

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成22年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	スピントロニクス技術を用いた超省電力不揮発性トランジスタ技術の開拓
研究機関・ 部局・職名	独立行政法人産業技術総合研究所・ ナノスピントロニクス研究センター・研究チーム長
氏名	齋藤 秀和

1. 当該年度の研究目的

本年度は高品位 GaO_x トンネル障壁層作製のための成長条件の確立を目的として実験を行った。 GaO_x はトンネル障壁層として殆ど研究例が無いため、室温でスピン注入・検出をするためには成長条件の最適化が必要である。ここで、スピン依存伝導と障壁層品位の関係は、強磁性金属/絶縁体/強磁性金属から構成されるトンネル磁気抵抗(TMR)素子において多くの研究があり、比較的良く理解されている。そこで、 $\text{Fe}/\text{GaO}_x/\text{Fe}$ TMR 素子の作製と評価を行い、 GaO_x 障壁層の成膜条件の最適化を図る。具体的には成膜中の酸素導入、成膜温度、アニール等により酸素欠損の低減を図る。最適化の目安は、 GaO_x 層がアモルファスであることを考慮してジュリエモデルから予想される MR 比 10~20% 程度とする。申請者はこれまで TMR 素子の開発研究においても実績を残しており、予定の素子性能は十分に達成可能である。

2. 研究の実施状況

GaO_x 成膜時に酸素を導入することにより、欠損の少ない高品位障壁層を得ることに成功した。すなわち、 $\text{Fe}/\text{GaO}_x/\text{Fe}$ TMR 素子において室温で明瞭なトンネル磁気抵抗効果が観測された。MR 比は室温で 10%(40K で 21%) 程度であり、酸素導入前の値(室温で 3%、40K で 9%)からの大幅な改善が認められた。また、達成された MR 値は過去の文献で報告されている後アニールにより条件最適化した $\text{Co}/\text{GaO}_x/\text{NiFe}$ や多結晶 $\text{Fe}/\text{AlO}_x/\text{Fe}$ における値に匹敵する。このことは、成膜中における酸素の導入が高品位障壁層の形成に有効であることを示している。この理由を調べるために障壁層の組成分析を行ったところ、酸素中において製膜した試料は化学量論的組成である $x = 1.5$ となっていることが明らかとなった(酸素なし試料は $x = 1.3$)。得られた MR 比より、室温でのスピン偏極率はジュリエモデルを用いて 22%と高い値が見積られた。したがって、 Fe/GaO_x はその界面において極端なキュリー温度の低下は認められず、室温における GaAs への高性能スピン注入源として有望であることが示唆された(論文準備中)。

また、当所は予想していなかった特徴的な性質を本 TMR 素子において見出した。素子抵抗の GaO_x 膜厚依存性より有効トンネル障壁高さを見積もったところ、0.17 eV が得られた。この値は、実用 TMR 素子である MgO 基 TMR 素子の値の半分ほどであると共に、従来の TMR 素子で報告された値の中で最も小さなものの一つである。今後、ハードディスク用磁気ヘッドへの応用の観点から、より高い MR が期待されるホイスラー合金等の高スピン偏極率材料を電極に用いた研究が望まれる。

様式19 別紙1

3. 研究発表等

雑誌論文 計0件	(掲載済み一査読有り) 計0件 (掲載済み一査読無し) 計0件 (未掲載) 計0件
会議発表 計1件	専門家向け 計1件 応用物理学会春季大会 “Ge 中におけるスピン蓄積の電氣的生成と検出” 齋藤 秀和, 渡辺 克, 峰野 祐輔, R. Jansen, 湯浅 新治, 安藤 功兒 平成 23 年 3 月 24 日～27 日 東海大学 相模原市 一般向け 計0件
図書 計0件	
産業財産権 出願・取得状 況 計0件	(取得済み) 計0件 (出願中) 計0件
Webページ (URL)	発表無し
国民との科学・技術対話 の実施状況	無し(平成23年3月に東京にて開催予定も震災につき中止)
新聞・一般雑誌等掲載 計0件	
その他	

4. その他特記事項

震災により、3月11日以降は実験停止中。

実施状況報告書(平成22年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されます

1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額
直接経費	126,000,000	0	93,400,000	32,600,000
間接経費	37,800,000	0	28,020,000	9,780,000
合計	163,800,000	0	121,420,000	42,380,000

2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を 除く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度 執行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額
直接経費	0	93,400,000	0	93,400,000	100,000	93,300,000
間接経費	0	28,020,000	0	28,020,000	30,000	27,990,000
合計	0	121,420,000	0	121,420,000	130,000	121,290,000

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	100,000	フォトマスク、ダイシング用替刃、ヘリウムガス
旅費	0	
謝金・人件費等	0	
その他	0	
直接経費計	100,000	
間接経費計	30,000	
合計	130,000	

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
				0		
				0		
				0		