

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：82108

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H02187

研究課題名（和文）ダイヤモンド結晶の電荷・歪制御と電子スピンコヒーレンス時間律速要因の解明

研究課題名（英文）Control of charge and strain of diamond crystal and elucidation of limiting factor of electron spin coherence time

研究代表者

寺地 徳之（TERAJI, Tokuyuki）

国立研究開発法人物質・材料研究機構・機能性材料研究拠点・主席研究員

研究者番号：50332747

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,800,000円

研究成果の概要（和文）：本提案研究では、研究項目を「極微量不純物ドーピング制御によるT2律速要因の解明」と「歪・転位制御によるT2律速要因の解明」の2つに分けて実施した。前者では、ドナー不純物である窒素をダイヤモンド結晶内部に極微量かつ設計した濃度分布でドーピングを行うことでT2を向上させた。一方で後者は、転位を詳細に調べ、それらによって引き起こされる歪分布とT2との相関を調べた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

量子センシング感度はコヒーレンス時間T2で律速されるが、研究開始当初においてT2は理論値に比べて低い値であった。世界中の多くの研究機関では、T2を長くするために複雑なマイクロ波パルスシーケンスを用いたスピン制御法の提案がなされていたが、材料研究の観点で窒素空孔複合欠陥（NVセンタ）の評価や、それに伴うダイヤモンド結晶の特性向上を行う研究機関は限られていた。そのような中で、本研究ではダイヤモンド結晶の特性向上によるT2の長尺化を行った点で意義がある。また窒素の極微量濃度域でのドーピングプロファイルや転位を制御することでT2が向上することを明らかにしたことは学術的に意義がある。

研究成果の概要（英文）：In this study, two research items, "clarification of the T2 limiting factor by the control of ultra-low range impurity doping" and "clarification of the T2 limiting factor by controlling the strain and dislocations", were carried out. In the former, T2 was improved by doping nitrogen, which is a donor impurity, into the diamond crystal with a very small amount and a designed concentration distribution. The latter, on the other hand, investigated the dislocations in detail and investigated the correlation between the strain distribution and T2.

研究分野：半導体工学

キーワード：ダイヤモンド 結晶成長 不純物制御 固体量子 発光センタ

## 1. 研究開始当初の背景

量子情報や量子センシングの分野において、室温動作ダイヤモンドデバイスが期待されている。量子センシング感度はコヒーレンス時間  $T_2$  で律速されるが、研究開始当初  $T_2$  は理論値に比べて低い値であった。世界中の多くの研究機関では、 $T_2$  を長くするために複雑なマイクロ波パルスシーケンスを用いたスピン制御法の提案がなされていたが、材料研究の観点で窒素空孔複合欠陥 (NV センタ) の評価や、それに伴うダイヤモンド結晶の特性向上を行う研究機関は限られていた。

## 2. 研究の目的

本研究では、窒素空孔複合欠陥 (NV センタ) の評価や、それに伴うダイヤモンド結晶の特性向上を行うための研究を実施した。特に、電子スピンの  $T_2$  の長尺化を阻んでいる要因としてダイヤモンド中に残存する電荷や歪に着目し、これらと電子スピンの  $T_2$  との相関を調べることにより、 $T_2$  を律速している要因を明らかにした。

## 3. 研究の方法

本提案研究では、研究項目を「極微量不純物ドーピング制御による  $T_2$  律速要因の解明」と「歪・転位制御による  $T_2$  律速要因の解明」の2つに分けて実施した。前者では、ドナー不純物である窒素をダイヤモンド結晶内部に極微量かつ設計した濃度分布でドーピングを行うことで  $T_2$  を向上させた。一方で後者は、転位を詳細に調べ、それらによって引き起こされる歪分布と  $T_2$  との相関を調べた。

## 4. 研究成果

### (1) 「極微量不純物ドーピング制御による $T_2$ 律速要因の解明」

本研究項目では、R2年度は新規に設計した低マイクロ波出力型化学気相合成 (CVD) 装置を用いてダイヤモンド薄膜を成長し、結晶中のホウ素濃度を調べることから始めた。2次イオン質量分析測定 (SIMS) から残留ホウ素濃度は測定限界 ( $5 \times 10^{13} \text{cm}^{-3}$ ) 以下と少ないことが分かり、計画目標としていた  $1 \times 10^{14} \text{cm}^{-3}$  のホウ素濃度を下回ることになった。続いて、この低ホウ素濃度成長条件で、1~100ppb の範囲で窒素ドーピングを行った。窒素ドーピングは、水素で 1ppm に希釈した  $^{15}\text{N}$  窒素を用い、マスフローコントローラでガス封止を行い、その前後のストップバルブを開けるようにして成長を行った。このように成長したダイヤモンドでは、高温熱処理後に単一スピンの観測された。この NV-センタの光励起発光 (PL) 評価を行ったところ、NV-センタの電荷状態は安定性に優れ、 $\text{NV}^0$  (中性電荷状態の NV センタ) に変化することはなかった。

R3年度はR2年度に設計・製作した低マイクロ波出力型 CVD 装置を用いてダイヤモンド薄膜を成長した。IIa 型高純度(100)基板の上に窒素 ( $^{15}\text{N}$ ) 濃度が 1~10ppb となるように窒素添加したダイヤモンド薄膜をホモエピタキシャル成長し、NV-センタの特性評価を行った。As-grown サンプルでは NV センタと推測される発光点が見られなかったが、高温真空熱処理後に単一発光が現れた。ラビ振動が観測されていることから NV-センタであること、またパルス ODMR 測定から 2本の共鳴周波数が現れたことから NV-センタの窒素はスピン数が 1/2 の  $^{15}\text{N}$  を有することが明らかになった。しかしながらこのサンプルの  $T_2$  測定データが単調減衰ではなく周期的な信号となっており、 $T_2$  の見積もりができなかった。このことから、単純な高純度層/NV-センタ層からなる 2層構造ではなく、NV-層の厚みが徐々に変化する構造を作製することで、NV-センタを安定化させ  $T_2$  計測を実施することとした。

R4年度は超高純度層上に NV-層の厚みが徐々に変化する構造を作製することで NV-センタ層内の NV-センタ面密度を空間的に変化させた。そして、NV-センタ面密度とスピンコヒーレンス時間  $T_2$  の相関を調べた。その結果、厚さが  $2\mu\text{m}$  以上では NV-センタの発光はアンサンプルであり、 $T_2$  は  $0.1\text{ms}$  以下と短かった。一方で厚さが  $0.5\mu\text{m}$  以下では NV-センタの発光は単一となり、 $T_2$  は最大で  $0.5\text{ms}$  と長い値が得られた。薄膜化することでスピン緩和を引き起こす窒素の濃度が低減したことが、 $T_2$  向上の要因の1つと考えられるが、今後、多角的な評価が必要である。

### (2) 「歪・転位制御による $T_2$ 律速要因の解明」

本研究項目では、R2年度は (100) 結晶上へのダイヤモンド薄膜成長において、転位が存在する場所、あるいは基板の成長セクタが異なる領域上に堆積された CVD ダイヤモンド薄膜の転位評価をラマン分光イメージングにより実施した。その結果、最適化された成長条件では CVD 薄膜中のほぼすべての転位は下地基板からの貫通転位であること、また(001)方向への CVD 成長では下地基板中の転位の方向や種類にかかわらず転位の方向が[001]となることが分かり、転位構造は刃状転位あるいは混合転位であることを明らかにした。

R3年度は結晶歪が  $T_2$  や発光プリンキングに与える影響を調べた。 $T_2$  と歪の相関は明確に表れなかったが、PLE の線幅から推測される歪と  $T_2^*$  に反比例の相関が見られた。発光プリンキングについては、下地基板の結晶性の分布程度であれば影響を及ぼさないことが分かった。

R4年度は薄膜成長の下地基板に結晶性の異なるダイヤモンド結晶を用い、基板の結晶性が  $T_2$

に及ぼす影響を調べた。併せて、薄膜内部に形成される転位の評価を行い、高品質領域と転位近傍とで  $T_2$  がどのように変化するかを調べた。その結果、窒素ドープダイヤモンド CVD 薄膜の評価からは、下地基板の歪分布を反映して成長している領域と、その歪分布以上に大きな歪や新たな転位が発生している領域が存在していることが分かった。続いて共焦点蛍光顕微鏡により成長した窒素ドープダイヤモンド薄膜の  $T_2$  の面内分布を評価したところ、転位が存在する領域では  $T_2$  の低下が見られたが、基板の結晶性に伴う歪分布は  $T_2$  に大きく影響しないことが分かった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 18件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Sasaki Kento, Nakamura Yuki, Teraji Tokuyuki, Oka Takashi, Kobayashi Kensuke	4. 巻 107
2. 論文標題 Demonstration of geometric diabatic control of quantum states	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review A	6. 最初と最後の頁 053113 1~6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.diamond.2022.109188	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 Mikata N., Takeuchi M., Ohtani N., Ichikawa K., Teraji T., Shikata S.	4. 巻 127
2. 論文標題 Effect of surface irregularities on diamond Schottky barrier diode with threading dislocations	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Diamond and Related Materials	6. 最初と最後の頁 109188 ~ 109188
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0096444	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 Ichikawa Kimiyoshi, Koizumi Satoshi, Teraji Tokuyuki	4. 巻 132
2. 論文標題 Propagation of dislocations in diamond (111) homoepitaxial layer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 025302 ~ 025302
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1882-0786/ac7030	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 Kimura Kosuke, Onoda Shinobu, Yamada Keisuke, Kada Wataru, Teraji Tokuyuki, Isoya Junichi, Hanaizumi Osamu, Ohshima Takeshi	4. 巻 15
2. 論文標題 Creation of multiple NV centers by phthalocyanine ion implantation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 066501 ~ 066501
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0103332	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 Shinei Chikara, Masuyama Yuta, Miyakawa Masashi, Abe Hiroshi, Ishii Shuya, Saiki Seiichi, Onoda Shinobu, Taniguchi Takashi, Ohshima Takeshi, Teraji Tokuyuki	4. 巻 132
2. 論文標題 Nitrogen related paramagnetic defects: Decoherence source of ensemble of NV- center	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 214402 ~ 214402
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0103332	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 Teraji Tokuyuki, Shinei Chikara	4. 巻 133
2. 論文標題 Nitrogen-related point defects in homoepitaxial diamond (001) freestanding single crystals	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 165101-1 ~ 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevApplied.15.054052	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 Healey A.J., Hall L.T., White G.A.L., Teraji T., Sani M.-A., Separovic F., Tetienne J.-P., Hollenberg L.C.L.	4. 巻 15
2. 論文標題 Polarization Transfer to External Nuclear Spins Using Ensembles of Nitrogen-Vacancy Centers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Applied	6. 最初と最後の頁 054052-1 ~ 16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0079687	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 Shinei Chikara, Miyakawa Masashi, Ishii Shuya, Saiki Seiichi, Onoda Shinobu, Taniguchi Takashi, Ohshima Takeshi, Teraji Tokuyuki	4. 巻 119
2. 論文標題 Equilibrium charge state of NV centers in diamond	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 254001 ~ 254001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.carbon.2022.01.027	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 Kageura Taisuke, Sasama Yosuke, Shinei Chikara, Teraji Tokuyuki, Yamada Keisuke, Onoda Shinobu, Takahide Yamaguchi	4. 巻 192
2. 論文標題 Charge stability of shallow single nitrogen-vacancy centers in lightly boron-doped diamond	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Carbon	6. 最初と最後の頁 473 ~ 481
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.19009/jjacg.48-3-06	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 寺地 徳之	4. 巻 48
2. 論文標題 量子デバイス応用のためのダイヤモンド化学気相成長	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本結晶成長学会誌	6. 最初と最後の頁 48-3-06-1~9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevMaterials.4.104605	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 Healey A. J., Stacey A., Johnson B. C., Broadway D. A., Teraji T., Simpson D. A., Tetienne J.-P., Hollenberg L. C. L.	4. 巻 4
2. 論文標題 Comparison of different methods of nitrogen-vacancy layer formation in diamond for wide-field quantum microscopy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Materials	6. 最初と最後の頁 104605 1~16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0021076	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 Ichikawa K., Shimaoka T., Kato Y., Koizumi S., Teraji T.	4. 巻 128
2. 論文標題 Dislocations in chemical vapor deposition diamond layer detected by confocal Raman imaging	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 155302 ~ 155302
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0012187	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 Ishizu Shuntaro, Sasaki Kento, Misonou Daiki, Teraji Tokuyuki, Itoh Kohei M., Abe Eisuke	4. 巻 127
2. 論文標題 Spin coherence and depths of single nitrogen-vacancy centers created by ion implantation into diamond via screening masks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 244502 ~ 244502
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/Ted.2020.2972979	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 Liu Jiangwei, Teraji Tokuyuki, Da Bo, Ohsato Hirotaka, Koide Yasuo	4. 巻 67
2. 論文標題 Effect of Annealing Temperature on Performances of Boron-Doped Diamond Metal-Semiconductor Field-Effect Transistors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Electron Devices	6. 最初と最後の頁 1680 ~ 1685
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/qute.202000074	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 Osterkamp Christian, Balasubramanian Priyadharshini, Wolff Gerhard, Teraji Tokuyuki, Nesladek Milos, Jelezko Fedor	4. 巻 3
2. 論文標題 Benchmark for Synthesized Diamond Sensors Based on Isotopically Engineered Nitrogen Vacancy Spin Ensembles for Magnetometry Applications	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Quantum Technologies	6. 最初と最後の頁 2000074 ~ 2000074
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.125.206802	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 Sun Huanying, Sang Liwen, Wu Haihua, Zhang Zilong, Teraji Tokuyuki, Li Tie-Fu, You J. Q., Toda Masaya, Koizumi Satoshi, Liao Meiyong	4. 巻 125
2. 論文標題 Effect of Deep-Defects Excitation on Mechanical Energy Dissipation of Single-Crystal Diamond	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 1 ~ 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apsusc.2020.147874	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 Alba G., Leinen D., Villar M.P., Alcantara R., Pinero J.C., Fiori A., Teraji T., Araujo D.	4. 巻 537
2. 論文標題 Comprehensive nanoscopic analysis of tungsten carbide/Oxygenated-diamond contacts for Schottky barrier diodes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Surface Science	6. 最初と最後の頁 147874 ~ 147874
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0042987	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 da Silva Barbosa J. F., Lee M., Campagne-Ibarcq P., Jamonneau P., Kubo Y., Pezzagna S., Meijer J., Teraji T., Vion D., Esteve D., Heeres R. W., Bertet P.	4. 巻 129
2. 論文標題 Determining the position of a single spin relative to a metallic nanowire	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 144301 ~ 144301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0042987	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

〔学会発表〕 計26件 (うち招待講演 12件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 T. Teraji
2. 発表標題 Growth of High-Purity Diamond Films and Doping for Quantum Device Applications
3. 学会等名 2021 MRS Spring Meeting & Exhibit (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 寺地徳之
2. 発表標題 電子デバイス・量子デバイスを目指したダイヤモンドCVD成長
3. 学会等名 第59回センサ&アクチュエータ技術シンポジウム「輝くダイヤモンド：エレクトロニクスから量子センシングへ」(招待講演)
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 寺地徳之
2. 発表標題 量子デバイス応用のためのダイヤモンド化学気相成長
3. 学会等名 第50回結晶成長国内会議、投稿機関：日本結晶成長学会、分野：材料科学（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 寺地徳之
2. 発表標題 量子磁気センサ応用を目指したダイヤモンド結晶成長
3. 学会等名 NIMS WEEK 2021（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 寺地徳之
2. 発表標題 量子磁気センサのためのダイヤモンド結晶成長技術
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Teraji , K. Ichikawa
2. 発表標題 Homoepitaxial Diamond (100) Films Growth for Electronic Device Application
3. 学会等名 NDNC2020/2021（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Teraji
2. 発表標題 Diamond Growth for Power Electronics and Quantum Applications
3. 学会等名 Second Workshop on Diamond Electronics 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Teraji
2. 発表標題 Diamond Crystal Growth for Quantum Sensing Applications
3. 学会等名 Diamond for quantum applications, Theo Murphy meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Teraji
2. 発表標題 Formation of Nitrogen Vacancy Center in Diamond for Quantum Sensing Applications
3. 学会等名 2022 MRS Fall Meeting & Exhibit (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 寺地徳之
2. 発表標題 ワイドバンドギャップ半導体中のスピン欠陥を用いた量子センシング研究
3. 学会等名 QST 量子機能創生拠点シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 寺地徳之
2. 発表標題 量子磁気センサのためのダイヤモンド結晶成長技術
3. 学会等名 第12回研究会「パワー半導体の最新動向 ~シリコンパワー半導体、および次世代材料」(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 K. Ichikawa, S. Koizumi, T. Teraji
2. 発表標題 Dislocation propagation in diamond (111) homoepitaxial layer
3. 学会等名 NDNC2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 C. Shinei, Y. Masuyama, S. Ishii, M. Miyakawa, S. Saiki, S. Onoda, T. Taniguchi, T. Ohshima and T. Teraji
2. 発表標題 Equilibrium charge state and decoherence of NV centers in diamond
3. 学会等名 NDNC2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木村晃介、小野田忍、S. Roberto、J. Timo、S. Ressa、山田圭介、加田渉、寺地徳之
2. 発表標題 窒素ドーピングによるNVセンターの電子スピン特性への影響
3. 学会等名 第83回応用物理学会学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 真栄力、増山雄太、宮川仁、阿部浩之、石井秀弥、佐伯誠一、小野田忍、谷口尚、大島武、寺地徳之
2. 発表標題 アンサンブルNV- センターのデコヒーレンス源の探索
3. 学会等名 第83回応用物理学会学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Teraji
2. 発表標題 Diamond Crystal Growth for Quantum Sensing Applications
3. 学会等名 Diamond for quantum applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Sekiguchi, Y. Kamitsubo, T. Tsuji, Y. Aoki, Y. Masuyama, T. Taniguchi, M. Miyakawa, C. Shinei, S. Onoda, H. Abe, S. Saiki, S. Ishii, T. Teraji, T. Ohshima, T. Iwasaki, M. Hatano
2. 発表標題 Characterization of HPHT Diamonds with NV Centers for High-Sensitivity Bulk-Ensemble Magnetometer
3. 学会等名 14th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '22 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 真栄力、増山雄太、宮川仁、阿部浩之、石井秀弥、佐伯誠一、谷口尚、小野田忍、大島武、寺地徳之
2. 発表標題 NV- センターの磁気双極子相互作用強度の決定
3. 学会等名 第36回ダイヤモンドシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Teraji
2. 発表標題 Formation of Nitrogen Vacancy Center in Diamond for Quantum Sensing Applications
3. 学会等名 2022 MRS Fall Meeting & Exhibit (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 寺地徳之
2. 発表標題 ワイドバンドギャップ半導体中のスピン欠陥を用いた量子センシング研究
3. 学会等名 QST 量子機能創製拠点シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 寺地徳之
2. 発表標題 量子磁気センサのためのダイヤモンド結晶成長技術
3. 学会等名 R025先進薄膜界面機能創成委員会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 関口武治、上坪優希、辻起行、増山雄太、谷口尚、宮川仁、真栄力、小野田忍、阿部浩之、佐伯誠一、石井秀弥、寺地徳之、大島武、岩崎孝之、波多野睦子
2. 発表標題 バルクアンサンブルNVセンタを用いたDC磁気センサ高感度化のためのHPHTダイヤモンドの特性評価
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 真栄力、増山雄太、宮川仁、阿部宏之、石井秀弥、佐伯誠一、小野田忍、谷口尚、大島 武、寺地徳之
2. 発表標題 NVH-センターの弱い磁気双極子相互作用
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 渡辺 幹成、市川公善、寺地徳之、関口雄平、小坂 英男
2. 発表標題 同位体制御によるダイヤモンドNV電子スピニコヒーレンスの向上
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 蔭浦泰資、笹間陽介、寺地徳之、渡邊賢司、谷口尚、山田圭介、小野田忍、山口尚秀
2. 発表標題 h-BN被覆による水素終端下・単一ダイヤモンドNV中心のスピ操作
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 齋藤大樹、大谷和毅、C. Akirabha、上田優樹、津川雅人、三宅悠斗、臼井俊太郎、寺地徳之、小野田忍、品田高宏、川原田洋、谷井孝至
2. 発表標題 ダイヤモンド表面に形成したナノピラー中の浅い単一NVセンターによる交流磁場計測
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

〔図書〕 計3件

1. 著者名 小野田忍、谷井孝志、寺地徳之、渡邊幸志、磯谷順一	4. 発行年 2021年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 676
3. 書名 NMRによる有機材料分析とその試料前処理、データ解釈（量子センシング NMRによる超極微量試料の化学構造同定）	

1. 著者名 市川公喜、寺地徳之、小泉聡	4. 発行年 2022年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 405
3. 書名 ラマン分光スペクトルデータ解析事例集（CVDダイヤモンド中の転位の評価）	

1. 著者名 Tokuyuki Teraji	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Academic Press	5. 総ページ数 19
3. 書名 Ultrapure homoepitaxial diamond films grown by chemical vapor deposition for quantum device application	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 固体基板、その製造方法、および固体装置の製造方法	発明者 寺地徳之、市川公善	権利者 国立研究開発法人物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、2022-113575	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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