

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Spin-valve effect in nanoscale Silicon spin-valve devices
著者(和文)	DuongDinh Hiep
Author(English)	Duong Dinh Hiep
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11093号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:PHAM NAM HAI,中川 茂樹,間中 孝彰,山田 明,宮島 晋介,齋藤 秀和
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11093号, Conferred date:2019/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	DUONG DINH HIEP	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	PHAM NAM HAI	准教授	宮島 晋介	准教授
	審査員	中川 茂樹	教授	齋藤 秀和	外部審査員 (産総研、 チーム長)
		間中 孝彰	教授		
山田 明		教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Spin-valve effect in nanoscale Silicon spin-valve devices」(ナノスケールシリコンスピバルブデバイスにおけるスピバルブ効果)と題し、英文9章より構成されている。

第一章「Introduction」では、スピントロニクス全般およびシリコン(Si)スピントロニクスの現状と課題について紹介し、本研究の目的はナノスケール Si チャネルを用いたスピバルブデバイスの開発および大きなスピバルブ効果の実現であると述べている。

第二章「Fundamental physics of spin transport」では、強磁性体から半導体へのスピ注入と検出の基礎物理について述べている。半導体中の拡散伝導によるスピ輸送においては、強磁性金属と半導体の間に生じる伝導率不整合によりスピ注入効率が著しく低下するが、ナノスケール半導体チャネルにおけるバリスティック伝導を用いることによって、伝導率不整合を回避でき、大きなスピバルブ効果を実現できることを提案している。

第三章「Device fabrication and characterization」では、Si 基板の洗浄、電子線蒸着と分子線エピタキシャル結晶成長法によるトンネル障壁と強磁性体の成膜、さらに電子線リソグラフィによるチャネル長約 20 nm のスピバルブデバイスの作製およびスピバルブ効果の測定方法についてまとめている。

第四章「Investigation of spin-valve devices fabricated by electron beam evaporation」では、電子線蒸着によって成膜した3つのデバイス構造のスピバルブ効果についてまとめている。Ge/MgO の二層トンネル障壁の導入によって、最大で0.8%の磁気抵抗比および13 mV のスピ依存出力電圧が得られたと述べている。また、磁気抵抗の印加電圧依存性、温度依存性および磁場の印加方向依存性を系統的に評価し、得られた磁気抵抗はスピバルブ効果に起因することを立証している。

第五章「Investigation of spin-valve devices fabricated by molecular beam epitaxy」では、分子線エピタキシャル結晶成長法によって成膜したデバイス構造のスピバルブ効果についてまとめている。トンネル障壁と強磁性電極の結晶性を向上させることによって、最大で3%の磁気抵抗比と20 mV のスピ依存出力電圧が得られたことを述べている。さらに、室温では正常スピバルブ効果、低温では逆スピバルブ効果を観測し、逆スピバルブ効果のメカニズムとして、MgO トンネル障壁中の欠陥におけるスピブロックード効果を提案している。

第六章「Investigation of the role of ballistic transport in the nanoscale Si channel」では、約20 nm の Si チャネルと500 nm~6 μm の Si チャネルを有するスピバルブデバイスのスピバルブ効果について比較し、ナノスケールチャネルにおけるバリスティック伝導の役割を評価している。ナノスケールチャネルは、トンネル障壁が機能しない室温でもスピバルブ効果の出現に寄与すること、低温でのスピ緩和を抑制し、高いスピバルブ比を実現することを明らかにしている。

第七章「Optimization of the MgO tunnel barrier thickness」では、MgO トンネル障壁の膜厚を最適化することによって、世界最高の25 mV のスピ依存出力電圧を達することについて述べている。

第八章「Improvement of the spin-valve ratio by using an Mg buffer layer between the Fe and MgO layer」では、強磁性電極と MgO トンネル障壁の間に Mg バッファー層を挿入することによって、スピバルブ比が世界最高の3.6%に達したことについて述べている。

第九章「Conclusions and future perspectives」では、本論文の成果を要約し、ナノスケール Si チャネルスピバルブデバイスのさらなる高性能化に向けた今後の展開について述べている。

以上を要するに本論文は、ナノスケール Si チャネルを用いたスピバルブデバイスのスピバルブ効果の評価し、世界最高のスピバルブ比とスピ依存出力電圧を達成したとともに、ナノスケール半導体チャネルにおけるバリスティック伝導が高い性能のスピバルブデバイスの実現に有効であることを示したものであり、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって、我々は本論文が博士(工学)の学位論文として十分に価値あるものと認める。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。