

研究目的

本欄には、研究の全体構想及びその中で本研究の具体的な目的について、冒頭にその概要を簡潔にまとめて記述した上で、適宜文献を引用しつつ記述し、特に次の点については、焦点を絞り、具体的かつ明確に記述してください (記述に当たっては、「科学研究費助成事業における審査及び評価に関する規程」(公募要領 8 1 頁参照) を参考にしてください)。

- ① 研究の学術的背景 (本研究に関連する国内・国外の研究動向及び位置づけ、応募者のこれまでの研究成果を踏まえ着想に至った経緯、これまでの研究成果を進展させる場合にはその内容等)
- ② 研究期間内に何をどこまで明らかにしようとするのか
- ③ 当該分野における本研究の学術的な特色・独創的な点及び予想される結果と意義

研究目的 (概要) ※ 当該研究計画の目的について、簡潔にまとめて記述してください。

本研究の目的は、**電流注入型スピン発光ダイオード (Spin-LED) において完全偏極した円偏光の安定的発光を実現し、円偏光応用のための光源素子を開発すること**である。

近年申請者は強磁性電極を有する spin-LED 素子において不安定な発光ながらも室温でほぼ 100% の円偏光発光を実証した。それを端緒として、以下の項目を達成する。

- (1) 安定的な円偏光発光の実証
- (2) 円偏光発光メカニズムの解明

1. 研究の背景

円偏光は電子スピンとの間で角運動量のやり取りが可能なことから、キラル性物質や磁性体のスピンの調査・変調に使われている。近年、光の偏光状態を鍵とした量子暗号通信や光インターコネクション、磁気記録媒体への書込・読取り光源、及び 3D ディスプレイ光源などへの応用が提唱されている。このように多分野に亘る応用が提唱されているにもかかわらず、そのほとんどは実現されていない。この理由として単一素子で円偏光を生成、変調でき、かつ集積化が可能な小型デバイスが実現されていないことが挙げられる。

このような応用に適した円偏光光源の候補として半導体 LED 構造上に強磁性電極を有するスピン発光ダイオード (Spin-LED) 素子が挙げられる [Y. Ohno *et al.*, *Nature* **402**, 790 (1999)]。この素子では、強磁性体のスピン偏極電子が LED 構造中で再結合することにより円偏光が得られる。円偏光発光素子は、フォトニック結晶を用いる素子、光学活性な有機素材を用いる素子、外部円偏光による励起素子 (VCSEL) などの研究も行われているが、前者 2 つは同一素子での偏光状態の変調の点で、後者は外部素子が必要で集積化に不向きである点が応用面での弱点である。申請者のこれまでの研究および本研究では、端面発光型の Spin-LED 素子を用いることで、強磁性電極の残留磁化状態を有効に用いることができ、着磁以外に外部磁場を印加する必要がない。また、反平行に着磁した電極を用いることにより、電氣的に極性を変調可能である。これらのことから円偏光の本格的な実用化を念頭に置いた場合、端面発光型の Spin-LED 素子が最も有効であると申請者は考え、光源としての応用に向けて研究を行い、これまでに以下の成果を得た。

2. これまでの研究成果

(1) 室温における 100% 円偏光発光

Fe/トンネル絶縁膜/GaAs 系 LED 構造からなる Spin-LED 素子において $J = 100 \text{ A/cm}^2$ 以上で図 2 に見られるように約 100% の円偏光度の発光が得られた。室温での電流注入による 100% 円偏光発光は、申請者の報告が世界初である。[N. Nishizawa *et al.*, *in submittd*] このような発光は再現性よく得られるものの、絶縁破壊によりトンネル絶縁膜が劣化するため安定しない。実用化のためには発光機構のより深い理解とデバイス改善が必要であると考えられる。

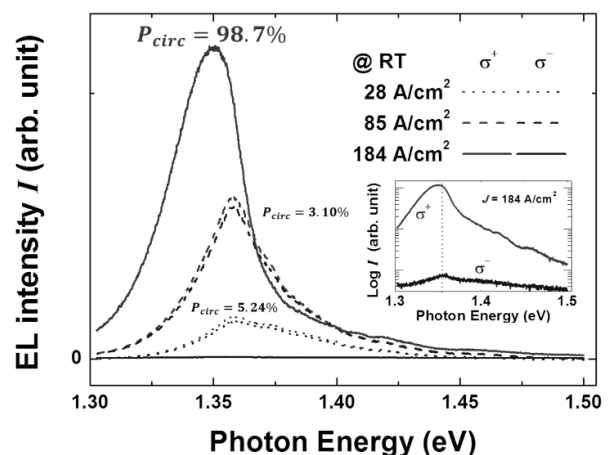


図1: 試作したSpin-LEDにおける σ^+ 及び σ^- 成分のELスペクトル。 $J = 184 \text{ A/cm}^2$ において誘導放出により100%に近い円偏光が得られている。挿入図は $J = 184 \text{ A/cm}^2$ におけるスペクトルをLogスケールで示したもの。 σ^- 成分は弱いものの同一のピークで発光している。

研究目的 (つづき)

(2) 円偏光度および極性の電気的変調

円偏光の極性は注入スピンの磁化方向に依存することを用いて、反平行に磁化した電極を同一素子に設けた偏光可変型 Spin-LED 素子 (図 2) において、電気的な円偏光の極性の切替を実証した。また、注入スピン量の電気的な調整により連続的に円偏光度を変調することにも成功した。[N. Nishizawa *et al.*, APL **104**, 111102 (2014)]

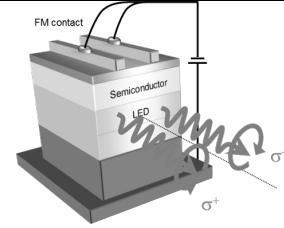


図2: 偏光可変型Spin-LED

3. 本研究の目的と達成項目

申請者は上記の結果を踏まえて**電流注入型スピン発光ダイオード(Spin-LED)**において**完全偏極した円偏光の安定的発光を実現し、円偏光応用のための光源素子を開発すること**を目標とし、以下の3点を達成項目として研究を進める。

(1) 安定的な円偏光発光の実証

① 高電界耐性のトンネル絶縁膜の作製

100%円偏光発光の安定性の鍵となるものはトンネル絶縁膜として用いている結晶性 AlO_x 層である。10V 程度までの電界に対してトンネル伝導を維持しつつ高い電流注入に対する耐久性が求められ、膜厚及び酸化条件の最適化を行い、要件を満たす絶縁膜の開発を行う。

② 電流狭窄機構の導入と発光端面処理

半導体発光層の下部にトンネル絶縁膜への電流集中を緩和する機構として電流狭窄層を導入することで絶縁層にかかる電界集中を緩和する。また、素子劣化および原因となる劈開端面を誘電体コーティングにより処理を行う。これらの処理に対し円偏光発光への影響を検討する。

③ 円偏光発光の実証

①,②を導入した Spin-LED 素子を作製し、その発光特性から安定性を評価する

(2) 円偏光発光メカニズムの解明

現在のところ、100%円偏光発光が比較的低い電流密度領域で達成される物理的メカニズムは不明である。これは、単純な縮退した半導体中の光学選択則を考えた場合、自然放出領域では円偏光は50%が限度であるのに対し、実験的には100%の円偏光が発せられていることから、キャリアが再結合した後に端面から放出される間に、キャリアを介した正帰還、もしくはスピン注入された半導体の光学的非線形効果が作用し、円偏光度が増幅されたと考えられる。メカニズムの解明には実験、理論の両面からアプローチする。

① 実験的アプローチ

円偏光の発光領域と増幅領域を素子として分離し、それぞれの相関を精査する。

② 理論的アプローチ

スピン依存の成分および円偏光の増幅過程をレート方程式に導入し、原理およびデバイスの最適化の緒を探索する。詳しくは研究計画に述べる。

4. 本研究の学術的な特色・独創的な点及び予想される結果と意義

本研究の素子で開発を目指す素子は**電気的に偏光制御が可能で、外部磁場を用いず、また微細化・集積化が可能**な本研究の素子の方が**応用技術への発展性を備えている**と言える。この端面発光型の Spin-LED デバイスの研究は世界的にも殆どなされておらず、申請者のグループの研究が先駆的役割を果たしている。本研究の実現により**半導体スピントロニクス最初の室温動作する実用デバイス**になると期待される。最終的な円偏光レーザ発振素子の開発は、アカデミックロードマップにおいて2018年頃の実現が期待されており、学術的にも技術的にも光学技術に大きく貢献すると考えられる。

また、LED 領域における100%円偏光発光のメカニズムを解明することは、デバイスとしての改善点を明確化するという点以上に、光が伝搬する半導体内部におけるスピン偏極キャリアと光の非線形効果を介した相互作用であり、学術的意義の高い研究対象である。

研究計画・方法

本欄には、研究目的を達成するための具体的な研究計画・方法について、冒頭にその概要を簡潔にまとめて記述した上で、平成29年度の計画と平成30年度以降の計画に分けて、適宜文献を引用しつつ記述してください。ここでは、研究が当初計画どおりに進まない時の対応など、多方面からの検討状況について述べるとともに、次の点についても、焦点を絞り、具体的かつ明確に記述してください。

- ① 本研究を遂行する上での具体的な工夫（効果的に研究を進める上でのアイデア、効率的に研究を進めるための研究協力者からの支援等）
- ② 研究計画を遂行するための研究体制について、研究代表者及び研究協力者（海外共同研究者、科研費への応募資格を有しない企業の研究者、その他技術者や知財専門家等の研究支援を行う者、大学院生等（氏名、員数を記入することも可））の具体的な役割（図表を用いる等）
- ③ 研究代表者が、本研究とは別に職務として行う研究のために雇用されている者である場合、または職務ではないが別に行う研究がある場合には、その研究内容と本研究との関連性及び相違点
なお、研究期間の途中で異動や退職等により研究環境が大きく変わる場合は、研究実施場所の確保や研究実施方法等についても記述してください。

研究計画・方法（概要）※ 研究目的を達成するための研究計画・方法について、簡潔にまとめて記述してください。

【平成29年度】

（1）安定的な円偏光発光の実証

- ① 高電界耐性のトンネル絶縁膜の作製 → 高電流密度での円偏光発光の評価
- ② 電流狭窄機構の導入と発光端面処理 → ③ 発光測定による安定性・再現性の評価

【平成30年度】

（2）円偏光発光メカニズムの解明

- ① 実験的アプローチ：スピン偏極電子と円偏光の相互作用の評価
- ② 理論的アプローチ：実験結果を基にした理論的考察

【平成29年度】

（1）安定的な円偏光発光の実証

① 高電界耐性のトンネル絶縁膜の作製

これまでの研究では、GaAs上に分子線エピタキシー（MBE）装置を用いてエピタキシャルに形成した結晶性の1-nmの Al_2O_3 層を用いてきた[JAP 114, 033507 (2013)]。この層は、スピン注入効率に優れている一方、形成プロセス及び膜厚などのパラメーターが最適化されていない。膜厚及び酸化時間をパラメーターとして、絶縁破壊電圧、界面準位密度、残留金属(Al)量との関係をそれぞれ、 $I-E$ 特性、 $C-V$ 特性、断面TEM観察とX線光電子分光により評価する。この際、 $C-V$ 特性評価には東工大角嶋研究室の協力を仰ぎ、断面TEM観察とX線光電子分光評価には外部企業へ委託する。その後、強磁性電極/ Al_2O_3 層/LED構造を作製し、発光特性の測定からスピン注入効率の評価を行う。

② 電流狭窄機構の導入と発光端面処理

本素子では電流耐性としては数 kA/cm^2 が必要となるが、トンネル伝導を維持した上でこのような高電流密度を極薄の絶縁膜に印加することは難しい。そこでLED構造の活性層下部のp型層に予め50nm程度の $\text{Al}_{0.95}\text{Ga}_{0.05}\text{As}$ 層を挿入した構造を作成し、メサ構造に加工した後に水蒸気酸化により $\text{Al}_{0.95}\text{Ga}_{0.05}\text{As}$ 層のみをメサ側面から一部を選択酸化し、高抵抗化する（図3）。この処理により強磁性電極から注入された電流は選択酸化されていない領域に集中するため、実質的に活性層における電流密度を高めることができると考えられる。水蒸気酸化は東工大小山研、宮本研の協力の下行う。この電流狭窄の技術はストライプレーザーで培われたものである[Arai et al., JJAP 39 3468 (2000)]。このプロセスがスピン注入および伝導にもたらす影響は考慮する必要がある。例えば、強磁性電極の劣化や強磁性/絶縁膜界面への影響である。スピン注入に関わる上部接合は水蒸気酸化の際に有機薄膜で保護する予定であるが、それでも素子特性の劣化が顕著な場合はプロセスの各工程においてスピン注入の評価を行い、プロセスフローの再検討を行う。

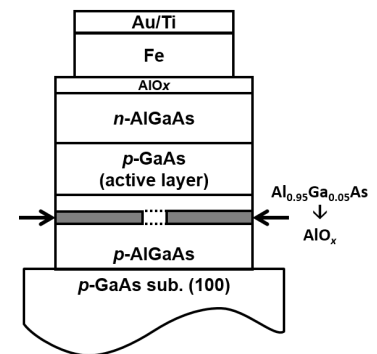


図3: 電流狭窄層の挿入

③ 発光測定による安定性・再現性の評価

上記2つのプロセスにより最適化された素子構造に対し円偏光発光測定を行い、その安

研究計画・方法 (つづき)

定性を評価する。発光強度と円偏光度の時間的変化、劣化を観察し、段階的に電流密度を上げて一時間あたりの発光強度と円偏光度の減少率 5%以下で安定的発光と評価する。

【平成 30 年度】

(2) 円偏光発光メカニズムの解明

前述のように 100%円偏光発光のメカニズムを明らかにする。再結合により生じた円偏光が端面から放出される間に、再吸収過程を介した正帰還、もしくはスピン注入された半導体の光学的非線形効果が作用し、円偏光度が増幅されたと考えられる。これらの仮説をまず実験的に評価し、次に速度方程式に正帰還もしくは非線形効果の作用を導入し、実験結果の再現を試みる。

① 実験的アプローチ

A) 円偏光とスピン注入された GaAs との光学効果

通常の GaAs では複屈折などは生じないが、スピン注入されスピン蓄積を起こしている GaAs の場合は注入方向およびスピンの偏極方向に対し空間対称性が崩れ、円偏光に対する複屈折 (非線形効果) が生じる可能性が円偏光発光 VCSEL などで示唆されている [Private communication]。そこで、GaAs のバンドギャップに近いエネルギーのレーザーを円偏光にして極薄の GaAs に注入し、そこにスピン注入を行う。透過もしくは反射光の偏光状態を注入スピン電流密度および波長に対して評価する。

B) 発光領域と増幅領域の分離による帰還回路の分離 (図 4)

円偏光の増幅に内部の再吸収を介した帰還がかかることが必要であるかを実験的に示す。Spin-LED 素子をストライプ電極に垂直に溝を形成し Air-gap により 2つの素子に分離する。一方の素子にはイオン注入などにより劣化させ、発光過程を抑制しておく。もう一方の素子に電流を印加し発光した円偏光を劣化した素子を通して検出する。この際、劣化した側の素子にはスピン注入を行いスピン注入された GaAs 層を介して円偏光度が注入に対してどのように変化するかを調査する。これにより、円偏光の増幅に、内部の再吸収過程が必要なのか否かが判断できる。必要であれば、この素子では再吸収したスピンが発光過程に戻らないので 100%まで増強しない。再吸収が必要なく、スピン注入による内部有効磁場ののみが必要であれば、A)と合わせて考えれば光学的な非線形効果が増強の主な要因と考えられる。

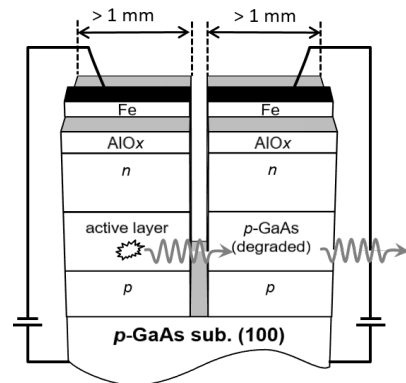


図4: 発光領域と増幅領域の分離

② 理論的アプローチ

①の実験的な結論を受けて再吸収過程正帰還が主な要因であるならば、各スピンに対するストライプレーザーの速度方程式に再吸収過程を導入し、実験の再現を試みる。一方、非線形が主な要因の場合には、十分な増幅が得られるための素子サイズを検討し素子開発にフィードバックする。

【研究体制】

本研究では申請者が中心となって素子の作製、評価を行う。トンネル絶縁膜の作製には、申請者が所属する宗片研究室の MBE 装置を用い、素子の加工には東工大のメカノマイクロプロセス室 (部門長: 松谷晃宏教授) の協力を得る。電気測定に関しては角嶋准教授の、水蒸気酸化に関しては小山教授、宮本准教授の協力を得て進める。学外協力者として、磁気光学全般に関するアドバイスを奈良先端大 河口教授より受ける。またメカニ

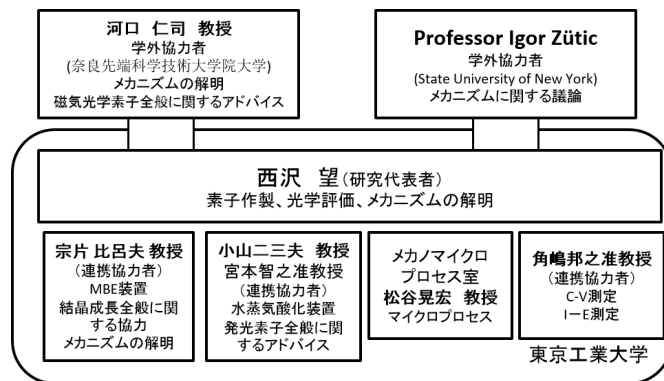


図5: 研究体制

ズム解明に対する議論に関しては、学内の宗片教授、小山教授、宮本准教授のみならず円偏光発光素子の理論研究者であるニューヨーク州立大の Zutic 教授にアドバイスを受けながら進める。

今回の研究計画を実施するに当たっての準備状況及び研究成果を社会・国民に発信する方法

本欄には、次の点について、焦点を絞り、具体的かつ明確に記述してください。

- ① 本研究を実施するために使用する研究施設・設備・研究資料等、現在の研究環境の状況
- ② 研究協力者がいる場合には、必要に応じその者との連絡調整の状況など、研究着手に向けての状況
- ③ 本研究の研究成果を社会・国民に発信する方法等

【準備状況】

- ① 試料作製、加工は東京工業大学 宗片研究室の分子線エピタキシー装置及び微細加工装置を用いる。これらについては充足しており万全の体制が整えられているが、消耗部品の充足、修理がある程度必要である。
光学測定に関しては宗片研究室の装置を基に室温測定可能な光学系を構築し行なってきたが、および分離デバイスに対する測定においては新たな光学システムを組む必要がある。
- ② 学外研究者である奈良先端科学技術大学院大学の河口教授とは、これまでに共同研究がなされており、本研究の内容についてもすでに数度の面会と協力要請のもとアドバイスを受けている。また、メカニズムの解析、理論構築に関しては学内の小山二三夫教授と進める予定であり、試料の微細加工に関してはメカノマイクロプロセス室において現在も進行中である。水蒸気酸化に関しては宮本准教授の協力の下、素子構造の検討はすでに完了している。

【公開方法】

本研究の内容は、大学 HP での公開、特許取得などによる技術公開がなされる。それとともに、現在従事している「文部科学省・先端光量子科学アライアンス」が主催し、一般公開されている「光アライアンスセミナー」において発表できる機会が準備できる。また、100%円偏光発光は非常にインパクトの有る結果であるので、安定発光が実現した際には、新聞発表を行う予定である。

研究略歴

本欄には、最終学校卒業後の研究履歴を現在から順に年度をさかのぼって記入してください。その際、どのような研究を行ってきたのか、研究内容とともに特筆すべき事項（受賞歴等）を簡潔に記入してください。

- 2013年4月 国立大学法人 東京工業大学 像情報工学研究所 特任助教
研究内容：円偏光発光素子 Spin-LED の偏光極性の切替
単一構造による円偏光受光素子の開発
- 2010年3月 国立大学法人東京工業大学 像情報工学研究施設 研究員
研究内容：強磁性体 MnSb/半導体接合におけるスピン注入と円偏光発光
- 2008年4月 独立行政法人 物質・材料研究機構
国際ナノアーキテクニクス研究拠点 ポスドク研究員
研究内容：超伝導体・磁性体接合構造におけるスピン注入と検出
- 2008年3月 筑波大学大学院数理物質科学研究科修了 博士(工学)
研究内容：II-VI 族強磁性半導体のドーピングによる強磁性転移温度制御

研究業績

本欄には、これまでに発表した論文、著書、産業財産権、招待講演のうち、本研究に関連するものを選定し、現在から順に発表年次を過去にさかのぼり、発表年（暦年）毎に線を引いて区別（線は移動可）し、通し番号を付して記入してください。なお、学術誌へ投稿中の論文を記入する場合は、掲載が決定しているものに限り、ます。

なお、研究業績については、主に2012年以降の業績を中心に記入してください。それ以前の業績であっても本研究に深く関わるものや今までに発表した主要な論文等（10件以内）を記入しても構いません。

- ① 例えば発表論文の場合、論文名、著者名、掲載誌名、査読の有無、巻、最初と最後の頁、発表年（西暦）について記入してください。
- ② 以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。著者名が多数にわたる場合は、主な著者を数名記入し以下を省略（省略する場合、その員数と、掲載されている順番を○番目と記入）しても可。なお、研究代表者には下線を付けてください。

2016 以降

1. [招待講演]

Semiconductor-based spin-photonic devices for emission and detection of circularly polarized light at room temperature

N. Nishizawa, R. C. Roca, M. Aoyama, K. Nishibayashi and Hiro Munekata,

The international society for optics and photonics(SPIE-2016), 9931-2, San Diego, USA, 2016.

100%円偏光発光とそのメカニズムに関する考察を発表。

2015

2. [査読有論文]

Room temperature spin injection into (110) GaAs quantum wells using Fe/x-AlOx contacts in the regime of current density comparable to laser oscillation

N. Yokota, Y. Aoshima, K. Ikeda, Nozomi Nishizawa, Hiro Munekata and H. Kawaguchi,

J. Appl. Phys **118**, 163905, (2015)

室温において高電流密度におけるスピン注入を実証した論文。

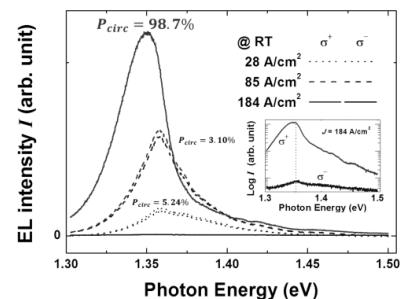
3. [LATE NEWS]

Stimulated emission with Nearly 100% Circular polarization at RT in GaAs-based DHs with Fe/Crystalline AlO_x spin injectors

N. Nishizawa and H. Munekata

2015 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM) A-2-5(LN), Sapporo, 2015.

電流注入型素子における100%円偏光発光の最初の報告

4. [招待講演] Spin-photonic devices based on crystalline-AlO_x / GaAs for emission and detection of circular polarized light.

Hiro Munekata, Masaki Aoyama, Ronel Roca, Nozomi Nishizawa,

The international society for optics and photonics(SPIE-2015), 9551-72, San Diego, USA, 2015.

Spin-LEDとSpin-PDによる円偏光応用の出口を示唆した報告

2014

5. [査読あり論文]

A spin light emitting diode incorporating ability of electrical helicity switching,

Nozomi Nishizawa, Kazuhiro Nishibayashi, Hiro Munekata,

Appl. Phys. Lett. **104**, 111102, (2014)

反平行磁化電極を有するSpin-LEDでの極性反転および円偏光度変調に関する論文。

研究業績 (つづき)

2014 つづき

6. [査読有論文] Circularly polarized light detector based on ferromagnet/ semiconductor junctions, Hiroki Ikeda, Nozomi Nishizawa, Kazuhiro Nishibayashi, Hiro Munekata, Journal of the Magnetism Society of Japan **38**, 147, (2014).
Spin-LEDと同じ構造を持つSpin-Photo-Diodeによる円偏光検出に関する報告。

2013

7. [査読有論文]
Efficient spin injection through a crystalline AlO_x tunnel barrier prepared by the oxidation of an ultra-thin Al epitaxial layer on GaAs, Nozomi Nishizawa, and Hiro Munekata, J. Appl. Phys. **114**, 033507, (2013).
Spin-LED の円偏光発光において有意な円偏光度を得るためにトンネル絶縁膜の膜質の改善に関する論文。
8. [査読有論文]
Thickness dependence of magnetic anisotropy in MnSb epitaxial layers, Nozomi Nishizawa, Hiro Munekata, J. Crystal Growth **378**, 418, (2013).
Spin-LEDのための強磁性電極の候補としてGaAs上にEpitaxial成長できるMnSbの磁気異方性について検証した論文。
9. [招待講演] Pulsed optical excitation of ordered spin systems in the weak excitation regime, Hiro Munekata, Kosuke Yamamoto, Takashi Matsuda, Kazuhiro Nishibayashi, Yoshitaka Kitamoto, Nozomi Nishizawa, The international society for optics and photonics(SPIE-2013), p. 6613-69, San Diego, USA, 2013.
10. [招待講演] Electrical helicity switching with dual-electrode Fe/AlO_x/GaAs-based spin-LED, Nozomi Nishizawa, and Hiro Munekata, The international society for optics and photonics(SPIE), 8813-81, San Diego, USA, 2013.
11. [特許] 磁壁移動型スピン発光素子 宗片比呂夫, 西沢望, 特願2013-171741(2013/8/21) 特開2015-041690(2015/3/2), 2013
円偏光発光素子における極性の切替手法に関する特許。

2012

12. [特許] デュアル電極型スピン発光ダイオード及びレーザー, 宗片比呂夫, 西沢望, 特許(公開), 特願2012-276273(2012/12/18), 特開2014-120692(2014/06/30), 2012.
反平行磁化電極を用いた Spin-LED の円偏光極性の切り替えに関する特許。

2011 以前

関連業績なし

研究計画と研究進捗評価を受けた研究課題の関連性

- ・本欄には、本応募の研究代表者が、平成27年度又は平成28年度に、「特別推進研究」又は「基盤研究（S）」の研究代表者として、研究進捗評価を受けた場合に記述してください。
- ・本欄には、研究計画と研究進捗評価を受けた研究課題の関連性（どのような関係にあるのか、研究進捗評価を受けた研究を具体的にどのように発展させるのか等）について記述してください。

該当なし

人権の保護及び法令等の遵守への対応（公募要領4頁参照）

本欄には、研究計画を遂行するに当たって、相手方の同意・協力を必要とする研究、個人情報の取り扱いの配慮を必要とする研究、生命倫理・安全対策に対する取組を必要とする研究など法令等に基づく手続が必要な研究が含まれている場合に、どのような対策と措置を講じるのか記述してください。

例えば、個人情報を伴うアンケート調査・インタビュー調査、提供を受けた試料の使用、ヒト遺伝子解析研究、組換えDNA実験、動物実験など、研究機関内外の倫理委員会等における承認手続が必要となる調査・研究・実験などが対象となります。

なお、該当しない場合には、その旨記述してください。

本研究は、对人的研究に当たらず、又、法令に基づく手続きを要する研究を含まないため、該当しない。

研究経費の妥当性・必要性

本欄には、「研究計画・方法」欄で述べた研究規模、研究体制等を踏まえ、次頁以降に記入する研究経費の妥当性・必要性・積算根拠について記述してください。また、研究計画のいずれかの年度において、各費目（設備備品費、旅費、人件費・謝金）が全体の研究経費の90%を超える場合及びその他の費目で、特に大きな割合を占める経費がある場合には、当該経費の必要性（内訳等）を記述してください。

若手 (B) - 10
(金額単位：千円)

設備備品費の明細			消耗品費の明細	
記入に当たっては、若手研究 (B) 研究計画調書作成・記入要領を参照してください。			記入に当たっては、若手研究 (B) 研究計画調書作成・記入要領を参照してください。	
年度	品名・仕様 (数量×単価) (設置機関)	金額	品名	金額
29	分子線エピタキシー装置用基板ヒーター (1 × 100) (東工大)	100	寒剤 (液体窒素)	200
	分子線エピタキシー装置用可動式フラックスモニター (1 × 600) (東工大)	600	電子線エピタキシー用原料 (As, Al, In)	180
	簡易型マイクロプロパー及び架台 (ハイソル製 HMP-200)	340	強磁性電極用蒸着源 NiFe (45 パーマロイ)	20
			n 型 GaAs 基板 (20 × 20)	400
	計	1040	計	800
	ファンクションジェネレータ (東陽 テクニカ製 WX2182B, 2ch, 1GHz) (1 × 600) (東工大)	600	寒剤 (液体窒素)	200
	オシロスコープ (Tektronix 製 TDS2022C + GPIB オプション) (1 x 343) (東工大)	365	電極蒸着用金属材料 AuSn、 Au	120
	計	965	計	320

研究費の応募・受入等の状況・エフォート

本欄は、第2段審査（合議審査）において、「研究資金の不合理な重複や過度の集中にならず、研究課題が十分に遂行し得るかどうか」を判断する際に参照するところですので、本人が受け入れ自ら使用する研究費を正しく記載していただく必要があります。本応募課題の研究代表者の応募時点における、（1）応募中の研究費、（2）受入予定の研究費、（3）その他の活動について、次の点に留意し記入してください。なお、複数の研究費を記入する場合は、線を引いて区別して記入してください。具体的な記載方法等については、研究計画調書作成・記入要領を確認してください。

- ① 「エフォート」欄には、年間の全仕事時間を100%とした場合、そのうち当該研究の実施等に必要となる時間の配分率（%）を記入してください。
- ② 「応募中の研究費」欄の先頭には、本応募研究課題を記入してください。
- ③ 科研費の「新学術領域研究（研究領域提案型）」にあつては、「計画研究」、「公募研究」の別を記入してください。
- ④ 所属研究機関内で競争的に配分される研究費についても記入してください。

（1）応募中の研究費

資金制度・研究費名（研究期間・配分機関等名）	研究課題名（研究代表者氏名）	役割（代表・分担の別）	平成29年度の研究経費（期間全体の額）（千円）	エフォート（%）	研究内容の相違点及び他の研究費に加えて本応募研究課題に応募する理由（科研費の研究代表者の場合は、研究期間全体の受入額を記入すること）
【本応募研究課題】 若手研究（B） （H29～H30）	電子スピン注入による100%円偏光を発生する発光デバイスの開発とその発光機構の解明	代表	3030 （5000）	10	円偏光光源の確立を目指した基盤的研究 （総額5000千円）
新学術領域研究 ナノスピン変換科学 （H29～H30）	偏光極性応用のための円偏光相互通信システムの開発	代表	2500 （5000）	10	円偏光応用を目指した円偏光通信のための応用研究 （総額5000千円）

研究費の応募・受入等の状況・エフォート (つづき)					
(2) 受入予定の研究費					
資金制度・研究費名 (研究期間・配分機関等名)	研究課題名 (研究代表者氏名)	役割 (代表・分担の別)	平成 29 年度の 研究経費 (期間全体の額) (千円)	エ フ ォ ー ト (%)	研究内容の相違点及び他の研究費に加えて本応募研究課題に応募する理由 (科研費の研究代表者の場合は、研究期間全体の受入額を記入すること)
(3) その他の活動 上記の応募中及び受入予定の研究費による研究活動以外の職務として行う研究活動や教育活動等のエフォートを記入してください。				80	
合 計 上記(1)、(2)、(3)のエフォートの合計				100 (%)	