# 酸化物磁性層による 90 度磁気結合を用いた疑似反強磁性層の作成

永島 玄、平山 雄大、湯浅 裕美 (九州大)

Quasi antiferromagnetic layer by using 90 degree magnetic coupling through magnetic oxide layer G. Nagashima, Y. Hirayama, H. Yuasa

(Kyushu Univ.)

## 研究目的

反強磁性体における Spin Transfer Torque (STT)が理論的に予測され<sup>1)</sup>、実験的にも磁化の微小変動が報告 されている<sup>2,3)</sup>。しかし、隣接する磁気モーメント間の強い交換結合を断ち切る必要があるため、反強磁性体 における STT の明白かつ実用的な実証はされていない。本研究では、反強磁性体の漏洩磁場ゼロという特徴 を持ち、かつ強磁性体で簡単に観測される STT 発振、Spin Transfer Oscillation (STO)を実現させるため、酸 化物磁性層による 90 度磁気結合を用いて疑似反強磁性層を作成した。

## 実験方法

熱酸化 Si 基板上に、次の膜構成でスパッタした。

Ta 5/Ru 2/Ir<sub>22</sub>Mn<sub>78</sub> t/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub> 2 (A)/Fe 1/O<sub>2</sub> x kL/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub> 2 (B)/Cu 3/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub> 2.5 (C)/Cu 1/Ta 5 (単位: nm) CoFe(A)層は IrMn 層(反強磁性層)により磁化が一方向に固着され、CoFe(A)層と CoFe(B)層で 90 度磁気結 合し CoFe(B)層に疑似反強磁性層ができる。CoFe(C)層はフリー層である。IrMn 膜厚、酸素暴露量を変化させ て試料を作成し、270 ℃で1時間、4.1 kOe 磁場中アニール処理を行った。その後、VSM による磁化測定、 磁気抵抗測定、高分解能断面 TEM 観察、強磁性共鳴(FMR)測定を行った。

### 実験結果

Fig.1にアニール方向(0 deg)に対して垂直方向(90 deg)に おける、IrMn 膜厚 5 nm、酸素暴露量 50 kL の試料の磁気曲線と CoFe(A)~(C)層の磁化状態を示す。これより、CoFe(A)層と(B) 層は 90 度磁気結合していることがわかる。この試料でのみ、90 度磁気結合が発現した。この原因を高分解能断面 TEM 観察で確 認したところ、IrMn 膜厚が大きいとラフネスにより CoFe(A)層 と(B)層でオレンジピール結合をしていたことがわかった。また、 酸素暴露量が小さいと Fe が酸化されずに残っており、CoFe(A) 層と(B)層で強磁性結合をしていたことがわかった。

**Fig. 2 に 90** 度磁気結合が確認された試料の FMR 測定結果を示 す。20 GHz 以下でフリー層 (CoFe(C)層) のみ FMR が観測され、 疑似反強磁性層 (CoFe(B)層) の FMR は観測されなかった。こ れは、疑似反強磁性層の FMR が Sub-THz 級であると予測され、 本実験で用いた装置では測定できなかったためである。

以上より、疑似反強磁性層を作成することに成功した。今後 & は、疑似反強磁性層の FMR を観測するため、疑似反強磁性層の <sub>の</sub> 磁区形状を制御する予定である。

### <u>謝辞</u>

九州大学の松山教授、田中助教、牙さんに VSM 測定で、九州 大学の木村教授、大西助教、山野井さん、中野さんにアニール 処理と FMR 測定でご協力いただきました。この研究の一部はキ ヤノン財団研究助成『産業基盤の創生』により行われました。

#### 参考文献

- 1) A. S. Núñez *et al.*, Phys. Rev. B **73**, 214426 (2006).
- 3) T. Moriyama et al., Appl. Phys. Lett. 106, 162406 (2015).



Fig.1 *MH* curve and the schematic image of magnetization of  $(A) \sim (C)$  layers in 90 deg



2) Z. Wei et al., Phys. Rev. Lett. 98, 116603 (2007).