

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Spin-related Phenomena in BiSb Topological Insulator - Ferromagnet Bilayers
著者(和文)	NGUYENKhang H D
Author(English)	Khang Huynh Duy Nguyen
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11274号, 授与年月日:2019年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:ファム ナムハイ,中川 茂樹,間中 孝彰,山田 明,宮島 晋介,田中 雅明
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11274号, Conferred date:2019/9/20, 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		Nguyen Huynh Duy Khang	
論文審査 審 査 員		氏 名	職 名		氏 名	職 名	
	主査	Pham Nam Hai	准教授	審査員	宮島 晋介	准教授	
	審査員	中川 茂樹	教授		田中 雅明	外部審査員 (東大、教授)	
		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-related phenomena in BiSb topological insulator – ferromagnet bilayers」(BiSb トポロジカル絶縁体-磁性体の二層構造におけるスピン関連現象)と題し、英文 8 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スピン軌道相互作用の強い BiSb トポロジカル絶縁体について紹介し、本研究の目的は BiSb トポロジカル絶縁体と磁性体の二層構造におけるスピン関連現象の評価および新規スピndeバイスへの応用であると述べている。

第二章「Fundamental physics of spin-orbit interaction」では、スピン軌道相互作用とそれに起因する Rashba-Edelstein 効果、スピンホール効果、ジャロシンスキー・守谷相互作用の基礎物理についてまとめている。さらに、これらの効果を利用する純スピン流の注入とスピン軌道トルクの発生、スキルミオンの形成とトポロジカルホール効果の発現、および一方向性磁気抵抗について述べている。

第三章「Sample preparation and characterization techniques」では、分子線エピタキシャル結晶成長法による BiSb トポロジカル絶縁体-磁性体二層構造の結晶成長と結晶構造評価の方法、さらに光リソグラフィとイオンミリングによるデバイスの作製、および様々な測定方法についてまとめている。

第四章「MnGa thin films with perpendicular magnetic anisotropy grown on BiSb topological insulator」では、単結晶 BiSb(001)薄膜上への垂直磁気異方性を示す MnGa 磁性薄膜の結晶成長および結晶構造解析、磁気光学特性および磁化特性の評価についてまとめている。BiSb(001)と MnGa(001)の結晶対称性が異なるにもかかわらず、垂直磁気異方性を示す MnGa(001)磁性薄膜の結晶成長に成功したこと、磁気光学効果を用いて MnGa の L1₀相と D0₂₂相を区別できることについて述べている。

第五章「Spin Hall effect in BiSb topological insulator」では、BiSb(012) - MnGa の接合におけるスピンホール効果の評価およびスピン軌道トルクによる磁化反転について述べている。BiSb(012)面が室温でも超巨大なスピンホール角($\theta_{SH} \sim 52^\circ$)を示すことを明らかにしている。さらに BiSb(012)面のスピンホール効果を用いて、従来の研究より 1~2 桁少ない電流密度で MnGa 薄膜の磁化反転を実証している。

第六章「Topological Hall effect and skyrmions in BiSb - MnGa bilayers」では、MnGa テンプレートの熱処理を行った BiSb-MnGa 接合におけるスキルミオンの形成とトポロジカルホール効果の発現について述べている。MnGa テンプレートを 350℃で熱処理した場合、磁場印加が必要な準安定スキルミオンが形成されたのに対して、MnGa テンプレートを 400℃で熱処理した場合に、世界で初めて磁場印加が不要な安定スキルミオンを形成できたことを示している。

第七章「Unidirectional Magnetoresistance in BiSb - GaMnAs bilayers」では、BiSb と GaMnAs 強磁性半導体の接合における一方向性磁気抵抗についてまとめている。GaMnAs 強磁性半導体中のマグノン吸収・励起およびスピン無秩序散乱により、1.1%と世界最高の一方向性磁気抵抗比を達成したことについて述べている。

第八章「Conclusions and Future Perspectives」では、本論文の成果を要約し、BiSb トポロジカル絶縁体-磁性体の二層構造におけるスピン関連現象のスピndeバイスへの応用の可能性および今後の展望について述べている。

以上を要するに本論文は、BiSb トポロジカル絶縁体-磁性体の二層構造におけるスピン関連現象を評価し、BiSb が従来の材料よりもスピンホール伝導率が 2 桁高い優れた純スピン流源であること、強いジャロシンスキー・守谷相互作用による安定なスキルミオンを形成できること、世界最高の一方向性磁気抵抗比を達成したことを示し、BiSb がスピン軌道トルク磁気抵抗メモリやスキルミオンメモリなどの次世代不揮発性磁気メモリ応用において有望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。