

課題番号 : F-21-UT-0100
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 微細チャンネルを用いた横型スピバルブ素子の作製及び特性評価
 Program Title (English) : Fabrications and the characteristics of the lateral spin-valve device with a short channel
 利用者名(日本語) : 鶴岡駿, 大矢忍, 田中雅明
 Username (English) : S.Tsuruoka, S. Ohya, M. Tanaka
 所属名(日本語) : 東京大学大学院工学系研究科
 Affiliation (English) : Graduate school of Eng., The Univ. of Tokyo
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、電気計測、スピントロニクス

1. 概要(Summary)

スピントロニクス分野において研究が進められているデバイスの一つとしてスピン MOSFET が挙げられる。スピン MOSFET は基本的に MOSFET のソースとドレインを強磁性体電極とする構造をとっており、MOSFET 同様のゲート電圧による電流増幅機能に加え、二つの強磁性体の磁化状態による素子抵抗の操作も可能となる。すなわち強磁性体層の磁化の向きにより、不揮発に情報を保存できる MOSFET となり、低消費電力化への期待が持たれている。本研究はスピン MOSFET の実現に向けて、Co/Fe/MgO/Ge:B/Ge 基板からなるオールエピタキシャル横型スピバルブデバイスの微細加工による性能向上及び、微細加工の安定化を図り、ナノスケール領域におけるチャンネル長の制御を行うことで、チャンネル長と MR 比の相関関係を実験的に明らかにし、デバイス中でのスピンの伝導機構の解明を行うことを目的とする。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

超高速大面積電子線描画装置

高精細電子顕微鏡

【実験方法】

分子線エピタキシー法を用いて Ge 基板上に Co/Fe/MgO/Ge:B/Ge 基板の構造を作製した。成長したサンプルに電子線描画装置やアルゴンイオンミリング装置を用いて 100 nm 程度のチャンネル長を持つ横型スピバルブ素子構造を作製し、走査型電子顕微鏡を用いてチャンネル長を測定した。加えて低温で磁場を印加した状態で電気伝導測定を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

チャンネル長 68 nm の素子の作製に成功した(Fig.1)。この素子において最大 0.55 %の磁気抵抗比を観測するこ

とが出来た(Fig. 2)。この値は拡散伝導を仮定した理論から予測される値のおよそ 1000 倍の値となっており、チャンネル長の微細化により、MR 比を大幅に向上させることに成功したと言える。

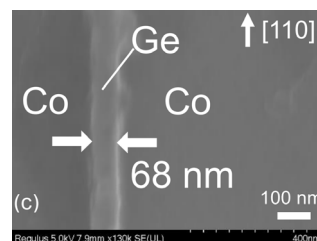


Fig. 1 Scanning electron micrograph of the channel of the spin-valve device.

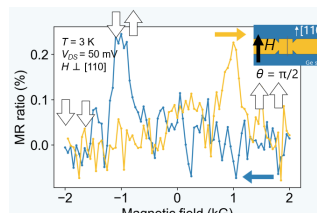


Fig. 2 Magnetoresistance curve observed at 3 K.

4. その他・特記事項(Others)

なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

・鶴岡駿、但野由梨子、Le Duc Anh、田中雅明、大矢忍;
 “Ge ベース単結晶横型スピバルブ素子におけるチャンネル微細化による磁気抵抗比の増大”, PASPS-26, オンライン, 2021/12/20-21

・鶴岡駿、但野由梨子、Le Duc Anh、田中雅明、大矢忍;
 “100 nm 以下の短チャンネルを有する Ge ベース単結晶横型スピバルブ素子における磁気抵抗効果の増大”, 狂的秩序とその操作に関わる 第 14 回 研究会, オンライン, 2022/1/4

6. 関連特許(Patent)

なし