

埋め込み MRAM に向けた純スピンの流源 BiSb の熱耐久性の向上

Improved thermal stability of BiSb pure spin current source for embedded MRAM

東工大¹, 東大², JST³ ○中野 総一郎¹, 八尾 健一郎¹, ファム ナム ハイ^{1,2,3}

Tokyo Tech.¹, UTokyo.², JST³, °Soichiro Nakano¹, Kenichiro Yao¹, Pham Nam Hai^{1,2,3}

E-mail: nakano.s.ah@m.titech.ac.jp

不揮発性メモリである磁気抵抗メモリ (MRAM) を埋め込みメモリとして応用することが注目されている。さらにトポロジカル絶縁体である $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ をスピン流源として SOT-MRAM を構成することで超低電力での書き込み動作が可能であると報告されている [1],[2]。しかし $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ は融点が約 300°C の材料であり、CMOS ロジック回路製造プロセスに準拠する必要がある埋め込みメモリとして応用するためには配線後の 400°C 程度のアニール工程における熱対策が必要である。

本研究では Fig. 1 のように BiSb を挟んだ保護層を加え、SOT-MRAM を構築することで $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ 層の熱耐久性を担保できることを示す。この保護層のうち、中間層にはスピン流源層から自由層へのスピン注入を阻害しない軽金属、キャップ層にはシャント電流抑制のため絶縁材料が望ましい。実験では、 $\text{Bi}_{0.85}\text{Sb}_{0.15}(001)$ 薄膜上に中間層材料 Cr、Ti またはキャップ層材料 MgAl_2O_4 それぞれ積層し、超真空中で 10 分間の 400°C または 500°C 加熱を行い、保護層としての効果を評価した。Fig. 2 から加熱後であっても Cr、Ti と BiSb の界面が急峻であり、スピンホール効果を起因する BiSb 層の表面付近の保護が期待できる。また Fig. 3 が示すように MgAl_2O_4 が 500°C の加熱操作によって (001) 配向に結晶化し、冷却時に MgAl_2O_4 の結晶状態の影響を受けながら、BiSb が (012) 配向に再結晶化した。謝辞：本研究は JST-CREST 領域「トポロジ」および TDK 株式会社から一部の援助を受けている。

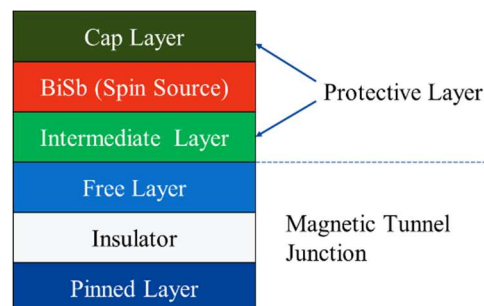


Fig. 1: Schematic structure of BiSb-based SOT-MRAM with the protective layers.

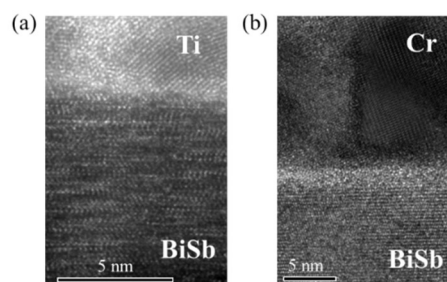


Fig. 2: TEM images of (a) $\text{Ti}/\text{Bi}_{0.85}\text{Sb}_{0.15}/\text{GaAs}(111)$ and (b) $\text{Cr}/\text{Bi}_{0.85}\text{Sb}_{0.15}/\text{GaAs}(111)$ after 400°C annealing for 10 minutes.

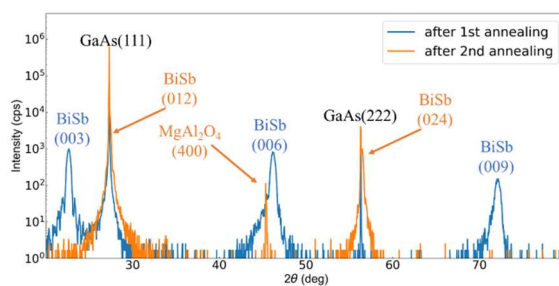


Fig. 3: X-ray diffraction of $\text{MgAl}_2\text{O}_4/\text{Bi}_{0.85}\text{Sb}_{0.15}/\text{GaAs}(111)$ after 400°C annealing (1st) and 500°C annealing (2nd) for 10 minutes.

References

- [1] Y. Ueda, N. H. D. Khang, K. Yao, P. N. Hai, Appl. Phys. Lett. 110, 062401 (2017).
- [2] N. H. D. Khang, Y. Ueda, P. N. Hai, Nature Materials 17, 808 (2018).