

2024 年度年次報告書  
リアル空間を強靭にするハードウェアの未来  
2023 年度採択研究代表者

山下 尚人

九州大学 大学院システム情報科学研究院  
准教授

スピノ流を用いた磁壁カイラリティの電気的検出

## 研究成果の概要

近年、磁壁中のスピンを情報担体に用いた、カイラリティエンコーデッドコンピューティングと呼ばれる計算デバイスが多数提案されている。磁壁は磁場だけでなく電流や熱によっても動かすことができるため、様々な物理に基づく多彩な計算デバイス応用が考えられている。集積可能な構造で電流による磁壁移動が可能となるのは、(1)磁化方向が薄膜の膜厚方向を向く垂直磁化膜であること、(2)電流からスピン流への変換が効率的に行われる材料と磁性材料とを用いて清浄かつ高品質な界面を作成すること、(3)ジャロシンスキー守谷相互作用により Néel 磁壁を安定させることの三つの要件を満たす時である。本研究では、磁壁のカイラリティ検出手法の開発を目指す。

カイラリティを検出するためには、読み出し部にて磁壁を「とめる」技術が必要である。このため、細線上で磁気異方性や飽和磁化等の磁気特性の異なる領域を作り分けることに取り組んだ。半導体集積回路では、導電率の異なる領域を形成する際、イオン注入法が用いられる。磁性薄膜にこの技術を応用することにより磁気特性の異なる材料を設計できると期待される。イオン種としてガリウムの集積イオンビームに着目した。磁性金属薄膜へ照射すると磁気異方性を緩和できるとの報告があるためである。イオンビームの重要パラメーターの一つにイオン侵入長を与える加速電圧がある。シミュレーションにより適切な加速電圧を予め見積り、実験を行った。ガリウムを照射後、試料を熱処理して結晶性を回復させ、磁気異方性をブリルアン散乱法により評価した。その結果、条件を最適化することにより有効磁化を制御できることを発見した。

本研究を進める中で国内だけでなく大韓民国およびスウェーデン等、外国の著名研究者との共同研究にも発展した。今後は、磁壁を停止するための条件探索を進めつつ、最終目標の達成に向けてスピン流の界面物理を研究する。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) Large-scale fabrication of thulium iron garnet film with perpendicular magnetic anisotropy using RF magnetron sputtering, Marlis N. Agusutrisno, Sora Obinata, Takamasa Okumura, Kunihiro Kamataki, Naho Itagaki, Kazunori Koga, Masaharu Shiratani and Naoto Yamashita, *Jpn. J. Appl. Phys.* **63** 07SP06 (2024).