

科学研究費補助金（基盤研究（S））研究進捗評価

課題番号	18106007	研究期間	平成18年度～平成22年度
研究課題名	リコンフィギャラブル・ナノスピ ンデバイス	研究代表者 (所属・職)	田中 雅明（東京大学・大学院工学 系研究科・教授）

【平成21年度 研究進捗評価結果】

評価	評価基準
○	A+
	A
	B
	C

(意見等)

本研究は、(1)IV族系スピン機能材料の開発およびスピン MOSFET の解析と試作、(2)III-V族系スピン機能材料の開発とそのデバイス応用、(3)強磁性金属微粒子と半導体複合構造とデバイス、に関して、それぞれ順調に推進され、優れた研究成果が得られている。

(1)については、新しいIV族強磁性半導体 GeFe を創成し、その物性を明らかにするとともに強磁性転移温度 T_c を 170K まで高温化させ、デバイスとしては、エピタキシャル成長強磁性 MnAs をソース、ドレインに用いたバックゲート構造スピン MOSFET を作製し、反転層へのスピン注入と検出に成功し、低温 50K ではあるが基本動作を明らかにするなど、高く評価される成果を得ている。(2)については、高 Mn 添加 GaMnAs 薄膜を作製し高い強磁性転移温度 $T_c=172.5K$ を実現するとともに、デバイスとして、3端子接合型スピントランジスタを作製し、トンネル磁気抵抗効果(TMR)を観測し、低温 2.6K ではあるが原理的動作に成功したことは高く評価される。(3)については、閃亜鉛鉱型結晶構造をもつ強磁性 MnAs ナノ微粒子を含む磁気トンネル接合デバイスを作製し、静磁場を与えるだけで起電力が発生する“スピン起電力”とクーロンブロッケード効果による“超巨大磁気抵抗効果”と、それぞれ学術的、工学的に興味のある重要な発見をするなど、期待以上の大きな研究成果が得られている。

これらの学術的に価値が高く、波及効果の大きな研究成果を、Nature をはじめ世界的に権威のある学術誌に論文として、また国際会議での招待講演、口頭発表により、それぞれ多数発表し、半導体スピントロニクス分野の研究の発展に積極的に貢献している。

今後“スピン MOSFET 等デバイスの動作温度のさらなる高温化”に関して、具体的な研究計画のもとで基盤技術が着実に確立され、将来的に室温動作が可能になることを大いに期待する。また、発見した“スピン起電力”と“超巨大磁気抵抗効果”それぞれの今後の研究の進展が学術的、産業的に大いに注目される。

以上、本研究は、当初目標を超える研究の進展があり、期待以上の成果が見込まれると評価される。

【平成23年度 検証結果】

検証結果	平成21年度研究進捗評価結果よりさらに研究を進展させている。具体的には、上記3項目に対し、(1)Ge _{1-x} Mn _x 均一混晶の低温成長、(2)トンネル分光によるフェルミ準位決定や3端子2重障壁共鳴トンネル構造の量子準位の電圧制御、(3)熱力学に基づいた均一で規則的な MnAs 微粒子作製を達成しており、当初の目標を越える成果が得られている。
A+	全般的には、当初の目的である MOS 型スピントランジスタ、III-V 族強磁性半導体ヘテロ構造、III-V 族半導体:グラニューラ材料による単電子スピン伝導についての材料・プロセス技術向上やデバイス作製とデータ取得が当初目標以上に進み、卓越した研究進展が達成され、半導体スピントロニクスの発展に大きく貢献している。
	国際的に評価の高い学術雑誌に掲載され、会議講演を行う等研究成果の公表が十分されている。