

課題番号 : 2017B-E20
 利用課題名 (日本語) : 機能磁性材料の界面および局所磁気状態の解明
 Program Title (English) : Unmasking interface and local spin states of functional magnetic materials
 利用者名 (日本語) : 土屋朋生¹⁾, 伊藤啓太¹⁾, 窪田崇秀¹⁾, 竹田幸治²⁾, 斎藤祐児²⁾,
 木村昭夫³⁾, 高梨弘毅¹⁾
 Username (English) : T. Tsuchiya¹⁾, K. Ito¹⁾, T. Kubota¹⁾, Y. Takeda²⁾, Y. Saitoh²⁾,
 A. Kimura³⁾, K. Takanashi¹⁾
 所属名 (日本語) : 1) 東北大学金属材料研究所, 2) 日本原子力研究開発機構, 3) 広島大学理学研究科
 Affiliation (English) : 1) IMR, Tohoku Univ., 2) JAEA, 3) Grad. Sch. Sci., Hiroshima Univ.

キーワード: ホイスラー合金、交換バイアス、XMCD、界面磁気モーメント

1. 概要 (Summary)

ホイスラー合金は、 X_2YZ の化学式であらわされる材料で、3 種の元素の組み合わせに応じて多様な物性(各種磁性、熱電など)を示すことが知られている [FIG. 1]。

我々のグループはこれまでに、ホイスラー合金 Mn_2VAl 薄膜が不規則した $A2$ 相となる際に反強磁性を示すこと、また、Fe との積層膜において交換バイアス効果を発現することを実験的に示してきた¹⁾。 Mn_2VAl は、規則相である $L2_1$ 相においてはフェリ磁性を示すことが明らかにされているが²⁾、不規則化に伴う反強磁性発現に関する知見は皆無である。

軟 X 線内殻吸収磁気円二色性 (XMCD) 分光測定は表面・界面敏感な測定手法であるとともに、元素選択的な磁気的性質の評価が可能である。XMCD 分光法によって、 Mn_2VAl/Fe 積層膜の界面非補償スピンを検出するとともに、内殻電子状態を考察することで、反強磁性及び交換バイアスの発現機構の議論の深化が期待されている。

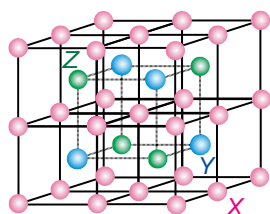


FIG. 1: Crystal structure of a full-Heusler alloy.

2. 実験(目的,方法) (Experimental)

本研究では、 Mn_2VAl/Fe 積層膜について、XMCD 分光測定を行うことで反強磁性並びに交換バイアス効果発現機構を微視的に考察することを目的とした。試料は超高真空マグネトロンスパッタ装置を用い、 $MgO(100)$ 単結晶基板/ Mn_2VAl (100 nm)/ Fe (3 nm)/ Ta (2 nm) の積層膜を作製した。 Mn_2VAl 層製膜時の基板温度は、室温 (Sample A、常磁性) 又は $400^\circ C$ (Sample B、反強磁性) とし、磁気特性を制御した。XMCD 測定は SPring-8 の日本原子力研究開発機構ビームライン BL23SU において、全電子収量法により行い、外部磁場 $\pm 3 T$ を試料面直方向に印加して行った。測定温度は $10 K$ とした。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

FIG. 2 に $Mn-L_{2,3}$ 吸収端近傍の XMCD スペクトルを示す。Sample A (para., FIG. 2a)、Sample B (antiferro.

FIG. 2b)いずれの試料についても MCD が確認できることから、反強磁性の有無にかかわらず、界面近傍の Mn がスピン磁気モーメントを有することが明らかになった。特筆すべき点としては、Sample B の MCD スペクトルにおいて、 $639 eV$ 付近にピークが確認できることが挙げられる。このような形状は、Sample A や、先行研究におけるフェリ磁性の Mn_2VAl 薄膜においては見られないものであり、Sample B における反強磁性及び交換バイアス効果の発現と関連があるものと考察できる。

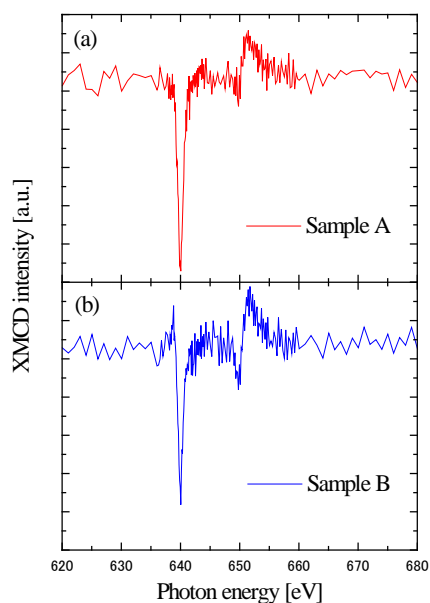


FIG. 2 XMCD spectra at Mn $L_{2,3}$ edges for (a) sample A and (b) sample B.

4. その他・特記事項 (Others)

参考文献

- 1) T. Tsuchiya *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys. **51**, 065001 (2018).
- 2) T. Kubota *et al.*, Appl. Phys. Lett. **95**, 222503 (2009).