

情報担体を活用した集積デバイス・システム  
2020年度採択研究代表者

2020年度  
年次報告書

千葉大地

大阪大学 産業科学研究所  
教授

集積スピンドライバーフィジカルシステムの構築

## § 1. 研究成果の概要

当該年度は、集積スピンスイバーフィジカルシステムの根幹をなす要素技術の確立やシミュレーションを行った。ウェアラブル集積スピンスенсаパッドの構築においては、回路シミュレーションを駆使して融合集積回路設計を進めプロセスを開始した。集積化素子自体の出力の最適化を並行して進め、集積スピンスенсаパッドの基本素子となる磁気抵抗素子のチューニングを進めた。また、フェリ磁性体にひずみを加えると、補償温度が変化することを見出した。補償温度付近では磁気特性がひずみで巨大に変化することが分かり、補償温度を室温付近に設定することにより、これを今後超高感度なひずみセンシングへ活用できる可能性がある。

一方、AI 推定の方法を早めに確立するため、集積センサパッドからどのようなデータが得られるかを早めに理解しておく必要がある。有機周辺回路を用いないスピン素子のみの簡易集積センサパッドの試作を進め、データ取得を行い、課題を明らかにした。また、磁性体を用いた要素素子間のインタフェース設計を実施し、動作条件に合わせた設計手法の開発、ならびにマクロスピンモデルを用いたシミュレーションによる動作検証を行った。併せて、試作した素子の構造を反映させたシミュレーションも可能とした。

先行して実施した複数要素素子を用いた回路設計では、素子構造の微細な変化に応じて動作条件が変化する箇所が明らかとなった。この部分の影響を抑えることが今後の研究で重要となる。また、高感度アンプの開発ならびに磁気力顕微鏡設計を行った。これらの研究成果を次年度以降に計画されている実証実験における素子設計へと利用する。

## § 2. 研究実施体制

### (1) 千葉グループ

① 研究代表者:千葉 大地 (大阪大学 産業科学研究所 教授)

② 研究項目

1. <1>ウェアラブル集積スピンセンサパッド
  - 1.1 融合集積回路設計
  - 1.2 素子構造とその出力の最適化
  - 1.3 集積センサ試作
  - 1.4 通信モジュール搭載と性能試験
  - 1.5 時系列 AI 推定・予測ソフト開発
  - 1.6 動作実証
2. <2>ゼロエナジ・メカニカルスマートレジスタ
  - 2.3 情報読み出し機構開発
  - 2.5 情報読み出し機構の高度化
3. <3>スピン MEMS
  - 3.1 素子最適構造検討
  - 3.2 一軸加速度センサシステム開発
  - 3.3 計測ソフトウェア開発と性能試験
  - 3.4 多軸加速度センサ開発
4. <4>統合集積スピン CPS 開発
  - 4.1 <1><2>の融合
  - 4.2 統合スピン CPS 開発
  - 4.3 伝わるデモの準備と実施

### (2) 野村グループ

① 主たる共同研究者:野村 光 (大阪大学 基礎工学研究科 講師)

② 研究項目

2. <2>ゼロエナジ・メカニカルスマートレジスタ
  - 2.1 センサインタフェース開発
  - 2.2 センサ・レジスタ回路開発
  - 2.3 情報読み出し機構開発
  - 2.4 スマートレジスタデモ実施
4. <4>統合集積スピン CPS 開発
  - 4.1 <1><2>の融合
  - 4.2 統合スピン CPS 開発
  - 4.3 伝わるデモの準備と実施

【代表的な原著論文情報】

- 1) S. Ota, P. V. Thach, H. Awano, A. Ando, K. Toyoki, Y. Kotani, T. Nakamura, T. Koyama and D. Chiba, “Strain-induced modulation of temperature characteristics in ferrimagnetic Tb-Fe films”, *Scientific Reports* **11**, 6237 (2021).