

平成 22 年 4 月 19 日現在

研究種目：特定領域研究

研究期間：2007 ~ 2010

課題番号：19048013

研究課題名(和文) 新しいスピントロニクス・操作手法の探索

研究課題名(英文) Establishing novel methods for spin current generation and manipulation

研究代表者

大谷 義近 (OTANI YOSHICHIKA)

東京大学・物性研究所・教授

研究者番号：60245610

研究分野：工学

科研費の分科・細目：材料工学・機能材料

キーワード：スピントロニクス、スピン注入、スピン蓄積

1. 研究計画の概要

スピン依存伝導を駆動原理とするスピントロニクス素子の開発には、スピン流の生成、輸送、操作、蓄積、そして検出する手法を確立することが必要不可欠である。本研究課題では、スピン流の生成・操作に着目して以下の3つの研究課題に取り組んでいる。

課題1：強磁性金属を用いない新規なスピン流生成法の一つとして着目されている巨大なスピンホール効果を示す物質探索とその機構解明。

課題2：スピン流の自由度の一つであるスピン偏極ベクトルの電氣的制御方法の確立。

課題3：スピン蓄積量の増幅手法の確立を目指した、常伝導体とは異なる電子状態を有する超伝導体へのスピン注入及びスピン蓄積信号の測定手法の確立。

2. 研究の進捗状況

課題1については、平成20年度までの段階で大きなスピンホール効果を示す候補材料の4d5d遷移金属系統的な測定を行い白金ナノ細線において室温における巨大なスピンホール効果の観測に成功し、系統的な元素依存性の測定から発現機構解明への手掛かりを掴んだところである。現在は、一連の研究から得られた知見を利用して、制御性良くスピンホール効果を発現させる発展研究に取り組んでいる。

課題2については、既に二つの強磁性体スピン注入端子を用いたスピン偏極ベクトルの電氣的制御法を確立し検証実験に成功した。

課題3については、超伝導ニオブ Nb への非局所スピン注入の可能性を実験的に検討したところ、拡散的な非局所にスピン注入を行

うことが可能であることを発見した。この発見を踏まえて更に非線形効果の観測を試みているところである。

3. 現在までの達成度

課題1：素子作製法も確立し、高品質な遷移金属細線の作製が可能となった。得られた元素依存性の結果から、4d-5d多結晶遷移金属のスピンホール伝導度が、理論予測されていたようにフントの第3則を満たすことを実験的に示すことに成功した。これは、スピンホール効果増大のための指針を与える。

課題2：進捗状況にも書いたようにこの課題に関しては、研究計画をほぼ完了した。

課題3：超伝導への非局所スピン注入に関しては、当初の予想とは異なる興味深い新奇な結果が得られている。

4. 今後の研究の推進方策

課題1：今後は、より高効率で制御性の良いスピン流生成法の探索が重要となる。そこで、これまでの研究成果を生かして、共鳴スキャッターを引き起こすことでスピンホール効果を増大させることを試みる。そのために4d5d遷移金属を不純物として利用して非磁性体中の散乱ポテンシャルを人工的に制御する。候補物質として Ir に着目し、Cu 母相中に微量の Ir を分散させスピンホール効果の発現機構の詳細を調べる。また、停滞していた単結晶遷移金属におけるスピンホール効果の研究も、スピンホール効果の起源解明に向けて極めて有効な手段であり、こちらも並行して行う。

課題2：スピン偏極ベクトルの電氣制御方法

については既に確立しているので、この手法を応用した非局所スピン注入磁化反転などの新奇な素子作製や測定手法を試みる。

課題 3 : 超伝導状態の Nb への非局所スピン注入が可能であることを実験的に検証することができたので、同様の実験を AI についても行き、非線形現象をより積極的に引き出す素子構造を探索して、スピン流増幅回路(スピン蓄積信号の増幅)を実現する。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 18 件)

1. M. Morota, K. Ohnishi, T. Kimura and Y. Otani, 査読有
"Spin Hall effect in Molybdenum wires,"
J. Appl. Phys. **105**, 07C712-1~3 (2009).
2. T. Yang, T. Kimura and Y. Otani, 査読有
"Giant spin-accumulation signal and pure spin-current-induced reversible magnetization switching,"
Nature Physics **4**, 851~4 (2008).
3. K. Ohnishi, T. Kimura, and Y. Otani, 査読有
"Improvement of superconductive properties of mesoscopic Nb wires by Ti passivation layers,"
Appl. Phys. Exp. **1**, 021701-1~3 (2008)
4. *T. Kimura, T. Sato and Y. Otani, 査読有
"Temperature evolution of spin relaxation in NiFe/Cu lateral spin valve,"
Phys. Rev. Lett. **100**, 066602-1~4 (2008)
5. Y. Togawa, T. Kimura, K. Harada, T. Matsuda, A. Tonomura, Y. Otani and T. Akashi, 査読有
"Current-excited magnetization reversal under in-plane magnetic field in a nanoscaled ferromagnetic wire,"
Appl. Phys. Lett. **92**, 012505-1~3 (2008).
6. *T. Kimura, Y. Otani and L. Vila, 査読有
"Spin current absorption and spin Hall effects in ferromagnetic / nonmagnetic hybrid structures(invited),"
J. Appl. Phys. **103**, 07F310-1~4 (2008).

[学会発表](計 20 件)

1. Y. Otani, T. Yang, Y. Fukuma and L. Wang,
"Pure-spin-current induced switching and interface contribution (invited)," 11th Joint MMM-Intermag Conference, Washington, D.C., USA, January 2010
2. Y. Otani
"Pure-spin-current induced magnetization switching (invited)," International Workshop on Magnonics: From Fundamentals to Applications, Dresden, Germany, August 2009.
3. Y. Otani

"Efficient spin accumulation and pure-spin-current-induced magnetization switching (invited)," 20th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces, Berlin, Germany, July 2009.

4. Y. Otani
"Reversible spin Hall effects in metallic nano-structures(invited)," 421st Wilhelm and Else Heraeus Seminar on Spin Hall Effect, Bad Honnef, Germany, October 2008.

5. Y. Otani
"Spin current generation and manipulation in magnetic and non-magnetic hybrid nano-structures(invited)," Spin Phenomena in Reduced Dimensions, Regensburg, Germany, September 2008.

[図書](計 0 件)

[産業財産権]
出願状況(計 1 件)

名称 : メモリセル、ならびに、磁気メモリ素子
発明者 : 福間康裕、楊涛、木村崇、大谷義近
権利者 : 独立行政法人理化学研究所
種類 :
番号 : 特願 2008 -270223
出願年月日 : 平成 20 年 10 月 17 日
国内外の別 : 国内

取得状況(計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
取得年月日 :
国内外の別 :

[その他]