

大径 Si ウエハ上への単結晶 Co_2MnGa フルホイスラー合金薄膜の成膜開発 Development of single-crystalline Co_2MnGa full-Heusler alloy thin film on a large size Si wafer

産総研¹, 東大物性研², 東大理物³, CREST⁴

AIST¹, ISSP U. Tokyo², Dept. of Physics U. Tokyo³, JST-CREST⁴

中野 貴文^{1,4}, 三輪 真嗣^{2,4}, 肥後 友也^{2,4}, 福島 章雄^{1,4}, 湯浅 新治^{1,4}, 中辻 知^{2,3,4}, 薬師寺 啓^{1,4}

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

E-mail: tak.nakano@aist.go.jp

フルホイスラー合金は、ハーフメタル性や低い磁気緩和定数をはじめとする優れた特性を有する高機能材料であり、そのデバイス応用に向けた研究開発が盛んにおこなわれている。本研究では、近年明らかになった巨大な異方性磁気抵抗効果や異常ネルンスト効果を発現する¹⁻³⁾ Co_2MnGa フルホイスラー合金に着目した。これまでの報告では、単結晶 Co_2MnGa 薄膜は MgO あるいは GaAs 基板上へ形成されており、Si 上への薄膜形成は実現していなかった。他方では、 Fe_3Si や Co_2FeSi などのフルホイスラー合金系では、小片 Si 基板上へのエピタキシャル薄膜の形成が報告されている⁴⁾。本研究では、我々のグループが近年開発した単結晶薄膜の作製技術⁵⁾を用いて、大径 Si ウエハ上への Co_2MnGa フルホイスラー合金薄膜の成膜開発をおこなった。

基板には、フッ酸で表面処理をおこなった直径 8 インチの単結晶 Si(001)ウエハを用いた。Si ウエハ上に $\text{NiAl/Cr/Fe/Co/Mg-Al-O/Co}_2\text{MnGa}$ からなる単結晶薄膜をスパッタ法により成膜した。 Co_2MnGa 薄膜は、組成の異なる 2 つの Mn-Ga ターゲットおよび Co ターゲットを用いた 3 元のコスパッタによりその組成を制御した。図 1(a)および(b)に、Mg-Al-O 層と Co_2MnGa 層の反射高速電子線回折 (RHEED) 像をそれぞれ示す。 Co_2MnGa 薄膜は明瞭なストリークを示しており、Mg-Al-O 層の上にエピタキシャルに成長していることがわかる。加えて Co_2MnGa 層の RHEED 像には超格子ストリークも現れており、フルホイスラー合金特有の規則構造を含むことを示唆している。同層の表面平均粗さ R_a は 0.14 nm であり、Mg-Al-O 層と同等の平坦な表面を有することがわかった。透過型電子顕微鏡による構造解析もこれらの結果を支持しており、 Co_2MnGa 薄膜が $B2$ あるいは $L2_1$ 規則構造を含む単結晶として成長していることが明らかになった。講演では、磁気抵抗特性などについても併せて議論する。

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)」の一環でおこなわれた。

- 1) A. Sakai, *et al.*, Nature Physics **14**, 1119 (2018).
- 2) T. Sato, *et al.*, Applied Physics Letters **113**, 112407 (2018).
- 3) H. Reichlova, *et al.*, Applied Physics Letters **113**, 212405 (2018).
- 4) K. Hamaya, *et al.*, Materials Transactions **57**, 760 (2016).
- 5) K. Yakushiji, *et al.*, submitted.

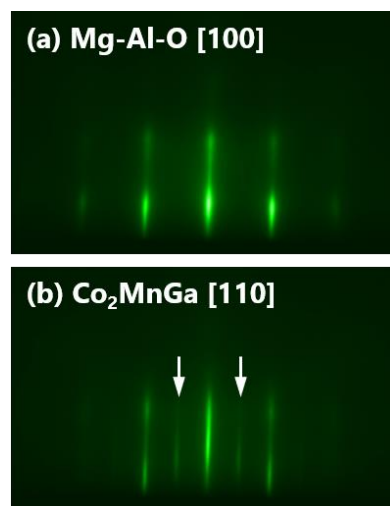


図 1. (a) Mg-Al-O 層および(b) Co_2MnGa 層の RHEED 像。矢印は超格子ストリークを示す。