

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲/乙 第 号	氏 名	岡野 元基	
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	博士(理学)	能崎 幸雄
	副査	慶應義塾大学教授	理学博士	江藤 幹雄
		慶應義塾大学教授	博士(理学)	渡邊 紳一
		慶應義塾大学准教授	博士(工学)	安藤 和也
(論文審査の要旨)				
<p>学士(理学)、修士(理学)岡野元基君提出の学位請求論文は、「金属強磁性体薄膜パターンにおける非線形磁化ダイナミクスの高効率励起と検出・制御に関する研究」と題し、全8章より構成される。</p> <p>第1章は序論であり、非線形磁化ダイナミクス研究の課題、本論文の目的が述べられている。</p> <p>第2章では、非線形磁化ダイナミクスとスピン流に関する基礎理論がまとめられている。</p> <p>第3章では、実験に用いた素子の作製方法と各種測定原理がまとめられている。</p> <p>第4章では、非線形磁化ダイナミクスの時間領域観察用に開発した Cooperative Switching(CS)法の原理とその検証結果がまとめられている。磁化運動が一様な場合、非線形ダイナミクスは単位球面上の軌跡として幾何学的に調べられており、多彩な磁化ダイナミクス相が出現する。一方、実験的な困難さから、これらの動的準安定相を観察できていなかった。高強度マイクロ波により磁化ダイナミクスを強励起し、高磁気異方性材料を磁化スイッチングするマイクロ波アシスト磁気記録(MAMR)では、実媒体において動的準安定相を理解することが急務である。そこで、準安定相のエネルギーの時間発展を、パルス磁場とマイクロ波の同時印加による磁化スイッチング特性から調べるCS法を開発した。その結果、高強度マイクロ波をサブミクロン幅 NiFe 細線に与えた場合、磁化反転に対するエネルギー障壁がサブナノ秒周期で振動すること、1ナノ秒以下の過渡領域で障壁が最小となることなど MAMR 応用上重要な知見を得た。</p> <p>第5章では、100ピコ秒まで狭小化したパルス磁場を用いたCS法により、非線形ダイナミクスに普遍的に現れる分岐現象をサブミクロン幅 NiFe 細線で観察した。その結果、磁化の歳差運動角が外部磁場に対して不連続に変化することを発見し、マイクロマグネティクス計算との比較より、これが“Saddle-Node 分岐”を実験により初めて観察したものであることが判明した。</p> <p>第6章では、スピン波の非線形ダイナミクスとして知られる3マグノン散乱現象に着目し、スピン波の分散関係を周波数領域で調べた結果をまとめた。断面が非等方的なナノスケール磁性体では、分散関係を解析的に求められない。そこで3マグノン散乱現象を用いてマグノン基底状態を調べる実験手法を開発した。その結果、サブミクロン幅 NiFe 細線では、薄膜やバルク試料に比べて均一モードとマグノン基底状態のエネルギー差を5倍大きくできることを明らかにし、非線形マグノン励起の高効率励起に直結する発見をした。</p> <p>第7章では、非線形ダイナミクスの高効率励起に適した新規なスピン流生成原理提案とその実験検証を行った。スピン軌道相互作用(SOI)の大きな材料をスピン流源に用いる従来法では、強磁性体との近接効果により、スピン流による非線形磁化ダイナミクス励起が抑制される問題があった。そこで、SOIの小さな銅の表面酸化により白金と同等のスピン流を生成した先行研究に着目し、スピン流生成の相反性と強磁性体との近接効果を調べた。その結果、スピン流から電流への変換効率が、逆変換効率よりも非常に小さく、さらに近接効果もほとんどないことを発見した。また、電気伝導度の傾斜構造に由来する全く新しいスピン流生成機構により、これらの実験結果が説明できる可能性を示した。本成果は、普遍的な角運動量保存則を用いたスピン流生成の可能性を示すものであり、スピントロニクス材料開発に大きく貢献するものである。</p> <p>第8章では、本論文の結果をまとめて結論を述べている。</p> <p>以上、本論文はナノスケール磁性体の非線形磁化ダイナミクスの高効率な励起・検出・制御に関する新しい知見を得たものであり、スピントロニクスの基礎物理、工学応用に大きく貢献するものである。よって、本論文の著者は博士(理学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>				
学識確認結果	<p>学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査委員会で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。</p> <p>また、語学(英語)についても十分な学力を有することを確認した。</p>			