

課題番号	: F-16-UT-0080
利用形態	: 機器利用
利用課題名(日本語)	: ナノテクノロジー・プラットフォームを利用した純スピン注入プローブの開発
Program Title (English)	: Development of pure spin current injection probe using nanotechnology platform
利用者名(日本語)	: 保原麗, 長谷川修司
Username (English)	: R. Hobara, S. Hasegawa
所属名(日本語)	: 東京大学大学院理学系研究科
Affiliation (English)	: School of Science, the University of Tokyo

## 1. 概要(Summary)

スピン流の注入、スピン圧の測定はスピン物性研究およびスピンのデバイス応用において基礎的役割を担うが、微細加工技術によって対象内部にスピン注入・測定機構を直接作りこむ手法が主流であり、限られた試料、限られたコンフィギュレーションでしか測定が行えないことが課題である。また、スピン流と共に電荷電流も流れてしまい、スピン流由来の物性を測定するには不十分であった。

そこで、任意の位置に、電荷電流を伴わない純粋なスピン流だけを流すことができるプローブの作成を目指し、東京大学超微細リソグラフィー・ナノ計測拠点の設備を利用し、プローブの開発を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

高速大面積電子線描画装置  
 高密度汎用スパッタリング装置  
 ステルスダイサー  
 マニュアルウエッジボンダー

### 【実験方法】

高速大面積電子線描画装置を用いてパターンを作成し、高密度汎用スパッタリング装置を用いて各種磁性体・常磁性体をスパッタし、スピン流注入に必要な回路を作成した。その後ステルスダイサーによりプローブ先端を形成し、ボンダーにより電極を接続することで純スピン流プローブとした(Fig. 1a)。また、スピン流を確認する際に用いるパターンについても同様の手法で微細加工を行うことで作成した。

作成したプローブは東京大学理学系研究科物理学専攻長谷川研究室に持ち帰り、超高真空多探針 STM 装置内で逆スピンホール効果を測定した(Fig. 1b)。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

作成したプローブを金のワイヤーに接触させ、純スピン流を注入した際の、金ワイヤーの両端に発生する電圧を

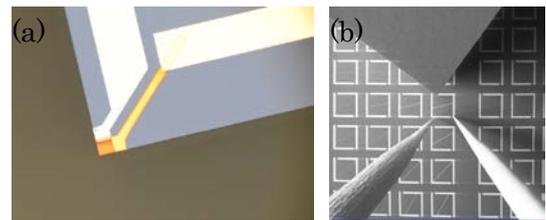


Fig. 1 (a) Developed pure spin injection probe. (b) SEM image of inverse spin hall effect measurement.

金ワイヤーの面内角度と共に示したのが Fig. 2 である。面内角度依存性から、スピンおよびスピン流方向に垂直な方向に電圧が発生しており、発生した電圧が逆スピンホール効果由来であることがわかる。

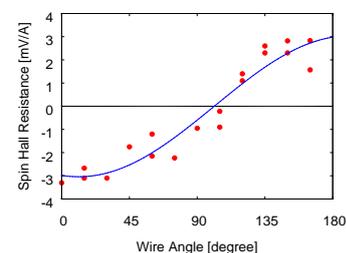


Fig. 2 Inverse spin hall resistance depend on the Au wire angle. The injected spin direction is around 90 degree.

## 4. その他・特記事項(Others)

・本研究は JSPS 科研費 15K13358 の助成を受けたものです。

・中根了昌様(東京大学工学系研究科)、秋山了太様(東京大学理学系研究科)の技術的支援に感謝いたします。

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

(1) 保原麗, 秋山了太, 長谷川修司, 日本物理学会 2016 年秋季大会, 平成 28 年 9 月 13 日

(2) 保原麗, 長谷川修司, 応用物理学会第 64 回春季学術講演会, 平成 29 年 3 月 14 日.

## 6. 関連特許(Patent)

出願済み