

令和 6 年 6 月 26 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20H02196

研究課題名(和文) 磁壁移動型メモリの低消費電力動作に向けた界面構造制御

研究課題名(英文) Interfacial structure control for domain wall memories with low-power consumption

研究代表者

小峰 啓史 (Komine, Takashi)

茨城大学・応用理工学野・准教授

研究者番号：90361287

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、低消費電力・高速動作を両立するスピントロニクスデバイスを目指し、トポロジカル絶縁体(TI)と磁性体の界面におけるスピン軌道トルクを利用した新しい素子を検討した。磁性絶縁体とTIの接合による界面状態を電圧制御することで、スピン軌道トルクを誘起することが可能であり、スピン運動量ロッキングを通じて磁気異方性も制御出来ることを示した。スピン軌道トルクと電圧制御磁気異方性を用いた磁性トポロジカル絶縁体素子を提案し、電圧による磁化反転を解析したところ、磁気トンネル接合よりも低電力で動作可能であることを示唆した。書き込みエラー率を調べたところ、低い書き込みエラー率が実証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

低消費電力・高速動作を両立するスピントロニクスデバイスの創出は、爆発的に増大し続ける情報に伴うエネルギー消費を劇的に軽減する手法として注目されており、近年需要増大が目覚ましいデータセンターやエッジコンピューティングへの活用が期待されている。本研究では、提案する磁性トポロジカル絶縁体素子を用いることで、低消費電力・高速・高信頼性動作を実現出来る可能性を明らかにし、新たなスピントロニクスデバイス創出のブレークスルーになると期待される。

研究成果の概要(英文)：This study investigated a new device structure that effectively utilizes spin-orbit torque at the interface to create a spintronic device that achieves low power consumption and high-speed operation. Controlling the voltage of the interface state between a magnetic insulator and a topological insulator makes it possible to induce spin-orbit torque. Furthermore, we revealed the feasibility of controlling magnetic anisotropy by voltage using spin-momentum locking of the interface state. As a result, the gate voltage allows simultaneous control of magnetic anisotropy and spin-orbit torque. We proposed such a magnetic topological insulator element and analyzed the magnetization reversal, and we found that it can operate with lower power than a magnetic tunnel junction. We also performed magnetization reversal simulations under thermal fluctuations and illuminated that a write error rate sufficient for practical use in 100 nm scale devices is possible.

研究分野：スピントロニクス、磁気工学、デバイス工学

キーワード：スピントロニクス トポロジカル絶縁体 不揮発性メモリ

1. 研究開始当初の背景

情報通信にかかるトラフィック量及び消費電力の爆発的な増大は留まるところ知らず、低消費電力・高速動作が可能な不揮発性メモリデバイスの開発は、持続可能な社会基盤を構築する上で急務の課題である。近年、電流や電圧によるスピンの直接制御は、スピントロニクスとして広く知られるところとなり、数多くの新現象の発見に加え、新現象応用も精力的に研究されている。研究代表者らは、低消費電力スピントロニクスデバイスの実現を目指して、低電力化、高密度化、高速化の課題解決のための基本原理の理解に取り組んできた。

近年、トポロジカル絶縁体(Topological Insulator, TI)と呼ばれている物質群が活発に議論されている。TIは伝導状態において内部が絶縁体、表面が特異な金属の性質を示す物質群であり、大きなスピン軌道相互作用がその起源であることから、TI表面・界面における電荷-スピン変換に多くの注目が集まっている。TIにおける表面・界面電子状態は、スピンドYNAMIKSの高速動作に必要な大きなField-likeトルクが期待できるが、これまでTIが持つField-likeトルクをスピントロニクスデバイスに活用出来た例はない。さらに、応用のためには低電流かつロバスト性を実現できる素子構造が必要である。そのためには、高速情報処理と低電力駆動を同時に実現する素子構造、特に、表面・界面とそのスピン状態の理解が不可欠である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、低電流駆動・高速動作を同時に実現するスピントロニクスを創出するため、磁性体の界面に着目し、磁性層/トポロジカル絶縁層界面における電子・スピン状態とスピン軌道トルクの関係、及び、具体的な素子構造とスピンドYNAMIKSの関係を明らかにすることである。本研究では、(1)磁性トポロジカル絶縁体とその界面機能創出、(2)界面に誘起されるスピン軌道トルクとスピンドYNAMIKSの関係、(3)素子動作のロバスト性質、に着目し、低消費電力・高速動作を実現する基本原理の学理を追求する。

界面における電子・スピン状態の理解は、TIを始めとするDirac電子系のデバイス展開、磁気ランダムアクセスメモリの高機能化など新規スピントロニクスデバイス、電子・スピン状態を利用したエネルギー変換素子の創出など、その学術としての奥深さや応用展開の波及効果は計り知れない。近年、脳機能を模したニューロモルフィックデバイスへの展開も期待されており、物性科学のみならず情報科学とのシナジー効果など新しい学術展開も期待できる。

3. 研究の方法

本研究では、トポロジカル絶縁体(TI)のスピントロニクスデバイスとしての機能創出を目的として、(1)電子状態・輸送特性解析、(2)スピン動力学解析、(3)TI/磁性体積層構造の輸送特性解析を通じて、低電力・高速動作スピントロニクスデバイスを実現するための基本原理を調べた。

4. 研究成果

4-1. 磁性トポロジカル絶縁体を用いた新規スピントロニクスデバイス

磁性絶縁体(MI)/トポロジカル絶縁体(TI)の界面状態とスピン軌道トルクを調べるため、図1に示す表面状態モデルを用いた。トポロジカル絶縁体を持つスピン運動量ロッキングは、

$$\mathcal{H} = \hbar v_F \cdot \hat{\sigma}(\mathbf{k} \times \hat{\mathbf{z}}) + \Delta\sigma \cdot \mathbf{m}$$

というモデルハミルトニアンで表すことが出来る。ここで、第一項目はスピン軌道相互作用、第二項目は磁性イオンとの交換相互作用である。第二項目の存在により、磁性トポロジカル絶縁体では、ギャップレスなDirac分散に対して、時間反転対称性の破れからバンドギャップが開放される。ギャップ開放された表面状態において、生じるスピン軌道トルクを調べたところ、Fermiレベルに依存するAnti-damping-like及びField-likeスピン軌道トルクが誘起される。さらに、スピン運動量ロッキングからFermiレベルに応じた磁気異方性が界面に誘起されることが明らか

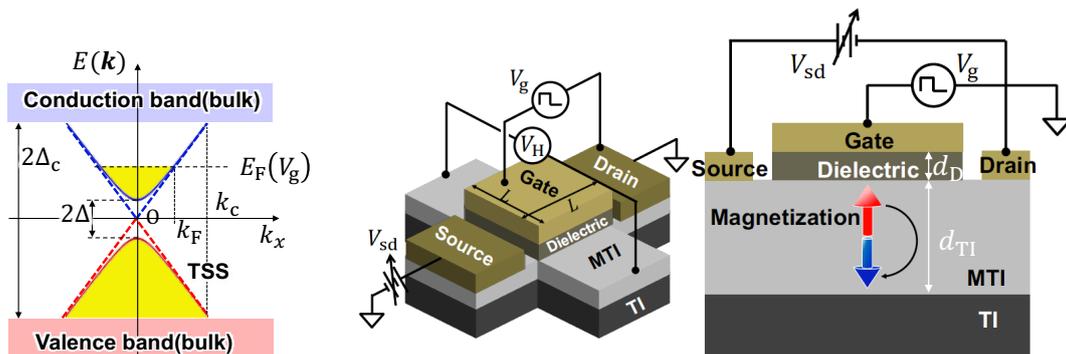


図1 磁性トポロジカル絶縁体の表面状態モデル(左)と磁性トポロジカル絶縁体素子(右)

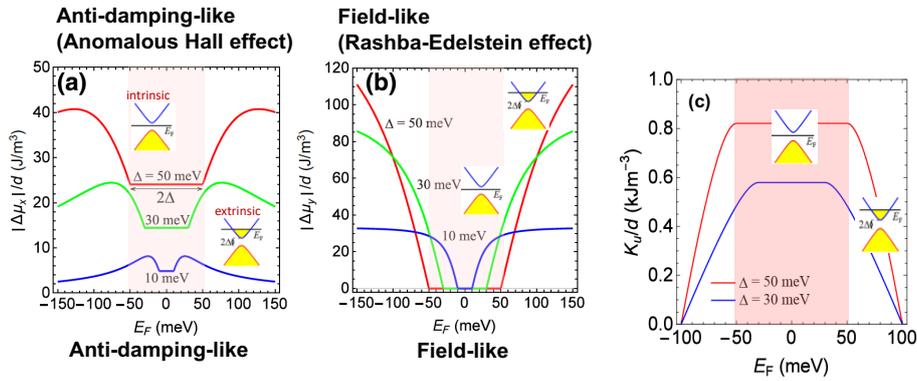


図 2 VC-MTI 素子におけるスピン軌道トルク，磁気異方性の Fermi レベル依存性

となった[1].

本研究では，磁性トポロジカル絶縁体における 2 つの機能(スピン軌道トルク，磁気異方性)に着目し，これらの電氣的制御を行うため，図 1 に示す電界効果型トランジスタと類似の構造を有する電圧制御磁性トポロジカル絶縁体素子(Voltage-Controlled Magnetic Topological Insulator, VC-MTI)を提案した．トポロジカル絶縁体に取り付けられたソース-ドレイン間に印加する電圧は，スピン運動量ロックによるスピン蓄積を伴い，結果として蓄積したスピンのスピン軌道トルクを誘起する．さらに，絶縁体を介して取り付けられたゲートにより，界面状態の Fermi レベルをチューニングすることが出来る．このとき，ギャップ解放された界面状態のスピンはスピン運動量ロックにより向きが制限されており，制限されたスピンの向きを反映した磁気異方性を生み出す．Fermi レベルチューニングにより，界面状態が持つ磁気異方性を制御することが出来る．図 2 にスピン軌道トルク，磁気異方性の Fermi 依存性を示す．開放されたギャップ中に Fermi レベルがあるときに磁気異方性が最大となり，Dirac 分散にかかると，磁気異方性が低下すると同時に，面内方向に Anti-damping-like トルクと Field-like トルクが誘起されるため，電圧による有効な磁化反転が実現できる．さらに，スピン-電荷ポンピングの効果による散逸トルクは，実効的なダンピングの変化として現れることも明らかにした[2].

#### 4-2. VC-MTI 素子の磁化反転シミュレーション

理論的に提案した VC-MTI 素子における磁化反転を実証するため，マクロスピンモデルによるスピンドイナミクスをシミュレートした[3]. 磁化反転方式として，ソース-ドレイン間電圧で誘起されるスピン軌道トルクでアシストしながら，ゲートパルス電圧による磁化反転を解析した．電圧制御磁化反転技術は磁気トンネル接合(Magnetic Tunnel Junction, MTJ)でも模索されているが，外部磁場が必要なこと，磁気異方性の制御範囲が狭いことが問題となっている．一方，VC-MTI では，約 0.4 V 程度のゲートパルス印加により磁気異方性が最大値から最小値まで制御できることが明らかとなり，スピン軌道トルクによるアシスト効果もあるため，外部磁場を必要としない．1  $\mu\text{m}$  スケールの VC-MTI 素子において，ゲートパルス幅とソース-ドレイン電場を変えた時の磁化反転相図を図 3 に示す．適切なパルス幅及び電界強度を選択することで，明瞭な磁化反転を実現できることが明らかとなった．MTJ で現状報告されている書き込み電力は 1 fJ/bit であるが，一方で，VC-MTI の場合，0.1 fJ/bit 未満を実現できると試算され，より低消費電力な磁気メモリを実現出来ると示唆された．

現実のメモリ素子を実現する上では，パルスの歪み，電気ノイズ耐性や熱揺らぎ耐性が問題と

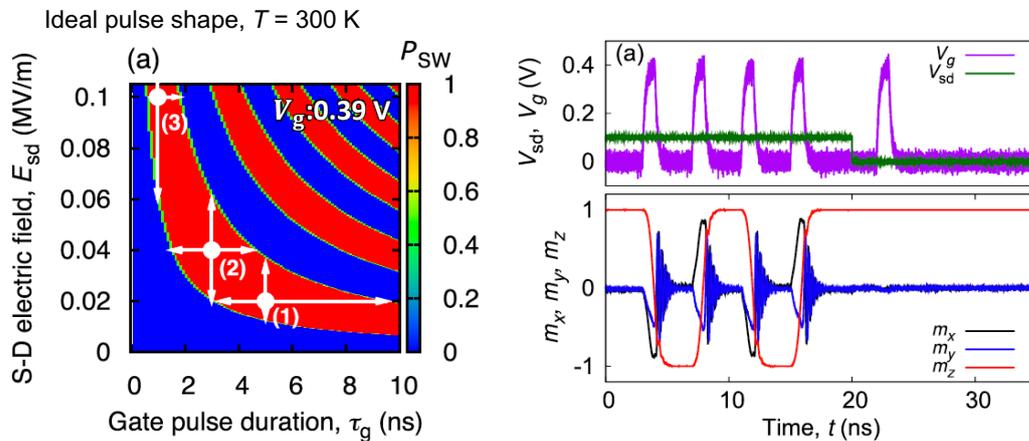


図 3 VC-MTI 素子の磁化反転シミュレーション．(左)磁化反転分布のゲートパルス幅及びソースドレイン電界強度依存性，(右)ノイズ下における磁化反転

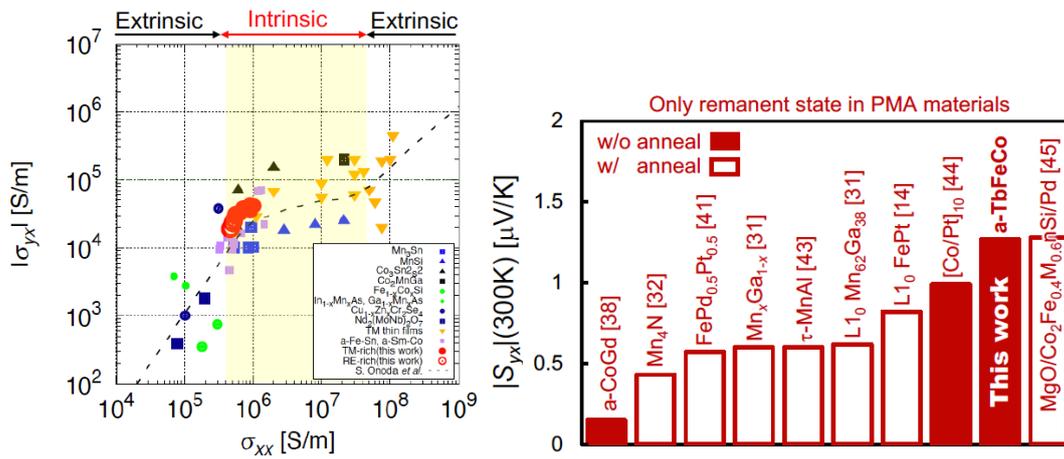


図 4 TbFeCo 薄膜の輸送特性

なり、不揮発性メモリとしての信頼度に関する。本研究では、ゲート電圧のパルス形状、電圧ノイズ、熱揺らぎ耐性をマイクロマグネティクスにより調べた[3]。パルス形状及び電気的ノイズを加えた場合の磁化反転シミュレーションの結果を図 3 に示す。カットオフ周波数 5 GHz, 信号/雑音比 27 dB においてもロバストな磁化反転が確認できる。また、電気ノイズが 10 dB 程度でも十分なソースドレイン電界強度を確保することで、 $10^{-6}$  以下の十分な書き込みエラー率が得られることがわかった。VC-MTI 素子において、ゲート電圧による磁気異方性の応答性が優れていることが強固な電気ノイズ耐性に繋がっていることがわかる。熱揺らぎ耐性についても同様に調べたところ、同様に低い書き込みエラー率が得られることがわかり、熱安定性指標  $K_u V = k_B T$  を評価したところ、40 程度の十分な熱安定性も確保できることが明らかとなった。VC-MTI 素子の特性を実現するためには、具体的な磁性トポロジカル絶縁体の探索が今後の研究の鍵となる。特に磁性不純物による高キュリー点の実現もしくは磁気近接効果による界面状態実現が今後の課題である。

#### 4-3. 磁性体/トポロジカル絶縁体積層構造の作製と輸送特性解析

トポロジカル絶縁体の界面機能創出のため、低飽和磁化であるフェリ磁性体 TbFeCo の輸送特性解析及び TI との積層構造形成を行った。TI には Bi-Sb 薄膜の作製を検討した。磁化状態が電気特性に反映される異常ホール効果、及び、異常ネルンスト効果の組成依存性を調べた。

Tb 組成を変えて測定した伝導度とホール伝導度の関係を図 4 に示す。異常ホール効果は伝導度の散乱機構が密接に関係することが知られており、不純物によるスピン軌道相互作用が引き起こす skew 散乱, side-jump のような外因性機構の他に、電子構造が持つ Berry 位相が絡む内因性機構がある。本研究で作製したアモルファス TbFeCo 薄膜は、内因性機構と外因性機構の遷移領域に位置していることがわかった。このような内因性機構は横磁気熱電効果である異常ネルンスト効果にも反映されることが近年盛んに議論されている。そこで、TbFeCo 薄膜の熱電効果についても調べたところ、熱処理を施さない垂直磁化薄膜として報告されている中で最大の  $1.3 \mu\text{V/K}$  の異常ネルンスト効果が得られることがわかり、前述した伝導度のべき乗則との対応関係を明らかにし、アモルファス構造が作るトポロジカルクラスターが大きな異常ネルンスト効果に繋がっている可能性を指摘した[4]。作製した TbFeCo と TI の積層構造を形成するため、抵抗加熱及びスパッタ成膜の複合装置を構築し BiSb 薄膜を形成した。電気抵抗率、ホール効果、ゼーベック効果、ネルンスト効果を調べ、BiSb の単膜では先行研究と同様の高品質な薄膜形成を確認した。一方で、ゲート電極を付与した TbFeCo 薄膜との積層構造では、TbFeCo と TI の界面ミキシングにより、TI によるスピン軌道トルクの明瞭な観測には至らなかったが、さらなる成膜技術の確立に取り組む予定である。TI との磁気近接効果を考えた場合、磁性体との相性も重要であり、今後、磁性材料の選定による高キュリー点、広い磁気ギャップ形成が今後の課題である。

#### 参考文献

- [1] T. Chiba, and T. Komine, "Voltage-driven magnetization switching via Dirac magnetic anisotropy and spin-orbit torque in topological-insulator-based magnetic heterostructures," *Phys. Rev. Appl.* **14**, 034031 (2020).
- [2] T. Chiba, A. O. Leon, and T. Komine, "Voltage-control of damping constant in magnetic-insulator/topological-insulator bilayers," *Appl. Phys. Lett.* **118**, 252402 (2021).
- [3] T. Komine, and T. Chiba, "Numerical analysis of voltage-controlled magnetization switching operation in magnetic-topological-insulator-based devices," *Appl. Phys. Lett.* **123**, 102404 (2023).
- [4] R. Ando, and T. Komine, "Composition dependence of anomalous Nernst effect in amorphous TbFeCo thin films with perpendicular magnetic anisotropy". *J. Appl. Phys.* **135**, 093906 (2024). (Open Access)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Chiba Takahiro, Iguchi Ryo, Komine Takashi, Hasegawa Yasuhiro, Uchida Ken-ichi	4. 巻 62
2. 論文標題 Temperature profile of the Thomson-effect-induced heat release/absorption in junctionless single conductors	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 037001 ~ 037001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/acc3e6	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 Komine Takashi, Chiba Takahiro	4. 巻 123
2. 論文標題 Numerical analysis of voltage-controlled magnetization switching operation in magnetic-topological-insulator-based devices	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 102404/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0162297	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 Chiba Takahiro, Komine Takashi, Aono Tomosuke	4. 巻 124
2. 論文標題 Ultrastrong-coupled magnon?polariton in a dynamical inductor based on magnetic-insulator/topological-insulator bilayers	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 012402/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0173898	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 Komine Takashi, Chiba Takahiro	4. 巻 14
2. 論文標題 Fully micromagnetic analysis of voltage-controlled magnetization switching in magnetic-topological-insulator-based devices	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 025132/1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/9.0000798	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 Ando Ryo, Komine Takashi	4. 巻 135
2. 論文標題 Composition dependence of anomalous Nernst effect in amorphous TbFeCo thin films with perpendicular magnetic anisotropy	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 093906/1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0189969	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 Komine Takashi	4. 巻 14
2. 論文標題 Magnetic printing characteristics of burst signals by using double magnet master media	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 035138/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/9.0000792	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 Komine Takashi	4. 巻 58
2. 論文標題 Master Structure Dependence of Double Magnet Master on Performance of Magnetic Printing Onto Energy-Assisted Magnetic Recording Media	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Magnetics	6. 最初と最後の頁 1~5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TMAG.2022.3147910	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 Matsuzaka Mizuki, Sasaki Yuma, Hayashi Kyohei, Misawa Takahiro, Komine Takashi, Akutagawa Tomoyuki, Fujioka Masaya, Nishii Junji, Kaiju Hideo	4. 巻 4
2. 論文標題 Room-temperature magnetoresistance in Ni78Fe22/C8-BTBT/Ni78Fe22 nanojunctions fabricated from magnetic thin-film edges using a novel technique	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nanoscale Advances	6. 最初と最後の頁 4739~4747
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d2na00442a	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 Komine Takashi	4. 巻 13
2. 論文標題 Combinatorial dependence of magnetic printing characteristics in double magnet master media for energy-assisted magnetic recording	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 025310 ~ 025310
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/9.0000480	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 Chiba Takahiro, Leon Alejandro O., Komine Takashi	4. 巻 118
2. 論文標題 Voltage-control of damping constant in magnetic-insulator/topological-insulator bilayers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 252402 ~ 252402
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0046217	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 Komine Takashi	4. 巻 58
2. 論文標題 Double Magnet Master Media for Magnetic Printing Onto Energy-Assisted Magnetic Recording Media	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Magnetics	6. 最初と最後の頁 1 ~ 5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TMAG.2021.3082515	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 Iwasaki Suguru, Morito Haruhiko, Komine Takashi, Morita Kazuki, Shibuya Taizo, Nishii Junji, Fujioka Masaya	4. 巻 34
2. 論文標題 A Novel Technique for Controlling Anisotropic Ion Diffusion: Bulk Single Crystalline Metallic Silicon Clathrate	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Advanced Materials	6. 最初と最後の頁 2106754 ~ 2106754
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adma.202106754	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 Anh Le Duc, Takase Kengo, Chiba Takahiro, Kota Yohei, Takiguchi Kosuke, Tanaka Masaaki	4. 巻 33
2. 論文標題 Elemental Topological Dirac Semimetal Sn with High Quantum Mobility	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Materials	6. 最初と最後の頁 2104645 ~ 2104645
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adma.202104645	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 Chiba Takahiro, Komine Takashi	4. 巻 14
2. 論文標題 Voltage-Driven Magnetization Switching via Dirac Magnetic Anisotropy and Spin-Orbit Torque in Topological-Insulator-Based Magnetic Heterostructures	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Applied	6. 最初と最後の頁 034031/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevApplied.14.034031	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 Chiba Takahiro, Komine Takashi	4. 巻 10
2. 論文標題 Thermoelectric refrigerator based on asymmetric surfaces of a magnetic topological insulator	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 125230 ~ 125230
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/9.0000005	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 -

〔学会発表〕 計32件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 17件)

1. 発表者名 千葉貴裕, 小峰啓史, 青野友祐
2. 発表標題 動的インダクタにおける超強結合マグノン ポラリトン
3. 学会等名 第71回 応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 切通望, 鮎川瞭人, 坂根駿也, 小峰啓史, 鷓殿治彦
2. 発表標題 c-Al2O3基板上へのMg3Sb2薄膜のエピタキシャル成長における基板温度の影響
3. 学会等名 第71回 応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 T. Chiba, T. Komine, and T. Aono
2. 発表標題 Microwave Transmission Theory for Ultrastrong-Coupled Magnon-Polariton in Dynamical Inductors
3. 学会等名 Symposium on Frontier of Terahertz Science X (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Chiba, T. Komine, and T. Aono
2. 発表標題 Microwave Transmission Theory for On-Chip Ultrastrong-Coupled Magnon-Polariton in Dynamical Inductors
3. 学会等名 The 7th Symposium for the Core Research Clusters for Materials Science and Spintronics and the 6th Symposium on International Joint Graduate Program in Materials Science and Spintronics (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Komine
2. 発表標題 Magnetic printing characteristics of burst signals by using double magnet mater media
3. 学会等名 The 68th Annual Magnetism and Magnetic Materials (MMM) Conference (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Komine, and T. Chiba
2. 発表標題 Numerical analysis of write-error-rate in magnetic-topological-insulator-based devices with voltage-controlled magnetization switching
3. 学会等名 The 68th Annual Magnetism and Magnetic Materials (MMM) Conference (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Komine, and T. Chiba
2. 発表標題 Voltage-control of magnetization dynamics by using topological insulators
3. 学会等名 第47回 日本磁気学会学術講演会 / Symposium on "Advanced local probe techniques in nanoscaled magnetism" (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小峰啓史, 安藤亮
2. 発表標題 アモルファスTbFeCo 磁性薄膜における熱電テンソルの組成依存性
3. 学会等名 第47回 日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 千葉貴弘, 小峰啓史, 青野友祐
2. 発表標題 トポロジカル絶縁体/磁性絶縁体二層膜における強結合磁気共鳴
3. 学会等名 第47回 日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 村田正行, 鈴木真理, 青山佳代, 長瀬和夫, 大島博典, 山本淳, 長谷川靖洋, 小峰啓史
2. 発表標題 同一試料を用いたBi-Sbの磁場中熱電性能指数の評価
3. 学会等名 第20回日本熱電学会学術講演会(TSJ2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 安藤亮, 小峰啓史
2. 発表標題 TbFeCo磁性薄膜の異常ネルンスト効果に寄与する因子分析
3. 学会等名 第84回 応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 村田正行, 鈴木真理, 青山佳代, 長瀬和夫, 大島博典, 山本淳, 長谷川靖洋, 小峰啓史
2. 発表標題 Bi-Sbの磁場中の熱電物性測定における試料形状の影響
3. 学会等名 第84回 応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T Komine, S. Watahiki, and T. Chiba
2. 発表標題 Write-error rate estimation of voltage-controlled magnetization switching in a magnetic-topological-insulator-based device
3. 学会等名 2023 Intermag Conference (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名	M. Matsuzaka, Y. Sasaki, K. Hayashi, T. Misawa, T. Komine, T. Akutagawa, M. Fujioka, J. Nishii, and H. Kaiju
2. 発表標題	Room-temperature magnetoresistance in nanojunctions consisting of C8-BTBT molecules sandwiched between two magnetic thin-film edges
3. 学会等名	2023 Intermag Conference (国際学会)
4. 発表年	2023年

1. 発表者名	M. Matsuzaka, Y. Sasaki, K. Hayashi, T. Misawa, T. Komine, T. Akutagawa, M. Fujioka, J. Nishii, H. Kaiju
2. 発表標題	Observation of magnetoresistance in Ni78Fe22/C8-BTBT/Ni78Fe22 nanojunctions at room temperature
3. 学会等名	第83回 応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	岩崎秀, 小峰啓史, 森田一軌, 澁谷泰蔵, 森戸春彦, 藤岡正弥
2. 発表標題	Type-II Na-Siクラスレートにおける Naイオンの拡散機構解明
3. 学会等名	2022年秋期講演大会
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	M. Matsuzaka, Y. Sasaki, K. Hayashi, T. Misawa, T. Komine, T. Akutagawa, M. Fujioka, J. Nishii, H. Kaiju
2. 発表標題	Room-temperature magnetoresistance in Ni78Fe22/C8-BTBT/Ni78Fe22 nanojunctions fabricated using magnetic thin-film edges
3. 学会等名	35th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名 T. Komine
2. 発表標題 Combination dependence of printing characteristics in double magnet master media for energy-assisted magnetic recording
3. 学会等名 The 67th Annual Magnetism and Magnetic Materials (MMM) Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 千葉貴裕, アレハンドロ・レオン, 小峰啓史
2. 発表標題 トポロジカル絶縁体を活用した磁化ダイナミクスの電圧制御とその応用
3. 学会等名 第240回研究会 / 第95回ナノマグネティクス専門研究会 「磁気物性に関する計算科学の最前線」 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 M. Matsuzaka, Y. Sasaki, K. Hayashi, T. Misawa, T. Komine, T. Akutagawa, M. Fujioka, J. Nishii, H. Kaiju
2. 発表標題 Observation of spin signal in molecular nanojunctions utilizing magnetic thin-film edges at room temperature
3. 学会等名 The 23rd RIES-Hokudai International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小峰啓史, 綿引詩門, 千葉貴裕
2. 発表標題 磁性トポロジカル絶縁体素子の電圧制御磁化反転における書き込みエラー率の数値解析
3. 学会等名 第70回 応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Komine
2. 発表標題 Double magnet master media for magnetic printing onto energy-assisted magnetic recording media
3. 学会等名 INTERMAG 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小峰啓史
2. 発表標題 ダブルマグネット型マスター媒体による磁気転写特性のマスター構造依存性
3. 学会等名 第45回日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Chiba, Alejandro O. Leon, T. Komine
2. 発表標題 Voltage-Control of Magnetization Dynamics in Topological-insulator-based Magnetic Heterostructures
3. 学会等名 Joint Conference: 24th International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems / 20th International Conference on Modulated Semiconductor Structures (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Chiba, A. O. Leon, T. Komine
2. 発表標題 Voltage-Control of Magnetization Dynamics in Topological-insulator-based Magnetic Heterostructures
3. 学会等名 26th Physics and Applications of Spin-related Phenomena in Semiconductors (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Chiba, A. O. Leon, T. Komine
2. 発表標題 Voltage-control of magnetic properties in topological-insulator/magnetic-insulator bilayers
3. 学会等名 2022 Joint MMM-Intermag Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Komine
2. 発表標題 Master structure dependence of double magnet master on magnetic printing performance onto energy-assisted magnetic recording media
3. 学会等名 2022 Joint MMM-Intermag Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Chiba, S. Takahashi, T. Komine
2. 発表標題 Ambipolar Seebeck power generator based on asymmetric surfaces of magnetic topological insulators
3. 学会等名 The 65th Annual Magnetism and Magnetic Materials (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Chiba, T. Komine
2. 発表標題 Voltage-control of Spin-Orbit Torque and Magnetic Anisotropy in Topological Insulator Heterostructures
3. 学会等名 The 65th Annual Magnetism and Magnetic Materials (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Senshu, Y. Sasaki, Y. Nakayama, T. Misawa, T. Komine, N. Hoshino, T. Akutagawa, M. Fujioka, J. Nishii and H. Kaiju
2. 発表標題 Spin Transport Properties in Ni78Fe22/Mq3 (M=Al, Er)/Ni78Fe22 Nanoscale Junction Devices Utilizing Magnetic Thin-Film Edges
3. 学会等名 33rd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 千秋賀英子, 佐々木悠馬, 中山雄介, 三澤貴浩, 小峰啓史, 星野哲久, 芥川智行, 藤岡正弥, 西井準治, 海住英生
2. 発表標題 Ni78Fe22/Mq3(M = Al, Er)/Ni78Fe22 ナノ接合素子における室温磁気抵抗効果
3. 学会等名 第44回 日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 千葉貴裕, 小峰啓史
2. 発表標題 界面ディラック電子に起因した磁気異方性に基づく電圧制御磁化反転
3. 学会等名 第68回 応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	青野 友祐	茨城大学・理工学研究科(工学野)・教授	
	(Aono Tomosuke)		
	(20322662)	(12101)	

6. 研究組織（つづき）

	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	長谷川 靖洋  (Hasegawa Yasuhiro)  (60334158)	埼玉大学・理工学研究科・准教授    (12401)	
研究分担者	千葉 貴裕  (Chiba Takahiro)  (90803297)	東北大学・学際科学フロンティア研究所・助教    (11301)	

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