

キーワード

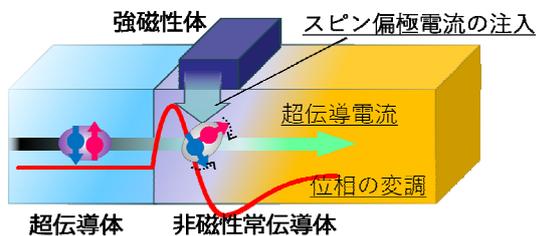
超伝導、スピン伝導、ナノデバイス、プロセスインフォマティクス

Superconductor, Spin transport, Nano-fabricated device, Process informatics

研究内容

[1] スピン流による超伝導位相制御手法の開発

- 近年、盛んに開発されている量子コンピュータでは、量子ビットと呼ばれる素子が用いられる。量子ビットには様々な種類があり、そのひとつが、超伝導体の「位相」を用いた位相型超伝導量子ビットである。
- これまでの研究において、超伝導体中の位相の変調は、外部磁場もしくは強磁性体中を超伝導電流が流れることにより実現されてきた。しかしながら、それらの手法では、デバイス中にあるナノサイズの超伝導体を、個々に電氣的に制御することは困難であった。
- そこで当研究室では、スピン偏極電流を注入することで、非磁性体中に実効的な強磁性体を実現することを目指して、研究を行っている。

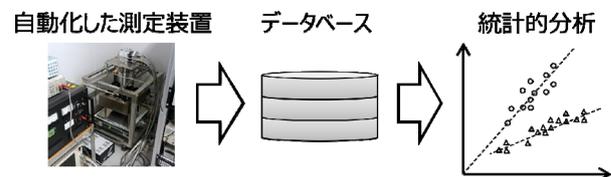


- スピン偏極電流とは、電子が「電荷」と「スピン」の両方をもつことに着目した、スピンの量に偏りのある電流である。様々な物質中における流れ方が、通常の電流（スピンに偏りのない電流）とは異なり、これまでスピントロニクスと呼ばれる分野で研究されてきた。
- 上記の手法では、このスピン流を超伝導体に対して用いることで、超伝導デバイスにおける個々の位相を制御したり、作製後の微調整を含むデバイス特性の再構成を電氣的に実現したりするものである。その結果として、超伝導量子ビットにおける新たな位相制御手法が提案できると期待している。

[2] デバイス作製プロセスの管理プラットフォームの開発

- 超伝導量子ビットを含むナノスケールのデバイスは、微細加工技術によって作製される。このデバイス作製プロセスには、デバイスの特性を左右する様々なパラメータが存在する。

- とくに研究室における試行錯誤の段階では、作製プロセスと特性の関係を、正確に把握・分析する必要がある。しかしながら、近年のデバイス作製プロセスには多くの要素が絡まりあっており、例えば超伝導量子ビットにおいて、同一特性のデバイスを、精度高く再現性良く作製することは、大変困難である。
- そこで、プロセスを正確に記録し、作製されたデバイスにおいて測定される特性と結び付けたうえで、管理データベース化する。それにより、デバイス特性に影響を与えるパラメータを早期に発見できれば、再現性向上に大いに有益であると考えられる。



- これは、大量に蓄積される“モノ”から如何に価値のある情報を引き出すかというインフォマティクスの知見を、デバイス作製プロセスに適用する試みであり、ナノデバイスの作製プロセスの最適化の加速や再現性の向上が見込まれる。

最近の業績

- [1] “The positive exchange bias property with hopping switching behavior in van der Waals magnet FeGeTe”, S. Hu, X. Cui, Z. Yue, P. Wang, L. Guo, K. Ohnishi, X. Wang, T. Kimura, *2D Mater.* **2022**, 9, 015037.
 - [2] “Experimental evaluation of three-dimensional heat flow using magneto-thermo electric effects in a ferromagnetic nanowire”, Md Kamruzzaman, S. Hu, K. Ohnishi, T. Kimura, *Phys. Status Solidi RRL*. **2022**, 16, 2100608.
 - [3] “Relaxation process of spin-polarized quasiparticles in a superconducting Nb wire”, T. Iwahori, K. Mizokami, R. Matsuda, K. Ohnishi, T. Kimura, *IEEE Trans. Magn.* **2022**, 58, 4100404.
 - [4] “Quantitative evaluation of heating effect on dynamical spin injection using CoFeB/Pt/CoFeB trilayered film”, S. Obinata, R. Iimori, K. Ohnishi, T. Kimura, *IEEE Trans. Magn.* **2022**, 58, 9000304.
 - [5] “Effective modulation of spin accumulation using a ferromagnetic/nonmagnetic bilayer spin channel”, T. Ariki, T. Nomura, K. Ohnishi, T. Kimura, *J. Phys. D: Appl. Phys.* **2022**, 55, 095302.
 - [6] “Influence of Heat Flow Control on Dynamical Spin Injection in CoFeB/Pt/CoFeB Trilayer”, S. Obinata, R. Iimori, K. Ohnishi, T. Kimura, *Sci. Rep.* **2022**, 12, 3467.
- 科学研究費 基盤研究 (C) (2020-2023 年度 429 万円) .