

Co_{2-x}(Fe_{0.4}Mn_{0.6})_{1+x}Si ホイスラー合金電極強磁性トンネル接合の作製

Fabrication of magnetic tunnel junctions using Co_{2-x}(Fe_{0.4}Mn_{0.6})_{1+x}Si Heusler alloys

°堀内 伸一, 大兼 幹彦, 安藤 康夫 (東北大学院工)

°S. Horiuchi, M. Oogane, and Y. Ando (Tohoku Univ.)

E-mail: sh-horiuchi@mlab.apph.tohoku.ac.jp

強磁性トンネル接合(MTJ) 素子における高いトンネル磁気抵抗 (TMR) 効果を実現するために、ハーフメタルホイスラー合金の開発が進められている。Co₂YZ の構造を有する Co 基フルホイスラー合金において、Yサイトを Co が占有する Co アンチサイトはハーフメタル性を大きく劣化させると理論的に考えられている[1]。Co アンチサイト欠陥を低減する目的で、非化学量論組成の Co₂(Fe_aMn_b)Si_{0.84} ホイスラー合金を用いた MTJ 素子において、高い TMR 比が報告されているが[2]、そのメカニズム等の詳細は不明である。本研究では、Y サイトリッチ組成の Co_{2-x}(Fe_{0.4}Mn_{0.6})_{1+x}Si (CFMS)を用いた MTJ 素子を作製し、TMR 増大のメカニズムを解明することを目的としている。

MTJ 多層膜試料は超高真空マグネトロンスパッタ法により作製した。膜構造は、MgO-sub./MgO(20)/CoFe(30)/Co_{2-x}(Fe_{0.4}Mn_{0.6})_{1+x}Si(3)/MgO(2.3)/CoFe(5)/IrMn(10)/Ta(5 nm)とし、Co と (FeMn)の組成比 x を変化させた。成膜後、フォトリソグラフィーおよび Ar イオンミリングによって MTJ 素子を形成した。素子形成後、真空中で 350~500°C の温度範囲で 1 時間磁場中熱処理を行った。CFMS 薄膜の結晶性および表面平坦性を XRD および AFM を用いて評価した。また磁気抵抗特性は直流 4 端子法により評価した。

XRD 測定の結果から、非化学量論組成の CFMS 薄膜においても熱処理温度の増加によって規則度および(001)配向が改善されることが分かった。 $x = 0.2$ の試料を最適熱処理条件で作製することで、平均表面粗さ 0.2 nm、B2 規則度約 70%が得られた。Fig. 1 に $x = 0.0, 0.2$ の MTJ 素子における TMR 比の熱処理温度依存性を示す。 $x = 0.2$ の MTJ 素子において最大 224% の TMR 比が得られ、化学量論組成の MTJ 素子に比べて TMR 比は若干大きかった。講演では、TMR 比の温度依存性および低温における伝導特性の評価結果を示し、TMR 比増大のメカニズムについて議論する。

本研究は、JST-S イノベーションプログラムおよび科学研究費補助金基盤(S)の支援を受けて行われた。

[1] S. Picozzi *et al.*, Physical Review B **69**, (2004) 094423

[2] H. Liu *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys. **48**, (2015) 16400

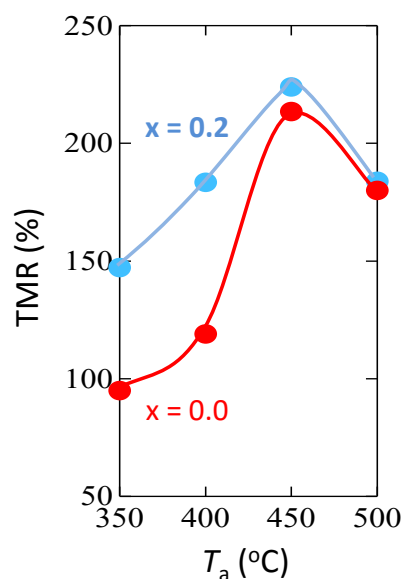


Fig. 1 Annealing temperature dependence of TMR in MTJs with Co_{2-x}(Fe_{0.4}Mn_{0.6})_{1+x}Si ($x = 0.0$ and 0.2)