

【基盤研究（S）】

理工系（総合理工）



研究課題名 純スピンドル注入による磁気相転移の選択的制御と革新的ナノスピンドルデバイスへの応用

九州大学・大学院理学研究院・教授 きむら たかし
木村 崇

研究分野：スピントロニクス

キーワード：スピンドル注入、純スピンドル流、相転移現象

【研究の背景・目的】

磁石の不揮発特性と巨大磁気抵抗効果などのスピンドル依存伝導現象を絡めて電子デバイスを動作させるスピントロニクスは、消費電力・集積度・動作速度・書き換え回数など、さまざまな点で魅力的なポテンシャルを有しており、次世代のナノエレクトロニクス・デバイスの最有力候補の一つとして期待されている。近年の目覚ましい関連技術の進展により、現在では、室温で抵抗変化 200% を超える磁気抵抗素子の量産が可能になっている。最近では、更に大きな抵抗変化も観測されており、スピンドル情報を電気信号で読み取るための十分な抵抗変化は得られている。しかし、半導体トランジスタなどのようにゲート電圧で電気抵抗が数桁変化する素子と比べると、スピンドルデバイスの抵抗変化率は、まだまだ圧倒的に小さい。その結果、スピンドル RAM などでは、不揮発記憶効果により低消費電力化が可能であるが、集積度の限界は、半導体 RAM と同様、トランジスタの微細化限界で決まってしまうのが現状である。

そこで本研究では、強相関係におけるスピンドル間の相互作用により生み出される相転移現象を用いて数桁の電気抵抗変化を引き起こす革新的スピンドルデバイスを創出する。具体的には、代表者のシーズ技術である高効率・純スピンドル流制御技術を駆使して、スピンドル流による巨大な有効磁界を強相関係電子系に作用させることで、金属-絶縁体転移やメタ磁性転移などの相転移現象を引き起こす。本技術により、スピンドル RAM の更なる高密度化・高性能化のみならず、革新的ナノスピンドルデバイスの創成が期待できる。

【研究の方法】

既に確立している巨大純スピンドル流注入技術を磁気相転移を引き起こすナノドットに適用し、スピンドル注入によるメタ磁性転移を実現する。同時に、高品質な Mn 酸化物/Cu 二層膜作製技術とナノ加工技術を開発し、同様の純スピンドル流制御技術を用いて、スピンドル注入誘起の金属-絶縁体転移を実現する。上記の要素技術を確立したスピンドル注入誘起の相転移現象を用いたナノ磁界発生装置や三端子スピンドルスイッチなど、革新的スピンドルデバイスの試作と高性能化を実施する。

【期待される成果と意義】

強相関係物質は電気抵抗が高いため、これまで電気的スピンドル注入は適さないと考えられていた。本研究では、電気の流れを伴わない純スピンドル流を用いるこ

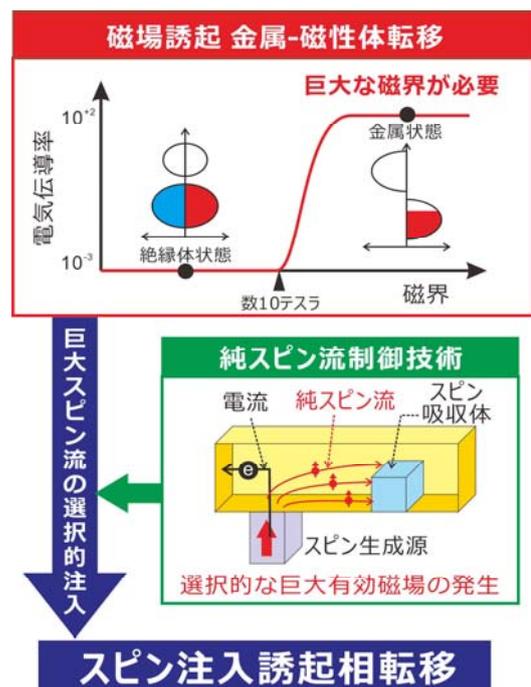


図1. 純スピンドル流注入による選択的磁気相転移概念図
とで、効率的なスピンドル注入を可能にする。スピンドル注入誘起相転移という革新的原理により数桁の電気抵抗変化をもたらす本デバイスの実現は、スピンドルデバイス、及びナノエレクトロニクス分野に革命をもたらすと期待できる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- S. Nonoguchi, T. Nomura, and T. Kimura "Nonlocal spin transports in nanopillar-based lateral spin valve" Appl. Phys. Lett. 100, 132401 (2012)
- S. R. Bakaul, S. Hu and T. Kimura, Large pure spin current generation in metallic nanostructures, Appl Phys A 111, 355–360 (2013)

【研究期間と研究経費】

平成 25 年度–29 年度
119,400 千円

【ホームページ等】

<http://www.phys.kyushu-u.ac.jp/ssp/index.html>
t-kimu@phys.kyushu-u.ac.jp