_2MnSi 薄膜(~25nm)を低温(80°C以下)で堆積した。Fig.1 には、 Co_2FeSi および Co_2MnSi 薄膜堆積後の RHEED 像を示す。基板加熱を施していない条件であるにもかかわらず、 Co_2FeSi 薄膜は全ての酸化物基板上でエピタキシャル成長したが、 Co_2MnSi 薄膜は MgO 基板上を除いて結晶化さえも不十分である様子が観測された。XRD 測定の結果から、 Co_2FeSi 薄膜中には全ての酸化物基板上で $L2_1$ 規則構造の形成が観測され、その規則度は約 0.5 であった。一方、 Co_2MnSi 薄膜中では全ての酸化物基板上で $L2_1$ 規則構造の形成は観測されず、MgO 基板上で $B2$ 規則構造(規則度 約 0.8)のみが得られていることが判った。

Co_2FeSi と Co_2MnSi の格子定数がほぼ同程度であることを考慮すると、Fig.1 で観測された上記の差異は、基板との格子ミスマッチでは説明することができない。このような結晶成長形態の違いは、Si や Ge のような半導体基板上でも観測されているが^{3,6)}、Co 系ホイスラー合金と Si や Ge との界面には一般的に化合物(シリサイドなど)が形成されやすく、その影響を考慮する必要がある。一方、今回の実験では、反応性の低い酸化物の表面に基板加熱無しで堆積しているにもかかわらず、成長形態や規則化に明瞭な違いが現れており、別の要因を考察する必要がある。講演では、 Co_2FeSi および Co_2MnSi の(100)面にそれぞれ存在する Fe-Si 面と Mn-Si 面に注目し、酸化物基板表面の原子配列とそれらの結晶面の形成エネルギーなどの違いについて議論する。

本研究の一部は、JST-CREST(JPMJCR18J1)、科研費・基盤研究(A)(No. 16H02333)、国際共同研究強化(B)(No. 18KK0111)、スピントロニクス学術連携基盤と連携ネットワークの支援を受けた。

- 1) Y. Sakuraba *et al.*, Appl. Phys. Lett. **88**, 192508 (2006).
- 2) Y. Du *et al.*, Appl. Phys. Lett. **107**, 112405 (2015).
- 3) Y. Fujita *et al.*, Phys. Rev. Appl. **8**, 014007 (2017).
- 4) S. Cardoso *et al.*, Appl. Phys. Lett. **76**, 610 (2000).
- 5) B. Kuerbanjiang *et al.*, Phys. Rev. B **98**, 115304 (2018).
- 6) M. Kawano *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **52**, 04CM06 (2013).

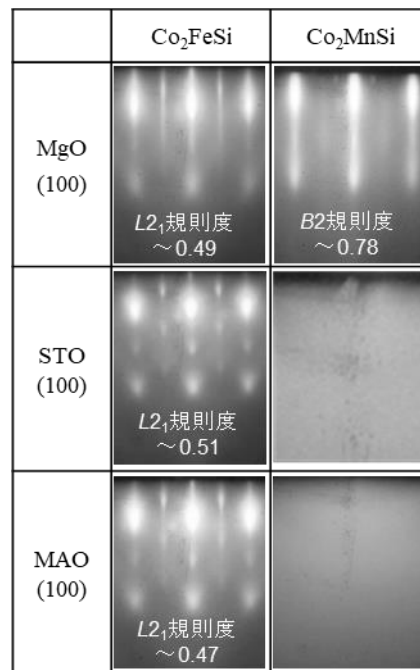


Fig. 1 Difference in the crystal growth between Co_2FeSi and Co_2MnSi films on oxide substrates.