

令和 2 年 6 月 4 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K05492

研究課題名(和文) 強磁性体中に誘起される新奇超伝導現象の探索

研究課題名(英文) Investigation of unconventional superconducting phenomena induced in ferromagnetic semiconductors

研究代表者

中村 壮智 (Nakamura, Taketomo)

東京大学・物性研究所・助教

研究者番号：50636503

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、強磁性半導体である(In,Fe)Asと超伝導体のNbを用いて超伝導接合を作成し、その電気抵抗が0.1 K程度の極低温で消失することを確認した。電流電圧特性の測定から、このゼロ抵抗がジョセフソン効果によるものであることを示し、強磁性半導体中に超伝導電流を流すことに世界で初めて成功した。また、超伝導臨界電流の磁場依存性や温度依存性から、この強磁性半導体中を流れる超伝導電流がスピン三重項のクーパ対によるものであることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究はこれまで困難であった強磁性半導体中での超伝導近接効果と有限の超伝導電流の観測に世界で初めて成功した。強磁性半導体は強磁性金属と異なり、電場によって磁性を大きく変えることができるため、これを用いた超伝導接合では超伝導電流のスピン状態を電場で制御する、これまでにない画期的な超伝導デバイスの実現も期待できる。強磁性半導体はスピントロニクス材料としても有力であり、スピン三重項超伝導のスピントロニクスへの応用可能性も示すことができた。

研究成果の概要(英文)：We fabricated superconducting junctions with a ferromagnetic semiconductor (In,Fe)As and conventional superconductor Nb. We observed that the resistance reaches zero down to the lowest temperature of 0.1 K. The current-voltage characteristics of the junction evidenced that the zero resistance originates from the Josephson effect. This is the first observation of the supercurrent in ferromagnetic semiconductors. We also measured the field dependence and temperature dependence of the critical current and demonstrated that the induced superconductivity in the ferromagnetic semiconductor is due to the spin-triplet Cooper pairing.

研究分野：固体物理学

キーワード：超伝導接合 半導体 磁性 ジョセフソン効果 近接効果 スピン三重項超伝導

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

超伝導体を金属に接合することで、金属中に超伝導を担うクーパー対が染み出す現象を近接効果という。近年、磁性金属を用いることで、超伝導体のもつクーパー対とは異なる性質を持つ新奇な超伝導現象が現れることが明らかとなり、盛んに研究がおこなわれるようになってきた。例えばクーパー対の重心運動量が有限の値を持つことで接合の安定状態が位相差の時となる接合や、クーパー対のスピンが $S=1$ となるスピン三重項超伝導が、従来型の超伝導体を用いた超伝導接合から作り出され、注目を集めている。

このような強磁性超伝導デバイスは主に金属を用いて実現に成功してきたが、同時に半導体を用いて同様のデバイスを実現しようという研究も行われてきた。半導体中に磁性元素が拡散した希薄磁性半導体はスピントロニクス材料として注目されており、特に半導体材料としてよく用いられている III 族ベースの $(\text{Ga}, \text{Mn})\text{As}$ や $(\text{In}, \text{Mn})\text{As}$ といった希薄磁性半導体はそれ自身が強磁性を示す。これらはキャリア誘起強磁性、すなわちキャリア濃度によって常磁性-強磁性相転移を起こすことができることから、光やゲートによって磁性をコントロールでき、通常の強磁性金属にはないデバイスが実現可能になる他、これまでにない新奇な現象の観測も期待できる。しかしながら、これまで強磁性半導体中への超伝導の誘起は成功していなかった。

2. 研究の目的

本研究では強磁性半導体と従来型超伝導体を用いて超伝導接合を作成し、ジョセフソン効果による有限の臨界電流を持つデバイスの実現を目標とした。またゲートによってキャリアを変調することで磁性をコントロールし、超伝導特性を変化させることのできる超伝導接合デバイスを実現することを目指した。

3. 研究の方法

超伝導体からクーパー対を強磁性半導体に侵入させるには、両者の界面が低抵抗である必要があるが、超伝導体と半導体の界面ではショットキー障壁と呼ばれる界面バリアが形成されクーパー対の侵入を阻む。これを避けるにはショットキー障壁のできにくい狭ギャップ半導体である InAs などをベースとした半導体を用いるのが良いが、最もよく知られる Mn 系の強磁性半導体は Mn がスピンの供給だけでなくアクセプターとしても働くために p 型となり、金属(超伝導体)との界面に必ずショットキー障壁ができてしまう。そこで本研究では Fe 系の強磁性半導体である $(\text{In}, \text{Fe})\text{As}$ に注目した。 $(\text{In}, \text{Fe})\text{As}$ は比較的新しい強磁性半導体で、 Fe がスピンのみを供給するため、ドナーを添加することで n 型の強磁性半導体を実現できる。本研究では分子線エピタキシー法で成長した $(\text{In}, \text{Fe})\text{As}$ に超伝導体を蒸着し、以下の研究を行った。

- (1) $(\text{In}, \text{Fe})\text{As}$ 上に電子線リソグラフィでパターニングした超伝導電極を複数蒸着し、超伝導電極間の電流電圧測定を測定することでジョセフソン効果の観測を試みた。超伝導電極の蒸着前には Ar ビームを用いて *in situ* で表面クリーニングを行い、清浄で低抵抗な界面を得られるようにした。超伝導電極は超伝導電流が $(\text{In}, \text{Fe})\text{As}$ の結晶方向に対してどの方向に流れやすいかを調べるため複数の方向を持つものを、また超伝導電極間隔についても複数の間隔パターンで試料を作成した。
- (2) $(\text{In}, \text{Fe})\text{As}$ 上に絶縁膜と超伝導電極を *in situ* で蒸着し、そのトンネル伝導度から $(\text{In}, \text{Fe})\text{As}$ のスピン偏極率を測定した。
- (3) $(\text{In}, \text{Fe})\text{As}$ に超伝導電極に加えて絶縁膜とチタン金電極を蒸着し、これをゲートとして用いることで $(\text{In}, \text{Fe})\text{As}$ のキャリア濃度を変化させ、磁性をコントロールし、超伝導特性が変化するかを調べた。

4. 研究成果

(1) $(\text{In}, \text{Fe})\text{As}$ 上に Nb 電極を 2 つ蒸着して $\text{Nb}/(\text{In}, \text{Fe})\text{As}/\text{Nb}$ 超伝導接合を作成し、その電気抵抗および電流電圧特性の温度磁場応答を調べた。その結果、約 1 K 以下の低温では超伝導が $(\text{In}, \text{Fe})\text{As}$ 内に侵入し、ゼロ抵抗となる試料を複数得ることができた。 Nb 電極間距離を変えた試料を複数作成し、その電気抵抗と微分抵抗(図 1)から求まる臨界電流を比較することで、最低温である 0.1 K でのコヒーレンス長を約 $0.8 \mu\text{m}$ と求めることができた。これをキュリー温度から予測される $(\text{In}, \text{Fe})\text{As}$ 内でのコヒーレンス長と比較することで、観測された超伝導電流がスピン三重項超伝導であることを明らかにした。()

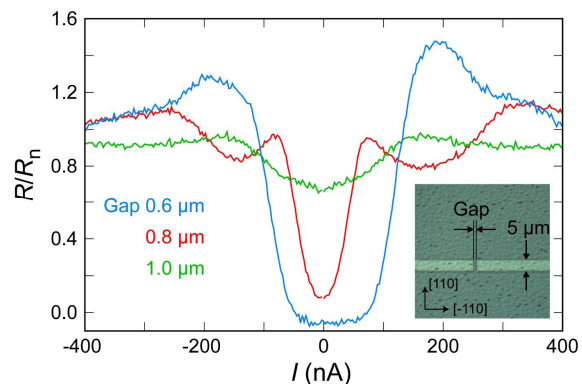


図 1 超伝導電極間距離の異なる接合の微分抵抗。

(2) Nb/(In,Fe)As/Nb 超伝導接合の導電特性の磁場依存性から、臨界電流が通常のジョセフソン接合から予想されるフラウンホーファーパターンとは異なる形状を持ち(図2)さらに磁場スweepによってヒステリシスを持つことを発見した。フラウンホーファーパターンとヒステリシスを詳細に調べた結果、観測された特異な磁場依存性は強磁性体の形状と反磁場によるものであることを示した。()

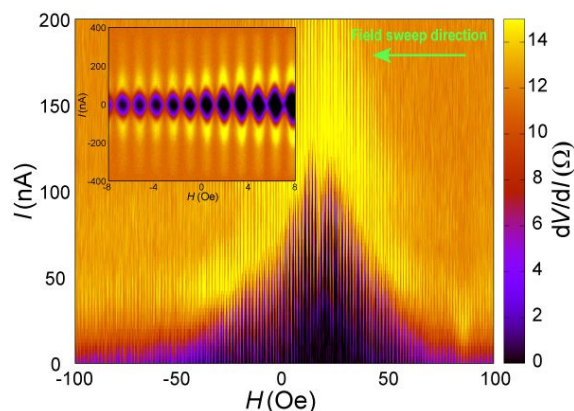


図2 電流電圧特性の磁場依存性。

(3) フラウンホーファーパターンを詳細に調べた結果、ランダムに位相のジャンプが見られることを明らかにした。この由来を調べるために、非磁性であるInAsを用いてNb/InAs/Nb超伝導接合を作成しその磁場依存性を調べたところ、超伝導電極内に磁束が入り出した際に位相の飛びが生じるが、その振る舞いはNb/(In,Fe)As/Nb超伝導接合で観測されたものとは大きく異なることを明らかにした。磁場による臨界電流の減衰率などを含めて議論することで、Nb/(In,Fe)As/Nb超伝導接合において観測された位相ジャンプやヒステリシスは超伝導電極由来ではなく(In,Fe)Asの磁性、すなわち強磁性ドメインや磁気ヒステリシスの効果であることを示した。()

(4) (In,Fe)As上に絶縁膜を持つ超伝導トンネル接合を作成しその伝導度を測定した。絶縁膜には複数の方法で作成したアルミナを用い、その厚さやトンネル接合サイズを複数変えて測定を行ったが、いずれも抵抗が低く、トンネル伝導度の測定が困難であった。これはアルミナにピンホールが生じたためだと考えられる。通常の超伝導/(磁性)半導体だとピンホールを介した伝導では界面障壁が極めて大きくなることが多くトンネル伝導度の測定も可能だが、本研究で用いた(In,Fe)Asはピンホールのような状態の悪い接合でも極めて良い伝導度が得られるということが分かった。これは、(In,Fe)Asでは超伝導体を用いたスピン偏極率の測定が難しいということを示しているが、一方で、近接効果やアンドレーエフ反射を利用した超伝導接合の形成には有利であることを示している。

(5) (In,Fe)Asに絶縁膜を持たない単一のNb電極を蒸着したNb/(In,Fe)As接合の伝導特性を調べた結果、ゼロバイアスコンダクタンスピークを観測した。これはNb/(In,Fe)As界面において奇周波数超伝導が生じていることを示唆しており、Nb/(In,Fe)As/Nb超伝導接合で観測された超伝導電流がスピン三重項超伝導であることと整合している。

(6) (In,Fe)As上に絶縁膜を蒸着しゲート電極をつけることで、(In,Fe)Asのキャリアおよび磁性をコントロールし、Nb/(In,Fe)As/Nb超伝導接合の性質を変える実験を行った。この実験でも(4)と同様に絶縁膜の品質の問題で、ゲート電極が極めてLeakyで、キャリアを変えるのに必要な電場を印加することができなかった。そのため、蒸着装置を改造し、絶縁膜質の向上を試みた。その結果、100nmのアルミナ絶縁膜を用いてAu/Al₂O₃/Au接合を作成し絶縁テストを行うと、これまで0.1V程度でリークし始めていたのが、30V以上の電圧でもほぼリーク電流がない緻密な絶縁膜を形成できていた。

<引用文献>

Taketomo Nakamura, Le Duc Anh, Yoshiaki Hashimoto, Yu Iwasaki, Shinobu Ohya, Masaaki Tanaka, and Shingo Katsumoto, Proximity-Induced Superconductivity in a Ferromagnetic Semiconductor (In,Fe)As, J. Phys. Conf. Ser., 969 巻、2018、012036 (1-5)

Taketomo Nakamura, Le Duc Anh, Yoshiaki Hashimoto, Shinobu Ohya, Masaaki Tanaka, and Shingo Katsumoto, Evidence for Spin-Triplet Electron Pairing in the Proximity-Induced Superconducting State of an Fe-Doped InAs Semiconductor, Phys. Rev. Lett., 122 巻、2019、107001(1-6)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 H. Mine, A. Kobayashi, T. Nakamura, T. Inoue, S. Pakdel, D. Marian, E. Gonzalez-Marin, S. Maruyama, S. Katsumoto, A. Fortunelli, J. J. Palacios, and J. Haruyama	4. 巻 123
2. 論文標題 Laser-Beam-Patterned Topological Insulating States on Thin Semiconducting MoS2	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 146803-1 ~ -6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.123.146803	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 春山 純志、勝本 信吾、中村 壮智	4. 巻 74
2. 論文標題 微量微粒子修飾がもたらすグラフェンのトポロジカル絶縁体転移	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本物理学会誌	6. 最初と最後の頁 839 ~ 844
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11316/butsuri.74.12_839	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 N. Katsuragawa, M. Nishizawa, T. Nakamura, T. Inoue, S. Pakdel, S. Maruyama, S. Katsumoto, J. J. Palacios, J. Haruyama	4. 巻 -
2. 論文標題 Room-temperature quantum spin Hall phase in laser-patterned few-layer 1T' - MoS2	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Communications Materials	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) -	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 該当する
1. 著者名 Nakamura Taketomo, Anh Le Duc, Hashimoto Yoshiaki, Ohya Shinobu, Tanaka Masaaki, and Katsumoto Shingo	4. 巻 122
2. 論文標題 Evidence for Spin-Triplet Electron Pairing in the Proximity-Induced Superconducting State of an Fe-Doped InAs Semiconductor	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 107001-1, -6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.122.107001	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 Nakamura Taketomo, Hashimoto Yoshiaki, Ke Tong, and Katsumoto Shingo	4. 巻 なし
2. 論文標題 Spin Filtering Magnetoresistance in Double Well Resonant Structures	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 physica status solidi (b)	6. 最初と最後の頁 1800560-1, -5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pssb.201800560	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 Hatsuda K., Mine H., Nakamura T., Li J., Wu R., Katsumoto S., Haruyama J.	4. 巻 4
2. 論文標題 Evidence for a quantum spin Hall phase in graphene decorated with Bi ₂ Te ₃ nanoparticles	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eaau6915-1, -6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.aau6915	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 中村壮智, 勝本信吾	4. 巻 73
2. 論文標題 半導体の電気伝導におけるZitterbewegung (ジグザグ運動)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本物理学会誌	6. 最初と最後の頁 776 ~ 781
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11316/butsuri.73.11_776	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 Taketomo Nakamura, Le Duc Anh, Yoshiaki Hashimoto, Yu Iwasaki, Shinobu Ohya, Masaaki Tanaka and Shingo Katsumoto	4. 巻 969
2. 論文標題 Proximity-Induced Superconductivity in a Ferromagnetic Semiconductor (In,Fe)As	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012036-1, -5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/969/1/012036	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38件(うち招待講演 8件/うち国際学会 27件)

1. 発表者名 Yoshiaki Hashimoto, Tong Ke, Taketomo Nakamura, and Shingo Katsumoto
2. 発表標題 Spin Blockade and Magnetoresistance in Double QuantumWell Diode with Inverted Electric Field
3. 学会等名 Compound Semiconductor Week 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takase Shimizu, Yoshiaki Hashimoto, Taketomo Nakamura, Akira Endo, and Shingo Katsumoto
2. 発表標題 Control of electron spin at spin-resolved quantum Hall edges
3. 学会等名 Compound Semiconductor Week 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Taketomo Nakamura, Yoshiaki Hashimoto, and Shingo Katsumoto
2. 発表標題 The Josephson effect in InAs quantum wells with the spin Hall effect
3. 学会等名 Compound Semiconductor Week 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Makoto Onizaki, Yoshiaki Hashimoto, Taketomo Nakamura, and Shingo Katsumoto
2. 発表標題 Superconductor connection to InAs two-dimensional electrons with accumulation edges
3. 学会等名 Compound Semiconductor Week 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Taketomo Nakamura, Yoshiaki Hashimoto, and Shingo Katsumoto
2. 発表標題 Anomalous suppression of the Josephson effect in InAs 2D electron systems due to the spin Hall effect
3. 学会等名 Spintech X (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Shimizu, Y. Hashimoto, T. Nakamura, A. Endo, and S. Katsumoto
2. 発表標題 Spin manipulation in quantum Hall edge states through spin-orbit interaction
3. 学会等名 Spintech X (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鬼崎誠, 橋本義昭, 中村壮智, 勝本信吾
2. 発表標題 トレンチ型サイドゲート付き超伝導/InAs二次元電子ガス/超伝導接合の輸送特性
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 相川夕美花, 石黒亮輔, 遠藤彰, 中村壮智, 橋本義昭, 清水貴勢, 津村公平, 柏谷聡, 高柳英明, 勝本信吾
2. 発表標題 Ti/MoS ₂ 界面における超伝導状態の磁気履歴効果
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 T. Nakamura
2 . 発表標題 The Josephson effect on the multiterminal junctions of InAs 2D electron system
3 . 学会等名 3rd EPIQS-TMS alliance workshop on Topological Phenomena in Quantum Materials (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 M. Onizaki, Y. Hashimoto, T. Nakamura, S. Katsumoto
2 . 発表標題 Side gate control of supercurrent in an InAs quantum well
3 . 学会等名 3rd EPIQS-TMS alliance workshop on Topological Phenomena in Quantum Materials (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 T. Shimizu, Y. Hashimoto, T. Nakamura, A. Endo, and S. Katsumoto
2 . 発表標題 Landau-Zener mixing of spin-resolved quantum Hall edge channels
3 . 学会等名 3rd EPIQS-TMS alliance workshop on Topological Phenomena in Quantum Materials (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 M. Onizaki, Y. Hashimoto, T. Nakamura, S. Katsumoto
2 . 発表標題 Supercurrent Reduction through Voltage-control of Kinetic Phase
3 . 学会等名 International School and Symposium on Nanoscale Transport and photonics 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Nakamura
2. 発表標題 The Josephson Effect with Transverse Spin Current in an InAs Quantum Well
3. 学会等名 14th Asia Pacific Physics Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Taketomo Nakamura, M. Onizaki, Y. Hashimoto, and S. Katsumoto
2. 発表標題 Anomalous reduction of the supercurrent due to the electric field gradient
3. 学会等名 International Conference on Topological Materials Science 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takase SHIMIZU, Yoshiaki HASHIMOTO, Taketomo NAKAMURA, Akira ENDO, and Shingo KATSUMOTO
2. 発表標題 Gate control of intra-Landau level transition and observation of spin precession at quantum Hall state
3. 学会等名 MATERIALS RESEARCH MEETING 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Taketomo NAKAMURA, Yoshiaki HASHIMOTO, and Shingo KATSUMOTO
2. 発表標題 Spin-Blockade and Rashba-Resonance in a Double Quantum Well Diode
3. 学会等名 MATERIALS RESEARCH MEETING 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 T. Nakamura, Y. Hashimoto, and S. Katsumoto
2 . 発表標題 The Josephson effect in Nb/InAs/Nb junctions under in-plane magnetic fields
3 . 学会等名 34th International Conference on the Physics of Semiconductors (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 S. Katsumoto, Y. Hashimoto, X. Yao, Y. Iwasaki, and T. Nakamura
2 . 発表標題 In-plane resonant spin-filtering with Rashba-Dresselhaus interaction
3 . 学会等名 34th International Conference on the Physics of Semiconductors (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 M. Onizaki, T. Nakamura, A. Endo, Y. Hashimoto, and S. Katsumoto
2 . 発表標題 Doubled conductance in quantum Hall edge transport probably on electron-hole channels generated by Andreev reflection
3 . 学会等名 34th International Conference on the Physics of Semiconductors (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 T. Shimizu, Y. Hashimoto, T. Nakamura, A. Endo, and S. Katsumoto
2 . 発表標題 Filling factor dependence of non-adiabatic spin transition among quantum Hall edge states
3 . 学会等名 34th International Conference on the Physics of Semiconductors (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Nakamura
2. 発表標題 The in-plane field effects for the Josephson effect in two-dimensional electron system
3. 学会等名 Oxide Superspin International School 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村壮智, 橋本義昭, 勝本信吾
2. 発表標題 InAs二次元電子系におけるジョセフソン効果の面内磁場依存性
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 橋本義昭, 松林幸宏, 中村壮智, 勝本信吾
2. 発表標題 Rashba-Dresselhaus複合相互作用によるトンネル異方性磁気抵抗II
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 中村壮智
2. 発表標題 強磁性半導体中のスピン三重項超伝導
3. 学会等名 メゾスコピック系における非平衡スピン輸送の微視的理解とその制御 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Nakamura, Y. Hashimoto, and S. Katsumoto
2. 発表標題 In-plane field and current dependence of the Josephson effect in Nb/InAs/Nb junctions
3. 学会等名 Topological Phases and Functionality of Correlated Electron Systems 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Onizaki, T. Nakamura, Y. Hashimoto, and S. Katsumoto
2. 発表標題 Supercurrent on accumulation edges of an InAs quantum well
3. 学会等名 Topological Phases and Functionality of Correlated Electron Systems 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Shimizu, Y. Hashimoto, T. Nakamura, A. Endo, and S. Katsumoto
2. 発表標題 Control of electron spin through quantum Hall edge-spin entanglement
3. 学会等名 Topological Phases and Functionality of Correlated Electron Systems 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村 壮智
2. 発表標題 電流注入によるジョセフソン効果の制御
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清水貴勢, 橋本義昭, 中村壮智, 遠藤彰, 勝本信吾
2. 発表標題 量子ホールエッジ状態間の電子スピン非断熱遷移と位相の独立制御
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 橋本義昭, 中村壮智, 勝本信吾
2. 発表標題 n-i-p-i-n 三重障壁構造におけるスピンプロセード
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 相川夕美花, 遠藤彰, 中村壮智, 清水貴勢, 成田智絵, 津村公平, 柏谷聡, 高柳英明, 勝本信吾, 石黒亮輔
2. 発表標題 Ti / MoS ₂ 界面における輸送特性
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鬼寄誠, 橋本義昭, 中村壮智, 勝本信吾
2. 発表標題 量子ポイントコンタクト付き超伝導/InAs二次元電子ガス/超伝導接合の伝導特性
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Taketomo Nakamura, L. D. Anh, Y. Hashimoto, S. Ohya, M. Tanaka, and S. Katsumoto
2 . 発表標題 Superconducting Proximity Effect in Ferromagnetic Semiconductor (In,Fe)As
3 . 学会等名 SpinTech IX International School and Conference (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Taketomo Nakamura, L. D. Anh, Y. Hashimoto, S. Ohya, M. Tanaka, and S. Katsumoto
2 . 発表標題 Possible triplet superconductivity in Nb/(In,Fe)As/Nb junctions
3 . 学会等名 The 22nd International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems (EP2DS-22/MSS-18) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Taketomo Nakamura, L. D. Anh, Y. Hashimoto, S. Ohya, M. Tanaka, and S. Katsumoto
2 . 発表標題 Proximity-Induced Superconductivity in a Ferromagnetic Semiconductor (In,Fe)As
3 . 学会等名 28th International Conference on Low Temperature Physics (LT28) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 中村壮智、勝本信吾
2 . 発表標題 強磁性半導体-超伝導体接合における超伝導現象
3 . 学会等名 CSRN-Tokyo Workshop 2017 (招待講演)
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Nakamura, L. D. Anh, Y. Hashimoto, S. Ohya, M. Tanaka and S. Katsumoto
2. 発表標題 Finite Supercurrent in Nb/(In, Fe)As/Nb Junctions
3. 学会等名 International School and Symposium on Nanoscale Transport and phoTonics 2017 (ISNTT2017) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Taketomo Nakamura
2. 発表標題 Long range proximity effect in a ferromagnetic semiconductor (In, Fe)As
3. 学会等名 Oxide Superspin 2017 (OSS2017) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017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