

「超高速・超省電力高性能ナノデバイス・システムの創製」

平成 14 年度採択研究代表者

新田 淳作

(NTT物性科学基礎研究所 グループリーダー)

「半導体スピンエンジニアリング」

1. 研究実施の概要

半導体の最大の特徴は、第三電極を用いた電氣的な制御（三端子動作）が可能であるところにある。これゆえ、基礎物理からデバイス応用までこれまで重要なブレイクスルーが数多くなされてきた。しかしながら、これまで、半導体では、主に電子の有する「電荷」という側面に着目して研究・開発がなされてきた。本研究は、半導体の電子のスピンに関連した特性として（1）交換相互作用、（2）スピン軌道相互作用、（3） g -因子に着目し、これらをゲート電極により電氣的に制御し、半導体中のキャリアスピンを自在に操作、制御する手法を開発することを目的とする。これにより、従来にないスピンの自由度に起因した新しい機能を創出し、将来の超高速、超省電力、高機能化が可能な量子情報処理デバイスの基本素子として貢献することを目指す。

2. 研究実施体制

スピン伝導特性研究グループ

- ① 研究分担グループ長：新田 淳作（NTT物性科学基礎研究所、グループリーダー）
- ② 研究項目：量子ドット超格子強磁性、スピン機能デバイスの伝導特性

量子ドット間の交換相互作用制御や量子ドット超格子構造の作製、強磁性実現のための構造の最適化を行い、主に伝導特性からスピン特性を調べる。また、スピン軌道相互作用や g -因子のゲート電圧制御のための半導体ヘテロ構造の設計と伝導特性評価を行い、ゲート電圧によるスピン制御方法の確立を行う。このスピン制御技術をベースに、スピフィルターやスピンFETなどスピン機能デバイスの作製を行いスピン伝導特性、デバイス特性の評価と最適化を行う。

スピン光学特性研究グループ

- ① 研究分担グループ長：野村 晋太郎（筑波大学 物理学系、助教授）
- ② 研究項目：スピン光物性測定及び量子ドットの光-磁性測定

光学的手法により半導体量子ドット中電子系の状態観測、特に偏向分光法を用いたスピン状態の観測を行なう。具体的には（1）円偏向発光分光、ファラデー

効果、カー効果測定による半導体量子ドット超格子中電子系の強磁性状態の検出、
(2) 発光分光を用いた化学ポテンシャル測定による半導体量子ドット超格子中
電子系の超伝導-常伝導転移の検出、を実施する。本研究では、円偏光発光素子
の開発、量子情報処理用基本デバイスにおける光学的量子状態読取機構の開発等
を目指す。