

課題番号 : F-17-HK-0031  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 微細加工技術を用いた FET 素子及び磁気デバイスの作製  
Program Title (English) : Fabrication of FET and spintronics devices by nano-fabrication technology  
利用者名(日本語) : 柳瀬隆、長浜太郎、島田敏宏  
Username (English) : T. Yanase, T. Nagahama, T. Shimada  
所属名(日本語) : 北海道大学大学院工学研究院  
Affiliation (English) : Hokkaido University  
キーワード/Keyword : リソグラフィ

## 1. 概要(Summary)

近年進展が著しいスピントロニクス研究においては微細加工技術を駆使したデバイス作製が必要不可欠である。そこで、ナノテクプラットフォーム事業を活用し、素子作製のためのレーザー描画、電極層形成のためにコンパクトスパッタ装置を用いて、試料作製を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

コンパクトスパッタ装置・レーザー直接描画装置

### 【実験方法】

磁気抵抗効果やホール効果測定のため、レーザー描画装置を用いて、 $100\ \mu\text{m}$ の幅を持つホールバーを作成した。Ar イオンミリングでホールバー形状を作成した後に、再度レーザー描画装置を用いて電極パッドパターンを作製した。コンパクトスパッタ装置を用いて、Cr/Au 電極を形成した。作製したホールバーを用いて、磁気抵抗効果、角度依存磁気抵抗効果、異常ホール効果などの測定を室温あるいは低温で、1T の磁場中で行った。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

試料は CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/Pt を用いた。このような磁性絶縁体と重金属の二層膜ではスピン軌道相互作用に起因するスピンホール磁気抵抗効果(SMR)と呼ばれる現象が注目されている[1,2]。本研究においても SMR の観測を目指して、1T の外部磁場を様々な方向に印加して電気抵抗を測定した。その結果、先行研究と同様の SMR を測定することに成功した。

さらに Chen らの理論によると、CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/Pt 二層膜と CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/Pt/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 三層膜では、SMR の Pt 層厚依存性が異なることが予想されたが、その事に関する実験的な報告はこれまでなされていなかった。そこで、Pt 層厚

が 2nm および 4nm の二層膜と、三層膜を作製し、SMR 測定を行った。その結果、次の 2 点に関して二層膜と三層膜での明らかな違いを見いだした。1 つ目は三層膜のほうが大きな SMR を示した。これは SMR は界面で起こる現象であるため、CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/Pt 界面が増加したことによると考えられる。もう一点は、Pt2nm と 4nm を比較すると、二層膜では 4nm の方が大きな SMR を示したのに対して、三層膜では 2nm の方が大きな SMR を示した。すなわち Pt 層厚に対する依存性が逆であった。この違いについては Chen の理論である程度解釈可能と考えているが、今後より詳細な Pt 層厚依存性を検討していきたい。

## 4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

- [1] H.Nakayama et al., Phys. Rev. Lett., 110, 206601 (2013).
- [2] Y.T.Chen et al., Phys. Rev. B 87, 144411 (2013).

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1)山本 匠、柳瀬 隆、島田 敏宏、長浜 太郎、応用物理学会第 78 回秋季学術講演会、2017 年 9 月 6 日.
- (2) 山本 匠、柳瀬 隆、島田 敏宏、長浜 太郎、第 22 回 スピン工学の基礎と応用 PASPS22 2017 年 12 月 4 日

## 6. 関連特許(Patent)

なし