

令和 4 年 6 月 23 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2016～2020

課題番号：16H06330

研究課題名（和文）半導体スピカレントロニクス

研究課題名（英文）Semiconductor spincurrentronics

研究代表者

白石 誠司 (Shiraishi, Masashi)

京都大学・工学研究科・教授

研究者番号：30397682

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 138,400,000円

研究成果の概要（和文）：スピンを情報として活用するスピカレントを広範広範な半導体で生成・制御することに成功した。産業のコメとも言えるシリコンが最も好適なスピカレント生成・伝搬・制御材料であることを多角的俯瞰的研究から明らかにした。更にスピカレント制御手法に関して電圧による全く新奇なスピン制御方法を複数開発・開拓し、応用だけでなく物性物理の基礎学術の地平を大幅に拡大できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近未来の超低消費電力論理演算の実現によるグリーンソサエティ創出に向けて、電子の有するスピンの活用は最も期待される技術である。本提案の実行によって、そのスピンの流れであるスピカレントを広範な半導体で生成・制御することに成功しただけでなく最も好適な材料の選定に成功した他、スピカレント制御手法に関して従来の学術常識を大きく打破し学術理解のコペルニクスの転換を達成したことは極めて意義深い。

研究成果の概要（英文）：We successfully create and manipulate spin current, the information media of the spin angular momentum, in the wide variety of semiconducting materials. We also corroborated that silicon is the most appropriate semiconducting material by systematic analyses. In addition, we explored novel techniques for manipulating spin current, which allows expanding a new frontier of solid state physics.

研究分野：固体物理・スピントロニクス

キーワード：スピカレント 半導体 情報伝播

1. 研究開始当初の背景

固体を流れるスピncalent(純スピncalent = 電荷の流れを伴わないスピncalent角運動量の流れ、とスピncalent偏極電流の総称)は、基礎物理・応用物理の両面で大きな関心が集まり、世界的な研究競争が行われている。その背景には電子のもう1つの属性である電荷が保存量であるのに対し、スピncalentは非保存量でありスピncalent拡散長という距離スケールで消失するため、これまで固体中の純スピncalent流の物性を精密かつ統一的に理解できなかったことがある。近年のナノテクノロジーに発展により、スピncalent拡散長以下の距離スケールを有する微細素子が作製できるようになり、人類はスピncalentを効率的に生成してその物性を精査することが可能となった。当初、非磁性金属中のスピncalent物性の研究が先行したが、近年、シリコン(Si)[1-3]やゲルマニウム(Ge)[4]、ガリウムヒ素(GaAs)[5,6]、更にグラフェンなどの分子性半導体[7,8](ゼロギャップ半導体を含む)などの半導体中に室温でスピncalentが生成・伝播できるようになり、この分野の研究競争が激化している。基礎面では結晶構造や結晶歪、量子井戸構造などによるスピncalent軌道相互作用のスピncalent緩和に与える影響の精査という面に関心が集まっており、応用面では従来の半導体エレクトロニクスが微細化の限界や膨大な発熱、また情報の揮発性などの諸問題を抱えている中で、スピncalentに情報伝播を担わせることと新奇な半導体スピncalentロニクス素子開発を通じ、これらの問題を解決することが大きく期待されているという背景もあった。

半導体中のスピncalent物性研究は、提案当時、室温でスピncalentを注入・伝播させることが難しく、特に半導体へのスピncalent注入を証明する実験手法に関する解釈の誤り[9]などの深刻な問題の解決[10]に時間を要したために、基礎物理の面でも個々の半導体材料におけるスピncalent緩和を個別に測定・理解するステージに留まっており、広範な半導体材料及びそれを基とする量子井戸などの人工ナノ構造群、さらに近年発展の著しい遷移金属ダイカルコゲナイドなどの原子膜半導体やトポロジカル絶縁体などの新しい半導体と言える系におけるスピncalent輸送と緩和の統一的学理の理解を目指した本格的な発展段階に達しておらず、更に応用を射程に入れた半導体スピncalentロニクス研究は漸くその途についたばかりである状況であった。

2. 研究の目的

本提案の代表者は2007年のグラフェン中のスピncalentの室温での生成[7]に成功して以来、一貫して半導体中におけるスピncalentの生成・伝播、及びその緩和物性研究を世界的に推進・牽引している。具体的には電氣的・動力的・熱的手法を駆使してn型[1]及びp型Si[3]、n型Ge[4]における世界初のスピncalent輸送の実現に成功し、その伝播・緩和物性を精査した他、応用面では世界初のSiスピncalentランジスタの室温動作[2]と高性能化[11]にも成功している。また材料中のスピncalentがトポロジカルに守られた形で特殊に存在するトポロジカル絶縁体におけるエッジスピncalent偏極状態の観測にも成功する[12]など、半導体スピncalentロニクス及びスピncalent研究において世界を牽引する研究者である。本提案は代表者のこれまでの実績と知見、技術的蓄積をベースに、広い意味での「半導体」スピncalentロニクスにおけるスピncalent緩和機構の解明・理解と統一的学理の構築をもって、その応用展開に資する学術的基盤構築目的とするものである。

対象材料としては(1)いわゆる結晶無機半導体(IV族[Si, Geなど]、化合物[GaAs, SiCなど])、(2)遷移金属ダイカルコゲナイド(WSe₂など)やグラフェンなど近年大きな注目を集める新奇原子膜半導体、(3)トポロジカルにスピncalent縮退が破られたディラック系ゼロギャップ半導体とみなせるバルク絶縁性トポロジカル絶縁体(BiSbTeSeやTlBiSe)、の大きめに3種類の材料群を広義の「半導体材料」とみなして研究の対象とする。

更に、試料構造はバルクにかぎらず、ナノ量子井戸構造、さらに化合物半導体系で発現する2次元電子ガスや分極反転2次元電子系も積極的に対象とする。

[1] T. Suzuki, M. Shiraishi et al., APEX 2011. [2] E. Shikoh, M. Shiraishi et al., PRL 2013. [3] T. Sasaki, M. Shiraishi et al., Phys. Rev. Applied 2014. [4] S. Dushenko, M. Shiraishi et al. PRL 2015. [5] T. Uemura et al., APL 2012. [6] A. Yamamoto, M. Shiraishi et al., PRB 2015. [7] M. Ohishi, M. Shiraishi et al., JJAP 2007 (Express Letters). [8] N. Tombros et al., Nature 2007. [9] S. Dash et al., Nature 2010. [10] Y. Aoki, M. Shiraishi et al., PRB(R) 2012. [11] T. Tahara, M. Shiraishi et al., APEX 2015. [12] Y. Ando, M. Shiraishi et al., Nano Lett. 2014. [13] A. Fert et al., PRB 2001.

3. 研究の方法

前項2で述べたように再定義した「半導体」材料群を対象に以下のアプローチで研究を進め、目的の達成を目指した。

研究の目標は以下の通り設定する。

1. 従来、個別の測定手法と半導体材料に最適な構造のスピncalent輸送素子を作製して評価していたスピncalent輸送物性を、高周波測定を用いた統一的評価手法を導入するこ

とで網羅的・包括的に物性評価・理解を可能にする技術の確立と、上記で定義した広範な半導体材料群中のスピントロニクス輸送物性とその緩和物性の評価。従来の電氣的、動力学的、熱的手法によるスピントロニクス輸送物性との対応の考察。

II. I.を通じて、特に原子膜系やトポロジカル絶縁体などの新奇「半導体」スピントロニクス輸送物性を決定する大きな要因であるキャリア濃度によるスピントロニクス緩和物性の包括的測定と理解。理論家との綿密な連携による半導体中のスピントロニクス緩和物性の理解と学理構築。特に理論面では不純物ドーピングを行わない、フェルミポケットが空の状態における計算が主に行われている状況を鑑み、不純物濃度依存のスピントロニクス緩和物性の理解と理論構築への展開。

III. 特に新しい材料群である遷移金属ダイカルコゲナイド系半導体、トポロジカル絶縁体中のスピントロニクス輸送物性の計測と評価を通じた、新奇「半導体」材料スピントロニクス素子創出への展開。

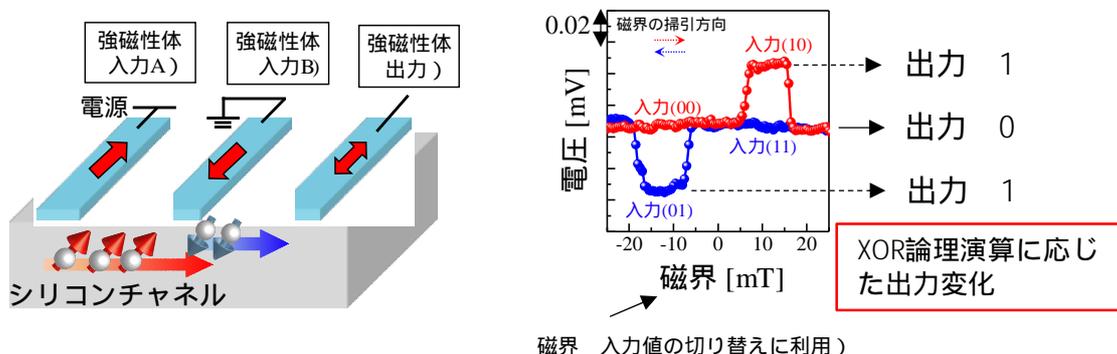
4. 研究成果

【 本研究課題による研究成果 】

I. 本研究で枢軸となる技術の 1 つが高周波法によるスピントロニクス緩和解析である。同手法は従来のようにスピントロニクス素子など作製に時間のかかる素子を作製することなく、簡便にスピントロニクス緩和の優劣、機構を議論できるという優位性を持つ。

半導体スピントロニクスにおける Si の優位性を中間評価までに示せたことをベースに、Si スピントロニクスの応用展開を目指し研究を推進し以下の成果を得た。 Si スピントロニクス素子における世界最高の磁気抵抗比 1.4%の実現(APEX 2020)、 Si スピントロニクス素子をベースにしたスピントロニクス回路素子の創出と XOR 動作の達成(Phys. Rev. Applied 2020・新聞報道あり)、 Si スピントロニクス素子におけるスピントロニクス信号の特異なゲート依存性の背景学理の理解(PRB 2020)、

Si スピントロニクス素子のプロセス及び熱耐性の検討(AIP Advances 2020[Editor's Pick], Sci. Reports 2021))。ここでは紙面の制限もあることからその成果を詳述する。下図が室温動作したスピントロニクス素子の概念図(左)と動作特性(右)である。素子は



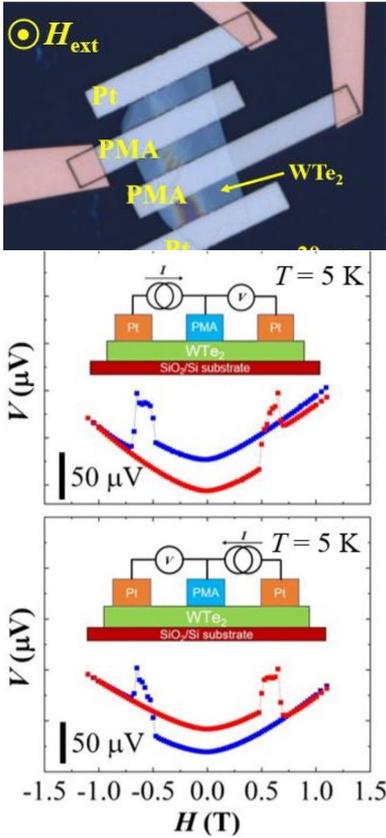
スピントロニクス素子を多端子化した素子であり Dery-Sham 型(Dery et al., Nature 2008)を具現化したものである。XOR 論理演算は 2 入力 1 出力演算であり、入力(11)(00)では 0、入力(10)(01)では 1 を出力する。この XOR 演算が行える論理素子は他の全ての演算が可能であることから、ブール代数演算の基盤となる演算であることからこの演算が重要となる。入力電極 A から注入されたスピントロニクスは Si 中を伝搬する(Si のスピントロニクス緩和時間が長いことが本素子では重要である)。入力電極 B の磁化(スピントロニクス)情報に依存して伝搬したスピントロニクスは吸収される量に変調される。それによって出力電極で読み出すスピントロニクス信号が変調されることが素子の動作原理である。右図のように外部磁界を掃引して入力を変更することで望みの XOR 演算が可能となっていることがわかる。以上から半導体スピントロニクスを用いた室温論理演算が実現できたことがわかる。

II. Si に限定しない半導体において、上記の考察から得られた結果が universal に適用できるかを考察・実験した。対象材料には IV 族化合物半導体である SiC とし、協力研究者である Maryland 大学の理論家である Li 博士と議論を行った結果 SiC においては Si とは異なり D'yakonov-Perel 機構(Si は Elliott-Yafet 機構)であることが理解された。この結果は本研究で確立した高周波法による p-Si、n-Si、n-SiC のスピントロニクス軌道トルク伝導度測定でも支持され、スピントロニクス軌道トルク伝導度は n-Si が最も小さく、n-SiC と p-Si のそれはほぼ同等である(但しスピントロニクス軌道相互作用の非常に大きな Pt よりは非常に小さい)ことが理解できた(PRB 2020, Solid State Commun. 2020)。D'yakonov-Perel 機構ではドーピング濃度を下げて不純物散乱を抑制すると逆にスピントロニクス緩和が促進される定性的傾向にあるため、将来的なゲート制御を考慮すると、Elliott-Yafet 機構で支配される材料のほうが優れているという直感的理解に到達する。即ち、本研究の遂行によって Si が最もスピントロニクス輸送に優れており(Ge も同等の性能を有するがコスト面で不利が大きい)化合物半導体系は IV-IV 族であっても Si を超えるにはやや厳しく、

2DEG 系では酸化物 2DEG はスピカレント輸送物性は Si にはやや劣るものの絶縁層でスピカレント輸送層が保護されている利点がある、という統一的理解を確立した。

III.

a)

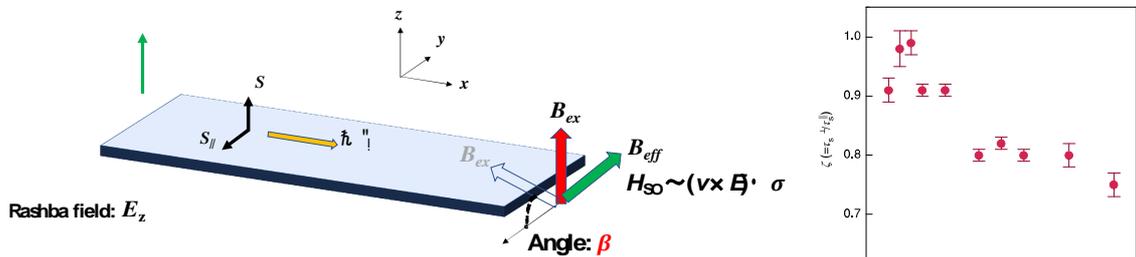


TMD スピン素子に関しては、TMD が本質的に有するスピン偏極は TMD 原質膜の面内対称性の破れであるため、その計測には垂直磁化を有する電極が必要である。本研究では [Pt/Co] 垂直磁化膜を TMD 上に直接成長させることに成功し、さらに [Pt/Co] 垂直磁化電極と MoS₂ の間に形成されるショットキーバリアを、+20V のゲート電圧印加によって MoS₂ のバンド構造を変調することで実効的なゼロバリア状態に遷移させるに成功した (NPG Asia Materials 2020 [I.F.=10.0]、新聞報道あり)。本成果を基盤として、原子膜半導体物性とトポロジカル材料物性の協同によりスピン偏極がより強く期待されるトポロジカル物質 (ワイル半金属) WTe₂ を対象材料として [Pt/Co] 垂直磁化電極を用いた室温に至るまでのスピン計測に挑戦し、それを実現した (左上図は素子構造。中図・下図は 5K におけるスピン偏極計測に起因するスピン信号のヒステリシスであり、電流方向即ち電子の運動量方向を反転させるとヒステリシス極性が反転することは WTe₂ の面内対称性の破れにスピン偏極が起因することを示す。ヒステリシスは [Pt/Co] 電極の保磁力と一致する。論文投稿中)。本研究の意義は中間評価後の一連のこれらの成果により TMD において対称性の破れに守られたスピン偏極状態が非常に強く、さらにスピン無偏極状態である電流からスピン情報を創出できる一種のスピンアンプになっていることを見出した点にある。

【 当初に予見していなかった新たな展開等によって得られた研究成果 】

上記研究で得られた学理を敷衍させるべく継続的に研究を推進し、Pt に極めて類似のバンド構造を有する Pd とスピン軌道相互作用が小さい Cu を対象とした同様の実験を行った。期待通り Pd では同効果は発現し Cu では消失することを確認した (APL 2020)。この結果により本提案で発見したこのスピン軌道相互作用のゲート制御現象が、バンド由来の intrinsic なスピンホール効果と強電界印加によるフェルミ準位の変調・制御の協同現象であるという統一的理解に至った。更にこの成果では逆スピンホール効果のゲート制御を介してスピン軌道相互作用の制御を確認したわけであるが、逆スピンホール効果とスピンホール効果の間には相反性があるため、スピンホール効果のゲート制御も可能であることを強く示唆するが、実験的に同効果を実現し相反性の実証にも成功した (Sci. Reports 2021)。

もう 1 つの当初予見していなかった新たな展開に、本来スピン軌道相互作用がその軽元素性と結晶の空間反転対称性から非常に小さい Si において、人工的にラシュバ型スピン軌道相互作用を電界誘起し、従来不可能と思われていた Si を伝搬するスピン操作を「電場」で行うことができることを実現したことがある (Nature Mater. 2021 [I.F.=43.8]、新聞報道あり)。本成果は I. で述べた Si スピントランジスタ・同論理素子の延長線上に位置する成果ではあるが、Si においてスピン軌道相互作用を誘起・制御できることは従来の物性物理学における常識 (スピン軌道相互作用の大きさは材料特有である、Si のスピン軌道相互作用は非常に小さい、など) を打破する革新的業績であるため、本欄に詳述する。



用いた素子は Si スピントランジスタをそのまま用いた。左上図に電場による人工ラシュバ場創出のメカニズムを示すが Si チャンネルの下部に SiO₂ ゲート絶縁膜があるために系の反転対称性が破れ、それによりラシュバ電場 E_z が +z 生成する。スピカレントの運動方向を +x 方向とするとラシュバ効果 (固体中の相対論効果) により +y 方向に有効磁場 (人工ラシュバ場) B_{eff} が生成される。そのため、Si を伝導す

るスピンの寿命は Si チャンネルの面内方向と面直方向で異なることになる。このスピン寿命の異方性は外部磁場 B_{ex} を角度 θ を変化させて印加しながら Si を伝導するスピン歳差運動が B_{ex} 方向に十分緩和したときのスピン信号を計測することで定量的に評価できる（面内方向に注入されたスピンの B_{ex} 方向に射影され、さらに計測電極の磁化方向にもう一度射影されるため、磁場角度 θ に対して $\cos^2(\theta)$ の依存性を持つ）。結果を前ページ右図に示すが、ゲート電圧を変化させると面直スピン寿命と面内スピン寿命の比 τ_{out}/τ_{in} が変調されることがわかる。具体的にはゼロゲート電圧でも τ_{out}/τ_{in} が 1 にならないことから素子に built-in で人工 Rashba 場が存在すること、正ゲート電圧印加によって人工 Rashba 場は強くなることがわかる。さらなる解析から 100V 印加時にラシュバ場の強さを表すラシュバパラメーター α が 10^{-15} eV m のオーダーであり、有効磁場は 5.3mT であることも見積もられた。 α の値は Si の小さなスピン軌道相互作用を反映して大きな値ではないが、スピンスプリットエネルギー ΔE は $0.6 \mu\text{eV}$ と歪 GaAs (Y.K. Kato et al., Nature 2003) と同程度の大きさを持つことも明らかとなった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 S. Gupta, F. Rortais, R. Ohshima, Y. Ando, T. Endo, Y. Miyata & M. Shiraishi	4. 巻 9
2. 論文標題 Monolayer MoS ₂ field effect transistor with low Schottky barrier height with ferromagnetic metal contacts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 17032
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-019-53367-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 S. Dushenko, Y. Ando, T. Shinjo & M. Shiraishi	4. 巻 116
2. 論文標題 Ferromagnetic resonance imbalance at high microwave power: Effect on the Gilbert damping parameter	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 203904
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/1.5127882	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ryoma Ishihara, Soobeom Lee, Yuichiro Ando, Ryo Ohshima, Minoru Goto, Shinji Miwa, Yoshishige Suzuki, Hayato Koike, and Masashi Shiraishi	4. 巻 9
2. 論文標題 Stability of spin XOR gate operation in silicon based lateral spin device with large variations in spin transport parameters	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 125326
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/1.5129980	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 E. Shigematsu, R. Ohshima, Y. Ando, T. Shinjo, T. Kimoto, & M. Shiraishi	4. 巻 305
2. 論文標題 Spin transport in n-type 3C Si-C observed in a lateral spin-pumping device	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Solid State Communications	6. 最初と最後の頁 113754
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ssc.2019.113754	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Soobeom Lee, Fabien Rortais, Ryo Ohshima, Yuichiro Ando, Minori Goto, Shinji Miwa, Yoshishige Suzuki, Hayato Koike, and Masashi Shiraishi	4. 巻 116
2. 論文標題 Investigation of gating effect in Si spin MOSFET	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 22403
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5131823	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Soobeom Lee, Fabien Rortais, Ryo Ohshima, Yuichiro Ando, Shinji Miwa, Yoshishige Suzuki, Hayato Koike, and Masashi Shiraishi	4. 巻 99
2. 論文標題 Quantitative and systematic analysis of bias dependence of spin accumulation voltage in a nondegenerate Si-based spin valve	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 064408-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 F. Rortais, S. Lee, R. Ohshima, S. Dushenko, Y. Ando, and M. Shiraishi	4. 巻 113
2. 論文標題 Spin-orbit coupling induced by bismuth doping in silicon thin films	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 122408-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5046781	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sergey Dushenko, Masaya Hokazono, Kohji Nakamura, Yuichiro Ando, Teruya Shinjo & Masashi Shiraishi	4. 巻 9
2. 論文標題 Tunable inverse spin Hall effect in nanometer-thick platinum films by ionic gating	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 3118-1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-05611-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ei Shigematsu, Yuichiro Ando, Sergey Dushenko, Teruya Shinjo, and Masashi Shiraishi	4. 巻 112
2. 論文標題 Spin-wave-induced lateral temperature gradient in a YIG thin film/GGG system excited in an ESR cavity	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 212401~1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5022452	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Naoto Yamashita, Yuichiro Ando, Hayato Koike, Shinji Miwa, Yoshishige Suzuki, and Masashi Shiraishi	4. 巻 9
2. 論文標題 Thermally Generated Spin Signals in a Nondegenerate Silicon Spin Valve	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review Applied	6. 最初と最後の頁 054002~1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大島諒、安藤裕一郎、白石誠司	4. 巻 53
2. 論文標題 LaAlO ₃ /SrTiO ₃ 界面で誘起される2次元電子系を用いた室温スピン輸送	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 固体物理	6. 最初と最後の頁 71
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Y. Otani, M. Shiraishi, A. Oiwa, E. Saitoh and M. Murakami	4. 巻 13
2. 論文標題 Spin conversion on the nanoscale	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature Physics	6. 最初と最後の頁 829-832
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/nphys4192	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 R. Ohshima, S. Klingler, S. Dushenko, Y. Ando, M. Weiler, H. Huebl, T. Shinjo, S. Goennenwein and M. Shiraishi	4. 巻 110
2. 論文標題 Spin injection into silicon detected by broadband ferromagnetic resonance spectroscopy	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 182402-1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.4983012	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 S. Lee, N. Yamashita, Y. Ando, S. Miwa, Y. Suzuki, H. Koike and M. Shiraishi	4. 巻 110
2. 論文標題 Investigation of spin scattering mechanism in silicon channel of Fe/MgO/Si lateral spin valves	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 192401
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.4982966	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 R. Ohshima, Y. Ando, K. Matsuzaki, T. Susaki, M. Weiler, S. Klingler, H. Huebl, E. Shikoh, T. Shinjo, S. Goennenwein and M. Shiraishi	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Strong evidence of of d-electron spin transport at room temperature at a LaAlO ₃ /SrTiO ₃ interface	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature Materials	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/NMAT4857	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 M. Matsushima, Y. Ando, S. Dushenko, R. Ohshima, R. Kumamoto, T. Shinjo and M. Shiraishi	4. 巻 110
2. 論文標題 Quantitative investigation of the inverse Rashba-Edelstein effect in Bi/Ag and Ag/Bi on YIG	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 73404
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.4976691	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計90件(うち招待講演 22件/うち国際学会 41件)

1. 発表者名 M. Shiraishi
2. 発表標題 Spin Hall angle of Bi: Large or small?
3. 学会等名 S01G 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Shiraishi
2. 発表標題 Gate-tunable inverse spin Hall effect in ultrathin Pt
3. 学会等名 MML 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Ando and M. Shiraishi
2. 発表標題 Reciprocal conversion of spin current and charge current in topological surface states detected by copper-based lateral spin valves
3. 学会等名 SPIE Spintronics XII (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Shiraishi
2. 発表標題 Gate-tunable spin Hall conductivity in ultrathin Pt
3. 学会等名 SPIE Spintronics XII (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 R. Ishihara, S. Lee, Y. Ando, R. Ohshima, Y. Suzuki, H. Koike, and M. Shiraish
2 . 発表標題 Experimental demonstration of spin xor logical operation in Si spin device
3 . 学会等名 64th Annual Conference on MMM (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 S. Lee, F. Rortais, R. Ohshima, Y. Ando, Y. Suzuki, H. Koike, and M. Shiraishi
2 . 発表標題 Understanding of mechanism for gate-controlled spin accumulation in Si-based lateral spin valve
3 . 学会等名 64th Annual Conference on MMM (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Sachin Gupta, F Rortais, R. Ohshima, Y. Ando, T. Endo, Y. Miyata, M. Shiraishi
2 . 発表標題 Demonstration of low Schottky barrier height in monolayer MoS2 field effect transistor with ferromagnetic metal contacts
3 . 学会等名 64th Annual Conference on MMM (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 M. Matsushima, Y. Ando, R. Ohshima, S. Dushenko, E. Shigematsu, T. Kawabe, T. Shinjo, S. Miwa, M. Shiraishi
2 . 発表標題 Spin Hall effect in highly oriented bismuth by using spin-torque ferromagnetic resonance
3 . 学会等名 Materials Research Meeting 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Aoki, Y. Ando, R. Ohshima and M. Shiraishi
2. 発表標題 Detection of in-plane magnetization switching using ferromagnetic resonance
3. 学会等名 New Perspective in Spin Conversion Science (NPSCS2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 E. Shigematsu, L. Liensberger, M. Weiler, R. Ohshima, Y. Ando, T. Shinjo, H. Huebl, and M. Shiraishi
2. 発表標題 Investigation of spin-to-charge conversion in Si/Cu/Py multilayer systems by using the ac inductive measurement technique
3. 学会等名 New Perspective in Spin Conversion Science (NPSCS2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Nishijima, Y. Ando, M. Shiraishi
2. 発表標題 Spin-Charge conversion by Topological Insulator without Direct Contact to Ferromagnet Using Spin Valve Structure
3. 学会等名 International Symposium on Creation of Advanced Photonic and Electronic Devices 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 N. Yamashita, Y. Ando, M. Shiraishi
2. 発表標題 Study on Generation of Spin Current in Si by Using Spin-dependent Seebeck Effect
3. 学会等名 International Symposium on Creation of Advanced Photonic and Electronic Devices 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 S. Lee, F. Rortais, R. Ohshima, Y. Ando, Y. Suzuki, H. Koike, and M. Shiraishi
2. 発表標題 Electric gating effect in Si spin MOSFET
3. 学会等名 International Symposium on Creation of Advanced Photonic and Electronic Devices 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松島真之、Sergey Dushenko、伏屋雄紀、河辺健志、三輪真嗣、重松英、大島諒、新庄輝也、大島諒、安藤裕一郎、白石誠司
2. 発表標題 高配向Biを用いたスピントルク強磁性共鳴法によるスピン変換
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松島真之、Sergey Dushenko、伏屋雄紀、河辺健志、三輪真嗣、重松英、大島諒、新庄輝也、大島諒、安藤裕一郎、白石誠司
2. 発表標題 高配向Biを用いたスピントルク強磁性共鳴法によるスピン変換
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 重松英、Lukas Liensberger、Mathias Weiler、大島諒、安藤裕一郎、新庄輝也、Hans Huebl、白石誠司
2. 発表標題 位相つき高周波測定による半導体/磁性体界面におけるスピン流電流変換物性探索
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Soobeom Lee, Fabien Rortais, Ryo Ohshima, Yuichiro Ando, Yoshishige Suzuki, Hayato Koike and Masashi Shiraishi
2. 発表標題 Gate voltage dependence of local spin accumulation voltage in Si-based lateral spin valve
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 L. Leiva, S. Granville, T. Shinjo, R. Ohshima, Y. Ando, *M. Shiraishi
2. 発表標題 Spin Hall Effect Measurements in Co ₂ MnGa based all-metallic lateral spin valves
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Nishijima, Y. Ando, R. Ohshima, M. Shiraishi
2. 発表標題 Fabrication of a spin device with a nonmagnetic metal/topological insulator interface for spin-charge converter
3. 学会等名 第39回電子材料シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Yoshitake, R. Ohshima, Y. Ando, and M. Shiraishi
2. 発表標題 A study on a spin-charge-interconversion phenomenon in an ultrathin Cu film on a ferrimagnetic insulator using an ionic-gating
3. 学会等名 第39回電子材料シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西嶋泰樹、安藤裕一郎、白石誠司
2. 発表標題 トポロジカル絶縁体・結晶絶縁体によるスピン流-電流変換の試み
3. 学会等名 第18回 物性科学センター講演会・研究交流会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 S. Yoshii, R. Ohshima, Y. Ando, T. Shinjo, M. Shiraishi
2. 発表標題 Ferromagnetic resonance of Co ultrathin film
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 K. Matsuki, R. Ohshima, Y. Ando, T. Shinjo, T. Toshiyuki, M. Shiraishi
2. 発表標題 Fabrication and Spin Transport in Suspended Cu/NiFe Lateral Spin-valve
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 M. Aoki, Y. Ando, R. Ohshima, T. Shinjo and M. Shiraishi
2. 発表標題 In-plane magnetization switching detected by spin torque ferromagnetic resonance
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Soobeom Lee, Fabien Rortais, Ryo Ohshima, Yuichiro Ando, Minoru Goto, Shinji Miwa, Yoshishige Suzuki, Hayato Koike, Masashi Shiraishi
2. 発表標題 Investigation of anisotropy of spin relaxation in Si-based lateral spin valve
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 M. Shiraishi
2. 発表標題 Tunable inverse spin Hall effect in ultrathin Pt film
3. 学会等名 Spinmechanics 6 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Shiraishi
2. 発表標題 Spin transport in low-dimensional and exotic materials systems
3. 学会等名 E-MRS Fall meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白石誠司
2. 発表標題 広い意味での半導体におけるスピン流輸送・変換の実現とその物性
3. 学会等名 日本電磁波エネルギー応用学会第12回研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白石誠司
2. 発表標題 Bi and Bi-related spintronics
3. 学会等名 物性研ワークショップ「強スピン結合」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 白石誠司
2. 発表標題 2次元電子材料におけるスピン輸送とスピン変換
3. 学会等名 2018年度日本表面真空学会(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 白石誠司
2. 発表標題 オーソドックスな半導体とエキゾチックな半導体を舞台としたスピン流輸送
3. 学会等名 第36回電子材料シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 白石誠司
2. 発表標題 異種材料結合系におけるスピン輸送とスピン変換
3. 学会等名 日本物理学会2018年秋季大会(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 白石誠司
2. 発表標題 固体表面・界面を用いたスピン輸送とスピン変換
3. 学会等名 学振第154委員会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Lee, F. Rortais, R. Ohshima, Y. Ando, S. Miwa, Y. Suzuki, H. Koike and M. Shiraishi
2. 発表標題 Bias dependence of spin accumulation voltages in non-degenerate Si spin valves
3. 学会等名 APS March Meeting（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Dushenko, M. Hokazono, K. Nakamura, T. Shinjo, Y. Ando and M. Shiraishi
2. 発表標題 Control over ISHE in a platinum film by ionic gating
3. 学会等名 APS March Meeting（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 F.Rortais, S.Lee, R.Ohshima, S.Dushenko, Y.Ando and M.Shiraishi
2. 発表標題 Induced Spin-Orbit Coupling in Silicon Thin Films by Bismuth Doping
3. 学会等名 APS March Meeting（国際学会）
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 S. Dushenko, G. Kopnov, A. Gerber, T. Shinjo, Y. Ando and M. Shiraishi
2 . 発表標題 Spin-Charge Conversion Induced under Spin Pumping and Ferromagnetic Resonance in CoFeB
3 . 学会等名 14th Joint MMM-Intermag (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 E. Shigematsu, Y. Ando, S. Dushenko, T.Shinjo, and M. Shiraishi
2 . 発表標題 Lateral thermal gradient on a YIG film/GGG system in a uniform excitation
3 . 学会等名 14th Joint MMM-Intermag (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 F.Rortais, S.Lee, R.Ohshima, S.Dushenko, Y.Ando and M.Shiraishi
2 . 発表標題 Induced Spin-Orbit Coupling in Silicon Thin Films by Bismuth Doping
3 . 学会等名 14th Joint MMM-Intermag (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 M. Hokazono, S. Dushenko, K. Nakamura, Y. Ando, T. Shinjo and M. Shiraishi
2 . 発表標題 Tuning the ISHE-induced electromotive force in a platinum film by ionic gating
3 . 学会等名 14th Joint MMM-Intermag (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Ando and M. Shiraishi
2. 発表標題 Spin-charge interconversion in topological surface states detected by copper-based lateral spin valves
3. 学会等名 One-Day Symposium on Spintronic Properties of Graphene and Related 2D Materials (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 R. Ohshima
2. 発表標題 Room-temperature spin transport at LaAlO ₃ /SrTiO ₃ interfaces
3. 学会等名 SPIE Spintronics XI (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Lee, F. Rortais, Y. Ando, S. Miwa, Y. Suzuki, H. Koike and M. Shiraishi
2. 発表標題 Bias dependence of spin signals in Si spin MOSFET
3. 学会等名 10th Physics and Applications of Spin Phenomena in Solids (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 R. Ohshima, Y. Ando, K. Matsuzaki, T. Susaki, M. Weiler, S. Klingler, H. Huebl, E. Shikoh, T. Shinjo, S.T.B. Goennenwein, and M. Shiraishi
2. 発表標題 Observation of room-temperature spin transport at LaAlO ₃ /SrTiO ₃ interfaces
3. 学会等名 10th International School and Conference on Physics and Applications of Spin Phenomena in Solids (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 F.Rortais, S.Lee, R.Ohshima, S.Dushenko, Y.Ando and M.Shiraishi
2. 発表標題 Induced Spin-Orbit Coupling in Silicon Thin Films by Bismuth Doping
3. 学会等名 21st ICM (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松島真之、安藤裕一郎、大島諒、Sergey Dushenko、重松英、河辺健志、新庄輝也、三輪真嗣、白石誠司
2. 発表標題 Spin-charge conversion via highly oriented bismuth
3. 学会等名 平成30年度スピン変換年次報告会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 R. Ishihara, S. Lee, Y. Ando, R. Ohshima, Y. Suzuki, H. Koike, and M. Shiraishi
2. 発表標題 Demonstration of spin xor operation with Si spin channel
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 重松英、Lukas Liensberger、Mathias Weiler、大島諒、安藤裕一郎、新庄輝也、Hans Huebl、*白石誠司
2. 発表標題 高周波誘起起電力測定による半導体/磁性体界面におけるスピン流電流変換物性測定
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名	M. Matsushima, Y. Ando, R. Ohshima, S. Dushenko, E. Shigematsu, T. Kawabe, T. Shinjo, S. Miwa, M. Shiraishi
2. 発表標題	Spin-charge conversion in highly oriented bismuth using spin-torque ferromagnetic resonance
3. 学会等名	第66回応用物理学会春季講演会
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	L. Leiva, S. Granville, T. Shinjo, R. Ohshima, Y. Ando
2. 発表標題	Electrical spin injection in Co ₂ MnGa based all-metallic lateral spin valves
3. 学会等名	第66回応用物理学会春季講演会
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	S. Yoshitake, M. Hokazono, T. Shinjo, R. Ohshima, Y. Ando and M. Shiraishi
2. 発表標題	An investigation of gate-induced modulation of the inverse spin Hall effect in ultrathin Cu
3. 学会等名	第66回応用物理学会春季講演会
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	S. Lee, F. Rortais, R. Ohshima, Y. Ando, S. Miwa, Y. Suzuki, H. Koike and M. Shiraishi
2. 発表標題	Si スピンMOSFETでのスピン信号のバイアス依存性
3. 学会等名	第37回電子材料シンポジウム
4. 発表年	2018年

1. 発表者名 大島諒、白石誠司
2. 発表標題 酸化物ヘテロ構造を用いた室温スピンの輸送
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 E. Shigematsu, R. Ohshima, Y. Ando, T. Shinjo, T. Kimoto, and Ma. Shiraishi
2. 発表標題 Spin-pump-induced spin transport in n-type 3C-SiC
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 F.Rortais, S.Lee, R.Ohshima, S.Dushenko, Y.Ando and M.Shiraishi
2. 発表標題 Induced Spin-orbit coupling in silicon thin films by bismuth doping
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Ando and M. Shiraishi
2. 発表標題 Spin-charge interconversion in topological surface states
3. 学会等名 第42回 日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田暉馨, 有木大晟, 大西紘平, 安藤裕一郎, 木村崇, 白石誠司
2. 発表標題 横型スピンバルブを用いた銅酸化物中におけるスピン拡散長及びスピン流 - 電流変換効果の定量評価
3. 学会等名 日本物理学会2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Shiraishi
2. 発表標題 Spin current in low-dimensional systems
3. 学会等名 Quantum Spintronics at Interfaces (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 M. Shiraishi
2. 発表標題 Spin injection and ambipolar spin conversion in single-layer graphene
3. 学会等名 Graphene EU-Japan Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安藤裕一郎
2. 発表標題 Room temperature operation of silicon-based spin transistors
3. 学会等名 ICSI-10
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安藤裕一郎
2. 発表標題 Spin to charge conversion in graphene and carbon nanotube mats
3. 学会等名 SPIE
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Sergey Dushenko
2. 発表標題 Gate-tuned inverse spin-Hall effect in Pt
3. 学会等名 Spin Conversion Workshop 2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Sergey Dushenko
2. 発表標題 Temperature dependence of the spin-charge conversion under the ferromagnetic resonance condition in the YIG/CoFeB system
3. 学会等名 The 78th the Japan Society of Applied Physics (JSAP) Autumn Meetin
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 外園将也
2. 発表標題 Gate dependence of the ISHE-induced electromotive force in a thin platinum film
3. 学会等名 応用物理学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 外園将也
2. 発表標題 Gate tuning of the ISHE-induced electromotive force in a platinum ultra-thin film
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 外園将也
2. 発表標題 白金薄膜中における逆スピホール効果による起電力のゲート電圧変調
3. 学会等名 応用物理学会関西支部
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 外園将也
2. 発表標題 薄膜Pt中における逆スピホール効果のゲート電圧依存性
3. 学会等名 PSPS-22
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松島真之
2. 発表標題 Inverse spin Hall effect in single-crystal bismuth
3. 学会等名 9th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松島真之
2. 発表標題 Inverse spin Hall effect in highly oriented bismuth
3. 学会等名 62nd Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松島真之
2. 発表標題 Bi高配向膜を用いた逆スピンホール効果
3. 学会等名 応用物理学会関西支部 平成29年度 第2講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Soobeom Lee
2. 発表標題 Electric field dependence of spin drift velocity in non-degenerate Si
3. 学会等名 Spin tech international school and conference 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Soobeom Lee
2. 発表標題 Bias dependence of magnetoresistance in non-degenerate Si lateral spin valve
3. 学会等名 Japan society of applied physics Kansai branch
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Soobeom Lee
2. 発表標題 Injection current dependence of spin signals in non-degenerate n-Si
3. 学会等名 International Symposium on Photonics and Electronics Science and Engineering 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Soobeom Lee
2. 発表標題 Injection current dependence of spin signals in non-degenerate n-Si
3. 学会等名 The 65th Japan society of applied physics spring meeting
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田 暉馨
2. 発表標題 Inverse spin Hall effect in surface oxidized Cu layer in Cu-based lateral spin valves
3. 学会等名 応用物理学会 (秋季)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大島諒
2. 発表標題 Observation of the spin transport in a d-electron two-dimensional electron gas at the oxide interface
3. 学会等名 Top-spin3: Spin and Topological Phenomena in Nanostructures Towards Topological Materials Science (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大島諒
2. 発表標題 Observation of the spin transport at a LaAlO ₃ /SrTiO ₃ interface at room temperature
3. 学会等名 第78回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大島諒
2. 発表標題 Spintronics using low-dimensional material systems
3. 学会等名 光電子理工学シンポジウム (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大島諒
2. 発表標題 Realization of d-electron spin transport in oxide-based two-dimensional electron gas at room temperature
3. 学会等名 62nd Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大島諒
2. 発表標題 酸化物ヘテロ接合を用いたスピン輸送の研究
3. 学会等名 応用物理学会関西支部 平成29年度 第2回講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 重松 英
2. 発表標題 ESRキャビティ中でのYIG薄膜における熱輸送効果
3. 学会等名 応用物理学会関西支部第2回講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 重松 英
2. 発表標題 Observation of thermal gradient in an YIG/GGG bilayer system in uniform microwave excitation
3. 学会等名 International Symposium on Photonics and Electronics Science and Engineering
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Shiraishi
2. 発表標題 Spin-orbitronics using heavy and light elements
3. 学会等名 Spin-orbit coupling and topology in low dimensions (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 M. Shiraishi
2. 発表標題 Spin transport and spin conversion in semiconductors and topological insulators
3. 学会等名 ICEM-16 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 M. Shiraishi
2. 発表標題 Spin-orbitronics using Bi- and carbon-related materials
3. 学会等名 Workshop on Emergent Relativistic Effects in Condensed Matter (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 M. Shiraishi
2. 発表標題 Spin transport and detection in Si and 2DEGs
3. 学会等名 JSPS-EPSCRC Core to Core Program Symposium “two dimensional electronics/spintronics devices” (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 M. Shiraishi
2. 発表標題 Carbon-based spin-orbitronics
3. 学会等名 Korea-Japan Spinorbitronics Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 白石誠司
2. 発表標題 グラフェンにおけるスピン輸送とスピン変換
3. 学会等名 第10回グラフェンコンソーシアム (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 M. Shiraishi, Y. Ando, T. Tahara, H. Koike
2. 発表標題 An origin of large spin accumulation voltage in non-degenerate Si MOSFET at room temperature
3. 学会等名 Deustch Physikalische Gesellschaft, 2017 Spring Meeting (Frühjahrstagung) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 M. Shiraishi, S. Dushenko, Y. Ando, H. Ago, T. Takenobu, T. Kuwabata, T. Shinjo
2. 発表標題 Gate-tunable spin-charge conversion in single-layer graphene
3. 学会等名 Deustch Physikalische Gesellschaft, 2017 Spring Meeting (Frühjahrstagung) (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 スピントロニクス素子、スピントランジスタ及び磁気抵抗メモリ	発明者 Sergey Dushenko、白石誠司、外園将也、安藤裕一郎	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-126805	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

<p>第36回大阪科学賞受賞 http://cmp.kuee.kyoto-u.ac.jp 金属が半導体に化ける可能性 http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2018/180807_1.html 電子のスピン機能を用いて半導体デバイス中の廃熱を電気信号に再利用することに成功 http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2018/180504_1.html 科学研究費補助金・基盤研究(S)「半導体スピントロニクス」 http://cmp.kuee.kyoto-u.ac.jp/image/kibanS.pdf 酸化物絶縁体の界面で室温スピン輸送を達成(京都大学HP) http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2016/170214_2.html A new spin on electronics https://www.ph.tum.de/latest/news/spintronics/?tag=TUPHDEP</p>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	安藤 裕一郎 (Ando Yuichiro) (50618361)	京都大学・工学研究科・准教授 (14301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関