

情報担体を活用した集積デバイス・システム
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

好田 誠

東北大学 大学院工学研究科
教授

波動性情報担体を用いた固体多重情報基盤の創出

主たる共同研究者:

植村 哲也 (北海道大学 大学院情報科学研究院 教授)

関 剛斎 (東北大学 金属材料研究所 准教授)

研究成果の概要

本研究のねらいは、電気伝導・光応答共に優れた III-V 族半導体量子構造や強磁性体とのハイブリッド構造を用いて、情報伝送・演算・記録において波動性を活用できる多重情報基盤を構築することである。このねらいに対し本年度は以下の研究成果を得た。

波動性情報担体の本質的な優位性は、情報を多重・並列化できることにある。特に光の空間構造を制御することで光電変換により電子スピン空間構造に転写する技術の確立が重要となる。そこで光の空間構造の一つである光渦に着目した。その結果、ベクトル光渦の軌道角運動量に起因する偏光空間構造をスピン空間構造として半導体中に直接転写することに成功した。これは偏光の空間自由度を電子スピンの空間自由度に受け渡すことができることを意味する。本成果は *Physical Review Letter* 誌に出版され⁽¹⁾、Editors' Suggestion に選ばれる共に Featured in Physics で "Beaming in a Spin Texture" として紹介された⁽²⁾。

波動性情報担体を担う光偏波・電子スピン波・マグノンを自在に生成・制御・検出できる材料基盤となるのが III-V 族半導体/強磁性体ハイブリッド構造である。電子スピン波の注入が期待できる新たな半導体/強磁性体構造を設計、分子線エピタキシ法とスパッタ法を駆使した結晶成長技術を確立した。その中で、MnGa/Fe からなる強磁性二層膜を GaAs 基板上に成長し、明瞭な垂直磁化特性を確認するとともに、そのスピン軌道トルク磁化反転を実証した。これは、電氣的スピン注入による電子スピン波形成の基盤技術となる。

電子スピン波により演算処理された情報を不揮発記録するには、電子スピンと局所磁化の間でスピン角運動量の受け渡しを行う必要がある。そこで、GaAs 半導体上に作製した強磁性金属 CoFe 細線構造(幅 1 μ m)を用いて、スピン軌道トルクによるスピンドYNAMIKSの局所励起を行った。今後は強磁性体から半導体へスピンプンピングによる電子スピン波注入に向けた要素技術を確認する。

【代表的な原著論文情報】

- 1) "Imprinting Spatial Helicity Structure of Vector Vortex Beam on Spin Texture in Semiconductors", J. Ishihara, T. Mori, T. Suzuki, S. Sato, K. Morita, M. Kohda, Y. Ohno, and J. Miyajima, *Physical Review Letters* **130**, 126701 (2023).
- 2) Featured in Physics: <https://physics.aps.org/articles/v16/50>