

フルホイスラー強磁性体  $\text{Co}_2\text{MnGe}$  薄膜の軟 X 線磁気円二色性

KEK-PF<sup>1</sup>, 東大新領域<sup>2</sup>, 東大理<sup>3</sup>, 北大情報科学<sup>4</sup>

朝倉大輔<sup>1</sup>, 小出常晴<sup>1</sup>, 片岡隆史<sup>2</sup>, 坂本勇太<sup>2</sup>, 山崎陽<sup>3</sup>, Vijay Raj Singh<sup>3</sup>,  
藤森淳<sup>3</sup>, 平智幸<sup>4</sup>, 山本眞史<sup>4</sup>

近年、ハーフメタル特性が指摘されている  $\text{Co}_2\text{MnGe}$  (CMG)、 $\text{Co}_2\text{MnSi}$  などの Co 系フルホイスラー合金を電極とし、MgO 絶縁膜をトンネルバリアとした強磁性磁気トンネル接合において、高いトンネル磁気抵抗比が報告されている[1,2]。我々は、MgO と界面を形成する CMG の電子状態・磁気状態を探るべく、MgO 基板/MgO バッファ (10 nm)/CMG 薄膜/MgO 膜 (2 nm)/キャッピング層で構成される薄膜の Co および Mn  $L_{2,3}$  ( $2p_{1/2,3/2} \rightarrow 3d$ ) 吸収端において、軟 X 線磁気円二色性(XMCD)実験を行った。実験には KEK-PF の BL-16A での円偏光を用い、全電子収量法にて XMCD 測定を行った。試料の面直方向に 3 T の磁場を印加し、室温で測定を行った。今回は CMG 薄膜の膜厚が異なる数種類の試料を用い、XMCD の大きさや軟 X 線吸収スペクトル (XAS) と XMCD の形状の膜厚依存性を調べた。

図 1 は膜厚 2.9 nm (10 monolayer), 0.29 nm (1 monolayer) の試料の Mn, Co  $L_{2,3}$  吸収端における XAS および XMCD である。膜厚 2.9 nm 試料の Mn、Co  $L_{2,3}$  吸収端 XAS において、Mn 酸化物および Co 酸化物に見られた 2 価の多重項構造は観測されない。また、バルクのホイスラー合金 CMG と同様に、Mn  $L_2$  内殻 XAS と XMCD にはダブルレット構造が観測され、Co  $L_3$  XAS の高エネルギー側に肩構造が観測された。膜厚 0.29 nm 試料では、膜厚の厚い試料に対し Mn  $L_{2,3}$  XMCD の強度、およびスピン磁気モーメントが大幅に減少し、Mn  $L_{2,3}$  XAS には 2 価に近い形状の多重項構造が観られる。今回の実験結果から、MgO との界面では Mn が酸化されている可能性が示唆され、バルクの状態に比べてスピン分極率が減少していると考えられる。一方で、0.29 nm 試料の Co  $L_{2,3}$  吸収端においては、膜厚の厚い試料に対して XMCD、スピン磁気モーメントは増大し、XAS、XMCD のスペクトル形状の変化はほとんど無い。界面付近の Co は酸化しておらず、局在性が強まっていると考えられる。

[1] S. Hakamata *et al.*, JAP101, 09J513 (2007).

[2] T. Ishikawa *et al.*, APL89, 192505 (2006)

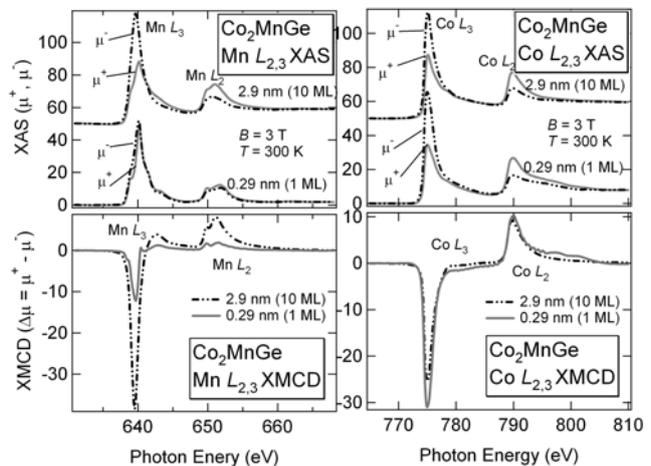


図 1. CMG 薄膜の Mn(左図)、Co(右図)  $L_{2,3}$  内殻 XAS(上)と XMCD(下)。