

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 20 日現在

機関番号：34406

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K04144

研究課題名(和文) on-terraceグラフォエピタキシによる有機ナノワイヤ成長機構の解明

研究課題名(英文) Study on the origin of nanowire growth utilizing on-terrace graphoepitaxy method

研究代表者

廣芝 伸哉 (HIROSHIBA, Nobuya)

大阪工業大学・工学部・准教授

研究者番号：40635190

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、有機半導体ナノワイヤ(NW)のサイズ制御性を有し、基板上に配列構造の構築を可能とする作製技術を確立する。p型、n型、HOMO-LUMO準位の異なる多種多様な分子系に対しNW作製技術の確立を目指し研究を推進した。また、有機半導体NWの形成過程を実験的に調査し、分子動力学シミュレーションを適応する事により、分子性固体の結晶成長過程とその制御指針を明らかにした。また、作製した基板上に配列した均一な有機半導体NWのトランジスタ特性、発光特性などデバイス物性評価を目指し、有機半導体NWデバイス作製技術の基礎パラメータの決定と成長モデルを構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究において分子動力学シミュレーションを適応する事により、分子性固体の結晶成長過程とその制御指針を明らかにした。有機半導体デバイス作製技術の基礎パラメータの決定と成長モデルを構築した。その結果、有機半導体NWの形成はこれまで考えられていた以上に、多くの制御パラメータが存在することが明らかとなった。有機半導体デバイス作製において重要な、高い電界効果移動度を示すチエノチオフェン系材料の初期過程を明快に解明したことは特筆に値し、今後の高移動度を示す有機FET作製に有益な基礎知見を提供した。また、MDシミュレーションと組み合わせた薄膜成長のシミュレーション技術も構築した。

研究成果の概要(英文)：This study aims to establish a fabrication technique for organic semiconductor nanowires (NWs) with size controllability and enabling the construction of array structures on substrates.

This research was promoted with the aim of establishing NW fabrication technology for a wide variety of molecular systems with different p-type, n-type and HOMO-LUMO levels. The formation process of organic semiconducting NWs was experimentally investigated and molecular dynamics simulations were applied to clarify the crystal growth process of molecular solids and its control guidelines. In addition, the basic parameters of the organic semiconducting NW device fabrication technology were determined and a growth model was constructed in order to evaluate device properties such as transistor and emission properties of uniform organic semiconducting NWs arrayed on the fabricated substrate.

研究分野：有機薄膜成長

キーワード：ナノワイヤ 有機薄膜成長 斜入射X線回折 分子動力学シミュレーション 初期形成過程 ナノ構造評価 チエノチオフェン

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

### 1. 研究開始当初の背景

有機半導体ナノワイヤ (NW) は多値スイッチング素子、有機太陽電池、光共振器などへの応用が期待されている[図 1]。例えば、光共振器としてレーザ発振を実現のためには、NW 幅を 100~500nm の周期パターンを精密にサイズ制御して構築する必要がある[C. Zhang, *et al. JACS*, 2011, 133, 7276]。一方で、NW ベースの多値スイッチングには NW の幅が特性

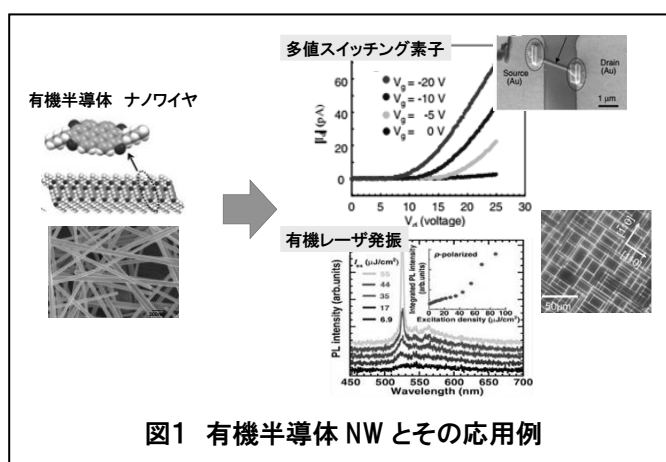


図1 有機半導体 NW とその応用例

に大きく影響することが明らかとなっており、特性制御にはワイヤ幅 100nm 以下の制御性が求められている [K. Seong-Jin, *Nanoscale Res. Lett.*, 2007, 2, 519]。しかし、従来のリソグラフィ技術では、UV 露光、プラズマエッチングなどのプロセスが有機材料の致命的なダメージを引き起こす。現時点でサイズ制御性を有し、配列の精密制御を可能とする有機半導体 NW の作製技術は確立していない。また、いまだに有機半導体として有望な材料であっても NW の作製自体の報告が無いものも多い。このように、有機半導体 NW の作製技術を確立することはデバイス応用上きわめて期待されている重要なテーマである。もし、有機半導体 NW の作製技術が確立できれば、特性ばらつきが小さく、微細な回路配線が容易となる。また、有機デバイスのナノ回路の実証や実用化に向けて大きく寄与が期待される。加えて、光共振器構造による電界駆動有機半導体レーザ実現にとっても重要な基礎技術となる。このように、有機半導体 NW の作製技術を確立することは、有機半導体 NW デバイスの物性研究を革新的に進める可能性を秘めている。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、デバイス応用可能性が有望な有機半導体材料に対し、サイズ制御性を有し、基板上に NW の配列構造の作製技術を確立することである。具体的には p 型、n 型、HOMO-LUMO 準位の異なる有機半導体に対し NW 作製技術の確立を目指す。これらの有機半導体はいずれも薄膜において電界効果移動度や発光など有望な材料である [N. Hiroshiba, *et al., Thin Solid Films*, 554, 2014, 74-77]。これらの有機半導体の NW 形成過程を系統的に調査し、物理モデルを適応した理論解析を行う事により、結晶成長過程とその作製指針を明らかにする。また、作製した基板上に配列した均一な有機半導体 NW の、ワイヤー本の伝導、トランジスタ特性、発光特性などデバイス物性を評価し、応用可能性を探る。

### 3. 研究の方法

酸化膜付きシリコン基板をアセトン、イソプロパノール、超純水でそれぞれ 5 分間の超音波洗浄を行った後、UV/O3 洗浄し実験に用いた。2、7-ジオクチル[1]ベンゾチエノ[3、2-b][1]ベンゾチオフェン (C8-BTBT)、ジナフト[2、3-b:2',3'-f]チエノ[3、2-b]チオフェン (DNFT)、N、N'-ジオクチル-3、4、9、10-ペリレンジカルボキシミド (PTCDI-C8)、 $\alpha$ -セキシチオフェン (6T) は真空チャンバー内 ( $10^{-5}$  Pa 以下) で K-cell を用いて蒸着により成膜した。当初計画にあった、5、5'-Bis((5-perfluorohexyl)thiophen-2-yl)-2,2'-bithiophene (DFH-4T) は、当初購入予定であった Polyera

社が取り扱いを終了しており、同等品を模索したが価格が高騰しており、優先度も高くないと考え、本研究の実施対象からは除外した。蒸着速度は水晶振動子膜厚計でモニタし、実際の膜厚の値から換算した。原子間力顕微鏡を用いて表面形状を測定した。薄膜は X 線回折装置を用い 2 $\theta$ - $\omega$  スキャン測定を行った。得られた X 線反射率から膜厚を評価した。また得られた回折ピークから基板垂直方向の面間隔を見積もった。また、SPring-8 (BL46XU)において斜入射 X 線回折 (GIXD) 測定を行い、薄膜からの In-plane 方向の回折を観測した。MD 計算には LAMMPS パッケージを用いた。分子の RESP 電荷の分布計算には GAMESS(6-31G/B3LYP)を用い、構造最適化後に電荷を割り当てた。分子の構築、計算モデル入力、シミュレーション結果の可視化には WINMOSTOR を使用した。MD 力場は Dreiling によって割り当て、真空中での分子の配向変化およびアモルファス Si 表面での DNTT 分子の配向変化を MD 計算によりシミュレーションした。

#### 4. 研究成果

最初、すでに報告している C8-BTBT では、平坦基板上で再現性良く layer-by-layer 成長する条件を見出し、ナノパターン上でナノワイヤ作製が再現できることを確認した。次に 6T、PTCDI-C8、DNTT について layer-by-layer 成長する条件を探索した。図 2 上に AFM 測定結果を示す。図からも明らかのように、いずれの分子も初期成長段階で layer-by-layer 成長した様子が確認でき、分子の高さに相当するステップテラス構造も確認できた。

次にナノパターン SiO<sub>2</sub> 表面上でのそれぞれの分子の成長様式を図 2 下に示す。この図からも明らかのように 6T、PTCDI-C8、DNTT いずれの分子系でもナノワイヤ成長を示す結果は得られなかった。これは蒸着分子

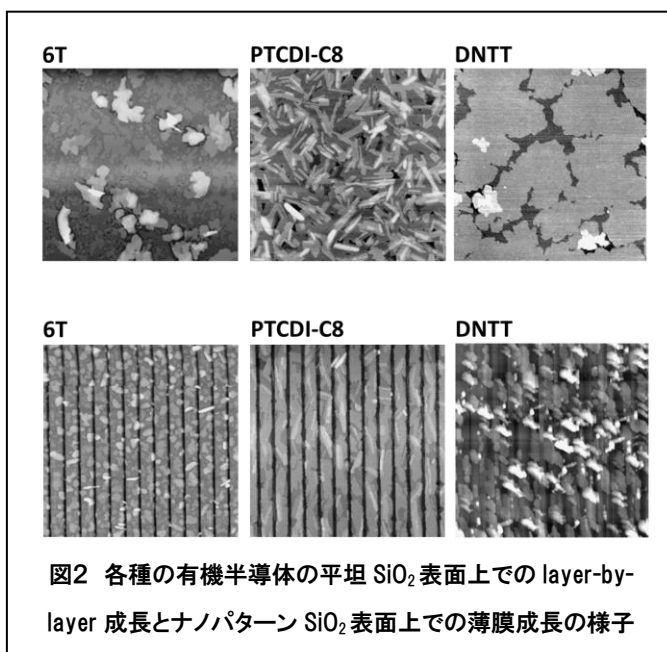
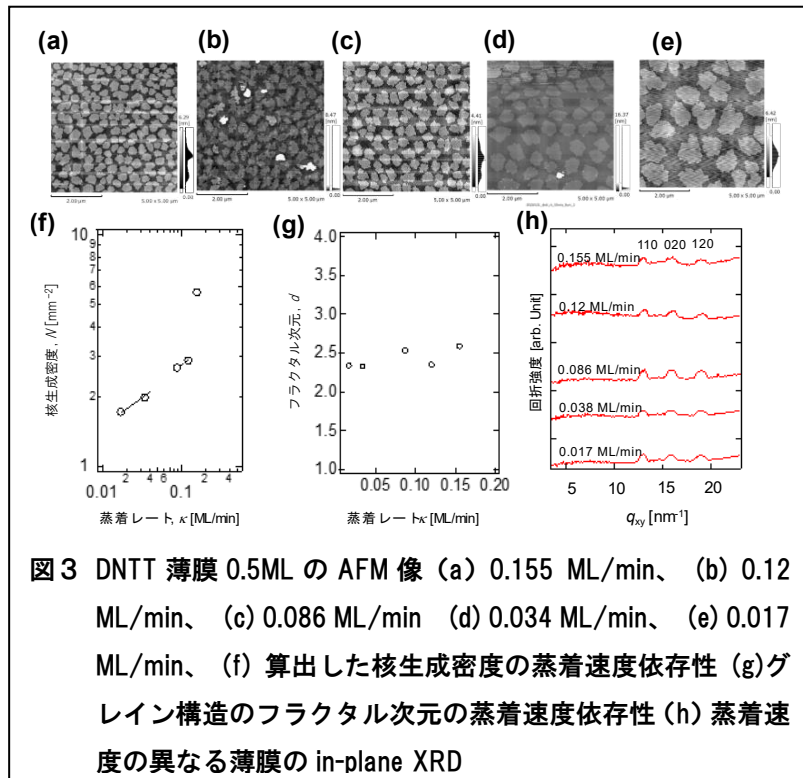


図2 各種の有機半導体の平坦 SiO<sub>2</sub> 表面上での layer-by-layer 成長とナノパターン SiO<sub>2</sub> 表面上での薄膜成長の様子

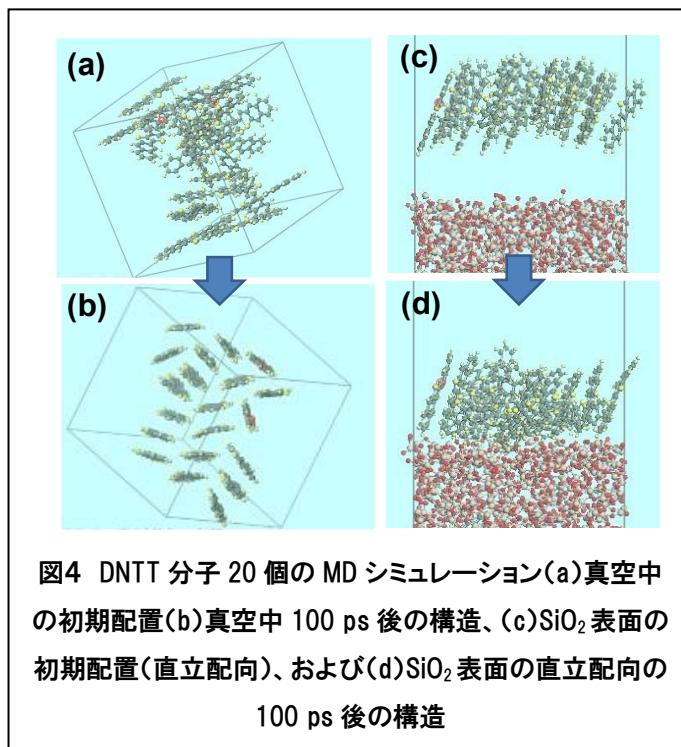
の基板との相互作用、分子同士の相互作用、基板のナノ形状によるステップ障壁、分子層のステップ障壁などが複雑に入り組んでいるためと考えられる。C8-BTBT はチエノチオフェン系でアルキル鎖をもつ構造をしており、他の分子とは異なる性質を持っている。例えば、今回試した PTCDI-C8 はアルキル鎖を末端に持っているが、チエノチオフェン系ほど分子間の相互作用は強くない。ステップ障壁の影響をうけて比較的配向に影響を受けているように見えるが、ナノワイヤ成長は見られなかった。そこで、ナノワイヤ成長には C8-BTBT におけるチエノチオフェン系の強い分子相互作用も強く影響を及ぼしており、末端のアルキル鎖による相乗効果ではないかと思われた。そこでナノワイヤ成長へ向けてより知見を得る為に、アルキル鎖を持たないチエノチオフェン系の DNTT 分子に着目し、その初期形成過程を深く調査した。

DNTT 成膜前に、QCM 成膜モニタの成膜速度が 1 時間以上変化しなくなるまで分子流量を安定させ、QCM 成膜モニタの値として約 3nm の厚さにサブ単層試料を成膜した。蒸着時の基板温度は 300K であった。作製したサンプルを AFM で観察したところ、DNTT 膜の被覆率は約 50% (0.5ML) であることがわかった。これらの値は、QCM 蒸着速度に依存せず、QCM 膜厚 3nm で一定の被覆率であった。実際の蒸着流量は、被覆



面積と蒸着時間から評価すると、0.155~0.017 ML/min であった。この時、被覆率算出には DNTT 垂直配向膜を仮定し、成膜時間で除したものを蒸着速度とした。いずれの場合も、DNTT は、基板表面の法線に対してわずかに傾いた DNTT 分子の単層に対応する、約  $1.6 \pm 0.2$  nm の典型的な高さのグレインを形成することが確認された[図 3(a-e)]。つぎに核生成密度の蒸着速度依存性を図 3(f)に示す。核生成密度は、グレインの数を測定面積で割って算出したものである。基板表面に到達する単位時間当たり DNTT 分子の減少により、核生成密度の減少が確認された。このことから、巨大結晶粒の成長には、蒸着速度が低い方が有利であることがわかります。核生成密度  $N$  の蒸着速度依存性は、スケーリング則<sup>[12-14]</sup>  $N \propto \kappa \delta \exp(\beta E_{nuclei})$  で記述される。ここで  $\kappa$  は蒸着速度、係数  $\delta$  は実験結果から決定されるパラメータ、 $\beta = \frac{1}{k_B T}$  は熱力学温度の逆数(逆温度)、 $E_{nuclei}$  は核生成に必要な活性化エネルギーを示している。この実験結果から求められた 0.12ML/min 以下の領域では SiO<sub>2</sub> 基板上 DNTT の場合の値 ( $\delta \cong 0.3$ )はペンタセン ( $\delta \cong 1.17$ ) やマイカ上のヘキサチオフェン(6Ts、 $\delta \cong 0.55$ )よりも小さい。この値は核生成に必要な分子の数を示しており、DNTT の場合、2 分子で核生成が起こる事を示している。これはペンタセンが 4~5 分子、6P で 3~4 分子必要なことと対照的である。一方で 0.155ML/min よりも早い蒸着速度領域では挙動が異なるようにも見え、さらなる検討が必要である。次に、フラクタル次元は蒸着速度依存性がみられず、また樹状パターンを形成しない同心円状に成長していることから、分子の拡散距離は比較的長く核生成密度 2[個/ $\mu\text{m}^2$ ]程度まで低くなっても十分拡散距離のほうが大きいことが推測される。最後に、in-plane 方法の XRD 結果からすべての DNTT 分子は核生成後 up-light 配向で垂直に直立して結晶成長が進行していることがわかった。

つぎに真空中での DNTT 分子の集合構造形成について MD シミュレーションを実施した。MD シミュレーションは、有機半導体の微細構造や移動度を評価するための強力な手法である[1-4]。図 4(a)、(c)は初期配置、(b)、(d)はそれぞれ 100ps 後の構造である。である。真空中のランダム配置された 20 分子の DNTT[図 4(a)]は、硫黄原子同士の強い相互作用により、100 ps 以内に報告されている結晶構造と同様のヘリンボン構造が形成された[図 4(b)]。次に、界面配向コンフォメーションのモデル計算として、アモルファス SiO<sub>2</sub> 表面に配置した計算構造から MD 計算を続行した。DNTT 分子の直立配向[図 4(c)]から、図 4(d)に示すように、100



ps 後もアモルファス SiO<sub>2</sub> 表面で計算上の DNTT 配向は維持されていた。この結果は、2D-GIXD の結果と一致する。初期層は安定した核形成を示し、薄膜成長は直立配向で開始された。

本研究ではナノパターン SiO<sub>2</sub> 表面上でのそれぞれの分子の成長様式を図 2 下に示す。この図からも明らかのように 6T、PTCDI-C8、DNTT いずれの分子系でもナノワイヤ成長を示す結果は得られなかった。ナノワイヤ成長には C8-BTBT におけるチエノチオフェン系の強い分子相互作用も強く影響を及ぼしており、末端のアルキル鎖による相乗効果ではないかと思われた。そこでナノワイヤ成長へ向けてより知見を得る為に、アルキル鎖を持たないチエノチオフェン系の DNTT 分子に着目し、その初期形成過程を深く調査した。DNTT の成長初期の実験結果から、核生成密度の蒸着速度依存性から、核生成には DNTT が 2 分子 (dimer) で充分であり、SiO<sub>2</sub> 上のペンタセンの成長に比べ、より少ない分子で核形成が可能であることを示した。ペンタセンの場合との顕著な違いは、DNTT が硫黄原子を持ち、従来のチオフェン分子と比較して剛直な分子骨格を持っていることに起因していることは合成当初から指摘されていたが、核形成に関しても大きく影響していることが明らかとなった。本研究では目的であったデバイス化へむけたナノワイヤ成長のために基礎的なパラメータを解明した。また詳細な物理パラメータも明らかとし、MD シミュレーションにより精密な有機薄膜の初期成長過程の解明とナノワイヤ成長機構へつながる知見を明らかとした。今後の On-terrace グラフォエピタキシを用いた有機ナノワイヤ成長や薄膜作製技術はデバイス応用上ますます重要な技術に発展していくことが期待できる結果となった。

#### 参考文献

- [1] Shuai, Zhigang, Geng, Hua and Xu, Wei, Liao, Yi and André, Jean-Marie, *Chem. Soc. Rev.*, 2014, **43**, 2662.
- [2] Jonathan Rivnay, Stefan C. B. Mannsfeld, Chad E. Miller, Alberto Salleo, and Michael F. Toney, *Chem. Rev.*, 2012, **112**, 5488.
- [3] Randall T. Cygan, Jian-Jie Liang, Andrey G. Kalinichev, *J. Phys. Chem. B*, 2004, **108**, 8614.
- [4] Makoto Yoneya, Masahiro Kawasaki, and Masahiko Ando, *J. Mater. Chem.*, 2010, **20**, 10397-10402.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Hiroshiba Nobuya, Kawano Yuta, Ongko Richard, Matsubara Ryosuke, Kubono Atsushi, Kojima Hirota, Koike Kazuto	4. 巻 220
2. 論文標題 Early Stage Growth Process of Dinaphtho[2,3 b:2',3' f]thieno[3,2 b]thiophene (DNTT) Thin Film	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 physica status solidi (a)	6. 最初と最後の頁 2300252
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pssa.202300252	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 Hiroshiba Nobuya, Kawano Yuta, Ongko Richard, Matsubara Ryosuke, Kubono Atsushi, Kojima Hirota, Koike Kazuto	4. 巻 220
2. 論文標題 Early Stage Growth Process of Dinaphtho[2,3 b:2',3' f]thieno[3,2 b]thiophene (DNTT) Thin Film	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 physica status solidi (a)	6. 最初と最後の頁 2370053
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pssa.202370053	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 Wada Hideo, Fukawa Taito, Toyota Kazuaki, Koyama Masatoshi, Hiroshiba Nobuya, Koike Kazuto	4. 巻 106
2. 論文標題 Characterization of the V02 thin films grown on glass substrates by MOD	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Electronics and Communications in Japan	6. 最初と最後の頁 e12403
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ecj.12403	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 Hiroshiba Nobuya, Makino Kanaru, Michibata Ryo, Hirofujii Yuichi, Koike Kazuto	4. 巻 143
2. 論文標題 Fabrication of an Enzyme Membrane for Creatinine Detection and Its Application to an Extended-Gate FET-Based Biosensor	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems	6. 最初と最後の頁 498-503
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejeiss.143.498	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 WADA Hideo、FUKAWA Taito、HIROSHIBA Nobuya、KOIKE Kazuto、KAWAHARA Masami	4. 巻 73
2. 論文標題 Low-Temperature Deposition of VO <sub>2</sub> Thin Films on Glass Substrates by MOD Method	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of the Society of Materials Science, Japan	6. 最初と最後の頁 172 ~ 177
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2472/jsms.73.172	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 Wada Hideo、Fukawa Taito、Toyota Kazuaki、Koyama Masatoshi、Hiroshiba Nobuya、Koike Kazuto	4. 巻 143
2. 論文標題 Characterization of the VO <sub>2</sub> Thin Films Grown on Glass Substrates by MOD	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Fundamentals and Materials	6. 最初と最後の頁 54 ~ 62
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejfms.143.54	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 Hiroshiba Nobuya、Akiraka Mitsuru、Kojima Hiroataka、Ohnishi Satoshi、Ebata Atsushi、Tsuji Hideto、Tanaka Saburo、Koike Kazuto、Ariyoshi Seiichiro	4. 巻 649
2. 論文標題 Broadband infrared absorption spectroscopy of low-frequency inter-molecular vibrations in crystalline poly(L-lactide)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physica B: Condensed Matter	6. 最初と最後の頁 414488 ~ 414488
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physb.2022.414488	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 Ohnishi S.、Hiroshiba N.、Ebata A.、Ohnishi B.、Tsuji H.、Tanaka S.、Ariyoshi S.	4. 巻 62
2. 論文標題 Broadband terahertz spectroscopy of enantiomeric polylactide	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SG1003 ~ SG1003
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/acaecf	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 Ariyoshi Seiichiro, Ohnishi Satoshi, Mikami Hikaru, Tsuji Hideto, Arakawa Yuki, Tanaka Saburo, Hiroshiba Nobuya	4. 巻 2
2. 論文標題 Temperature dependent poly(l-lactide) crystallization investigated by Fourier transform terahertz spectroscopy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Materials Advances	6. 最初と最後の頁 4630-4633
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d1ma00195g	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16件(うち招待講演 3件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 廣芝伸哉
2. 発表標題 有機薄膜の真空蒸着成膜：実験と計算からのアプローチ
3. 学会等名 第2回分子エレクトロニクス若手研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 道端 涼, 牧野 賀成, 楯 凱貴, 広藤 裕一, 廣芝 伸哉, 小池 一步
2. 発表標題 拡張ゲート電界効果トランジスターを用いたクレアチニンセンサーの作製( )
3. 学会等名 第83回応用物理学会秋季学術講演会 ( 東北大学 川内北キャンパス )
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣芝 伸哉, 河野 裕太, 塩見 天利, オンコ リチャード, 松原 亮介, 久保野 敦史, 小池 一步
2. 発表標題 低速蒸着法によるジナフトチエノチオフェン(DNTT)薄膜の成長過程
3. 学会等名 第83回応用物理学会秋季学術講演会 ( 東北大学 川内北キャンパス )
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 道端 涼, 牧野 賀成, 広藤 裕一, 廣芝 伸哉, 小池 一步
2. 発表標題 クレアチニンを対象とした拡張ゲート電界効果トランジスター型バイオセンサーの作製と性能評価
3. 学会等名 応用物理学会関西支部第1回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Nobuya Hiroshiba, Yuta Kawano, Richard Ongko, Kazuto Koike, Ryosuke Matsubara, Atsushi Kubono, and Hirotaka Kojima
2. 発表標題 Early stage growth process of dinaphtho[2, 3-b:2', 3'-f]thieno[3, 2-b]thiophene (DNTT) thin film by slow deposition method
3. 学会等名 The 13th International Conference on Nano-Molecular Electronics (ICNME2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣芝伸哉
2. 発表標題 on-terraceグラフォエピタキシとナノ構造作製
3. 学会等名 電気学会 エマージングフレキシブルデバイス材料技術調査専門委員会 第4回研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 廣芝伸哉
2. 発表標題 ポリ乳酸のテラヘルツ分光と分子動力学計算
3. 学会等名 応用物理学会 有機分子・バイオエレクトロニクス分科会 6月研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小池一步, 広藤裕一, 廣芝伸哉
2. 発表標題 拡張ゲート電界効果トランジスターを用いたバイオセンサー
3. 学会等名 令和3年電気関係学会関西連合大会, 同志社大学 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 牧野賢成, 平木健太, 道端涼, 広藤裕一, 廣芝伸哉, 小池一步
2. 発表標題 腎機能指標クレアチンを対象としたFET型バイオセンサー開発に向けた酵素膜の作製と評価
3. 学会等名 令和3年度日本材料学会半導体エレクトロニクス部門第一回研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 扶川泰斗, 林 翔太, 小池一步, 廣芝伸哉, 和田英男, 河原正美
2. 発表標題 MOD法によるNb, Ta添加VO <sub>2</sub> 成膜における相転移温度の低温化
3. 学会等名 第30回日本赤外線学会研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 北村 太慈, 山本 英資, 河野 裕太, 小池 一步, 丸山 伸伍, 廣芝 伸哉
2. 発表標題 有機メモリ応用を目指したHZOゲート絶縁膜上へのTIPS-ペンタセン成膜
3. 学会等名 国内会議 2024年第71回応用物理学会春季学術講演会 (東京都市大学 世田谷キャンパス)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 河野 裕太、北村 太慈、山本 英資、丸山 伸伍、小池 一步、廣芝 伸哉
2. 発表標題 対向ターゲット式スパッタ法で作製したHf0.5Zr0.5O2 薄膜上へのTIPS-Pentacene 薄膜作製と構造評価
3. 学会等名 応用物理学会関西支部 2023年度第3回講演会 ( 産業技術総合研究所 関西センター )
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 バイオセンサー応用を目指した溶液塗布熱分解法による酸化バナジウム薄膜の作製と高感度pHセンサー応用
2. 発表標題 楯 凱貴、道端 涼、山本 青依、広藤 裕一、小池 一步、良知 健、熊代 良太郎、廣芝 伸哉
3. 学会等名 国内会議 2024年第71回応用物理学会春季学術講演会 ( 東京都市大学 世田谷キャンパス )
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 河野裕太、北村太慈、山本英資、小池一步、丸山伸伍、廣芝伸哉
2. 発表標題 Hf0.5Zr0.5O2絶縁膜上へ溶液塗布成膜したTIPS-ペンタセン薄膜の構造評価
3. 学会等名 電気学会 電子材料研究会 ( グランフロント大阪ナレッジキャピタル カンファレンスルームB07 )
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 河野裕太、北村太慈、小池一步、丸山伸伍、廣芝伸哉
2. 発表標題 Hf0.5Zr0.5O2絶縁膜上へのTIPS-ペンタセン塗布成膜
3. 学会等名 第84回応用物理学会秋季学術講演会 ( 熊本城ホール )
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 楯 凱貴, 道端 涼, 山本 青依, 広藤 裕一, 熊代 良太郎, 小池 一步, 廣芝 伸哉
2. 発表標題 溶液塗布熱分解法による酸化バナジウム薄膜の作製と高感度pHセンサー応用
3. 学会等名 電気学会 電子材料研究会 ( グランフロント大阪ナレッジキャピタル カンファレンスルームB07 )
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

researchmap <a href="https://researchmap.jp/nhiroshiba/">https://researchmap.jp/nhiroshiba/</a> 大阪工業大学 OIT研究室ナビ (物質応用ナノシステム研究室) <a href="https://www.oit.ac.jp/laboratory/room/390">https://www.oit.ac.jp/laboratory/room/390</a> 大阪工業大学 物質応用ナノシステム (廣芝) 研究室 <a href="https://hiro48n.wixsite.com/hiroshiba-lab">https://hiro48n.wixsite.com/hiroshiba-lab</a>
---

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	熊代 良太郎  (Kumashiro Ryotaro)  (00396417)	東北大学・材料科学高等研究所・特任准教授   (11301)	
研究分担者	良知 健  (Rachi Takeshi)  (70521037)	地方独立行政法人神奈川県立産業技術総合研究所・機械・材料技術部・主任研究員   (82718)	

	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
研究協力者	河野 裕太  (Kawano Yuta)		大学院生

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	楯 凱貴  (Tate Yoshiki)		大学院生
研究協力者	北村 太慈  (Kitamura Daiji)		大学院生
連携研究者	小池 一步  (Koike Kazuto)  (40351457)	大阪工業大学・工学部・教授    (34406)	

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