

令和 2 年 6 月 24 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17H01262

研究課題名（和文）癌の分子標的ダイナミクスを可視化するダイヤモンド量子センサ

研究課題名（英文）Diamond quantum image sensor for molecular targeted dynamics of cancer

研究代表者

波多野 睦子 (Hatano, Mutsuko)

東京工業大学・工学院・教授

研究者番号：00417007

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 33,900,000円

研究成果の概要（和文）：癌のリンパ節への転移の高精度な検出を目指し、ダイヤモンド中の窒素空孔（NV）センサを用いた量子センサの高感度化とプロトタイプ動物実験への適用を目的として、工・医学の連携により研究を実施した。この結果、窒素ドーピングCVD法によるNVセンサの原子レベル制御、及びSi基板への成膜による大面積化、NVセンサからの発光の取出し効率向上、などのセンサ膜とデバイスの高性能化を図った。またダイナミカルデカップリング法を用いた量子計測技術を構築し、高感度な磁気センサを実現した。さらに小型ハンドヘルドタイプのプロトタイプを試作し、ラットのリンパ節内に蓄積された磁気ナノ粒子を検出する原理実証を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

乳癌の罹患数の増加は顕著である。乳癌の転移診断では、乳房から癌細胞が初めに到達するリンパ節を同定・病理検査・リンパ節の切除の判断、を行っている。この同定法としてラジオアイソトープ法が主流であるが、放射性物質を使用のため大病院に導入に限られる。これに対して、本研究では、高感度なダイヤモンド量子センサを開発し、癌病巣からリンパ系へ導入した磁性粒体を非侵襲で高精度かつ深部の診断の可能性を示した。癌が転移するシステムを模擬しており、ヒト臨床試験へと進むための重要な結果である。迅速・高精度・低侵襲化によるQuality of Lifeの向上につながる次世代医療の計測技術として、社会的意義が深いと考える。

研究成果の概要（英文）：For highly accurate detection of cancer metastasis to lymph nodes, aiming at higher sensitivity of quantum sensor using nitrogen-vacancy (NV) center in diamond and application of prototype to animal experiments, we researched in collaboration with engineering and medicine. As a result, we aim to improve the performance of the sensor film and device by controlling the atomic level of the NV center by the nitrogen-doped CVD method, enlarging the area by forming a diamond film on the Si substrate, and improving the efficiency of light emission from the NV center. We have also constructed a quantum measurement technology and realized a highly sensitive magnetic sensor. Furthermore, we made a prototype of a small handheld type prototype and succeeded in detecting magnetic nanoparticles accumulated in the lymph nodes of rats.

研究分野：量子センサデバイス

キーワード：電子デバイス・機器 電気電子材料

癌の性状を特定する低侵襲ダイヤモンド量子センサの実現

1. 研究開始当初の背景

乳癌は女性がかかる癌のトップであり、今後の罹患数の増加は顕著である。乳癌の転移診断では、乳房から癌細胞が初めに到達するリンパ節を同定→病理検査→リンパ節の切除の判断、を行っている。この同定法としてラジオアイソトープ法が主流であるが、放射性物質を使用のため大病院に導入に限られる。分担者の関野・日下部は、癌病巣からリンパ系へ導入した磁性流体を体外のホールセンサによって検出するシステムを世界に先駆けて開発している。さらなる高精度、かつ深部の診断には、高感度な磁気センサが必要であった。ダイヤモンド中の窒素-空孔(NV)センサを量子ビットとして用いる量子センサは、磁場や温度の高感度なセンサとして期待されている。世界的に研究が盛んであるが、工学的な研究は未着手であり応用上の課題があった。これに対し研究代表者は、感度向上の鍵となるダイヤモンドのセンサ材料、原子レベルで制御するデバイス技術、高感度計測技術など、世界で注目されるコア技術を有している。

2. 目的

本研究では、磁場と温度を同時に高感度でベクトルイメージング可能なダイヤモンド中の NV センサの特長を活かし、原発癌の性状特定と迅速・高精度・低侵襲に転移癌を検出する量子センサの実現を目指し、材料-物性-デバイス-計測-システム-医療の理・工・医学の連携により、下記を目的として進めた。

(1)材料・デバイス、量子計測：NV センサの原子レベル制御によるダイヤモンド膜の合成、及び NV センサからの発光を最大限取り出すセンサ構造を開発し、NV の配向・密度・位相緩和時間の向上を図る。また、Si 基板上へのダイヤモンド膜の合成による大面積量子センサプラットフォームを構築する。さらに、量子操作による位相緩和時間の伸長を図り、癌組織近傍に投与されリンパ節へと蓄積された磁性ナノ粒子を検出に必要な高感度(サブ nT/ $\sqrt{\text{Hz}}$)を実現する。

(2)癌の性状を特定する低侵襲ダイヤモンド量子センサの実現：癌の性状を特定するために、ダイヤモンド量子センサを用いて、癌組織近傍に投与されリンパ節へと蓄積された磁性ナノ粒子を検出する。従来の磁気センサでは、個人の体型などの差異により、体内のリンパ節の深さが異なるため検出できない場合がある。本研究は、超高感度な磁気センサであるダイヤモンド量子センサを用いることで、検出距離が伸長され、個人差によらずリンパ節を検出できる性能を有することを示すことが目的である。また、外科医による術中使用も視野に入れ、磁気センサモジュールを試作してハンドヘルドプローブへと搭載し、システム全体を可搬型の筐体に収めた試作機を開発する。動物実験を実施し、量子センサを用いて生体組織内の磁気ナノ粒子を検出できることを実証する。

3. 研究の方法

センサの感度向上のために、位相緩和時間の伸長、NV センサ軸の配向制御、NV センサの密度の高度制御が重要である。マイクロ波 CVD 技術を用いて、NV センサの生成率を向上させる製膜法を明らかにする。さらに、ダイヤモンドを大面積に合成できる技術として、3C-SiC/Si(111)基板上での先端プラズマ CVD 法によるヘテロエピタキシャル成長技術を開発する。また、発光取り出しのために、基板表面に金のグレーティング構造を導入する。グレーティング構造により、基板面内を導波する光を効率よく、面上に取り出すことが可能となる。位相緩和時間を伸長するための計測技術として、ダイナミカルデカップリングと呼ばれる量子状態を多数回操作することで実効的にノイズをキャンセルし、量子コヒーレンスを保つ技術を構築する。

磁気センサモジュールの試作機に関して、実際の医療現場において使用可能なモジュールサイズとするため、光ファイバーを用いたコンパクトな磁気センサモジュールを試作する。ダイヤモンド量子センサの赤色蛍光強度を観測するために、2分岐の光ファイバーを介して、緑色励起レーザーをダイヤモンド量子センサへと入射し、同時に赤色蛍光強度を観測することで、コンパクトなモジュールを製作する。かつ、生体内の磁気ナノ粒子を効率よく検出するために、小型の磁気コイルを内部に搭載し、磁気ナノ粒子を磁化させる。試作機の性能評価のために、ラットを用いた動物実験を実施し、生体組織内の磁気ナノ粒子が検出可能であることを示す。

4. 研究成果

(1)材料・デバイス、スピン制御計測

①センサ材料

オフ方向を制御した(111)ダイヤモンド基板上に、窒素ドーピング CVD 法によるステップ成長技術を確立し、NV センサの結晶軸を 100%一方向に制御することができた。この結果は、感度を 4 倍に向上する効果がある。しかし膜中に取り込まれた全ての窒素の内、センサに寄与する NV-センサの割合を NV-センサの生成率と定義すると、生成率は 0.4%程度と低いことが課題であった。これは、第一原理計算による形成エネルギーから予測される値と良く一致しており、残りの窒素は空孔を伴わない P1 センサや水素と結合した NVH になっていると考えられる。本研究では、CVD 合成中のプラズマ密度を上昇させることで、高配向 NV センサに対して生成率 2%以上を達成した。

さらにSi基板上へのダイヤモンド膜の合成、及びNVセンタの形成に関しては、(111)面でのダイヤモンド核形成とヘテロエピタキシャル成長技術を開発し、その基板を利用した高配向NVセンタの形成を実施した。核形成技術として、短時間に高密度な核を形成するためのパルス電圧印加法を開発した。得られた核から薄膜を形成する段階では、基板とエピタキシャル関係にない粒子を選択的に除去するための酸素導入技術を開発した。その結果、世界で初めて3C-SiC/Si(111)基板上においてヘテロエピタキシャルダイヤモンド薄膜を形成することに成功した。その膜の有用性を確認するために、NVセンタを合成した結果が図1である。図1(a)(b)のSEM像に示すように、(111)面を有するグレインで基板全体が覆われていることがわかる。図1(c)は発光スペクトルであるが、NVセンタのゼロフォノン線およびブロードなフォノンサイドバンドが見られるのに対し、Si基板を利用しているにも関わらずSiVセンタからの発光が観察されていない。これは、合成中に酸素ガスを導入することでSiの取り込みを抑制しているためである。図1(d)ODMR(光検出磁気共鳴)スペクトルから、グレイン内のNVセンタは[111]方向に優先配向していることがわかる。ヘテロNVセンタの位相緩和時間は、単結晶ダイヤモンド上に形成したNVセンタのものと同等であり、ヘテロエピタキシャル膜の欠陥はアンサンブルNVセンタのスピンの特性には大きな影響を与えないことを確認した。本成果は、大面積量子センサプラットフォーム実現の基礎となるものである。

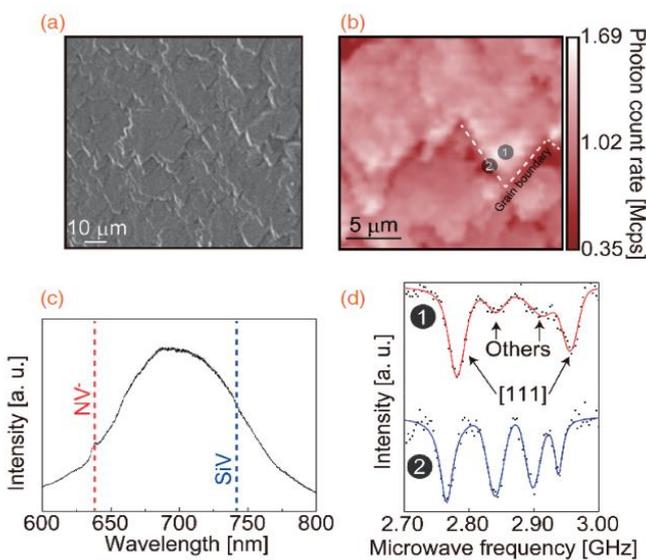


図1 3C-SiC/Si(111)基板上でのヘテロ量子センサ形成。(a) SEM像。(b) 共焦点顕微鏡像。(c) 発光スペクトル。(d) ODMR スペクトル。2つの測定点は、(b)の場所に対応している。

②デバイス

FDTDによるシミュレーション結果を図2に示す。計算は、NVからの発光強度が最も強くなる波長700nmで行った。この結果が示すように、グレーティング周期が300nmの時に、面直方向に最大の発光強度が得られることが分かった。この結果は、グレーティングの理論式から求められる値(波長/屈折率=700[nm]/2.4=292[nm])とほぼ一致する値である。上記計算結果をもとに、周期300nmの金グレーティングをダイヤモンド基板上に作製した。作製したグレーティング構造に対してコンフォーカル顕微鏡を用いて、NVからの発光評価を行った。その結果、グレーティング構造がない場所における発光強度と比較して、グレーティング構造上で得られた発光強度が約14倍増強する結果が得られた。

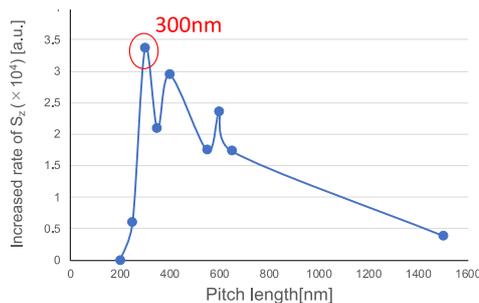


図2 面直方向への光強度のグレーティングピッチ依存性(シミュレーション)。波長700nm。

③量子計測による高感度化

NVセンタの磁気感度は、NVセンタ数および、電子スピンの位相緩和時間によって制限される。緩和時間を伸ばすためには、ダイナミカルデカップリングと呼ばれる量子状態を多数回操作することで、実効的にノイズをキャンセルし、量子コヒーレンスを保つ技術を用いることが有効である。その量子操作を達成するためには、均一で強い強度のマイクロ波照射が必要で

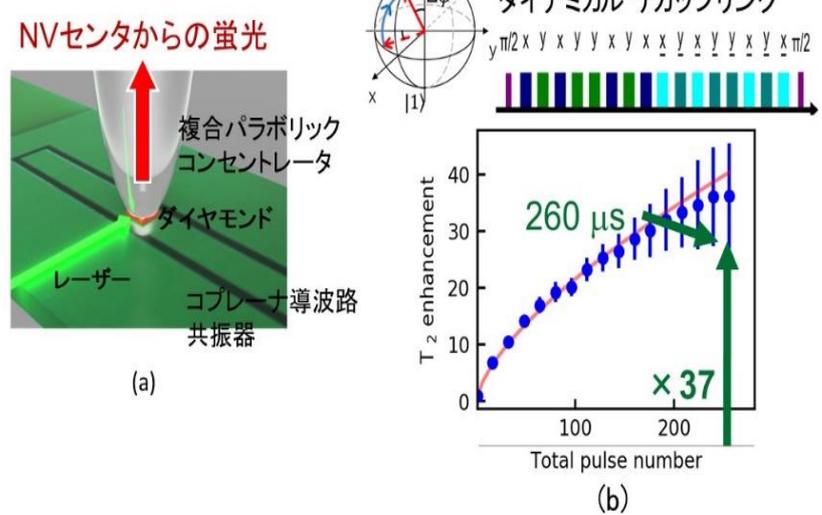


図3 マクロスケールの検出体積のアンサンブルNVセンタの量子計測 (a) 光学系とマイクロ波系の構成 (b) ダイナミカルデカップリング(XY16)によるスピン位相緩和時間の伸長

ある。しかし、マクロスケールの検出体積の NV センタサンプルに対して、マイクロ波を均一に強く印加することは困難であり、これまで照射システムは存在しなかった。本研究ではマイクロ波系および光学系を向上することで、この問題を解決した。提案したセンサシステムは、複合パラボリックコンセントレータ上のダイヤモンドセンサ、コプレーナ導波路共振器で構成されている(図 3(a))。ダイヤモンド側面から 532 nm のレーザー光を入射し、NV センタからの蛍光を複合パラボリックコンセントレータにより集光しフォトダイオードにより検出する。コプレーナ導波路共振器を使用することで、均一で強力なマイクロ波駆動を達成し、38 ns の量子状態反転時間 (π パルス時間) を達成した。これは従来の共焦点顕微鏡とマイクロ波ワイヤを組み合わせた場合の時間と同程度の時間であり、量子操作の速度を落とすことなく検出体積を拡大することができた。これにより高速な量子操作が可能となり、ダイナミカルデカップリングを実行した。図 3(b)は、ダイナミカルデカップリングにおいて量子操作パルス数を用いた場合、位相緩和時間の変化を示した結果である。本研究では、 $16 \times N$ 回のノイズキャンセル用の量子操作を行う XY16-N というパルスシーケンスを採用した。これは従来の 1 回のノイズキャンセル用の量子操作に比べ、ノイズをキャンセルする効果が非常に高いからである。スピンエコー法で $7 \mu s$ であった位相緩和時間を、XY1-16 パルスシーケンスにより $260 \mu s$ まで伸長することができた。マクロスケールの検出体積の NV センタサンプルに対してスピンエコー法以外の多数のパルス操作を行った、世界ではじめての結果である。さらに、ダイナミカルデカップリングを用いて AC 磁場の検出を行い、 $10.8 \text{ pt} / \sqrt{\text{Hz}}$ の高い AC 磁場感度を得ることができた。

(2) 癌の性状を特定する低侵襲ダイヤモンド量子センサの実現

開発した磁気センサモジュールの概要を図 4 に示す。実際の外科手術で使用可能な小型ハンドヘルドタイプ(図 4 (a))とするために、磁気プローブの外径は 18 mm であり、非侵襲に体内へと磁気プローブを挿入し、生体組織内(癌組織内など)の磁気ナノ粒子を検出することを想定した構造である。コンパクトなシステムとするために、2 分岐の光ファイバーを用いて緑励起レーザーをダイヤモンド量子センサへと入射、同時に赤色蛍光強度をフォトダイオードによって観測可能である(図 4 (b))。マイクロ波、磁気ナノ粒子を励起させるための磁気コイルを搭載し、生体組織内の磁気ナノ粒子を磁化させ、磁化した磁気ナノ粒子から生じる磁場信号を効率的に検出可能である。

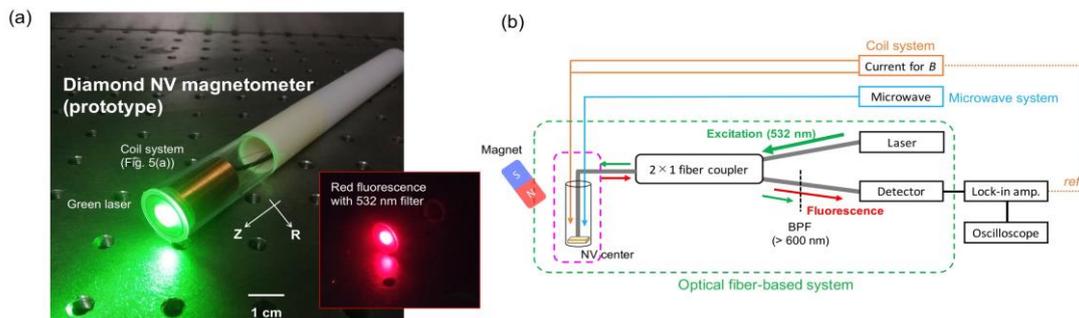


図4 開発した磁気センサモジュール。

- (a) ハンドヘルド型の磁気プローブ：緑励起光と赤色蛍光によるダイヤモンド量子センサ。
 (b) 光ファイバーを用いたコンパクトモジュールの概要図。

磁気ナノ粒子を磁化させるための磁気コイルによって磁場が発生するが、同時にダイヤモンド量子センサにも磁場が印加され、磁気センシングに対してノイズ信号となる。このノイズ磁場をキャンセルするために、磁場キャンセルコイルを磁気センサモジュールへと搭載した。図 5(a)に示すように、磁気センサモジュール内に、磁場励起コイル(磁気ナノ粒子励起用)と磁場キャンセルコイル(ダイヤモンド量子センサノイズ除去用)を搭載することで、磁気ナノ粒子を効率よく磁化させ、かつ、ダイヤモンド量子センサへと印加される磁場をゼロに近づけることで、検出信号の SN 比を向上させた。図 5 (b) (c) に示すように、ダイヤモンド量子センサに印加されるノイズ磁場を 99%以上除去し、かつ、遠

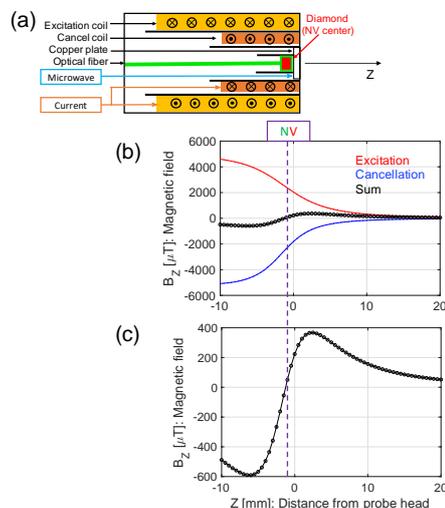


図5 (a) 磁気ナノ粒子検出のための励起磁場コイルと磁場キャンセルコイルを搭載した磁気センサモジュール。(b) 励起コイルとキャンセルコイルが発生する磁場分布、(c) 2つのコイルの合成磁場

方 ($Z = 5\text{--}20\text{ mm}$) に位置する磁気ナノ粒子を磁化させる磁場強度を維持できている。また、磁場分布を最適化 (励起磁場の増加、ノイズ磁場の除去) するために、磁気センサモジュール内へと強磁性体を搭載した構造を検討した。

図 6 (a) に示すように、コンパクトモジュール磁気センサの磁気感度は 57.6 nT を達成し、 $5\text{ }\mu\text{L}$ の医療用磁性ナノ粒子を検出することに成功した (図 6 (b))。検知距離は、 $5\text{ }\mu\text{L}$ の医療用磁性ナノ粒子に対して 5 mm 、 $40\text{ }\mu\text{L}$ の磁性ナノ粒子に対して 9 mm であり、磁気ナノ粒子の量が増加すると、検知距離が増加することを示している。これらの実験結果は電磁界解析の数値シミュレーションの結果とよく一致している。

生体組織内の磁気ナノ粒子の検出を実証するために、開発した磁気センサを用いたラット動物実験を実施した (図 7)。対象とする生体組織は後ろ肢近傍に位置するリンパ節である。癌の転移検査において、リンパ管を通して最初に癌が転移する位置がリンパ節とされており、最も重要な組織の一つである。本動物実験において、ラットの後ろ肢へと投与された磁気ナノ粒子はリンパ管を介してリンパ節へと蓄積する。本実験は、癌が転移するシステムを模擬しており、ヒト臨床試験へと進むための重要な要素であり、開発した磁気センサを用いてラットのリンパ節内に蓄積された磁気ナノ粒子を検出することに成功した (図 7 (b))。今後は、ヒト臨床試験への応用を視野に入れ、システム的最適化、医療応用への安全性の担保、がん患者のリンパ節の高精度・高感度検出のための磁場分布・磁気感度の向上を目指す。

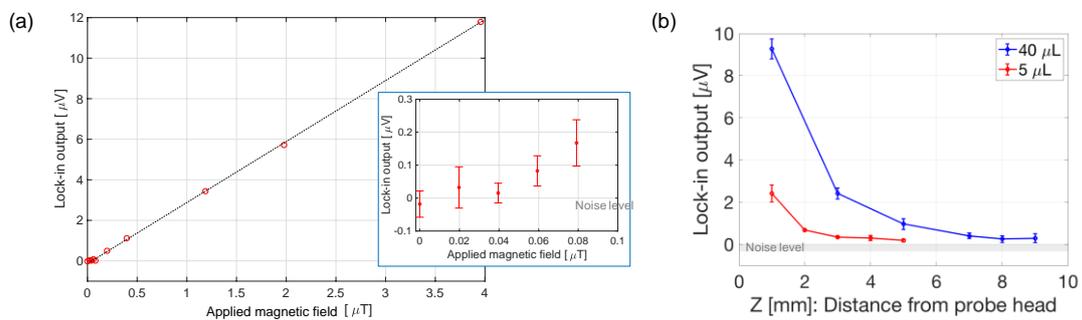


図 6 (a) 開発したダイヤモンド量子センサ磁気モジュールの磁気感度： 57.6 nT 。
(b) マイクロモル相当の磁気ナノ粒子に対する磁気センサの検知距離。

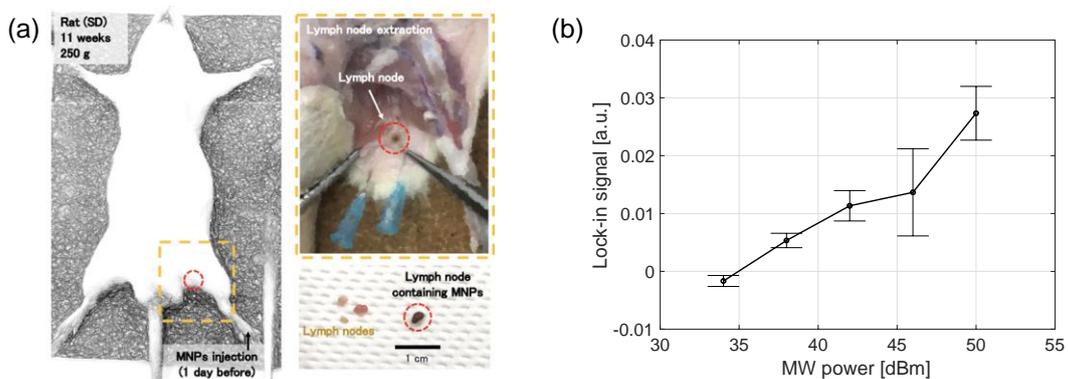


図 7 開発した磁気センサモジュールを用いたラット動物実験。(a) 実験に用いたラット、医療用磁気ナノ粒子の後肢への投与、生体組織内 (リンパ節) への磁気ナノ粒子の蓄積、磁気ナノ粒子を含む摘出されたリンパ節。(b) 生体組織内の磁気ナノ粒子の検知。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 19件／うち国際共著 6件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Akihiro Kuwahata, Takahiro Kitaizumi, Kota Saichi, Takumi Sato, Ryuji Igarashi, Takeshi Ohshima, Yuta Masuyama, Takayuki Iwasaki, Mutsuko Hatano, Fedor Jelezko, Moriaki Kusakabe, Takashi Yatsui, Masaki Sekino	4. 巻 10
2. 論文標題 Magnetometer with nitrogen-vacancy center in a bulk diamond for detecting magnetic nanoparticles in biomedical applications	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 2483
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-59064-6	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 Takuya Murooka, Junya Yaita, Toshiharu Makino, Masahiko Ogura, Hiromitsu Kato, Satoshi Yamasaki, Meralys Natal, Stephen E. Sadow, Takayuki Iwasaki, Mutsuko Hatano	4. 巻 67
2. 論文標題 Characterization of Schottky Barrier Diodes on Heteroepitaxial Diamond on 3C-SiC/Si Substrates	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Electron Devices	6. 最初と最後の頁 212-216
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TED.2019.295910	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 Takuya Murooka, Hitoshi Umezawa, Toshiharu Makino, Masahiko Ogura, Hiromitsu Kato, Satoshi Yamasaki, Takayuki Iwasaki, Julien Pernot, and Mutsuko Hatano	4. 巻 216
2. 論文標題 Determination of Current Leakage Sites in Diamond p-n Junction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 physica status solidi (a)	6. 最初と最後の頁 1900243 ~ 1900243
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pssa.201900243	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 Hayato Ozawa, Yuji Hatano, Takayuki Iwasaki, Yoshie Harada, Mutsuko Hatano	4. 巻 58
2. 論文標題 Formation of perfectly aligned high-density NV centers in (111) CVD-grown diamonds for magnetic field imaging of magnetic particles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 S11B26 ~ S11B26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1347-4065/ab203c	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 波多野 雄治, 小澤 勇斗, 岩崎 孝之, 波多野 睦子, 安田 晋, 大島 武, 原田 慶恵	4. 巻 35巻1号
2. 論文標題 ダイヤモンドセンサ デバイスとシステム構築	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ニューダイヤモンドフォーラム会誌	6. 最初と最後の頁 7-13
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 無
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.Brandenburg, R. Nagumo, K. Saichi, K. Tahara, T. Iwasaki, M. Hatano, F. Jelezko, R. Igarashi, and T. Yatsui	4. 巻 8
2. 論文標題 Improving the electron spin properties of nitrogen-vacancy centres in nanodiamonds by near-field etching	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 15847
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1038/s41598-018-34158-4	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 K. Mizuno, M. Nakajima, H. Ishiwata, Y. Masuyama, T. Iwasaki, M. Hatano	4. 巻 8
2. 論文標題 Wide-field diamond magnetometry with millihertz frequency resolution and nanotesla sensitivity	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 125316 ~ 125316
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1063/1.5048265	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 H. Ozawa, H. Ishiwata, M. Hatano, T. Iwasaki	4. 巻 215
2. 論文標題 Thermal Stability of Perfectly Aligned Nitrogen-Vacancy Centers for High Sensitive Magnetometers	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 physica status solidi (a)	6. 最初と最後の頁 1800342 ~ 1800342
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1002/pssa.201800342	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 J. Yaita, T. Suto, M. Natal, S. E. Sadow, M. Hatano, T. Iwasaki	4. 巻 88
2. 論文標題 In situ bias current monitoring of nucleation for epitaxial diamonds on 3C-SiC/Si substrates	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Diamond and Related Materials	6. 最初と最後の頁 158 ~ 162
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.diamond.2018.07.011	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 Y. Masuyama, K. Mizuno, H. Ozawa, H. Ishiwata, Y. Hatano, T. Ohshima, T. Iwasaki, M. Hatano	4. 巻 89
2. 論文標題 Extending coherence time of macro-scale diamond magnetometer by dynamical decoupling with coplanar waveguide resonator	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Review of Scientific Instruments	6. 最初と最後の頁 125007 ~ 125007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1063/1.5047078	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 T. Murai, T. Makino, H. Kato, M. Shimizu, T. Murooka, D. E. Herbschleb, Y. Doi, H. Morishita, M. Fujiwara, M. Hatano, S. Yamasaki	4. 巻 112
2. 論文標題 Engineering of Fermi level by nin diamond junction for control of charge states of NV centers	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 111903 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5010956	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 D. Kikuchi, D. Prananto, K. Hayashi, A. Laraoui, N. Mizuochi, M. Hatano, E. Saitoh, Y. Kim, C. A. Meriles, T. An	4. 巻 10
2. 論文標題 Long-distance excitation of nitrogen-vacancy centers in diamond via surface spin waves	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 103004 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.7567.APEX.10.103004	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 J. Yaita, T. Tsuji, M. Hatano, T. Iwasaki	4. 巻 11
2. 論文標題 Preferentially-aligned nitrogen-vacancy centers in heteroepitaxial (111) diamonds on si substrates via 3C-SiC intermediate layers	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Appl. Phys. Express.	6. 最初と最後の頁 045501 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.7567/APEX.11.045501	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 M. Shimizu, T. Makino, T. Iwasaki, K. Tahara, H. Kato, N. Mizuochi, S. Yamasaki, M. Hatano	4. 巻 11
2. 論文標題 Charge-state control of ensemble of nitrogen vacancy centers by n-i-n diamond junctions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 033004 1-3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.7567//APEX.11.033004	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 岩崎 孝之, 宮本 良之, 谷口 尚, Petr Siyushev, Mathias H. Metsch, Fedor Jelezko, 波多野 睦子	4. 巻 34巻4号
2. 論文標題 ダイヤモンド中のスズー空孔量子光源の創出	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ニューダイヤモンドフォーラム会誌	6. 最初と最後の頁 7-13
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 無
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 T. Iwasaki, Y. Miyamoto, T. Taniguchi, P. Siyushev, M. H. Metsch, F. Jelezko, M. Hatano	4. 巻 119
2. 論文標題 Tin-Vacancy Quantum Emitters in Diamond	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Phys. Rev. Lett.	6. 最初と最後の頁 253601
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.119.253601	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 T. Iwasaki, T. Suwa, J. Yaita, H. Kato, T. Makino, M. Ogura, D. Takeuchi, S. Yamasaki, M. Hatano	4. 巻 64 No8
2. 論文標題 Observation of Interface Defects in Diamond Lateral p-n Junction Diodes and Their Effect on Reverse Leakage Current	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEEE Trans. Electron. Dev.	6. 最初と最後の頁 3298-3302
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TED.2017.2718508	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 Hitoshi Ishiwata, Makoto Nakajima, Kosuke Tahara, Hayato Ozawa, Takayuki Iwasaki, Mutsuko Hatano	4. 巻 111
2. 論文標題 Perfectly Aligned Shallow Ensemble Nitrogen-Vacancy Centers in (111) Diamond	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Appl. Phys. Lett.	6. 最初と最後の頁 043103 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://dx.doi.org/10.1063/1.4993160	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 T. Yatsui, H. Saito, K. Nishioka, B. Leuschel, O. Soppera, and K. Nobusada	4. 巻 123
2. 論文標題 Effects of a power and photon energy of incident light on near-field etching properties	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Appl. Phys. A	6. 最初と最後の頁 751
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s00339-017-1361-z	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 Takashi Yatsui, Hiroshi Saito, and Katsuyuki Nobusada	4. 巻 8
2. 論文標題 Angstrom-scale flatness using selective nanoscale etching	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Beilstein J. Nanotechnol.	6. 最初と最後の頁 2181-2185
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3762/bjnano.8.217	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 T. Yatsui, M. Yamaguchi and K. Nobusada	4. 巻 55
2. 論文標題 Nano-scale chemical reactions based on non-uniform optical near-fields and their applications	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Progress in Quantum Electronics	6. 最初と最後の頁 166-194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.pquantelec.2017.06.001	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 須藤 建瑠, 矢板 潤也, 岩崎 孝之, 波多野 睦子	4. 巻 33巻3号
2. 論文標題 3C-SiC(111)/Si基板上でのダイヤモンドヘテロエピタキシャル成長	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ニューダイヤモンドフォーラム会誌	6. 最初と最後の頁 28-29
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 無
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 波多野睦子, 岩崎孝之, 田原康佐, 牧野俊晴, 水落憲和, 波多野雄治, 原田慶恵, 安田晋	4. 巻 33巻2号
2. 論文標題 ダイヤモンド磁気センサの高感度化技術 スケーラブルな応用を目指して	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ニューダイヤモンドフォーラム会誌	6. 最初と最後の頁 7 - 13
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 無
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117件 (うち招待講演 34件 / うち国際学会 65件)

1. 発表者名 須田弘平, 室岡拓也, 楊 棒, 汪 鵬, 加藤 宙光, 牧野 俊晴, 小倉 政彦, 山崎 聡, 谷口 尚, 波多野 睦子, 岩崎 孝之
2. 発表標題 ダイヤモンド横型pn 接合ダイオードを用いたGeV センターの電気励起
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 Peng Wang, Takashi Taniguchi, Yoshiyuki Miyamoto, Mutsuko Hatano, Takayuki Iwasaki
2. 発表標題 Temperature Dependence of Photoluminescence from Heavy Group-IV Color Centers in Diamond
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 椎貝雅文, 室岡 拓也, 楊棒, 牧野俊晴, 加藤 宙光, 小倉政彦, 山崎 聡, 波多野睦子, 岩崎孝之
2. 発表標題 デバイス構造を用いたダイヤモンド中NVセンタの光電流検出
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 北川涼太, 水野皓介, 石綿整, 安東秀, 岩崎孝之, 波多野睦子
2. 発表標題 スピン波を用いたダイヤモンド中NV センタのスピン操作の広視野観察
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 上坪優希, 増山雄太, 関口武治, 谷口尚, 阿部浩之, 大島武, 岩崎孝之, 波多野睦子
2. 発表標題 大体積ダイヤモンド中のアンサンブルNVセンタのスピンノイズデカップリングに向けた交差型二重高周波回路
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 岩塚春樹, 波多野雄治, 増山雄太, 小野田忍, 大島武, 岩崎孝之, 波多野睦子
2. 発表標題 ODMR 上複数動作点を用いたダイヤモンド NVセンタによる磁気センサ
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 佐藤 匠, 北泉 隆裕, 齋地 康太, 桑波田 晃弘, 五十嵐 龍治, 大島 武, 増山 雄太, 岩崎 孝之, 波多野 睦子, 牧野 俊晴, 山崎 聡, Fedor Jelezko, 日下部 守昭, 関野 正樹, 八井 崇
2. 発表標題 ダイヤモンド磁気センサにおける光取り出し効率のためのグレーティング結合器の作製と検討
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 Bang Yang, Motoki Nakamura, Takuya Murooka, Kosuke Mizuno, Toshiharu Makino, Hiromitsu Kato, Masahiko Ogura, Satoshi Yamasaki, Mutsuko Hatano, and Takayuki Iwasaki
2. 発表標題 Nanoscale Vector Electrometry Using NV Centers in a Diamond Device
3. 学会等名 Hasselt Diamond Workshop 2020 - SBDD XXV (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takuya Murooka, Masafumi Shiigai, Bang Yang, Toshiharu Makino, Hiromitsu Kato, Masahiko Ogura, Satoshi Yamasaki, Mutsuko Hatano, Takayuki Iwasaki
2. 発表標題 Efficient Electrical Readout of NV Centers Using a Diamond p-i-n Diode
3. 学会等名 Hasselt Diamond Workshop 2020 - SBDD XXV (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 波多野 雄治, 多田隈 尚史, 小澤 勇斗, 岩崎 孝之, 波多野 睦子, 原田 慶恵
2. 発表標題 Magnetic field imaging via thin Ti film over the perfectly oriented high-density diamond NV layer
3. 学会等名 Hasselt Diamond Workshop 2020 - SBDD XXV (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 M.Hatano
2. 発表標題 The potential of diamond solid-state quantum sensors
3. 学会等名 第18回ナノテクノロジー総合シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takayuki Iwasaki, Takuya Murooka, Bang Yang, Masafumi Shiigai, Motoki Nakamura, Hiromitsu Kato, Toshiharu Makino, Masahiko Ogura, Satoshi Yamasaki, Mutsuko Hatano
2. 発表標題 NV Quantum Sensors in Diamond Electronic Devices
3. 学会等名 The 2nd International Forum on Quantum Metrology and Sensing (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mutsuko Hatano
2. 発表標題 The Potential of Diamond solid-state quantum sensors
3. 学会等名 The 2nd International Forum on Quantum Metrology and Sensing (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuya Murooka, Masafumi Shiigai, Yang Bang, Toshiharu Makino, Hiromitsu Kato, Masahiko Ogura, Satoshi Yamasaki, Mutsuko Hatano, Takayuki Iwasaki
2. 発表標題 Photoelectrical Detection of NV Centers Utilizing a pin Diode
3. 学会等名 The 2nd International Forum on Quantum Metrology and Sensing (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kosuke Mizuno, Hitoshi Ishiwata, Yuta Masuyama, Takayuki Iwasaki, Mutsuko Hatano
2. 発表標題 Simultaneous amplitude and phase wide-field imaging of AC magnetic signal using diamond quantum magnetometry
3. 学会等名 The 2nd International Forum on Quantum Metrology and Sensing (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Bang Yang, Motoki Nakamura, Takuya Murooka, Toshiharu Makino, Hiromitsu Kato, Masahiko Ogura, Satoshi Yamasaki, Mutsuko Hatano, and Takayuki Iwasaki
2. 発表標題 Nanoscale Sensing of Vector Electric Field in Diamond pin Diode
3. 学会等名 The 2nd International Forum on Quantum Metrology and Sensing (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takumi Sato, Takahiro Kitaizumi, Kota Saichi, Akihiro Kuwahata, Ryuji Igarashi, Takeshi Ohshima, Yuta Masuyama, Takayuki Iwasaki, Mutsuko Hatano, Fedor Jelezko, Moriaki Kusakabe, Masaki Sekino, Takashi Yatsui
2. 発表標題 Improving magnetic sensitivity in magnetometer with Nitrogen-Vacancy center in a bulk diamond using grating coupler
3. 学会等名 The 2nd International Forum on Quantum Metrology and Sensing (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤匠, 北泉隆裕, 齋地康太, 桑波田晃弘, 五十嵐龍治, 大島武, 増山雄太, 岩崎孝之, 波多野睦子, Fedor Jelezko, 日下部守昭, 関野正樹, 八井崇
2. 発表標題 グレーティング結合によるダイヤモンド磁気センサの光取り出し効率に関する検討
3. 学会等名 Optics & Photonics Japan 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M.Hatano, T.Iwasaki
2. 発表標題 Device Engineering for Diamond Quantum Sensors
3. 学会等名 IEDM Conference 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 波多野睦子
2. 発表標題 ダイヤモンドを用いた量子センサの可能性
3. 学会等名 日本物理学会 2019年度公開講座 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M.Hatano
2. 発表標題 Diamond growth and device technology for quantum sensing
3. 学会等名 The 2019 MRS Fall Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Hatano
2. 発表標題 Diamond growth and device technology for quantum sensing
3. 学会等名 Australian Diamond Quantum Sensing Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Hatano
2. 発表標題 Diamond electronics for quantum sensing
3. 学会等名 Precision Quantum Sensing Workshop 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 室岡 拓也, 楊 棒, 椎貝 雅文, 牧野 俊晴, 加藤 宙光, 小倉 政彦, 山崎 聡, 波多野 睦子, 岩崎 孝之
2. 発表標題 ダイヤモンドNVセンターの電氣的読み出しに向けたpin構造による光電流の検出
3. 学会等名 第33回ダイヤモンドシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梶山 健一, 奥田 真一郎, 岩崎 孝之, 波多野 睦子
2. 発表標題 3C-SiC/Si (111) 基板上へのダイヤモンド核形成プロセスのIn-situ観測
3. 学会等名 第33回ダイヤモンドシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Hatano
2. 発表標題 Quantum Sensing
3. 学会等名 Fraunhofer - High-level Dialogue on ?Quantum Technologies - Challenge and Potential for Real World Applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M.Hatano,T.Iwasaki
2. 発表標題 Diamond electronics for quantum sensing
3. 学会等名 Japan-Netherlands Quantum conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M.Hatano,T.Iwasaki
2. 発表標題 Diamond electronics for quantum sensing
3. 学会等名 1st QuTech-TokyoTech Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 屋敷 祐貴, 水野 皓介, 波多野 雄治, 岩崎 孝之, 波多野 睦子
2. 発表標題 ダイヤモンド量子センサを用いた磁場イメージングによる金属微粒子の検出
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 水野 皓介, 北川 涼太, 増山 雄太, 石綿 整, 岩崎 孝之, 波多野 睦子
2. 発表標題 広視野ダイヤモンド磁気顕微鏡を用いた位相計測のイメージング
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 波多野 雄治, 多田隈 尚史, 岩崎 孝之, 波多野 睦子, 原田 慶恵
2. 発表標題 磁性粒子とダイヤモンド基板中のNVセンタを用いた細胞計測
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 K. Mizuno, H. Ishiwata, Y. Masuyama, T. Iwasaki, M. Hatano
2. 発表標題 Phase sensitive quantum magnetometry imaging using ensemble NV center in diamond on wide field optics
3. 学会等名 Quantum Sensing Gordon Research Conferences (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Mizuno, H. Ishiwata, Y. Masuyama, T. Iwasaki, M. Hatano
2. 発表標題 Phase sensitive quantum magnetometry imaging using ensemble NV center in diamond on wide field optics
3. 学会等名 Quantum Sensing Gordon Research Seminars (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takayuki Iwasaki
2. 発表標題 Diamond Spin Defects for Quantum Technologies
3. 学会等名 Center for Integrated Quantum Materials, Frontiers in Quantum Materials & Devices Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 波多野睦子
2. 発表標題 量子生命科学における固体量子センサの可能性
3. 学会等名 量子生命科学会 第1回大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Nakajima, H. Ozawa, R. Nomiyama, M. Hatano, T. Iwasaki
2. 発表標題 High generation yield of NV centers with perfect alignment by microwave plasma chemical vapor deposition
3. 学会等名 Hasselt Diamond Workshop 2019 SBDD XXIV (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Mizuno, M. Nakajima, H. Ishiwata, Y. Masuyama, Takayuki Iwasaki, M. Hatano
2. 発表標題 Characteristics of phase sensitive protocol “iQdyne” for diamond quantum magnetometry in wide field optics
3. 学会等名 Hasselt Diamond Workshop 2019 SBDD XXIV (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Murooka, T. Makino, M. Ogura, H. Kato, S. Yamasaki, T. Iwasaki, J. Pernot, M. Hatano
2. 発表標題 Investigation of leakage current sites in diamond pn+ junction with electron-beam-induced current technique
3. 学会等名 Hasselt Diamond Workshop 2019 SBDD XXIV (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 増山 雄太, 辻 起行, 鈴木 克, 岩崎 孝之, 波多野 睦子
2. 発表標題 ポータブルな量子磁気センサに向けたロックイン検出法の検証
3. 学会等名 第66回応用物理学会 春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木 克, 辻 起行, 増山 雄太, 岩崎 孝之, 波多野 睦子
2. 発表標題 ロックイン検出によるダイヤモンド量子センサのDC磁気感度向上
3. 学会等名 第66回応用物理学会 春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩崎 孝之, 宮本 良之, 谷口 尚, Petr Siyushev, Mathias Metsch, Fedor Jelezko, 波多野 睦子
2. 発表標題 重いIV族元素を用いたダイヤモンド中のカラーセンター
3. 学会等名 第66回応用物理学会 春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 室岡 拓也, 牧野 俊晴, 小倉 政彦, 加藤 宙光, 山崎 聡, 岩崎 孝之, Julien Pernot, 波多野 睦子
2. 発表標題 EBICを用いたダイヤモンドpn+接合におけるリーク電流の評価
3. 学会等名 第66回応用物理学会 春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 波多野 睦子, 岩崎 孝之
2. 発表標題 ダイヤモンドエレクトロニクスにおけるプラズマプロセスの重要性
3. 学会等名 第66回応用物理学会 春季学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 波多野 睦子, 岩崎 孝之
2. 発表標題 ワイドギャップ半導体を用いた固体量子センサの可能性
3. 学会等名 第66回応用物理学会 春季学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takayuki Iwasaki, Makoto Nakajima, Hayato Ozawa, Takeyuki Tsuji, Rikuto Noiyama, Mutsuko Hatano
2. 発表標題 High Generation Yield of Perfectly-Aligned NV centers for Quantum Sensing
3. 学会等名 The 1st International Forum on Quantum Sensing (IFQS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kosuke Mizuno, Makoto Nakajima, Hitoshi Ishiwata, Yuta Masuyama, Takayuki Iwasaki, Mutsuko Hatano
2. 発表標題 Phase sensitive protocol "iQdyne" for wid-field diamond magnetometry
3. 学会等名 The 1st International Forum on Quantum Sensing (IFQS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuji Hatano, Hayato Ozawa, Takayuki Iwasaki, Mutsuko Hatano, Susumu Yasuda, Takeshi Ohshima, Yoshie Harada
2. 発表標題 Diamond Sensor - Device and System Construction
3. 学会等名 The 1st International Forum on Quantum Sensing (IFQS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kota Saichi, Takumi Sato, Takahiro Kitaizumi, Akihiro Kuwahata, Masaki Sekino, Ryuji Igarashi, Yuta Masuyama, Takayuki Iwasaki, Mutsuko Hatano, Fedor Jelezko, and Takashi Yatsui
2. 発表標題 Development of Highly Sensitive Magnetic Probe of Nitrogen-Vacancy center in diamond
3. 学会等名 The 1st International Forum on Quantum Sensing (IFQS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hitoshi Ishiwata, Makoto Nakajima, Takayuki Iwasaki, Mutsuko Hatano
2. 発表標題 Quantum Thermometry using Perfectly Aligned Delta Dope NV center
3. 学会等名 The 1st International Forum on Quantum Sensing (IFQS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuya Murooka, Hitoshi Umezawa, Toshiharu Makino, Masahiko Ogura, Hiromitsu Kato, Satoshi Yamasaki, Takayuki Iwasaki, Julien Pernot, Mutsuko Hatano
2. 発表標題 Investigation of Leakage Current Sites in pn junction for Charge-state Control of NV Centers in Diamond
3. 学会等名 The 1st International Forum on Quantum Sensing (IFQS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akihiro Kuwahata, Takahiro Kitaizumi, Kota Saichi, Takumi Sato, Ryuji Igarashi, Yuta Masuyama, Takayuki Iwasaki, Mutsuko Hatano, Fedor Jelezko, Takashi Yatsui, Masaki Sekino
2. 発表標題 Development of magnetometer with Diamond NV center for detection of magnetic nanoparticles in biomedical tissues
3. 学会等名 The 1st International Forum on Quantum Sensing (IFQS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuta Masuyama, Yuji Hatano, Takayuki Iwasaki, Mutsuko Hatano
2. 発表標題 Development of diamond quantum magnetometer module using coplanar waveguide
3. 学会等名 The 1st International Forum on Quantum Sensing (IFQS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M-T. Hoang, K. Mizuno, Y. Masuyama, S-I. Sato, Y. Yamazaki, T. Ohshima, S-Y. Lee, K. Kojima, T. Iwasaki, D. Hisamoto, M. Hatano
2. 発表標題 Magnetic Field and Temperature Sensing with Silicon Vacancy in 4H-SiC
3. 学会等名 The 1st International Forum on Quantum Sensing (IFQS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北泉隆裕、桑波田晃弘、齋地康太、佐藤匠、増山雄太、五十嵐龍治、岩崎孝之、波多野睦子、Jelezko Fedor、八井崇、関野正樹
2. 発表標題 ダイヤモンドNVセンサを用いた磁気ナノ粒子検出のための磁気プローブの開発
3. 学会等名 マグネティクス/マイクロマシン・センサシステム/バイオ・マイクロシステム合同研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 波多野 睦子
2. 発表標題 ダイヤモンド固体量子センサがつくる豊かな社会
3. 学会等名 QST高崎サイエンスフェスタ2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Hatano
2. 発表標題 Diamond electronics for quantum sensin
3. 学会等名 2018 MRS Fall Meeting and Exhibit (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Hatano
2. 発表標題 Heteroepitaxial growth of diamond on 3C-SiC/Si substrates for diamond electronics
3. 学会等名 2018 MRS Fall Meeting and Exhibit (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takayuki Iwasaki, Yoshiyuki Miyamoto, Takashi Taniguchi, Petr Siyushev, Mathias Metsch, Fedor Jelezko, Mutsuko Hatano
2. 発表標題 Diamond Color Centers Created by Implantation of Heavy IV-Group Elements of Tin and Lead
3. 学会等名 2018 MRS Fall Meeting and Exhibit (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kwangsoo Kim, Kousuke Mizuno, Toshiharu Makino, Hiromitsu Kato, Masahiko Ogura, Daisuke Takeuchi, Satoshi Yamasaki, Takayuki Iwasaki, Mutsuko Hatano
2. 発表標題 Quantum Electric-Field Imaging of Diamond Devices Using Nitrogen-Vacancy Centers
3. 学会等名 2018 MRS Fall Meeting and Exhibit (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tuan M Hoang, Takeshi Ohshima, Makoto Nakajima, Kousuke Mizuno, Yuta Masuyam, Takayuki Iwasaki, Digh Hisamoto, Mutsuko Hatano
2. 発表標題 Quantum sensing in 4H-SiC Power Devices
3. 学会等名 2018 MRS Fall Meeting and Exhibit (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Saichi, T. Sato, T. Kitaizumi, A. Kuwahata, M. Sekino, R. Igarashi, Y. Masuyama, T. Iwasaki, M. Hatano, F. Jelezko, and T. Yatsui
2. 発表標題 Development of magnetic sensing probe of Nitrogen-Vacancy center in diamond
3. 学会等名 JSPS Core-to-Core Japan Workshop 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Sato, K. Saichi, T. Kitaizumi, A. Kuwahata, M. Sekino, R. Igarashi, Y. Masuyama, T. Iwasaki, M. Hatano, F. Jelezko, and T. Yatsui
2. 発表標題 Evaluation of illumination and collection efficiency of Nitrogen-Vacancy center in diamond by fiber optical system
3. 学会等名 JSPS Core-to-Core Japan Workshop 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 楊 棒, 金光秀, マレク・シュミット, 牧野 俊晴, 加藤 宙光, 小倉 政彦, 竹内 大輔, 山崎 聡, 水田 博, 波多野 睦子, 岩崎 孝之
2. 発表標題 ダイヤモンド JFET の高電界強度計測へ向けた量子センサアレイの形成
3. 学会等名 第32回ダイヤモンドシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 波多野 睦子
2. 発表標題 NVセンサの現状と将来展開
3. 学会等名 平成30年度磁性材料研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Tsuji, H. Ozawa, T. Iwasaki, M. Hatano
2. 発表標題 High Generation Efficiency Formation of Nitrogen-Vacancy Centers in Diamond with Argon Addition
3. 学会等名 ACSIN-14 & ICSPM26 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Ozawa, Y. Hatano, T. Iwasaki, Y. Harada, M. Hatano
2. 発表標題 CVD Growth Formation of Diamond Quantum Sensors for Living Cell Imaging
3. 学会等名 ACSIN-14 & ICSPM26 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Nakajima, H. Ishiwata, K. Mizuno, Y. Masuyama, H. Ozawa, T. Iwasaki, M. Hatano
2. 発表標題 CVD Growth of NV Center Film for NMR Application
3. 学会等名 ACSIN-14 & ICSPM26 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 齋地 康太, 佐藤 匠, 北泉 隆裕, 桑波田 晃弘, 関野 正樹, 五十嵐 龍治, 増山 雄太, 岩崎 孝之, 波多野 睦子, Jelezko Fedor, 八井 崇
2. 発表標題 転移癌検出に向けたNVセンター磁気プローブの開発
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 辻 赳行, 小澤 勇斗, 岩崎 孝之, 波多野 睦子
2. 発表標題 高プラズマパワー密度CVDとArガスによる高配向・高生成効率NVアンサンブルの高速合成
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 清水 麻希, 牧野 俊晴, 加藤 宙光, 藤原 正規, 岩崎 孝之, 山崎 聡, 水落 憲和, 波多野 睦子
2. 発表標題 n-i-n積層構造におけるダイヤモンドNV中心の電荷状態
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 金 光秀, 水野 皓介, 牧野 俊晴, 加藤 宙光, 小倉 政彦, 竹内 大輔, 山崎 聡, 波多野 睦子, 岩崎 孝之
2. 発表標題 NVセンタによるパワーデバイスの内部電界イメージング
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 増山 雄太, 波多野 雄治, 岩崎 孝之, 波多野 睦子
2. 発表標題 コプレーナ導波路を用いた高感度マクロダイヤモンド磁力計
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 堀川 玄馬, 増山 雄太, 小澤 勇斗, 岩崎 孝之, 波多野 睦子
2. 発表標題 光共振器設計に向けたダイヤモンドの吸収係数測定
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	T. Murooka, K. Takizawa, Y. Kato, T. Makino, M. Ogura, H. Kato, R. Wada, S. Yamasaki, T. Iwasaki, H. Nohira, M. Hatano
2. 発表標題	Process Damage Influence for Electrical Property of Diamond Schottky Barrier Diodes
3. 学会等名	2018International Conference on Solid State Devices and Materials (国際学会)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	M. Hatano, T. Iwasaki
2. 発表標題	Possibilities of Diamond Quantum Sensors
3. 学会等名	第42回日本磁気学会学術講演会 (招待講演)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	波多野睦子, 岩崎孝之, 増山雄太
2. 発表標題	ダイヤモンド固体量子センサの可能性
3. 学会等名	電子情報通信学会システムナノ技術に関する時限研究専門委員会第4回研究会「量子センシング、次世代フォトニクスの前線」(招待講演)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	岩崎 孝之
2. 発表標題	ダイヤモンドの色中心 族-Vセンターの新展開
3. 学会等名	ニューダイヤモンドフォーラム平成30年度第1回研究会「高感度センサー技術に向けた量子エレクトロニクス ダイアモンド材料への期待」(招待講演)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名 波多野 睦子
2. 発表標題 ダイヤモンドの魅力-宝石、そして次世代パワーデバイス・量子センサの可能性
3. 学会等名 第135回東北大学金属材料研究所講演会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 波多野 睦子
2. 発表標題 ダイヤモンドのエレクトロニクスとフォトニクス：量子センサの応用
3. 学会等名 OPTICS & PHOTONICS International Congress 2018（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 星野 晴華，矢板 潤也，岩崎 孝之，波多野 睦子
2. 発表標題 ヘテロエピタキシャル核形成プロセスにおけるバイアス 電流のモニタリング
3. 学会等名 第65回応用物理学会 春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 室岡 拓也，矢板 潤也，岩崎 孝之，牧野 俊晴，小倉 政彦，加藤 宙光，Natal Meralys，Sadow Stephen E.，山崎 聡，波多野 睦子
2. 発表標題 3C-SiC/Si 基板上に形成したヘテロエピタキシャルダイ ヤモンドSBD の電気特性
3. 学会等名 第65回応用物理学会 春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 金 光秀 , 岩崎 孝之 , 水野 皓介 , 牧野 俊晴 , 加藤 宙光 , 小倉 政彦 , 竹内 大輔 , 山崎 聡 , 波多野 睦子
2. 発表標題 NVセンターを用いたパワーデバイスの量子イメージング計測
3. 学会等名 第65回応用物理学会 春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tuan Minh Hoang , Takeshi Ohshima , Yuta Masuyama , Takayuki Iwasaki , Digh Hisamoto, Mutsuko Hatano
2. 発表標題 Magnetic Field Sensing with Silicon Vacancy in 4H-SiC under Ambient Conditions
3. 学会等名 第65回応用物理学会 春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Iwasaki , Y. Miyamoto, T. Taniguchi , P. Siyushev , M.H. Metsch , F. Jelezko , M. Hatano
2. 発表標題 Tin-vacancy color centers in diamond
3. 学会等名 Hasselt Diamond Workshop 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Ozawa , H. Ishiwata , T. Iwasaki, M. Hatano
2. 発表標題 Thermal stability of perfectly aligned NV centers for high sensitive magnetometers
3. 学会等名 Hasselt Diamond Workshop 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Masuyama, K. Mizuno, H. Ozawa, Y. Hatano, T. Iwasaki, M. Hatano
2. 発表標題 Quantum magnetic sensing of large detection volume of nitrogen-vacancy centers with enhanced microwave irradiation
3. 学会等名 Hasselt Diamond Workshop 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Shimizu, T. Makino, H. Kato, T. Iwasaki, S. Yamasaki, M. Hatano
2. 発表標題 Charge state modulation of nitrogen vacancy centers in multiple layer of n-i-n junctions
3. 学会等名 Hasselt Diamond Workshop 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 波多野 睦子
2. 発表標題 ダイヤモンド固体量子センサの可能性
3. 学会等名 文部科学省 平成29年度 微細加工プラットフォームコンソーシアム シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 波多野 睦子
2. 発表標題 ダイヤモンド固体量子センサの可能性
3. 学会等名 日本学術振興会「先端ナノデバイス・材料テクノロジー」151委員会平成29年度第5回研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takuya Murooka, Junya Yaita, Takayuki Iwasaki, Toshiharu Makino, Hiromitsu Kato, Masahiko Ogura and Mutsuko Hatano
2. 発表標題 A High Performance Diamond JFET for Next Generation Power Semiconductor Devices
3. 学会等名 The Sixth International Education Forum on Environment and Energy Science (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kosuke Mizuno, Hitoshi Ishiwata, Makoto Nakajima, Takayuki Iwasaki, Mutsuko Hatano
2. 発表標題 Wide Field Nuclear Magnetic Resonance Microscopy with Nano-Tesla Sensitivity by NV center in Diamond
3. 学会等名 The Sixth International Education Forum on Environment and Energy Science (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuta Masuyama, Hayato Ozawa, Yuji Hatano, Takayuki Iwasaki, Mutsuko Hatano
2. 発表標題 Quantum Sensing System for Large Detection Volume with Ensemble Nitrogen-Vacancy Centers
3. 学会等名 2017MRS Fall Meeting & Exhibit (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hayato Ozawa, Hitoshi Ishiwata, Takayuki Iwasaki, Mutsuko Hatano
2. 発表標題 Assessment on Thermal Stability of Atomic Orientation of N-V Axis Using Perfectly-Aligned NV Ensembles
3. 学会等名 2017MRS Fall Meeting & Exhibit (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kosuke Mizuno, Hitoshi Ishiwata, Makoto Nakajima, Takayuki Iwasaki, Mutsuko Hatano
2. 発表標題 Realization of Nano-Tesla Sensitivity in Wide Field Dynamical Decoupling by Delta-Doped NV Centers
3. 学会等名 2017MRS Fall Meeting & Exhibit (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takeyuki Tsuji, Hayato Ozawa, Junya Yaita, Takayuki Iwasaki, Mutsuko Hatano
2. 発表標題 High Growth Rate CVD of Selectively Aligned Ensemble NV Centers
3. 学会等名 2017MRS Fall Meeting & Exhibit (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Makoto Nakajima, Hitoshi Ishiwata, Takayuki Iwasaki, Mutsuko Hatano
2. 発表標題 CVD Growth Formation of Perfectly Aligned High Density Delta Dope NV Center Film for Wide Field Imaging of Nano-NMR
3. 学会等名 2017MRS Fall Meeting & Exhibit (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 室岡拓也, 矢板潤也, 岩崎孝之, 牧野俊晴, 加藤宙光, 小倉政彦, 波多野睦子
2. 発表標題 大電流化を目指したダイヤモンドJFETの新規構造
3. 学会等名 第31回ダイヤモンドシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 水野皓介, 石綿 整, 中島誠人, 岩崎孝之, 波多野睦子
2. 発表標題 広視野NMR顕微鏡の実現にむけたダイヤモンドセンサの磁気感度・周波数分解能の向上
3. 学会等名 第31回ダイヤモンドシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 増山雄太, 水野皓介, 小澤勇斗, 波多野雄治*, 岩崎孝之, 波多野睦子
2. 発表標題 NVセンターアンサンブルを有する大検出領域量子センシングシステム
3. 学会等名 第31回ダイヤモンドシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 M.Hatano, H.Ishiwata, T.Iwasaki
2. 発表標題 Diamond Quantum Sensors for Biological Application
3. 学会等名 2017 International Conference on Solid State Devices and Materials (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Iwasaki
2. 発表標題 Quantum sensing of diamond power devices using NV centers
3. 学会等名 European Materials Research Society 2017 Fall Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Iwasaki
2. 発表標題 Quantum technologies using diamond color centers
3. 学会等名 Impurity Spins for Quantum Information and Technologies 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Y. Hatano ,T. Sekiguchi , K. Tahara , T. Iwasaki , S. Yasuda , S. Yamasaki , Y. Harada , M. Hatano
2. 発表標題 DC noise reduction of the magnetometer system with NV- centres in diamond for IoT applications
3. 学会等名 28th International Conference on Diamond and Carbon Materials (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Iwasaki , W. Naruki , K. Tahara , R. Amici1 , T. Makino , H. Kato , M. Ogura , D. Takeuchi , S. Yamasaki , M. Hatano
2. 発表標題 Quantitative sensing of the electric-field in diamond power devices using NV centres
3. 学会等名 28th International Conference on Diamond and Carbon Materials (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takayuki Iwasaki
2. 発表標題 Heteroepitaxy of diamond on 3C-SiC/Si (111) substrate
3. 学会等名 28th International Conference on Diamond and Carbon Materials (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 矢板 潤也 , 星野 晴華 , 辻 起行 , 岩崎 孝之 , 波多野 睦子
2. 発表標題 ヘテロエピタキシャル核形成技術を用いたナノダイヤモンド中のNVセンター配向制御
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 小澤 勇斗 , 石綿 整 , 岩崎 孝之 , 波多野 睦子
2. 発表標題 完全配向NVセンター薄膜中のN-V軸の熱的安定性評価
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 辻 起行 , 矢板 潤也 , 小澤 勇斗 , 岩崎 孝之 , 波多野 睦子
2. 発表標題 高プラズマパワー密度CVDによる高配向・高生成NVアンサンブルの高速合成
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 中島 誠人 , 石綿 整 , 岩崎 孝之 , 波多野 睦子
2. 発表標題 高配向NVセンタデルタドープ薄膜を用いた複数核種のNMR測定
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 Mutsuko Hatano
2. 発表標題 Diamond device technologies for quantum sensors
3. 学会等名 NDNC CAIRNS 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mutsuko Hatano
2. 発表標題 NV Ensemble Diamond Device Technologies for Quantum Sensing Applications
3. 学会等名 2017 MRS Spring meeting & Exhibit (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takashi Yatsui
2. 発表標題 Recent development of a nano-scale chemical reactions and the applications based on an optical near-field
3. 学会等名 The 11th Asia-Pacific Conference on Near-field Optics (APNF011) (招待講演) (国際学会) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 F. Brandenburg, R. Nagumo, K. Tahara, T. Iwasaki, M. Hatano, F. Jelezko and T. Yatsui
2. 発表標題 Improvement in T2 times of NV-nanodiamond through near-field etching
3. 学会等名 The 11th Asia-Pacific Conference on Near-field Optics (APNF011) (招待講演) (国際学会) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Felix Julian Brandenburg, Hiroshi Saito, Olivier Soppera, Takashi Yatsui
2. 発表標題 Evaluation of the polarization dependence of an electron spin properties of NV nanodiamond through a near-field etching approach
3. 学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 齋地康太、北泉隆裕、桑波田晃弘、関野正樹、五十嵐龍治、増山雄太、岩崎孝之、波多野睦子、Fedor Jelezko、八井崇
2. 発表標題 NVセンターを使った磁気センサーによるAC磁場計測
3. 学会等名 第3回Core-to-Core学生研究講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masaki Sekino, Akihiro Kuwahata, Miki Kaneko, Shinichi Chikaki, Norio Tanabe, Takayuki Nakagawa, Kohei Saeki, Mikio Shiozawa, Hiroyuki Takei, Seigo Nakamura, and Moriaki Kusakabe
2. 発表標題 Development of magnetic techniques for intraoperative diagnosis of breast cancer metastasis
3. 学会等名 Tsinghua-Todai joint symposium on Bioengineering and Biomedical Engineering (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 関野 正樹
2. 発表標題 生体磁気(生体と磁気, 磁気医療の基礎と応用)
3. 学会等名 日本磁気学会サマースクール(招待講演)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 波多野睦子 外33名	4. 発行年 2019年
2. 出版社 工業製品技術協会（株式会社テクノプラザ）	5. 総ページ数 136
3. 書名 セラミックデータブック 2019/20	

1. 著者名 波多野睦子 外206名	4. 発行年 2020年
2. 出版社 エヌ・ティー・エス	5. 総ページ数 1570
3. 書名 2020版 薄膜作製応用ハンドブック	

1. 著者名 Junya Yaita, Takayuki Iwasaki, Mutsuko Hatano 外	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Woodhead Publishing	5. 総ページ数 466
3. 書名 Power Electronics Device Applications of Diamond Semiconductors	

1. 著者名 Mutsuko Hatano, Takayuki Iwasaki 外	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Elsevier	5. 総ページ数 316
3. 書名 Diamond for Quantum Applications Part 1 Volume 103	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 集積回路及びセンサシステム	発明者 波多野睦子、岩崎孝之、室岡卓也、増山雄太	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2019/036193	出願年 2019年	国内・外国の別 外国

〔取得〕 計0件

〔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	関野 正樹 (Sekino Masaki) (20401036)	東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・准教授 (12601)	
研究分担者	日下部 守昭 (Kusakabe Moriaki) (60153277)	東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・特任教授 (12601)	
研究分担者	八井 崇 (Yatsui Takashi) (80505248)	東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・准教授 (12601)	