



**研究課題名** 不揮発性および再構成可能な機能をもつ半導体材料とデバイスの研究開発

たなか まさあき  
田中 雅明  
東京大学・大学院工学系研究科・教授

研究分野：応用物性・結晶工学、電子・電気材料工学

キーワード：スピントロニクス、半導体、不揮発、再構成可能

【研究の背景・目的】

従来の半導体デバイスや集積回路では持ち得なかった「不揮発性」と「再構成可能性」の機能をもつ材料とデバイスを創製する。半導体材料あるいはデバイス構造中に磁性元素や強磁性材料を構成要素として取り込み、キャリアの電荷輸送に加えて「スピン自由度」をも活用する新しい機能材料やデバイスをつくる。スピン自由度による機能を有する新しい半導体デバイス構造を提案・解析し、不揮発性メモリ機能と合わせて、柔軟な情報処理機能、すなわちハードウェアを作製した後で機能を再構成する（書き換える）ことが可能な半導体デバイスを試作して、その原理的な動作実証を行う。具体的には、大きく分けて次の3つのタイプのスピンドバイスを作製する。

- 1) III-V 族半導体をベースとした強磁性トンネル接合および接合型スピントランジスタ
- 2) IV 族半導体をベースとした MOSFET 型のスピンドバイス（スピン MOSFET）
- 3) 磁性金属微粒子と半導体からなる複合構造をベースとした強磁性トンネル接合および単電子スピントランジスタ

【研究の方法】

不揮発性メモリと再構成可能な論理回路への応用を視野に入れて、材料形成、物性制御、スピン伝導の物理、デバイス作製、論理回路設計まで一貫した研究を展開する。代表者と分担者が密接に協力し、図1に示すような体制で研究を進める。

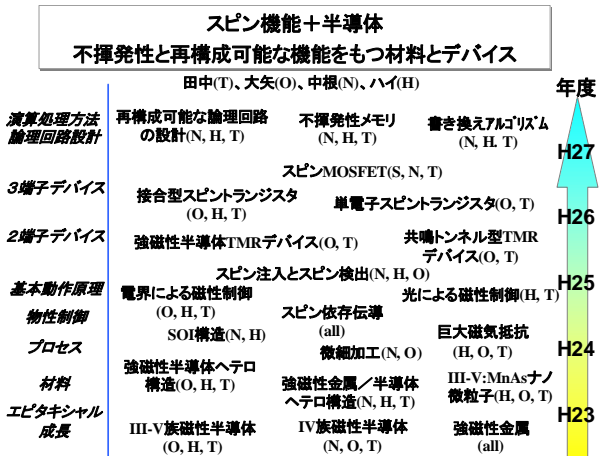


図1 研究の進め方と研究項目

【期待される成果と意義】

本研究では、これまでの本申請者グループによる材料物性・デバイス研究の実績をベースとして、従来の半導体デバイスや集積回路では持ち得なかった「不揮発性」と「再構成可能性」の機能をもつ材料とデバイスを作製し、その動作原理を実証することにより、不揮発性および再構成可能な機能をもつスピン機能材料とデバイス工学の学術および技術体系を構築しようとするものである。その波及効果は広範囲にわたり、超高密度・高速の不揮発性メモリ、再構成可能な論理回路、作製した後で再設計可能な”やわらかいハードウェア”をもつリコンフィギャラブル・コンピューティングなど、情報の記録や情報処理技術においても革新的な半導体デバイスや集積回路が実現でき、低迷している日本の半導体産業のカンフル剤となり再生の契機を与える可能性がある。材料物性面においては、シリコンや化合物半導体材料やデバイス構造中のキャリアスピンの伝導（注入、拡散、散乱、検出）に関する知見が得られ、今後の「半導体スピントロニクス」の基盤を大幅に強化することができる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ M. Tanaka and S. Sugahara, "Metal-Oxide-Semiconductor Based Spin Devices for Reconfigurable Logic", *Invited paper*, IEEE Transactions on Electron Devices Vol. 54, pp.961-976 (2007).
- ・ Pham Nam Hai, Shinobu Ohya, and Masaaki Tanaka, "Long spin-relaxation time in a single metal nanoparticle", *Nature Nanotechnology* 5, pp.593-596 (2010).
- ・ Shinobu Ohya, Kenta Takata, and Masaaki Tanaka, "Nearly non-magnetic valence band of the ferromagnetic semiconductor GaMnAs", *Nature Physics* 7, pp.342-347 (2011).

【研究期間と研究経費】

平成23年度－27年度

414,700千円

【ホームページ等】

<http://www.cryst.t.u-tokyo.ac.jp/>