

強磁性トンネル接合センサ用 $\text{Co}_2\text{Fe}_{0.4}\text{Mn}_{0.6}\text{Si}$ フリー層の軟磁気特性向上
**Improvement of soft magnetic property of $\text{Co}_2\text{Fe}_{0.4}\text{Mn}_{0.6}\text{Si}$ Heusler alloy thin films
 for magnetic tunnel junction based sensor**

東北大院工 ○工藤奈々, 小池剛央, 金珍虎, 大兼幹彦, 角田匡清, 安藤康夫

Tohoku Univ. ○N. Kudo, T. Koike, Z. Jin, M. Oogane, M. Tsunoda, and Y. Ando

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

はじめに：心磁場や脳磁場などの微弱な生体磁場を室温で高精度に検出するため、強磁性トンネル接合(MTJ)素子を用いた生体磁気センサの感度向上が課題である。感度の大幅向上のために、高 B2 規則度の条件下で、高スピン分極率と良好な軟磁気特性が期待される Co 基フルホイスラー合金 $\text{Co}_2\text{Fe}_{0.4}\text{Mn}_{0.6}\text{Si}$ (CFMS) に着目した。本研究では感度向上を目的として、 SiO_2 アモルファス基板上に多結晶の CFMS 薄膜を電極とした MTJ 素子を作製した。

実験方法：超高真空マグネトロンスパッタ装置を用い、熱酸化膜シリコン基板上に MgO 下地層と MTJ 素子のフリー層となる $\text{sub.}/\text{Ta}(5)/\text{CoFeB}(5)/\text{Mg}(0.4)/\text{MgO}(10)/\text{Co}_2\text{Fe}_{0.4}\text{Mn}_{0.6}\text{Si}(d)/\text{Ta}(3)$ 構造を $d = 25, 50, 75, 100 \text{ nm}$ と系統的に変化させて成膜した。作製した試料に対し、原子間力顕微鏡 (AFM)、X 線回折装置 (XRD)、振動試料型磁力計 (VSM) を用いて表面平坦性、結晶構造および磁気特性を評価した。また、成膜後に一軸磁気異方性を付与するために、1 T の磁場中で $450 \sim 550^\circ\text{C}$ の範囲で熱処理を行った。

実験結果：CFMS 膜厚を増加させると、75 nm までは保磁力および異方性磁界が減少したが、100 nm まで厚くすると増加する傾向が見られた。また、熱処理温度を 500°C ま

で増加させると保磁力と異方性磁界が減少するが、 550°C において急激に保磁力と異方性磁界が増加する傾向が見られた。今回得られた最適条件である CFMS 膜厚 75 nm, 熱処理温度 500°C の条件下において、困難軸保磁力 1.2 Oe, 異方性磁界は 3.5 Oe であり、良好な軟磁気特性が得られた。さらに、この条件下における CFMS の B2 規則度は約 83% と高く、平均表面粗さも 0.19 nm 程度と良好であった。講演では、高品質な多結晶 CFMS を電極とした MTJ 素子のトンネル磁気抵抗比を測定した結果も併せて報告する。

謝辞：本研究は JST S イノベプロジェクトおよび東北大学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。

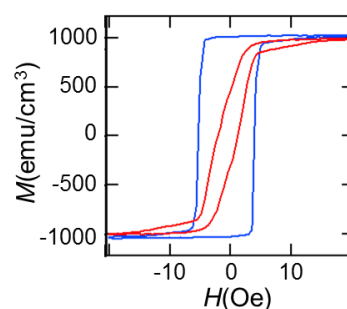


図 1 CFMS 膜厚 75 nm, 熱処理温度 500°C における CFMS フリー層の磁化曲 (赤線：困難軸方向、青線：容易軸方向)