

令和 5 年 6 月 23 日現在

機関番号：33924

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K05307

研究課題名（和文）スピナーベック発電の高効率化とその実用化への挑戦

研究課題名（英文）Enhancement of spin-Seebeck efficiency and challenge to its application

研究代表者

田辺 賢士 (Tanabe, Kenji)

豊田工業大学・工学（系）研究科（研究院）・准教授

研究者番号：00714859

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、IoT技術を支えるセンサーの独立電源への応用を目指して、スピナーベック効果（SSE）の研究を行った。SSEはフレキシブル化が容易であるというメリットがあるものの、発電量の点に問題がある。SSEの高効率化を目指して研究を行った。まず、フェリ磁性体TbCoを用いて、スピナーベック変換効率の組成依存性を調べ、Co薄膜に比べて3倍大きくなる組成を見出した。次に磁場印加方向を90度ずらすことで、磁化依存スピナーベック効果の研究を行った。伝導電子のスピナー方向が、局在スピナーの向きに応じて回転する現象であり、先行研究に比べて4倍程度大きく制御できることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、これまで非磁性体や強磁性体材料で主に研究されてきたスピナーベック効果の研究に対して、TbCo合金というフェリ磁性体材料を用いた点である。この材料を用いることにより、変換効率の増強に成功し、また磁化依存スピナーベック効果の、CoやTbの副格子の磁気モーメントやネットの磁化の影響などを明らかにすることができた。さらにその効果の起源が界面効果であることを明らかにした。また本研究の社会的意義は、新規な熱電発電効果の一つであるスピナーベック効果の性質の1つを明らかにしたことで、次世代センサーの独立電源への応用へ近づいたと言える。

研究成果の概要（英文）：In this study, the spin Seebeck effect (SSE) was investigated for application to independent power supplies for sensors that support IoT technology. We aimed to improve the efficiency of SSE. We investigated the composition dependence of the spin current conversion efficiency using ferrimagnetic TbCo, and found a composition that is three times larger than that of Co thin film. Next, the magnetization-dependent spin Hall effect was studied by shifting the direction of magnetic field application by 90 degrees. The spin direction of the conduction electrons rotates in accordance with the direction of the localized spin, and it was found that this phenomenon can be controlled about four times larger than in the previous study.

研究分野：スピントロニクス

キーワード：スピナーベック効果 スピナーホール効果 スピナー回転効果

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年、IoT 技術を支えるセンサー技術開発とそれらを支える独立電源の技術開発が活発に行われている。独立電源には光や振動、あるいは熱といった環境発電に期待が高まっており、本研究ではその中でも熱電発電に注目して研究を行った。本研究でテーマとなるのは、磁性体を用いた熱電発電効果の一つであるスピナーベック効果 (SSE) である。SSE は強磁性薄膜と重金属薄膜 (Pt など) の 2 層膜で構成され、膜面直方向に温度差が発生した際に、膜面内方向に電圧が発生する現象である (図 1)。発電量は実用化の観点から見るとまだまだ小さいものの、薄膜であるためのフレキシブルな素材の表面にも作ることができ、またこれまでのシリコンデバイス開発技術などとの相性もよく、簡便に作製できるというメリットがある。本研究では、素子の構造と素子の材料といった 2 つの側面から SSE の高効率化を目指して研究を行う。

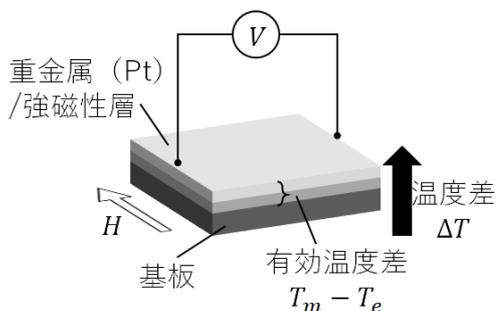


図 1. スピナーベック発電素子の概念図. 基板上に重金属層と強磁性層が積層した構造をしている。面直方向に加えた温度差に対して、面内方向に電圧が発生する。発電に寄与するのは、 $\Delta T$ ではなく、マグノンと伝導電子の有効温度の差である  $T_m - T_e$  である。

### 2. 研究の目的

SSE は、強磁性薄膜と重金属薄膜 (Pt など) の 2 層膜に対し、膜面直方向に温度勾配を加えると、その垂直方向に起電力が発生する現象である。このメカニズムは、強磁性体から重金属層にスピンの注入され、重金属層でスピン流電流変換が生じることとされる。これまでの研究では重金属層に Pt などの非磁性体が使われていたが、本研究ではフェリ磁性体である TbCo 合金を用いて実験を行った。Tb は 4f 電子による大きなスピン軌道相互作用があるため、Co 膜に比べると大きな起電力が期待される。TbCo 合金はアモルファス合金であり、Tb のドーパ量を自由に変調することが可能であり、様々な磁気特性が変化することで知られている。例えば Tb の磁気モーメントは Co の磁気モーメントに対して必ず反平行に結合するため、飽和磁化の大きさは Tb ドープに対して減少し、飽和磁化がゼロになる点を磁化補償点という。さらに Tb を加えると、Tb の磁気モーメントの方が Co の磁気モーメントより大きくなり、RE リッチと呼ばれる。一方、Co の磁気モーメントの方が大きい組成領域は TM リッチと呼ばれる磁気異方性に着目すれば、飽和磁化が小さな領域で、容易軸が膜面直方向になる一方で、飽和磁化が大きな領域では膜面内方向に変化する。また TbCo 自身の異常ネルンスト効果による熱電発電効果も期待できるため、SSE と異常ネルンスト効果が重畳して起電力が大きくなることが期待される。さらに TbCo は Tb の磁気モーメントや Co の磁気モーメント、そしてネットな磁化の影響を調べることができ、スピン流の変換効率の増強やスピン流の制御が期待される。

### 3. 研究の方法

まず  $Y_3Fe_5O_{12}$  (YIG) (28.7  $\mu m$ ) が成膜された  $Gd_3Ga_5O_{12}$  (GGG) 基板上に TbCo (15 nm)/Cu (4 nm) の多層膜をマグネトロンスパッタ装置によって成膜した (図 2)。特に TbCo は Tb と Co のコスパッタ法によって作製され、カソードパワーを変えることで濃度を変調することが可能に

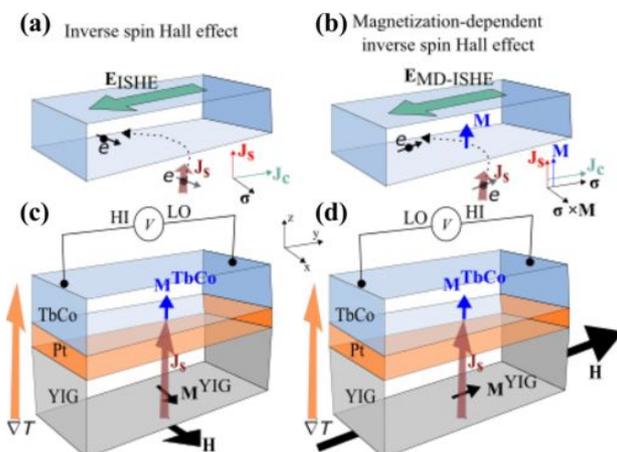


図 2. TbCo を用いたスピナーベック発電素子の概念図.

(a) スピン流電流変換 (逆スピンホール効果) の概念図. (b) スピン回転効果がある場合のスピン流電流変換 (磁化依存逆スピンホール効果) の概念図. (c) SSE の実験配置. (d) スピン回転効果のための SSE の実験配置.

なる。このとき Cu 膜はフェリ磁性体である  $Y_3Fe_5O_{12}$  と、TbCo の間の磁気結合を取り除いた

めに導入された膜である。一部の実験は Cu の代わりに Pt を用いた。TbCo の組成は 0%、8%、13%、25%、32%、38%、46% の 7 つを試した。

1 つ目の実験では SSE の TbCo の濃度依存性を調べた。面直方向に温度勾配を印加し、面内方向に磁場を印加した。このとき、これ等の垂直方向に起電力を観測する。2 つ目の研究では磁場印加方向と同一方向の起電力を測定する。SSE ではこの方向には起電力は発生しないが、最近の研究報告では、磁性体内部にある局在磁気モーメントの影響でスピン流のスピン方向が曲げられ（スピン回転効果）、起電力が発生するとされる。本実験ではその回転が、Tb や Co のモーメント由来であるのか、またネットな磁化由来であるのか調査した。

#### 4. 研究成果

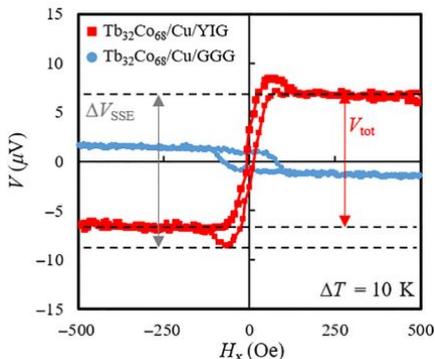


図 3. TbCo を用いた素子のスピンゼーベック効果の典型的な結果。

赤線が YIG 膜を含む結果、青線が YIG 膜を含まない結果を表す。赤線では 2 種類の信号の変化が表れており、それぞれ SSE と異常ネルンスト効果の信号だと考えられる。一方、青線は 1 種類の信号の変化しかなく、異常ネルンスト効果の信号だけである。これらの結果からそれぞれの効果を分離して解析することができる。

図 3 は SSE 測定を行った時の典型的な結果である。2 種類の信号変化が観測されており、それぞれ SSE と ANE の成分であると考えられる。分離して議論するために、GGG 基板上に YIG が成膜されていない基板を準備し、TbCo/Cu 膜を成膜した試料で、比較実験を行った。このとき発生する起電力は ANE 効果のみであると考えられる。実際に生データを見てみると、ANE と SSE の効果が表れているのが明らかになった。それぞれの成分の組成依存性を調べたところ、TM リッチ領域では、SSE と ANE の符号が逆になり、起電力が弱め合う。一方で、RE リッチの組成では符号が揃うまぐら重畳できることが明らかになった。さらに Tb 濃度が大きくなりすぎると、ANE の成分がほとんどなくなることが明らかになった。この現象は ANE の起源が Co の磁気モーメントに依存すると考えることで説明できる。さらに SSE は Tb の濃度に対して上昇する傾向が現れ、おおよそ 30% の濃度の時に最大となった。スピンホール角と呼ばれる SSE にとって重要な物質パラメータを評価したところ、Co に比べて 3 倍大きくなることが明らかになった。これらの成果は学術誌 Phys. Rev. Applied に発表されている。

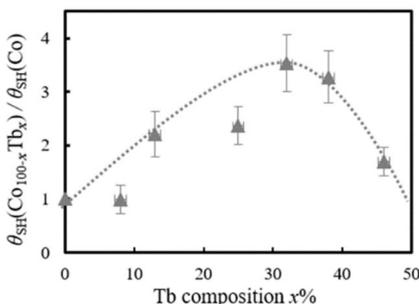


図 4. スピンホール角の組成依存性。

基板上に重金属層と強磁性層が積層した構造をしている。面直方向に加えた温度差に対して、面内方向に電圧が発生する。発電に寄与するのは、 $\Delta T$ ではなく、マグノンと伝導電子の有効温度の差である  $T_m - T_e$  である。

次に、外部磁場方向と電圧測定方向が平行になるように実験をした。このとき、 $Y_3Fe_5O_{12}$  の磁化方向は外部磁場によって決められるのに対して、TbCo の磁気モーメントは、大きな保磁力を有するために、測定前に決めた配置を維持している。上向きあるいは下向きにセットした状態で実験を行った。またこの実験では Cu 層を Pt に変えて実験を行っている。図 5 がその結果である。組成を変えたときの、カー効果シグナル、通常の SSE 測定結果、磁化依存 SSE の結果である。磁化依存 SSE の組成依存性を見ると明らかに、組成が 16% から 23% にかけて符号反転していることが分かる。この符号反転はカー効果シグナルにも対応していることから、磁化依存 SSE は Co モーメントの影響を強く受けていることが明らかになった。この大きさを評価したところ、面直方向を軸としてスピンがおおよそ 12 パーセント回転することが明らかになった。この結果は先行研究で示された Co の結果よりも 4 倍程度大きい。この成果は、学術雑誌 Physical Review B に報告されている。

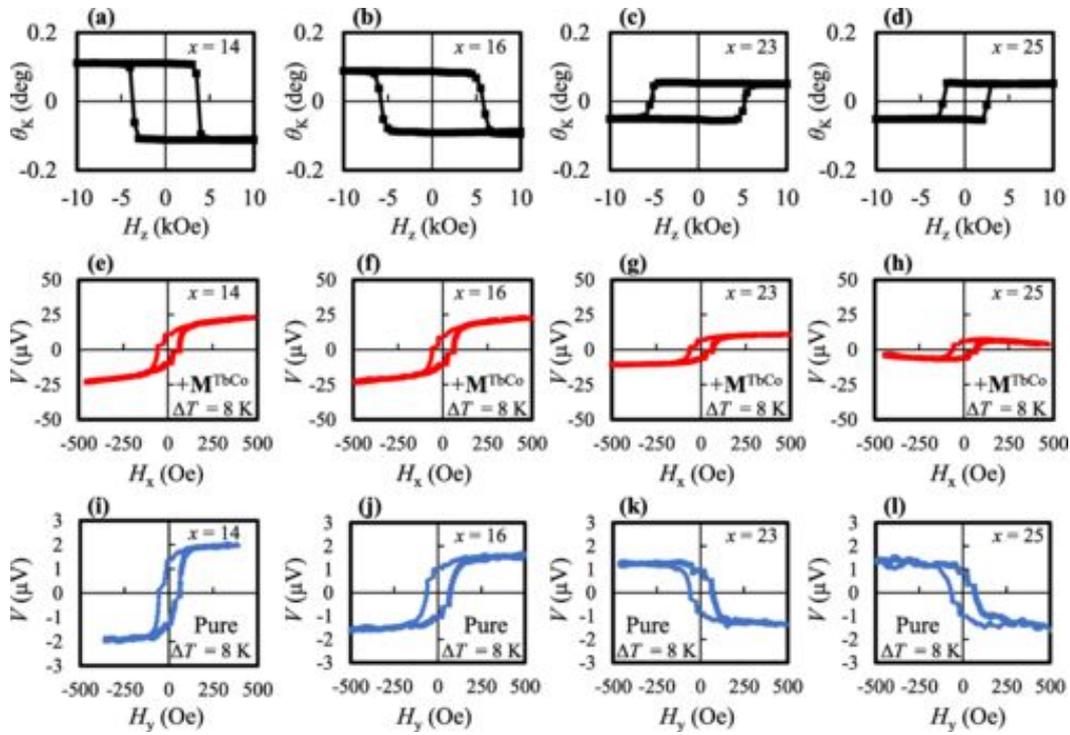


図 5. カー効果、SSE、および磁化依存 SSE の組成依存性 .

(a-d) カー効果の磁場依存性 . TM-rich の組成から RE-rich の組成になると符号反転することが分かる . (e-h) SSE の組成依存性 . 組成変化に対して符号の変化がないことが分かる . (i-l) 磁化依存 SSE の組成依存性 . 磁化補償点をまたぐと、符号の反転が確認された .

最後に、観測された磁化依存 SSE の起源が、バルク由来であるのか、界面由来であるのか明らかにするために、TbCo の膜厚依存性を調べた。その結果、TbCo の膜厚増加に対して、変換後の電流量に変化はなかった。このことは界面でスピンの回転し、その後 TbCo の内部で回転が起っていないことを示唆している。本結果は現在論文に投稿中である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yagmur A., Sumi S., Awano H., Tanabe K.	4. 巻 103
2. 論文標題 Magnetization-dependent inverse spin Hall effect in compensated ferrimagnet TbCo alloys	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 214408 ~ 214408
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.103.214408	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 Tanabe Kenji, Ohe Jun-ichiro	4. 巻 90
2. 論文標題 Spin-Motive Force in Ferromagnetic and Ferrimagnetic Materials	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 081011 ~ 081011
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.90.081011	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 A. Yagmur, S. Sumi, H. Awano and K. Tanabe	4. 巻 14
2. 論文標題 Large inverse spin Hall effect in CoTb alloys by means of spin Seebeck effect	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Applied	6. 最初と最後の頁 64025
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevApplied.14.064025	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 K. Tanabe	4. 巻 117
2. 論文標題 Effect of heating on the spin-motive force induced by the magnetic resonance	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 242407
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0034694	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. Shoka, G. Okano, H. Suto, S. Sumi, H. Awano, and K. Tanabe	4. 巻 16
2. 論文標題 Observation of anisotropic magneto-inductance effect	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 53006
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1882-0786/acd617	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50件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 18件)

1. 発表者名 荘加勇翔、岡野元基、須藤裕之、鷲見聡、粟野博之、田辺賢士
2. 発表標題 異方性磁気インダクタンス効果
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 2022年

1. 発表者名 今枝寛人、小田切美穂、坂本美雨、鷲見聡、粟野博之、田辺賢士
2. 発表標題 凹凸構造による異常ネルンスト効果を利用した熱流センサの高感度化
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 2022年

1. 発表者名 Kenji Tanabe, Ahmet Yagmur, Hiroyuki Awano
2. 発表標題 New methods for measuring thermal conductivity in thin magnetic films
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 2022年

1. 発表者名 鷺見聡、鈴木紀行、田辺賢士、栗野博之
2. 発表標題 磁性細線における電流駆動磁壁移動のレーザ光検出
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 2022年

1. 発表者名 今枝寛人、鷺見聡、栗野博之、田辺賢士
2. 発表標題 異常ネルンスト効果を利用した熱流センサの高感度化
3. 学会等名 IEEE Magnetics Society Nagoya Chapter 若手研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 及川未来、鷺見聡、田辺賢士、栗野博之
2. 発表標題 GdFeCo 磁性細線における磁壁の磁界駆動によるスピン起電力の研究
3. 学会等名 IEEE Magnetics Society Nagoya Chapter 若手研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 神戸崇太、鷺見聡、田辺賢士、栗野博之
2. 発表標題 電流磁壁駆動型メモリにおける磁壁駆動への熱の影響
3. 学会等名 IEEE Magnetics Society Nagoya Chapter 若手研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yamato Miyose、 RANJBAR Sina、 Satoshi Sumi、 Kenji Tanabe、 Hiroyuki Awano
2. 発表標題 Improvement of Domain Wall Velocity and Reduction of Current Density by Laser Annealing to the TbCo Wires
3. 学会等名 The 67th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mirai Oikawa、 Sota Kambe、 Satoshi Sumi、 Kenji Tanabe、 Hiroyuki Awano
2. 発表標題 Magnetic field dependence of mV class spin motive force due to domain wall motion in GdFeCo magnetic wire
3. 学会等名 The 67th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Satoshi Sumi、 RANJBAR Sina、 Kenji Tanabe、 Hiroyuki Awano
2. 発表標題 Laser assisted current induced magnetization switching in a TbCo/Pt hetero-structure wire
3. 学会等名 The 67th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Sota Kambe、 RANJBAR Sina、 Kenji Tanabe、 Satoshi Sumi、 Hiroyuki Awano
2. 発表標題 Evaluation of magnetic flux density distribution of magnetic domains recorded in racetrack memory by TMR head
3. 学会等名 The 67th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 RANJBAR Sina、 Satoshi Sumi、 Kenji Tanabe、 Hiroyuki Awano
2. 発表標題 Fast Current Induced Domain Wall Motion in Compensated GdFeCo Nanowire
3. 学会等名 The 67th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鷺見聡、 シナ ランジェパー、 田辺賢士、 栗野博之
2. 発表標題 TbCo、 GdFeCo/Pt積層膜の補償温度近傍磁気光学特性
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 鈴木紀行、 明瀬大和、 神戸崇太、 鷺見聡、 田辺賢士、 栗野博之
2. 発表標題 TbCo薄膜/プラスチック基板へのレーザー照射による基板形状変化と磁気特性の関係
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 今枝寛人、 神戸崇太、 小田切美穂、 鷺見聡、 栗野博之、 田辺賢士
2. 発表標題 異常ネルンスト効果を利用した熱流センサの高感度化
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 久野菜、 栗野博之、 田辺賢士
2. 発表標題 機械学習を用いた磁気光学顕微鏡画像からパラメータ推定
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 Shiori Kuno、 Shinji Deguchi、 Hiroyuki Awano、 Kenji Tanabe
2. 発表標題 Determination of magnetic parameters from magneto-optical images using machine learning
3. 学会等名 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yamato Miyose、 RANJBAR Sina、 Satoshi Sumi、 Kenji Tanabe、 Hiroyuki Awano
2. 発表標題 Current Density Reduction of Current Driven Domain Wall Motion with Laser Irradiation to the Magnetic TbCo Wires
3. 学会等名 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Sina、 Ahmet Yagmur、 Satoshi Sumi、 Hiroyuki Awano、 Kenji Tanabe
2. 発表標題 Anomalous Nernst effects in TbCo and GdCo alloys
3. 学会等名 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mirai Oikawa、 Sota Kambe、 Satoshi Sumi、 Kenji Tanabe、 Hiroyuki Awano
2. 発表標題 Milli volt class spin motive force due to domain wall motion in GdFeCo magnetic wire
3. 学会等名 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kenji Tanabe、 Ahmet Yagmur、 Hiroyuki Awano
2. 発表標題 New methods for measuring thermal conductivity in thin magnetic films
3. 学会等名 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ahmet YAGMUR、 Satoshi Sumi、 Hiroyuki Awano、 Kenji Tanabe
2. 発表標題 Magnetization-Dependent Inverse Spin Hall Effect at Perpendicular Magnetized Tb-Co/Pt Interface
3. 学会等名 INTERMAG 2021 Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 RANJBAR Sina、 Ahmet YAGMUR、 M. Al-Mahdawi、 M. Oogane、 Y. Ando、 Kenji Tanabe、 Hiroyuki Awano
2. 発表標題 Spin Seebeck Effect in Antiferromagnetic PtMn/YIG(Yttrium Iron Garnet) Thin Films
3. 学会等名 INTERMAG 2021 Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ahmet YAGMUR、Satoshi Sumi、Hiroyuki Awano、Kenji Tanabe
2. 発表標題 Spin-to-charge conversion mechanism in TbCo/Pt/YIG due to spin Seebeck effect
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 RANJBAR Sina、Satoshi Sumi、Sota Kambe、Kenji Tanabe、Hiroyuki Awano
2. 発表標題 Current Driven Domain Wall Motion in Compensated Ferrimagnets: Fast Domain Wall Velocity in a Wide Temperature Range without External Magnetic Field
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坂本美雨、鷺見聡、久田真人、シナ ランジエパー、アハメット ヤグムア、田辺賢士、栗野博之
2. 発表標題 ランドグループ基板における異方的異常ネルンスト効果
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久田真人、アハメット ヤグムア、鷺見聡、田辺賢士、栗野博之
2. 発表標題 TbCo合金とTb/Co多層膜における異常ネルンスト効果の比較
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 和井内琴理、松本憩、アハメット ヤグムア、シナ ランジェバー、鷺見聡、田辺賢士、栗野博之
2. 発表標題 光磁気記録におけるDMIの影響
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 明瀬大和、栗野博之、田辺賢士、鷺見聡、シナ ランジェバー、アハメット ヤグムア
2. 発表標題 レーザー掃引フラット磁性細線における磁壁駆動
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 RANJBAR Sina, Sota Kambe, Satoshi Sumi, Kenji Tanabe, Hiroyuki Awano
2. 発表標題 Current Driven Domain Wall Motion in Compensated Ferrimagnets: Fast Domain Wall Velocity in a Wide Temperature Range Without External Magnetic Field
3. 学会等名 IEEE Magnetics Society Nagoya Chapter 若手研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小田切美穂、久田真人、シナ ランジェバー、アハメット ヤグムア、鷺見聡、栗野博之、田辺賢士
2. 発表標題 TbCoおよびGdCo合金における異常ネルンスト効果
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鷲見聡、アハメット ヤグムア、田辺賢士、栗野博之
2. 発表標題 TbCo/重金属ヘテロ界面のホール効果
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 A. Yagmur, S. Sumi, H. Awano and K. Tanabe
2. 発表標題 Interface and bulk induced spin-to-charge conversion at TbCo/Pt/YIG spin valve structure
3. 学会等名 2022 Joint MMM-INTERMAG Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 M. Oikawa, S. Sumi, K. Tanabe and H. Awano
2. 発表標題 Milli volt class spin motive force due to domain wall motion in GdFeCo magnetic wire
3. 学会等名 2022 Joint MMM-INTERMAG Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S. Kambe, S. Ranjbar, K. Tanabe, S. Sumi and H. Awano
2. 発表標題 Influence of pulse width and Joule heating on current-induced domain wall motion
3. 学会等名 2022 Joint MMM-INTERMAG Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松本 颯、 P. N. Thach、 鷲見 聡、 田辺 賢士、 栗野 博之、 王世浩、 石橋 隆幸、 齋藤 伸
2. 発表標題 磁性層/重金属層界面における磁気光学Kerr効果の材料依存性
3. 学会等名 第81回応用物理学会 秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ahmet YAGMUR、 S. Sumi、 Hiroyuki Awano、 Kenji Tanabe
2. 発表標題 Spin Seebeck effect and anomalous Nernst effect in ferrimagnetic TbCo alloys
3. 学会等名 The 65th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 K. Matsumoto、 S.Sumii、 Kenji Tanabe、 Hiroyuki Awano
2. 発表標題 Detection of Interfacial Effects in Rare Earth Metal Doped Ferrimagnet Layer / Heavy Metal Layer Using Magneto-Optical Kerr Effect
3. 学会等名 The 65th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kenji Tanabe、 Shun Fukuda、 Hiroyuki Awano
2. 発表標題 Observation of spin-motive force in ferrimagnetic GdFeCo alloy films
3. 学会等名 The Joint European Magnetic Symposia (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 出口慎治、久野菜、鷺見聡、田辺賢士、栗野博之
2. 発表標題 機械学習を用いた磁気特性の推定
3. 学会等名 IEEE Magnetics Society Nagoya Chapter 若手研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村尚也、鷺見聡、田辺賢士、栗野博之
2. 発表標題 GdFe薄膜のST-FMRによるスピン起電力測定
3. 学会等名 IEEE Magnetics Society Nagoya Chapter 若手研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林健人、鷺見聡、田辺賢士、栗野博之
2. 発表標題 GdFeCo磁性薄膜上磁気バブルの研究
3. 学会等名 IEEE Magnetics Society Nagoya Chapter 若手研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松本憩、鷺見聡、田辺賢士、栗野博之
2. 発表標題 磁気光学スペクトルを用いた磁性層/重金属層ヘテロ構造におけるスピン軌道相互作用由来の界面効果の検出
3. 学会等名 IEEE Magnetics Society Nagoya Chapter 若手研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田辺賢士、福田舜、中村尚也、栗野博之
2. 発表標題 希土類遷移金属合金におけるスピン起電力の観測
3. 学会等名 第2回スマート光・物質研究センターシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 久田真人、鷲見聡、田辺賢士、栗野博之
2. 発表標題 [TbCo]Ptヘテロ接合膜における磁気熱電効果の増大
3. 学会等名 第2回スマート光・物質研究センターシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松本憩、鷲見聡、田辺賢士、栗野博之
2. 発表標題 磁気光学スペクトルを用いた磁性層/重金属層ヘテロ構造におけるスピン軌道相互作用由来の界面効果の検出
3. 学会等名 第2回スマート光・物質研究センターシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 澤拓哉、神戸崇太、鷲見聡、田辺賢士、栗野博之
2. 発表標題 電流駆動型磁性細線の熱分布の測定
3. 学会等名 第2回スマート光・物質研究センターシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 RANJBAR Sina、 Satoshi Sumi、 Kenji Tanabe、 Hiroyuki Awano
2. 発表標題 Exchange coupling study of [Co/Pt]/Cu/TbCo multilayered film
3. 学会等名 第2回スマート光・物質研究センターシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ahmet YAGMUR、 Satoshi Sumi、 Kenji Tanabe、 Hiroyuki Awano
2. 発表標題 Large inverse spin Hall effect in Co-Tb alloys due to spin Seebeck effect
3. 学会等名 第2回スマート光・物質研究センターシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ahmet YAGMUR、 Hiroyuki Awano、 Kenji Tanabe
2. 発表標題 Magnetization-dependent inverse spin Hall effect at perpendicular magnetized Tb-Co/Pt interface
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

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
---------	---------