

課題番号 : F-18-KT-0075
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 固体中におけるスピンの輸送現象の解明
Program Title(English) : Investigation of spin transport properties in condensed matters
利用者名(日本語) : 松島真之, 外園将也
Username(English) : M. Matsushima, M. Hokazono
所属名(日本語) : 京都大学大学院工学研究科
Affiliation(English) : Department of Electronic Science and Engineering, Kyoto University
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、

1. 概要(Summary)

近年活況を呈しているスピントロニクス(電子のスピンの情報を情報処理に用いる研究分野)においては、情報輸送手段としてスピンの流れである“スピン流”を用いる。既存のエレクトロニクス技術とスピントロニクス技術の融合を鑑みた場合、電荷情報とスピンの相互変換が重要となる。近年このような電流-スピン流変換に関する研究が精力的に行われており、変換機構を担う物理や物質ごとの変換効率は多岐に渡って議論されている。変換効率は物質固有の値であると考えられてきたが、殊に、金においては変換効率が報告ごとに大きく異なり、未だ解明できていない物理がある。以上をふまえ、我々の研究グループでは金でのスピン流-電流変換の更なる物理解解を目指し、外部電圧による変換効率の変調を試みた。外部電圧変調-つまりトランジスタ構造を、半導体ではなく金属で設けるにあたり、膜厚数 nm の超薄膜を精度よく作製する必要があった。そのため京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の設備を利用してスパッタ法による超薄膜の成膜を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

多元スパッタ装置 B

【実験方法】

フェリ磁性体イットリウム鉄ガーネット(YIG)上に多元スパッタ装置 B を用いて金超薄膜を成膜した。膜厚 4 nm でも連続膜であることを、原子間力顕微鏡(AFM)による表面ラフネスの撮影から確認できた(Fig 1.)。スピンの注入法にはスピンプンピング法という手法を用いた。当該手法では、フェリ磁性体 YIG の強磁性共鳴を引き起こすことで YIG から金超薄膜中にスピンを注入する。注入されたスピン流は“逆スピンホール効果”という変換現象により、

電気信号に変換される。トップゲートを用いて金超薄膜に外部から電界を印加し、この信号の多寡を評価することで変換効率の変化を評価することができる。

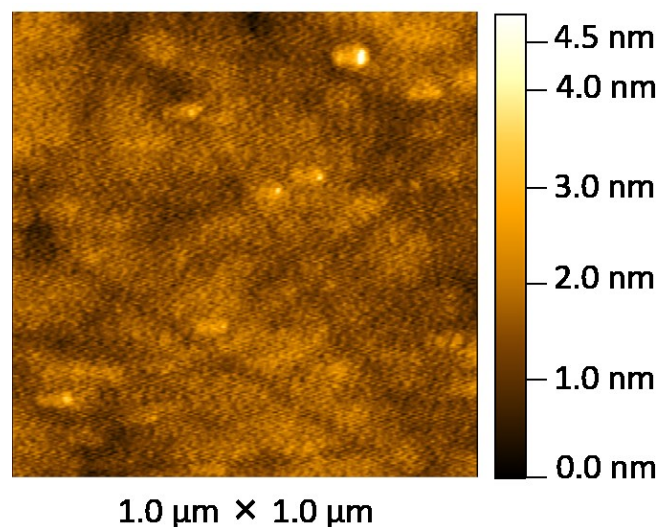


Fig. 1 An AFM surface image of the ultrathin gold film on the YIG (gold thickness: 4 nm).

3. 結果と考察(Results and Discussion)

本年度行った実験における結果を報告する。スパッタ成膜法による超薄膜の作製に伴い、金属である金をチャネルとしたトランジスタの作製に成功し、抵抗値のゲート電圧変調を観測した。同時に、“逆スピンホール効果”により得られる電気信号の強度も、ゲート電圧印加によって変調できた。また得られた変調の傾向が bulk 金の理論計算では説明できないことから、薄膜特有の新たなスピン流-電流変換の物理が期待できるものとなった。今後は、このように従来では説明できない物理の起源について解明していく予定である。

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

[1] S. Duchenko, M. Hokazono, M. Shiraishi *et al.*,

Nature Commun. **9**, (2018) 3118.

“Tunable inverse spin Hall effect in nanometer-thick platinum films by ionic gating”

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) M. Hokazono, S. Duchenko, M. Shiraishi et al.,
“Gate modulation of the ISHE-induced electromotive force in an ultrathin Au film” , 日本物理学会学術講演会 2018 年秋, 京都, 11aC116-13, 2018 年 9 月 11 日.

6. 関連特許(Patent)

なし.