## 強磁性(FM)金属/*c-,r*-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>積層膜による結晶構造解析と磁気特性

# B

Ferromagnetic Metal / c-, r-, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Multilaver.

**Crystal Structure Analysis and Magnetic Properties of** 

日大理工<sup>1</sup><sup>0(B)</sup>黒田卓司<sup>1</sup>,中村拓未<sup>1</sup>,岩田展幸<sup>1</sup>,山本寬<sup>1</sup>

### CST, Nihon Univ., Takuji Kuroda, Takumi Nakamura, Nobuyuki Iwata, Hiroshi Yamamoto

E-mail:taku1204@mail.com

#### 1. 背景

強磁性金属/Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>積層膜において交換バイアス磁場( $H_{EB}$ )を用いたデバイス作製を目的としている。Meiklejohn-Beanによると、積層膜界面における反強磁性(AF)体表面のスピンの大きさに $H_{EB}$ の大きさが比例する<sup>[1]</sup>。ほとんどのAF材料ではステップによって高さの異なったテラスのスピンは反強磁性的に配列している。一方、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>薄膜のr面は、その表面がステップ-テラス構造を示したとしても、すべての面でスピンは強磁性的に配列しており、大きな $H_{EB}$ を得る可能性をもっている。

これまで、サファイア基板上に r, a-, c-面配向 の  $Cr_2O_3$ 薄膜の作製条件最適化を行ってきた。バ ルク単結晶では r-面の表面エネルギーが最も低 く、r 面配向膜が最も平坦になると予想できる<sup>[2]</sup>。 しかしながら c 面配向の $Cr_2O_3$ 薄膜が最も平坦で ある結果を得た<sup>[3-5]</sup>。

本研究では、成長した Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜の結晶構造を 詳細に解析し、(FM)金属/*r*-,*c*-面 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 積層膜を 作製する。また積層膜の磁気特性を報告する。

#### 2. 実験方法·評価方法

c面r面,サファイア基板をアセトン、エタノー ルで洗浄し、12時間アニール処理を行った。 DC-RFマグネトロンスパッタ法を用いて成膜を 行った。 評価は 原子問力顕微鏡(AEM) X 線回折(XPD)

評価は、原子間力顕微鏡(AFM)、X線回折(XRD)、 逆格子マップ(RSM)を用いた。

#### 3. 結果·考察

成膜条件 660°C、O<sub>2</sub>/Ar = 24/12 (ccm)・0.46Pa で成膜した r 面 c 面の平均面粗さ Ra はそれぞれ 1.56(nm),0.51(nm)となり c 面が平坦であった。

c面配向  $Cr_2O_3$ 薄膜において、 $\{10-110\}$ 面周辺 の XRD の RSM を測定した。結果の一部を図 1 に示す。(a)は(10-110)面、(b)は(1-1010)面の RSM [ である。(b)は(a)から c 軸を中心に  $\phi$  を 60° 回転 させて測定した。(a)基板と薄膜、(b)薄膜のみの ピークが現れた。また、基板ピークは 120° ごと に、薄膜ピークは 60° ごとに周期的に現れた。 本来コランダム構造は c 軸方向に 3 回軸を示す が薄膜は 6 回軸を示した。格子ミスマッチによ る結晶歪みを緩和するために、c 面配向  $Cr_2O_3$ 薄 膜は双晶を含んで成長したと考えられる。 一方、r面配向 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>薄膜は(2-2010)面において は基板と薄膜のピークを(2-208)面においてはど のピークも確認できなかった。

c面  $Cr_2O_3$ 薄膜、r面  $Cr_2O_3$ 薄膜上に FM を積層 したときの積層膜の磁気特性を考える。

c面  $Cr_2O_3$ 薄膜では双晶を含んで成長しているた め反強磁性(AFM)ドメインを完全に単一整列さ せることができない。r面  $Cr_2O_3$ 薄膜では双晶を 含んで成長していないため AFM ドメインが単 一で薄膜表面がステップ-テラス構造を示す場合、 最表面 Cr スピンが 2 次元的に配列していると考 えることができる。なので、r面、c面  $Cr_2O_3$ 積 層膜でそれぞれ磁気特性を測定すると双晶の有 無により AFM ドメインの配列に違いがあるた め、磁化曲線に違いがでると考えることができ る。磁気特性については当日報告する。



図 1:*c* 面配向 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の RSM。(a)基板と膜のピ ークが現れた。(b)(a)の面を c 軸を中心に 60° 回転させた。膜のみのピークが観測された。

4. 参考文献

- [1] X.Chen et al., Appl. Phys. Lett. 89(2006)202508.
- [2]D.Scarano et al., J. Electron Spec. Rel. Phenomena 64-65 (1993) 307.
- [3] T. Asada, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 47 (2008) 546.
- [4]N. Iwata, et al., Mater. Res. Soc. 2007 Fall Proc. 1034-K10-67.
- [5]N.Iwata, et al., Physica C 463-465 (2007) 1005.

#### 謝辞

本研究は科研費・若手研究(B)(21760013)、日本 大学 N.研究プロジェクト、及び日本大学理工学 部プロジェクト研究の助成を受けたものである。