

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名: 半導体スピンエンジニアリング

2. 研究代表者名: 新田 淳作 (東北大学大学院工学研究科 教授)

3. 研究概要

電子スピンは、最小の磁気要素でありこれまで磁場により制御されてきた。ゲート電界によるスピン制御は空間的および時間的な制御性と省電力性などで優れており、次世代スピン機能デバイスの実現を図る上で重要技術である。これまでに、2つの量子ドット中の局在スピンの RKKY 相互作用により強磁性的に結合することを実証するとともに、電子スピンの回転角度をゲート電圧で電氣的に制御することなどに成功した。これらの成果は次世代スピントロニクスや将来のスピンをベースとした量子情報処理に向けて重要な役割を果たしていくと考える。

4. 中間評価結果

4 - 1. 研究の進捗状況と今後の見込み

スピン伝導特性の研究においてはスピン注入に関する部分はやや進捗が鈍いが、電界制御スピン干渉実験、ドット列の前段階であるドット・細線・ドット系を用いた非局所的なスピン相関と科学的にレベルの高い成果が得られている。スピンの関与した光物性の研究でも、量子ドット列や低キャリア密度系の光物性評価が順調に進展している。特に、ポテンシャルの横方向変調を加えた横型ナノ構造に対して、アクセプタ準位と伝導電子の関与したスピン依存型の発光現象を明らかにしたことは興味深い。論文、国際会議発表も順調であり、海外特許を含む特許出願も非常に活発である。

4 - 2. 研究成果の現状と今後の見込み

(1) InGaAs/InAs/InGaAs ヘテロ構造を用いて、g-因子のゲート制御に成功した。

(2) Rashba スピン軌道相互作用に対するヘテロ界面の重要性を指摘するとともに、この効果を利用したスピン干渉ループデバイスを試作し、スピン干渉のゲート制御に成功した。さらに、Rashba スピン軌道相互作用が産み出す有効磁場の空間変調を原理とする Stern-Gerlach 型スピンフィルターを提案した。

(3) 量子細線に 2 個の量子ドットがトンネル結合した構造をゲート制御し、両方のドットが奇数個の電子を含む状態では、RKKY 相互作用によってドット内スピンの強磁性的に揃うことを見出した。

これらの成果から、これまでの研究の良好な進捗が示されている。今後、これらの結果をデバイスの実現に向けて進展していくことが望まれる。

