

課題番号 : F-20-TT-0024
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : ホイスラー合金/半導体構造におけるスピン注入現象の観測
 Program Title (English) : Observation of the spin injection in the Heusler alloy/semiconductor hetero structure
 利用者名(日本語) : 田中雅章
 Username (English) : Masaaki Tanaka
 所属名(日本語) : 名古屋工業大学
 Affiliation (English) : Nagoya Institute of Technology
 キーワード/Keyword : 膜加工・エッチング, スピントロニクス, 半導体

1. 概要(Summary)

電子のスピン自由度を利用するスピントロニクス技術を半導体分野に応用するためには、スピン自由度が片寄った電子を半導体に注入(スピン注入)する効率を向上させる必要がある。本研究ではホイスラー合金 Co_2FeGe とシリコン(Si)との接合界面に生じる原子の拡散がスピン注入効率に与える影響を調べた。

$\text{Co}_2\text{FeGe}/\text{Si}$ 接合界面に ^{57}Fe を多く含む試料に対して ^{57}Fe メスバウアー分光測定を実施することで、作製方法の違いによる界面付近の原子拡散の定量評価を行った。同様の試料を微細加工した素子を用いて Co_2FeGe から Si へのスピン注入効率を測定した。これらの研究から界面の原子拡散が多い試料ではスピン注入が低下することを示唆する結果が得られた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

イオンミリング装置

【実験方法】

Si 基板上に成膜温度を変えて原子層交互蒸着法で Co_2FeGe 薄膜を作製することで接合界面の状態を変えた $\text{Co}_2\text{FeGe}/\text{Si}$ 接合を作製した。電子線描画装置で細線形状のパターンを形成したのち、イオンミリング装置を用いて Co_2FeGe を削り、線幅が数 μm の 2 本の Co_2FeGe 細線が 1 μm 離れて配置する電気抵抗測定試料を作製した。2 本の Co_2FeGe 細線に導線をつけて、 Co_2FeGe 細線の磁化の変化に伴う $\text{Co}_2\text{FeGe}/\text{Si}/\text{Co}_2\text{FeGe}$ 間の抵抗変化を測定することで Co_2FeGe から Si に注入される電子のスピン分極率の評価を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

図 1 に Co_2FeGe 層を 100°C で作製した試料に対して 100 K で行った磁気抵抗測定の結果を示す。この結果で

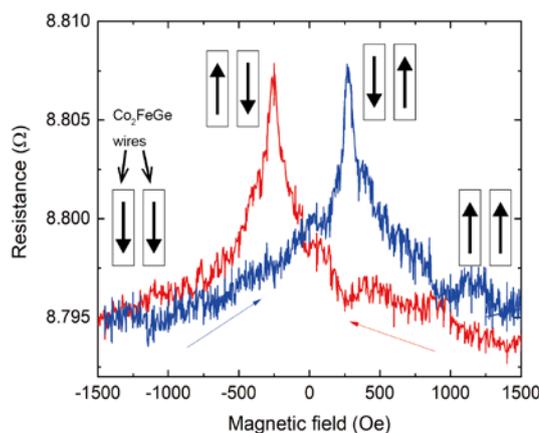


Fig.1 Magnetoresistance of the $\text{Co}_2\text{FeGe}/\text{Si}$ junction at 100 K.

は $\pm 250\text{ Oe}$ 付近で磁化の変化に起因する抵抗変化が見られることから Co_2FeGe から Si へのスピン注入の観測に成功したことがわかる。 100°C で成膜した試料の変化率は 0.09% であった。また 200°C で成膜した試料も同様の実験を行い、その抵抗変化は約 0.05% と 100°C で成膜した試料より小さいことがわかった。

一方、 100°C 及び 200°C での成膜した試料の接合界面の原子の散乱で生成される非磁性成分はそれぞれ 28% 及び 37% であった。これらの結果から、界面の原子の散乱を抑えて非磁性成分を減らすことでスピン注入効率の低下を抑えられることがわかった。

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

1. 藤井元太, 高橋芳仁, 山中綾菜, 田中雅章, 壬生攻, 日本物理学会第 76 回年次大会, 2021 年 3 月 12 日。

6. 関連特許(Patent)

なし。