

準安定 bcc CoMnFe 電極を用いた磁気トンネル接合

Magnetic tunnel junctions with metastable bcc CoMnFe electrodes

◦池田純一^{1,2}, 一ノ瀬智浩², 土屋朋生^{3,4}, 小野寺優太^{1,2}, 鈴木和也^{2,4}, 水上 成美^{2,3,4}

◦J. Ikeda^{1,2}, T. Ichinose², T. Tsuchiya^{3,4}, Y. Onodera^{1,2}, K. Z. Suzuki^{2,4}, S. Mizukami^{2,3,4}

東北大院工¹, 東北大 WPI AIMR², 東北大 CSIS (CRC)³, 東北大 CSRN⁴,

Dept. Appl. Phys., Tohoku Univ.¹, WPI AIMR, Tohoku Univ.², CSIS (CRC), Tohoku Univ.³

CSRN, Tohoku Univ.⁴,

E-mail: junichi.ikeda.s6@dc.tohoku.ac.jp

FeCoB と MgO を組み合わせた磁気トンネル接合(MTJ)[1]は、室温で 604%のトンネル磁気抵抗 (TMR)効果を発現し[2], 標準的な MTJ 材料となっている. 他方, 磁気抵抗不揮発性メモリや磁気センサーの更なる高性能化や, 新規人工知能デバイスの実現[3]に向けては, より大きな TMR 比を発現する新しい MTJ 材料の探索やその材料物理の理解が求められる. 我々は材料の探索の幅を広げるために準安定相材料に着目した研究を進め, そのうちの一つである bcc CoMn/MgO 素子において室温 250%程度, 低温 600%程度の TMR 比を報告した[4]. ここでは, さらに Fe を添加した CoMnFe 合金/MgO 素子の作製とその特性の組成依存性について報告する[5]. MgO(001)基板 / Cr(40) / CoMnFe(10) / MgO(2) / CoMnFe(4) / IrMn(10) / Ru(5) (膜厚: nm) の MTJ 素子構造をスパッタ法により作製した. Co, Mn, Fe ターゲットを用いた三元コスパッタにより CoMnFe 薄膜の組成を制御した. 磁気抵抗評価には, 微細加工を併用した直流 4 端子法, ないし Current in-plane tunneling (CIPT) 法を用いた. MTJ は最大 450°Cまで磁場中熱処理を行った. ここでは, $(\text{Co}_{1-x}\text{Mn}_x)_{1-y}\text{Fe}_y$ 表記において $x=0.21$ と固定し $y=0-0.5$ の間で Fe 組成比 y を変化させた. 組成は設計値である. この組成範囲では CoMnFe の熱力学的安定相は hcp ないし fcc である. TMR 比の熱処理温度依存性やその際の TMR 比の大きさは組成によって異なった. Fig. 1 に, 各組成における TMR 比の最大値を Fe 組成比 y に対して整理した. Fe 組成 $y=0.2$ 付近で最大 280%程度の TMR 比を示した. この TMR 比は, 例えば bcc Fe₇₅Co₂₅/MgO 単結晶 MTJ の TMR 比の報告値 (~300%) [6] に近く, コヒーレントトンネル効果によるものと考えられる. 本研究は CREST (No. JPMJCR17J5) の支援で行われた.

[1] D.D. Djayaprawira *et al.*, Appl. Phys. Lett. **86**, 092502 (2005).

[2] S. Ikeda *et al.*, Appl. Phys. Lett. **93**, 082508 (2008).

[3] S. Sengupta *et al.*, IEEE Trans. Cir. Sys. **63**, 2267 (2016).

[4] K. Kunimatsu *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **58**, 080908 (2019); 國松和真他, 2020 年第 67 回応用物理学会春季学術講演会; K. Kunimatsu *et al.*, submitted, (2020).

[5] T. Ichinose *et al.*, in preparation.

[6] F. Bonell *et al.*, Phys. Rev. Lett. **108**, 176602 (2012).

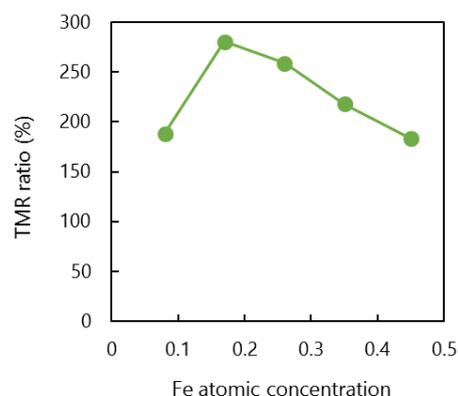


Fig. 1 The Fe composition dependence of TMR ratios in metastable bcc CoMnFe/MgO/CoMnFe MTJs.