

Co₂Fe_{0.4}Mn_{0.6}Si の軟磁気特性向上と磁気センサ型強磁性トンネル接合の作製

Improvement of soft magnetic properties of Co₂Fe_{0.4}Mn_{0.6}Si and fabrication of MTJs for magnetic sensors

東北大院工 ○工藤奈々, 大兼幹彦, 角田匡清, 安藤康夫

Tohoku Univ. ○N. Kudo, M. Oogane, M. Tsunoda, and Y. Ando

e-mail : nana.kudo.t4@dc.tohoku.ac.jp

はじめに：心磁計や脳磁計等に应用可能な強磁性トンネル接合 (MTJ) センサは、その感度 (= TMR 比/ $2H_k$, H_k :フリー層異方性磁界) の向上が目下の課題となっている。飛躍的な感度向上のために、高 $B2$ 規則度の条件下においてハーフメタル性を示す、ホイスラー合金が注目を集めている。本研究では、Co₂Fe_{0.4}Mn_{0.6}Si (CFMS) ホイスラー合金薄膜の軟磁気特性向上のために、膜厚と磁場中熱処理条件の最適化を行った。さらに、最適条件で作製した CFMS とピン層の磁化容易軸を直交化した磁気センサ型 MTJ 素子の作製を目的とした。

実験方法：熱酸化膜シリコン基板上に Ta(5)/CoFeB(5)/Mg(0.4)/MgO(10)/Co₂Fe_{0.4}Mn_{0.6}Si(d_{CFMS} = 25-100)/Ta(5) (膜厚単位は nm) の多層膜を超高真空マグネトロンスパッタ法により成膜した。CFMS フリー層に一軸磁気異方性を付与する目的で、1 T の磁場中において $T_a = 350$ - 600°C の温度範囲で熱処理を行った。高 $B2$ 規則度と、良好な軟磁気特性が得られた条件において、SiO₂ sub./Ta(5)/CoFeB(5)/Mg(0.4)/MgO(10)/Co₂Fe_{0.4}Mn_{0.6}Si(75)/Mg(0.3)/MgO(2)/CoFeB(3)/CoFe(2)/IrMn(10)/Ta(5) 構造の MTJ 多層膜を成膜し、容易軸直交化のための磁場中熱処理 (CFMS : $T_a=400$ - 500°C , ピン層 : $T=275^\circ\text{C}$) および微細加工を施した後、直流 4 端子法にて TMR 効果の評価を行った。

実験結果：CFMS 膜厚が 75 nm で、熱処理

温度が 500°C の条件において、80%を超える $B2$ 規則度と、4.0 Oe の小さな H_k が得られた。また、最適熱処理条件下での CFMS 薄膜の平均表面粗さは 0.2 nm 以下であり、MTJ センサ素子への应用到に十分な特性を有していることを確認した。Fig. 1 に、CFMS 膜厚を 75 nm とし、熱処理温度を 500°C とした場合の TMR 曲線を示す。TMR 比は約 30% と大きくないが、フリー層とピン層の磁化容易軸が直交した、センサ型の MTJ 素子の作製に成功した。講演では、TMR 比を改善した MTJ 素子においてセンサ感度およびノイズ評価の結果についても報告する予定である。

謝辞：本研究は JST S イノベプロジェクト、先端スピントロニクス研究開発センターおよびスピントロニクス学術連携研究教育センターの支援を受けて行われた。

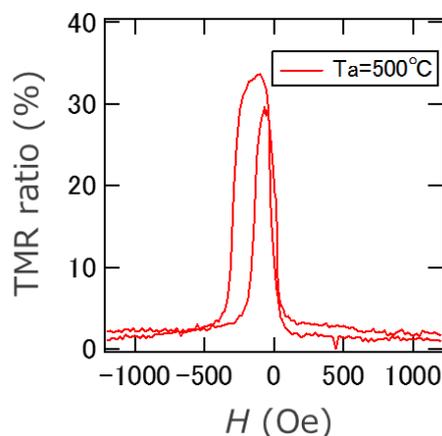


Fig. 1 CFMS (75nm) をフリー層としたセンサ型 MTJ 素子における TMR 曲線