

非化学量論組成 MBE 法で成長した CoFeVSi エピタキシャル薄膜の磁性および磁気伝導特性

小林慎也¹, 山田晋也^{1,2}, 浜屋宏平^{1,2}

(¹阪大基礎工、²阪大基礎工スピントロニクスセンター)

Magnetic and magnetotransport properties of CoFeVSi epitaxial films grown by a nonstoichiometric MBE technique

S. Kobayashi¹, S. Yamada^{1,2}, and K. Hamaya^{1,2}

(¹Graduate School of Engineering Science, Osaka Univ.,

²Center for Spintronics Research Network, Osaka Univ.)

はじめに

スピングャップレス半導体(SGS)は、高スピン偏極率と高キャリア移動度を併せ持ち、電界などの外場によってフェルミ準位の位置を制御できる可能性を有している¹と予想されている。我々は、分子線エピタキシー(MBE)法を用いて、SGS 系の材料であると理論的に予測されている CoFeVSi(CFVS)²の薄膜の形成を試みてきたが、化学量論組成蒸着では組成ズレの影響が大きいことが明らかになっていた。本講演では、非化学量論組成蒸着を積極的に利用し、組成制御された CoFeVSi の薄膜成長に成功したため、それらの磁性および磁気伝導特性について述べる。

実験結果

MBE 法を用いて、MgO(100)基板の上に Co、Fe、V、Si を 1 : 1 : x : 1 の比率(x=1.13、1.26、1.39)で同時蒸着して CFVS 薄膜を形成した(基板温度:400 °C)。薄膜形成後の RHEED 像から、いずれの x においてもエピタキシャル成長に成功していることを確認した。EDX 分析の結果から、x の増加に伴って膜中の V 比率が増加し、x=1.26 で Co : Fe : V : Si = 1 : 1 : 1 : 1 に制御されていることが判明した。図 1 に x=1.26 の磁化曲線を示す。50 K における飽和磁化は約 1.7 μ_B /f.u. で、理論値(~2 μ_B /f.u.)²に近づく傾向が見られた。温度上昇に伴い磁化は減少し、キュリー温度は室温付近であることが示唆された。

作製した CFVS 薄膜の磁気抵抗(MR)比の温度依存性を図 2 に示す。低温で強磁性を示すにも関わらず、磁場に対して正の線形な MR の変化が観測されている。これは、SGS 特性が報告されているバルク Mn₂CoAl などでも観測された特徴的な磁気伝導特性³と同様の振る舞いである。また、ホール効果測定の結果から、温度降下に伴ってキャリアが正孔から電子に変化していく様子が観測され、フェルミ準位が SGS 特有のバンド構造の価電子帯と伝導帯の中心付近に存在することを示唆している。これらの結果は、作製した CFVS 薄膜において SGS 系に特徴的な電子構造が実現しつつあることを示唆している。講演では CFVS 薄膜の V 量が磁気特性や伝導特性に与える影響について述べる。

本研究の一部は、科研費基盤研究(A)(No. 16H02333)の支援を受けた。

参考文献

- 1) X. L. Wang, Phys. Rev. Lett. **100**, 156404 (2008).
- 2) Z. Ren *et al.*, J. Supercond. Nov. Magn. **29**(12), 3181 (2016).
- 3) S. Ouardi *et al.*, Phys. Rev. Lett. **110**, 100401 (2013).

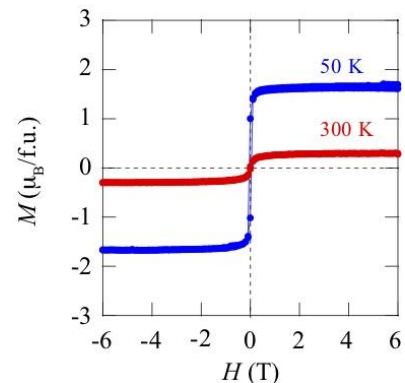


図 1: CFVS 薄膜(x=1.26)の磁化曲線。

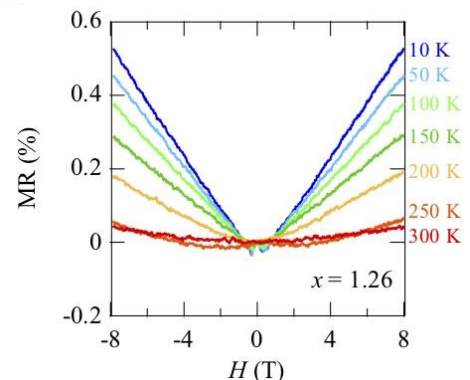


図 2: CFVS 薄膜(x=1.26)の磁気抵抗効果。