

# Fe/FeSi<sub>2</sub>/Fe<sub>3</sub>Si スピンバルブ素子の作製と評価

## Fabrication of Fe/FeSi<sub>2</sub>/Fe<sub>3</sub>Si spin valve junctions by sputtering

○中嶋 一敬<sup>1</sup>、石橋 和也<sup>1</sup>、堺 研一郎<sup>2</sup>、吉武 剛<sup>1</sup> (1. 九大総理工、2. 久留米高専)

○Kazutoshi Nakashima<sup>1</sup>, Kazuya Ishibashi<sup>1</sup>, Ken-ichiro Sakai<sup>2</sup>, Tsuyoshi Yoshitake<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Kyushu Univ., <sup>2</sup>National Inst. Tech., Kurume college.)

E-mail: k\_sakai@kurume-nct.ac.jp; tsuyoshi\_yoshitake@kyudai.jp

### 1. はじめに

巨大磁気抵抗 (giant magneto resistance: GMR)の発見以来, スピントロニクスに関する研究は, 既に実用化されているハードディスクの GMR ヘッドをはじめとし, 飛躍的な進歩を遂げている. GMR 素子は, 強磁性金属/非磁性金属の人工格子により実現され, また, 電子のトンネリングを利用したトンネル磁気抵抗(tunnel magneto resistance: TMR)素子は, 強磁性金属/絶縁体の人工格子で構成される. これらに対し, 我々は非磁性層に半導体を採用した Fe-Si 系多層膜を研究対象とし, スピントロニクスの新たな系の創製を目指して実験を進めている<sup>[1][2]</sup>. スピンの性質を利用した次世代デバイスの創製には, 強磁性金属中に偏って存在するスピン偏極電子を半導体に注入する技術が重要とされており, この基本的な手法の一つに, スピンバルブがある. スピンバルブ信号を観測するためには, 上下の強磁性金属層に保磁力差をつける必要があるが, その方法として, ①結晶性の変調, ②膜厚の変調, ③保磁力に差がある異種強磁性金属の使用, ④ピニングなどが一般に知られている. 我々はこれまでに Fe<sub>3</sub>Si(700 nm)/FeSi<sub>2</sub>(0.75 nm)/Fe<sub>3</sub>Si(100 nm)三層スピバルブ素子を作製し, 前述の①及び②の手法を用いて保磁力制御を行ってきた. しかしこの系の磁化曲線では, 上下の強磁性層の保磁力差に起因する特異なヒステリシスループが観測されたものの, 磁化反転を起こす磁場範囲が 10 Oe と狭い結果となった. そこで本研究では, 保磁力差を更に明確なものとするため, 上部の強磁性層を保磁力が極めて大きい Fe に変更し, 前述の③の手法を用いて上下の強磁性層の保磁力制御を試みた.

### 2. 実験方法

対向ターゲット式 DC スパッタリング(FTDCS)により, 高抵抗 Fz-p Si(111)基板の上に, メタルマスクを用いて Fe(100 nm)/FeSi<sub>2</sub>(0.75 nm)/Fe<sub>3</sub>Si(100 nm)三層膜を作製した. 成膜時の基板温度は 300 °C, 全圧は  $1.33 \times 10^{-1}$  Pa とした. 作製したサンプルの磁気特性は, 試料振動型磁力計(Vibrating Sample Magnetometer: VSM)を用いて評価した.

### 3. 結果及び考察

図 1 に, (a) Fe<sub>3</sub>Si/FeSi<sub>2</sub>/Fe<sub>3</sub>Si 三層膜と, 作製した(b) Fe/FeSi<sub>2</sub>/Fe<sub>3</sub>Si 三層膜の磁化曲線をそれぞれ示す. 磁場掃引に伴い, (a), (b)のいずれにおいても, 2 つの段差を持った特異なヒステリシスループが観測された. これは頂部と底部の強磁性層の間の保持力差に起因する. ここで段差の長さ注目すると, (a)では 10 Oe 程度であったのに対し, (b)ではその約 2 倍である 20 Oe 近傍まで反平行磁化を保っている事が分かる. 従って, Fe 層の導入により, 上下の強磁性層の保磁力差がより明確になったと言える.

### 参考文献

- [1] K. Sakai et al., Jpn. J. Appl. Phys. **51**, 028004 (2012).
- [2] K. Sakai et al., Jpn. J. Appl. Phys. **53**, 02BC15 (2014).

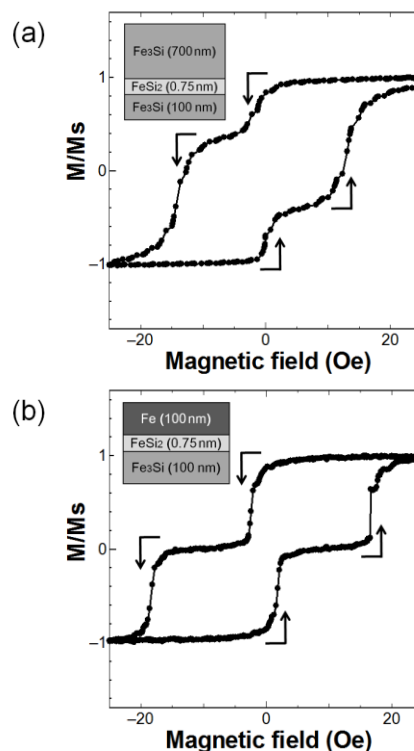


Fig. 1. Magnetization curves of (a) Fe<sub>3</sub>Si/FeSi<sub>2</sub>/Fe<sub>3</sub>Si and (b) Fe/FeSi<sub>2</sub>/Fe<sub>3</sub>Si trilayered films.