課題番号　:2018B-E24

利用課題名（日本語）　:スピントロニクス薄膜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 spintronic materials films

利用者名（日本語）　:林田誠弘 [1)], 高野大地 [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)　:M. Hayashida[1)], D. Takano[1)], K. Ito[1)], T. Kubota[1)], Y. Takeda[2)], Y. Saitoh[2)], A. Kimura[3)], K. Takanashi[1)]

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., Hirosima Univ.

キーワード：

1. 概要（Summary ）

次世代のハードディスクドライブや、磁気ランダムアクセスメモリ(MRAM)の開発において、デバイスの高出力化の観点からは伝導電子のスピン分極率(P)が高い強磁性体材料が、安定した磁気データ保持の観点からは一軸磁気異方性エネルギー(K_u)が高い強磁性体材料が求められている。

X_2YZ の化学式であらわされるホイスラー合金材料は、フェルミ準位の状態密度が完全にスピン分極したハーフメタルとされ、磁気センサやメモリセルの高出力化に資する材料群とされている。これまでに我々の研究グループでは、ハーフメタリックな電子状態が予測されている Mn_2CoGa ホイスラー合金薄膜が、下地材料を変えることで比較的大きな K_u 並びに垂直磁化を示すことを実験的に確認してきた。従来研究の他のホイスラー合金は立方晶系の対称性ゆえに磁気異方性が小さいことと比較して、Mn_2CoGa がハーフメタル性と垂直磁化を兼ね備えた材料となり得るという観点で興味がもたれている。これまでのところ、垂直磁化の発現機構は未知であり、電子論的な考察が必要とされている。

高い K_u を示す材料群としては $L1_0$ 型規則合金が代表として挙げられ、これまでに元素の組み合わせが異なる様々な材料に対して、バルクもしくは薄膜試料の合成と、磁気特性の評価とデバイス特性の評価が行われてきた。我々の研究グループでは新たな材料として $L1_0$-FeNi 規則合金に注目して、薄膜およびバルク試料の作製と基礎的な磁気特性の評価を行なってきた。最近、FeNiN 薄膜からの脱窒素法という新たな手法による $L1_0$-FeNi 薄膜の作製に成功しており、高規則度および高 K_u の実現を目指しているが、脱窒素プロセスがミクロな磁気物性に与える影響は詳細には調べられていない。

2. 実験（目的,方法）（Experimental）

本研究では、Mn_2CoGa 薄膜および $L1_0$-FeNi 薄膜について、X 線磁気円二色性(XMCD)分光から磁気異方性の起源を探ることを目的として実験を行った。Mn_2CoGa 薄膜はスパッタリング法により、MgO(001)単結晶基板上、Cr ならびに Ag のエピタキシャル薄膜上で、異なる下地条件で作製した。$L1_0$-FeNi 薄膜は $SrTiO_3$(001)単結晶基板上に a 軸配向した、面内の c 軸の方向が異なる 2 種類のバリアントが存在する FeNiN 薄膜を脱窒素することで作製した。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、300 K にて 3 T の外部磁場を試料面直および面直から 54.7° 傾けた（擬面内）方向に印加して行った。

3. 結果と考察（Results and Discussion）

Mn_2CoGa 薄膜の XMCD 測定は、面内磁化を示す MgO 単結晶上または Ag 下地上の試料と、垂直磁化を示す Cr 下地上の試料について行った。スペクトルは Mn および Co の $L_{2,3}$ 吸収端近傍で測定した。結果、3 種類すべての試料においてスペクトル形状は、面直磁場及び擬面内磁場下の両者でほぼ同一であることが明らかになった。これは、Mn_2CoGa の磁気異方性の起源が軌道磁気モーメントの異方性では説明できないことを示唆しており、今後は理論計算との比較も含めて議論を深める計画である。

$L1_0$-FeNi 薄膜についても Fe および Ni の $L_{2,3}$ 吸収端において、印加磁場の方向による XMCD スペクトルの顕著な変化は見られなかった。2 つのバリアントを有することを考慮して、考察を進めていく必要があると考えられる。

4. その他・特記事項（Others）

なし