

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

2020 年度 年次報告書
------------------

山田 道洋

大阪大学 大学院基礎工学研究科/科学技術振興機構  
特任助教/さきがけ研究者

革新的スピン注入技術を用いた縦型半導体スピン素子の創成

## § 1. 研究成果の概要

身の回りの様々な機器で情報処理・通信を行う IoT 社会において、情報処理にかかるエネルギーは爆発的に上昇しており、低消費電力かつ高性能な革新的デバイスの実現が必要不可欠となっている。そこで、現在のエレクトロニクスと融合が可能で、新奇情報担体としてスピンを用いることで低消費電力と新原理動作が可能な半導体スピン素子の創成が期待されている。本研究では、原子層レベルで制御した強磁性体/半導体界面を有する縦型半導体スピン素子構造を実現することで、低消費電力かつ高性能なスピン素子の創成を目指す。

本年度は、高性能化を実現するために縦型構造へ高性能ホイスラー合金を導入し、従来材料と比較して性能指標である磁気抵抗比を一桁向上させ、縦型半導体スピン素子における世界最高性能を実現した。さらに、スピン素子の作製過程では熱処理が必要であるが、その際に強磁性体/半導体界面の劣化が生じ、性能が劇的に低下してしまう。今回、新奇ホイスラー合金の材料探索を行うことで、熱的安定性の高い材料を見出し、熱耐性を向上させた。また、半導体中間層へのドーピング技術の確立に向けて、基礎的な条件の検討を進めた。ドーピングを行った場合にも半導体中間層のエピタキシャル成長を確認し、半導体中間層の伝導特性制御に向けて基盤技術を確認しつつある。以上の成果は、縦型半導体スピン素子の飛躍的性能向上と素子作製に必要な要素技術に対する知見が得られた成果である。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) K. Kudo, **M. Yamada**, S. Honda, Y. Wagatsuma, S. Yamada, K. Sawano, and K. Hamaya, “Room-temperature two-terminal magnetoresistance ratio reaching 0.1% in semiconductor-based lateral devices with  $L2_1$ -ordered  $\text{Co}_2\text{MnSi}$ ”, Applied Physics Letters, vol. 118, pp.162404-1~162404-6, 2021