

課題番号 : F-21-HK-0072
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 磁壁に作用する電流誘起有効磁場
Program Title (English) : Current induced effective magnetic field acting on domain wall
利用者名(日本語) : 酒井貴樹, 山ノ内路彦
Username (English) : T. Sakai, M. Yamanouchi
所属名(日本語) : 北海道大学情報科学院
Affiliation (English) : Graduate school of information science and technology, Hokkaido Univ.
キーワード/Keyword : 電流誘起磁壁移動、電流誘起有効磁場、スピントロニクス、リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要(Summary)

電流誘起磁壁移動を利用した磁化反転は、スピントロニクス素子における磁化方向の電氣的な制御方法として注目されている。強磁性酸化物 SrRuO₃(SRO)においては、実用的な強磁性金属よりも1-2桁低い電流密度で磁壁を移動できることから、この低電流密度での磁壁移動の機構を明らかにすることにより、高効率な電流誘起磁壁移動の実現が期待される。本研究では SRO において、磁壁に作用する電流誘起有効磁場の温度依存性を詳細に調べることにより、電流誘起磁壁移動の機構がワイル点に起因した新原理の機構で説明できることを明らかにした。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

半導体薄膜堆積装置(PAC-LMBE)

【実験方法】

パルスレーザー堆積法を用いてミスカット角 2° の SrTiO₃ (001)基板上に膜厚 21 nm の SRO を成膜した。続いて、作製した SRO 薄膜をフォトリソグラフィと Ar イオンミリングを用いて Fig. 1 に示すような1対のホールプローブをもつチャンネル幅 2 μm のホールバー形状素子に加工した。チャンネルの左側には局所的な電流磁場を発生させてチャンネル内に磁壁を生成するために Au/Cr で幅 2 μm のエルステッドラインを作製した。そして、チャンネル内に磁壁を導入した後、電流が磁壁に及ぼす有効磁場を求めた。

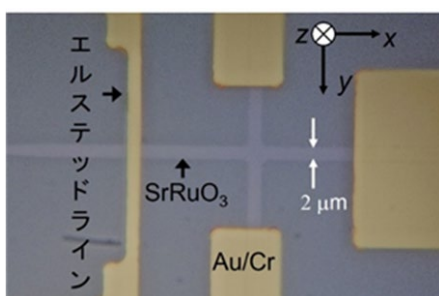


Fig. 1 Micrograph of a device

3. 結果と考察(Results and Discussion)

磁壁に作用する有効磁場の温度依存性を調べた結果、有効磁場は低温において2つのピークをもつ特異な温度依存性を示した。また、有効磁場の大きさは従来原理に基づく計算値よりも大きいことから、SRO における有効磁場は従来原理では説明できないことを明らかにした。さらに、ワイル点に起因した新原理の機構に基づく理論値と実験結果を比較したところ、この有効磁場の特異な温度依存性と大きさは、新原理の機構でよく説明できることがわかった。これらのことから、SRO における電流誘起磁壁移動は、ワイル点に起因した新原理の機構が主要因であることを明らかにした。このワイル点に起因した新原理の機構を用いることにより、磁気メモリの省電力化が期待される。

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) T. Sakai, M. Yamanouchi, Y. Araki, J. Ieda, H. Ohta, T. Uemura, "Temperature dependence of current-induced effective magnetic field acting on domain wall in SrRuO₃," 第82回応用物理学会秋期学術講演会, オンライン (ポスター), 2021年9月22日.
- (2) M. Yamanouchi, Y. Araki, J. Ieda, H. Ohta, T. Sakai, T. Uemura, "Nonmonotonic temperature dependence of current-induced effective magnetic field exerted on domain wall in SrRuO₃," The 15th Joint MMM-INTERMAG Conference, virtual conference (oral), Jan. 10-14, 2022.

6. 関連特許(Patent)

なし。