

情報担体とその集積のための材料・デバイス・システム
2020年度採択研究代表者

2022年度
年次報告書

森山 貴広

京都大学 化学研究所
准教授

反強磁性薄膜を用いたスピン超流動デバイスの創出

研究成果の概要

本年度は、これまでの知見および成果を元に、スピン流の出入力機構を備えたスピン超流動デバイスを作製し、スピン流の長距離伝送の実証を行った。また、超流動の特徴の一つである代数的減衰について調査した。以下に成果の概要を記述する。

1) スピン超流動デバイスの作製

スピン超流動の励起には、スピン流のスピン分極方向が NiO の磁気容易面に対して垂直である必要がある。今回作製したデバイスでは、スピン注入源として強磁性体を用いることで強磁性体において生じるスピン軌道トルクを利用して NiO 磁気容易面に垂直にスピン分極を注入する。デバイス作製は EB リソグラフィおよび Ar ミリングを用いて行った。スピン流入力用の強磁性体細線に入力電流を印加すると NiO にスピン流が注入される。注入されたスピン流はスピン超流動を励起し、距離 d 離れて対向する強磁性体細線に到達すると、スピン軌道トルクの逆効果によって電流信号（電圧 V_d ）に変換される。 V_d は検出細線下のスピン流密度に比例するため、細線間距離 (d) 依存性を測定することにより、スピン散逸特性を知ることができる。

2) スピン流の長距離伝送および代数的減衰

上記のデバイス構造について、外部印加磁場や細線印加電流等のパラメータを変化させて検出電圧 V_d の細線間距離 d 依存性を測定した。通常の散逸スピン流では距離に対して指数関数的に減衰するのに対して、測定データは代数的に減衰する傾向が見られており、スピン超流動の兆候が観測されていると考えられる。また、 $d=4 \mu\text{m}$ 程度までスピン流の伝送が観測された。さらに、入力電流は V_d に対して閾値があることが観測されており、スピン超流動の励起にエネルギーギャップが存在することが分かった。このエネルギーギャップは NiO の磁気容易面内における磁気異方性エネルギーに対応していると考えられる。

以上、スピン超流動の励起・検出を強く示唆する実験結果を得た。本成果について現在論文投稿準備中である。