

令和 6 年 5 月 10 日現在

機関番号：14403

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K05214

研究課題名（和文）ジアリールエテン・メモリスターアレイに基づくニューロモルフィックデバイス

研究課題名（英文）Neuromorphic device with an memristor array using diarylethenes

研究代表者

辻岡 強（Tsujioka, Tsuyoshi）

大阪教育大学・教育学部・教授

研究者番号：30346225

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：メモリスター機能を有する材料として、ジアリールエテン（DAE）の可能性を探索した。ニューロモルフィックデバイスとしてクロスバー構造電極が使用されることが多いが、DAEの機能であるMg蒸着選択性を利用して、マスクレス蒸着による4層3 $\mu\text{m}$ 幅クロスバー電極構造を実証した。また、金属蒸着選択性を実現する表面の条件（表面柔らかさと表面自由エネルギー）を解明し、Ag、Cu、Ni、Crなどの金属のマスクレスパターン形成を実証した。ニューロモルフィックデバイスの性能評価までは至らなかったが、付随して得られた研究成果として、有機膜表面におけるナノ・マランゴニ効果の発見とそれに基づく表面ガラス転移点評価がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

マスクレス蒸着による多層クロスバー電極形成は、まだ適用可能な金属種に課題を残すものの将来のAIエレクトロニクス分野におけるニューロモルフィックデバイス形成に向けた展開が期待される。多種金属種に対する蒸着選択性の実証は、様々なエレクトロニクスデバイスへの適用可能性を拓いたと言え、今後産業的な応用が期待される。有機膜表面におけるナノ・マランゴニ効果の発見に関しては、従来最表面のガラス転移点やその深さ分布が知られていなかったため新現象・手法として学術的意義は大きいと考えられる。

研究成果の概要（英文）：We studied the potential of diarylethene (DAE) as a material with memristor function. Crossbar structure electrodes are often used as neuromorphic devices. We demonstrated a four-layer, 3- $\mu\text{m}$ -wide crossbar electrode structure by maskless vacuum-deposition by utilizing selective Mg deposition, which is a function of DAE. We also clarified the surface conditions (surface softness and surface free energy) that achieve selective deposition for a variety of metals, and demonstrated maskless pattern formation of various metals such as Ag, Cu, Ni, and Cr. Although we were not able to evaluate the performance of neuromorphic devices, new research results include the discovery of the nano-Marangoni effect on the surface of organic films and the evaluation of the surface glass transition temperature based on it. We also found spontaneous movement of water-droplet on organic films having giant surface potential.

研究分野：機能性有機材料・デバイス

キーワード：メモリスター ジアリールエテン 金属蒸着選択性 表面ガラス転移点 マランゴニ効果 ガラス状態  
機能性有機材料

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

低消費電力のニューロモルフィックデバイスに基づく AI システムの構築が求められている。ニューロモルフィックデバイスを構成する要素として、メモリスターと呼ばれる素子が有望視されている。メモリスターとは、素子を電流が流れたときにその流れた電荷量を記憶して、それに対応して抵抗が変化するような素子であり、従来の記憶と演算の両方の機能を有するような素子である。ニューロモルフィック素子を集積化する方法として、線状の金属電極を、メモリスター層を挟み込む形でクロスバーアレイ構造にすることで、複雑につながる神経系を模倣する構造が検討されている。しかし構成要素であるメモリスター素子について、適切な材料や動作原理が限定されており、新しい材料が望まれていた。特に軽量化・フレキシブル化が可能な有機材料が有望視されていたが、材料候補としては限定的であった。またクロスバー構造の集積化・大規模化のためには電極の微細化と大面積のパターン化が必要であるが、従来手法の蒸着マスクによる形成では困難であった。

### 2. 研究の目的

本研究では、メモリスター機能を有する材料として、代表的フォトクロミック材料であるジアリールエテンの可能性を探索した。ジアリールエテンは電流注入によって異性化反応し、その注入量に応じて抵抗値が変化することが知られている。また、ジアリールエテンの特定種の分子は、異性化状態に応じてガラス転移点 ( $T_g$ ) が大きく変化し、金属蒸着時に金属原子の堆積性が変化するという機能 (金属蒸着選択性) を有する。この機能を用いてメモリスター素子の微細化・高密度化の実現可能性を探索する。最終的には集積化されたニューロモルフィックデバイスとしての性能を評価する。

### 3. 研究の方法

素子としての特性評価とともに、まずクロスバー電極構造の 2D メモリスターアレイを金属蒸着選択性による微細電極パターン形成手法を用いて作成する。この際の電極形成は、レーザー走査を用いた異性化パターン形成と Mg 蒸着選択性を活用し、線幅は  $10\ \mu\text{m}$  スケールで行う。次にエレクトロニクス分野で電極材料として多用される Ag や Cu において同様の検討をする。並行して、メモリスタージアリールエテン層と金属電極層を重ねて 3D 構造のデバイスを、DAE 層蒸着・レーザー走査・金属蒸着を繰り返すことで実現する。最後に得られた 3D ニューロモルフィックデバイスの電気的な入力・出力評価を行う。

### 4. 研究成果

#### (1) 集積型 3D メモリスター構造の検討

ジアリールエテンの Mg 蒸着選択性を利用した多層クロスバー構造デバイスを図 1A で示すプロセスで作成した。あらかじめ平行電極を形成したガラス基板に対して、(a)蒸着選択性を示すジアリールエテンを蒸着し、(b)さらに電流層安定性をもたらすために Cu を微量蒸着。(c)この表面を UV レーザー ( $\lambda = 365\text{nm}$ ) スポットで走査し、異性化パターンを形成。(d)さらに Mg をマスクレス蒸着した。この (a) ~ (d) のプロセスを電極方向が上下層で直交するように繰り返すことで、多層クロスバー構造を形成した。その結果、図 1B に示すように電極幅  $3\ \mu\text{m}$  で 4 層までの微細な多層化クロスバーアレイが形成できることを実証した。

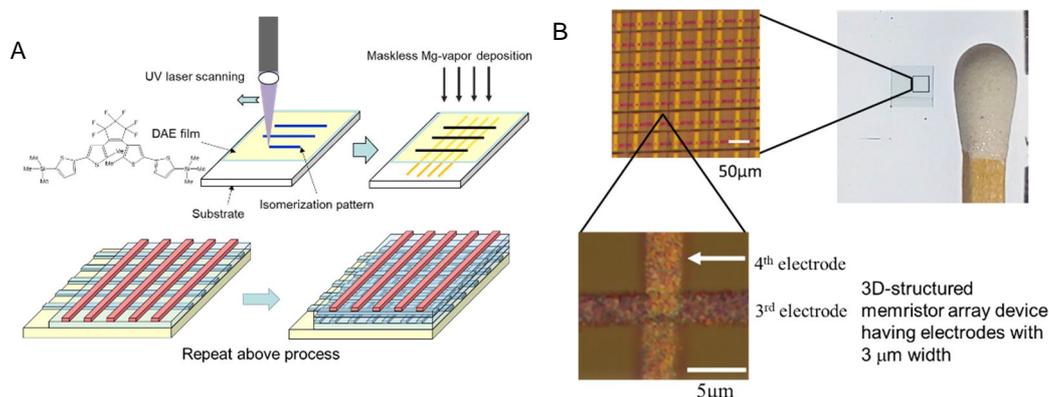


図 1 A. 多層クロスバーアレイの作成プロセス、B. 得られた幅  $3\ \mu\text{m}$  で 4 層構造のクロスバー電極

#### (2) 金属蒸着選択性の Ag、Cu への拡張性

メモリスター素子に限らずどんなエレクトロニクスデバイスにおいても、安定なデバイスを形成するには電極はMgよりも酸化されにくいAgやCuが望ましい。そこでAgやCuに対して金属蒸着選択性（金属原子の脱離）を生じさせる有機表面の物性について調べた。その際に偶然、低表面自由エネルギーを有するフッ素系の有機材料の中でも、撥水剤として用いられるものに比べ離型剤・防汚剤として用いられる材料が、極めて高い効率で種々の金属種に対して脱離性を示すことを発見した。特に金属脱離性に関しては、撥水性は関係が無く、親水性を示す材料でも大きなAgの脱離性を示す材料も存在した(図2 A、FS: 撥水剤、FG93、AGC-RA: 離型剤)。

様々な金属種に対する高い脱離性を確保するには、表面自由エネルギーの分散成分が小さい事 (<20 mJ/m<sup>2</sup>、図2 B)に加え、表面が柔らかいこと、又は表面分子がフレキシブルな構造を有していることの二点が重要である。表面の柔らかさが重要という点では、ジアリールエテンのMg蒸着選択性の研究で解明された点と一致する。

以上成果に基づいて、種々金属のマスクレス蒸着によるパターン形成を試みた。その結果、図3に示すように、AgやCuだけでなく、Crや磁性高融点金属であるNiにおいても、パターン形成可能であることが判明した。これにより金属蒸着選択性の応用範囲はさらに広がることを期待できる。(Adv.Mater.Interfaces, 2022, J.Vac.Sci.Technol.B, 2023)

今回の研究では、金属原子が効率よく脱離するための表面物性を明らかにし、種々金属パターンのマスクレス蒸着形成を実証したが、基板上への金属脱離パターン形成方法にはまだ課題が残る。ジアリールエテンの場合は、レーザー走査などによる微細パターンでの光異性化が使用できたが、フッ素系材料では利用できない。この材料系では、おそらくインクジェット法などの印刷法が有効な方法であろう。また有機エレクトロニクスデバイスへの応用を考えた場合、有機層表面へのフッ素系材料塗布時に下地有機層が受けるダメージの有無についても検討を要する。

### (3) 有機膜表面におけるナノ・マランゴニ効果

ジアリールエテンをメモリスター層とする素子では、電流注入による異性化を効率よく行うため、金属電極とジアリールエテン層の間にキャリア注入層を設ける。このための実験を行っている際に、ジアリールエテン表面に極微量（平均膜厚で1~3nmレベル）のルブレンを蒸着した際に、表面に多数の凹みが生じることを偶然発見した。そしてこの凹みが、ルブレ分子が表面で凝集し下地のジアリールエテンと混合することによる表面張力ゆらぎに基づくナノスケールのマランゴニ効果に基づくことを解明した(図4)。またこのナノ・マランゴニ効果は、有機膜がエンタルピー回復した状態で発生しやすい事、ジアリールエ

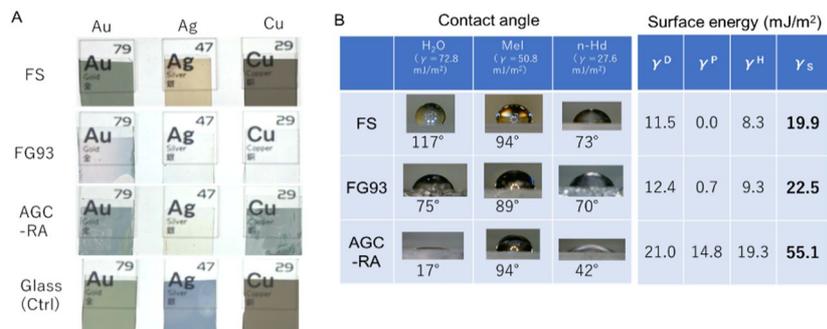


図2 A. Au, Ag, Cuの撥水剤(FS) 離型剤(FG93, AGC-RA)膜表面での脱離性、B. 各種液滴に対する接触角と表面自由エネルギーの各成分 ( $\gamma^D$ : 分散成分、 $\gamma^P$ : 極性成分、 $\gamma^H$ : 水素結合成分)。Adv.Mater.Interfaces, 2022.

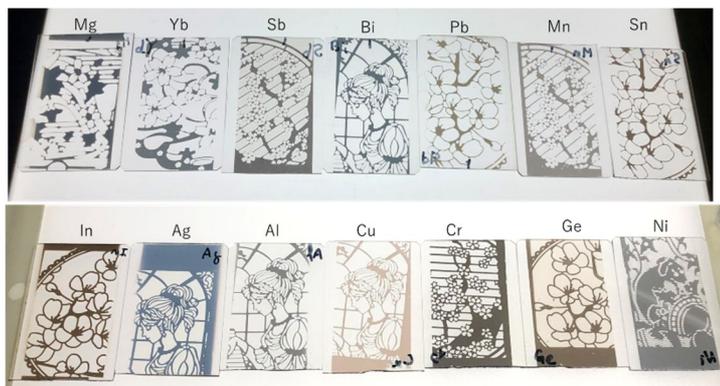


図3 種々金属のマスクレス蒸着によるパターン形成(スケールバー: 10mm), J.Vac.Sci.Technol.B, 2023.

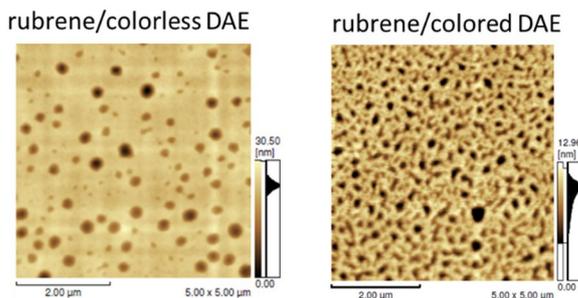


図4 ナノ・マランゴニ効果による表面の凹み

テンの場合は蒸着形成された当初の消色状態のエンタルピー回復状態が UV 照射による着色異性化反応しても保たれていることを解明した。

ガラス状態の有機膜表面の  $T_g$  は一般にバルク  $T_g$  よりも低いことはよく知られている。もし表面  $T_g$  が室温よりも低ければ、表面は過冷却液体状態で表面張力揺らぎによりマランゴニ流が発生し、凹みが生じることになる。そしてその凹みの深さは、その温度における液体状態の深さを反映する（図 5 A）。従ってこれにより、表面  $T_g$  の深さ分布を推定することが可能になる。このナノ・マランゴニ効果を用いて、基板温度を種々変化させ凹みの深さを測定した。そして基板温度に対する深さの分布をプロットした。その結果、表面領域での  $T_g$  分布は指数関数的に変化し、最表面  $T_g$  はバルク  $T_g$  よりも 100K ほど低いことが判明した（図 5 B）。このような定量的関係を実験的に明らかにしたのは、世界初と思われる。（*Small*, 2023, selected as Hot Topics）

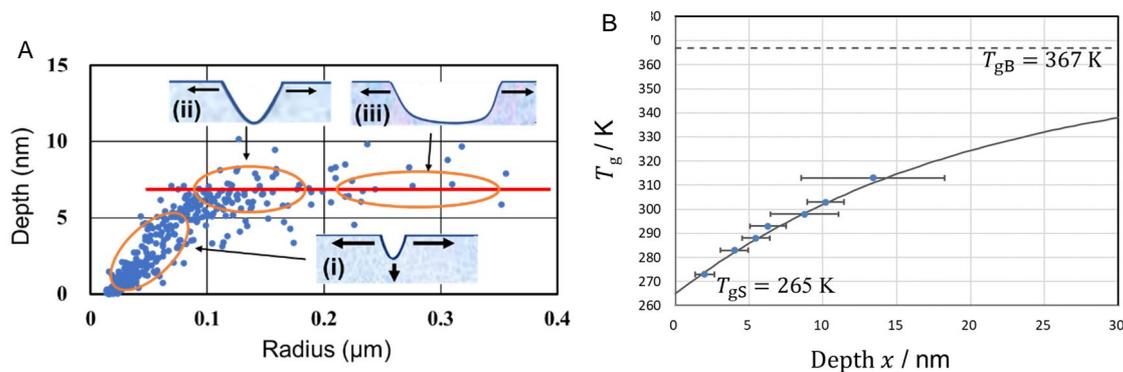


図 5 A. 各凹みにおける半径と深さの散布図、B. 表面領域における  $T_g$  と深さの関係, *Small*, 2023.

#### (4) その他

フッ素系有機膜の表面自由エネルギー評価のために液滴の接触角を測定している際、偶然表面の水滴が自発的に動く現象に遭遇した。その後の研究によりこの原因が、蒸着によって発生した巨大表面電位であることを明らかにした。ただし巨大表面電位が現れた表面では必ず水滴が動くというものではなく、いくつかの条件が必要であることが判明しつつある。この現象に関しては、継続して研究中である。

本研究の当初計画では、ジアリールエテンを用いたメモリスター素子を集積化し、ニューロモルフィックデバイスとしての性能評価まで行う予定であったが、途中で予期しない発見が多数生じたため、最終目標は達成できなかった。しかしこの予期せぬ発見は研究を新しい方向に導き、有機表面物性と機能に関する研究に新展開をもたらしたといえる。

## 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 0件/うちオープンアクセス 1件）

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| 1. 著者名<br>Tsujioka Tsuyoshi, Kusaka Hatsuka  | 4. 巻<br>9                       |
| 2. 論文標題<br>Metal Atom Desorption from Organofluorine Surfaces: What Factors Govern Desorption? | 5. 発行年<br>2022年                 |
| 3. 雑誌名<br>Advanced Materials Interfaces  | 6. 最初と最後の頁<br>2201096 ~ 2201096 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1002/admi.202201096   | 査読の有無<br>有                      |
| オープンアクセス<br>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<br>-                       |

|  |                   |
|--|-------------------|
| 1. 著者名<br>Dohi Megumi, Tsujioka Tsuyoshi   | 4. 巻<br>128       |
| 2. 論文標題<br>Metal-vapor atom behavior on thermocurable polydimethylsiloxane films | 5. 発行年<br>2022年   |
| 3. 雑誌名<br>Applied Physics A  | 6. 最初と最後の頁<br>606 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1007/s00339-022-05745-0                           | 査読の有無<br>有        |
| オープンアクセス<br>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<br>-         |

|   |                       |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名<br>辻岡 強  | 4. 巻<br>7             |
| 2. 論文標題<br>有機膜表面で制御される金属原子脱離現象とその応用                       | 5. 発行年<br>2022年       |
| 3. 雑誌名<br>Accounts of Materials & Surface Research (材料表面) | 6. 最初と最後の頁<br>119-127 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                            | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>-             |

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| 1. 著者名<br>Tsujioka Tsuyoshi, Kusaka Hatsuka, Shimotsu Arimi                                       | 4. 巻<br>39                    |
| 2. 論文標題<br>Molecule deposition in mask-shielded regions revealed by selective Mg vapor deposition | 5. 発行年<br>2021年               |
| 3. 雑誌名<br>Journal of Vacuum Science & Technology A  | 6. 最初と最後の頁<br>043202 ~ 043202 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1116/6.0000994   | 査読の有無<br>有                    |
| オープンアクセス<br>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<br>-                     |

|  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名<br>TSUJIOKA Tsuyoshi  | 4. 巻<br>66              |
| 2. 論文標題<br>Metal Atom Desorption from Organofluorine Surfaces ? Its Controlling Factors and Applications ? | 5. 発行年<br>2023年         |
| 3. 雑誌名<br>Vacuum and Surface Science   | 6. 最初と最後の頁<br>376 ~ 381 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1380/vss.66.376   | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |

|   |                     |
|---|---------------------|
| 1. 著者名<br>Tsujioka Tsuyoshi   | 4. 巻<br>41          |
| 2. 論文標題<br>Metal-pattern preparation based on selective deposition using soft organofluorine surfaces | 5. 発行年<br>2023年     |
| 3. 雑誌名<br>Journal of Vacuum Science & Technology B  | 6. 最初と最後の頁<br>52209 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1116/6.0002832   | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>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<br>-           |

|  |                       |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Tsujioka Tsuyoshi, Yamabayashi Keishi, Kotani Kazuma   | 4. 巻<br>20            |
| 2. 論文標題<br>Surface Glass Transition Temperature Region of Diarylethene Films Determined by Nano Marangoni Effect | 5. 発行年<br>2023年       |
| 3. 雑誌名<br>Small  | 6. 最初と最後の頁<br>2306145 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1002/smll.202306145   | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>-             |

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| 1. 著者名<br>Dohi Megumi, Tsujioka Tsuyoshi  | 4. 巻<br>62                    |
| 2. 論文標題<br>Surface enthalpy recovery/relaxation of organic films determined by Mg deposition property | 5. 発行年<br>2023年               |
| 3. 雑誌名<br>Japanese Journal of Applied Physics   | 6. 最初と最後の頁<br>121004 ~ 121004 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.35848/1347-4065/ad0e1d   | 査読の有無<br>有                    |
| オープンアクセス<br>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<br>-                     |

〔学会発表〕 計35件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 12件）

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>辻岡強、日下初花                                   |
| 2. 発表標題<br>真空蒸着法におけるフッ素系有機膜表面からの高効率金属原子脱離 脱離の支配因子について |
| 3. 学会等名<br>応用物理学会第70回春季学術講演会                          |
| 4. 発表年<br>2023年                                       |

|                                      |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>辻岡強、沈君偉、中村 振一郎            |
| 2. 発表標題<br>真空蒸着形成されたジアリールエテン膜の巨大表面電位 |
| 3. 学会等名<br>応用物理学会第70回春季学術講演会         |
| 4. 発表年<br>2023年                      |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>土肥愛実、辻岡強                         |
| 2. 発表標題<br>真空蒸着で作成した低分子有機膜の表面エンタルピー状態とMg蒸着性 |
| 3. 学会等名<br>応用物理学会第70回春季学術講演会                |
| 4. 発表年<br>2023年                             |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>山林恵士、小谷和馬、辻岡強                           |
| 2. 発表標題<br>ナノ・マランゴニ効果を用いたアモルファス・ジアリールエテン膜の表面Tg領域測定 |
| 3. 学会等名<br>応用物理学会第70回春季学術講演会                       |
| 4. 発表年<br>2023年                                    |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>西村明梨、辻岡強                         |
| 2. 発表標題<br>ジアリールエテンの蒸着選択性に基づく有機パターンのマスクレス形成 |
| 3. 学会等名<br>応用物理学会第83回秋季学術講演会                |
| 4. 発表年<br>2022年                             |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>中尾有紗、辻岡強                    |
| 2. 発表標題<br>真空蒸着法におけるフッ素系ポリマー表面からのAg脱離性 |
| 3. 学会等名<br>応用物理学会第83回秋季学術講演会           |
| 4. 発表年<br>2022年                        |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>山林恵土、小谷和馬、辻岡強                       |
| 2. 発表標題<br>有機アモルファス膜表面に生じるナノ・マランゴニ効果を用いた表面Tg評価 |
| 3. 学会等名<br>応用物理学会第83回秋季学術講演会                   |
| 4. 発表年<br>2022年                                |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Keishi Yamabayashi, Kazuma Kotani, Tsuyoshi Tsujioka |
| 2. 発表標題<br>Measurement of Surface Tg by Nano-Marangoni Effect   |
| 3. 学会等名<br>The 12th International Vacuum Congress (国際学会)        |
| 4. 発表年<br>2022年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Akari Nishimura, Tsuyoshi Tsujioka   |
| 2. 発表標題<br>Fine Organic Patterns obtained with maskless Vacuum Evaporation based on Selective Deposition of Diarylethenes |
| 3. 学会等名<br>The 12th International Vacuum Congress (国際学会)  |
| 4. 発表年<br>2022年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Tsuyoshi Tsujioka, Hatsuka Kusaka  |
| 2. 発表標題<br>3D-deposition of Metal Vapor based on Desorption from Soft Organofluorine Surfaces |
| 3. 学会等名<br>he 12th International Vacuum Congress (国際学会)                                       |
| 4. 発表年<br>2022年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Akari Nishimura, Tsuyoshi Tsujioka  |
| 2. 発表標題<br>Fabrication of fine organic semiconductor patterns using maskless vacuum evaporation based on selective deposition of diarylethenes |
| 3. 学会等名<br>12th International Symposium on Organic Molecular Electronics (国際学会)  |
| 4. 発表年<br>2022年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Arisa Nakao, Tsuyoshi Tsujioka                                       |
| 2. 発表標題<br>Efficient Ag-atom desorption from fluoropolymer surface              |
| 3. 学会等名<br>12th International Symposium on Organic Molecular Electronics (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2022年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Keishi Yamabayashi, Kazuma Kotani, Tsuyoshi Tsujioka                  |
| 2. 発表標題<br>Surface Tg region on organic films estimated by nano-Marangoni effect |
| 3. 学会等名<br>12th International Symposium on Organic Molecular Electronics (国際学会)  |
| 4. 発表年<br>2022年  |

|                                       |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>山林恵士、小谷和馬、辻岡強              |
| 2. 発表標題<br>有機膜表面でのナノ・マランゴニ効果による表面Tg評価 |
| 3. 学会等名<br>応用物理学会関西支部講演会              |
| 4. 発表年<br>2022年                       |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Tsuyoshi Tsujioka  |
| 2. 発表標題<br>Organic semiconductor memory device prepared by selective metal-vapor deposition/absorption of photochromic diarylethene films |
| 3. 学会等名<br>The 10th East Asia Symposium on Functional Dyes and Advanced Materials (招待講演) (国際学会)   |
| 4. 発表年<br>2021年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Akari Nishimura, Tsuyoshi Tsujioka  |
| 2. 発表標題<br>Fabrication of Fine 3D-crossbar Electrodes using Light-controlled Selective Metal-vapor Deposition of Photochromic Diarylethenes                            |
| 3. 学会等名<br>4th International Conference on Memristive Materials, Devices & Systems - The Fusion of Digital and Analog: Opening New Horizons in ICT, AI, and IoT (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2021年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Keishi Yamabayashi、Tsuyoshi Tsujioka  |
| 2. 発表標題<br>Photochromic Diarylethenes as Memristive Materials  |
| 3. 学会等名<br>4th International Conference on Memristive Materials, Devices & Systems - The Fusion of Digital and Analog: Opening New Horizons in ICT, AI, and IoT (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2021年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>西村明梨、辻岡強                             |
| 2. 発表標題<br>UV硬化性ポリジメチルシロキサンの金属蒸着選択性を用いたAgパターン形成 |
| 3. 学会等名<br>光化学討論会                               |
| 4. 発表年<br>2021年                                 |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>西村明梨、辻岡強                                |
| 2. 発表標題<br>ジアリールエテンのMg蒸着選択性と酸エッチングに基づくマテリアルパターンニング |
| 3. 学会等名<br>光化学討論会                                  |
| 4. 発表年<br>2021年                                    |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>日下初花、下津有未、辻岡強                             |
| 2. 発表標題<br>ジアリールエテンのMg蒸着選択性によって明らかにされた蒸着マスク下への微量分子堆積 |
| 3. 学会等名<br>光化学討論会                                    |
| 4. 発表年<br>2021年                                      |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>小谷和馬、辻岡強                     |
| 2. 発表標題<br>アモルファス・ジアリールエテン膜表面のナノマランゴニ効果 |
| 3. 学会等名<br>第40回 固体・表面光化学討論会             |
| 4. 発表年<br>2021年                         |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>小谷和馬、山林恵士、辻岡強                    |
| 2. 発表標題<br>ナノ・マランゴニ効果を用いた有機アモルファス膜の表面Tg領域評価 |
| 3. 学会等名<br>応用物理学会第69回春季学術講演会                |
| 4. 発表年<br>2022年                             |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>山林恵士、小谷和馬、辻岡強                    |
| 2. 発表標題<br>ナノ・マランゴニ効果を用いた有機アモルファス膜の表面Tg領域評価 |
| 3. 学会等名<br>応用物理学会第69回春季学術講演会                |
| 4. 発表年<br>2022年                             |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Tsuyoshi Tsujioka, Hatsuka Kusaka   |
| 2. 発表標題<br>Selective Metal-Vapor Deposition for Electrode Preparation in Electronics using Soft Organofluorine Surfaces      |
| 3. 学会等名<br>The 9th International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2023年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Keishi Yamabayashi, Kazuma Kotani, Tsuyoshi Tsujioka  |
| 2. 発表標題<br>Surface Tg region of amorphous diarylethene films evaluated by nano Marangoni effect                              |
| 3. 学会等名<br>The 9th International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2023年  |

|                                  |
|----------------------------------|
| 1. 発表者名<br>辻岡強、沈君偉、中村振一郎         |
| 2. 発表標題<br>蒸着ジアリールエテン膜に現れる巨大表面電位 |
| 3. 学会等名<br>光化学討論会2023            |
| 4. 発表年<br>2023年                  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>辻岡強、山林恵士、小谷和馬                                 |
| 2. 発表標題<br>エンタルピー回復状態のジアリールエテン膜表面におけるナノ・マランゴニ硬化と表面ガラス転移点 |
| 3. 学会等名<br>光化学討論会2023                                    |
| 4. 発表年<br>2023年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>辻岡強  |
| 2. 発表標題<br>有機膜を用いた金属蒸着選択性-金属原子脱離の支配因子とメタルパターンのマスクレス蒸着形成 |
| 3. 学会等名<br>応用物理学会第84回秋季学術講演会                            |
| 4. 発表年<br>2023年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Tsuyoshi Tsujioka  |
| 2. 発表標題<br>Selective metal deposition using soft organic surfaces - Its principle and application prospects - |
| 3. 学会等名<br>The 11th East Asia Symposium on Functional Dyes and Advanced Materials (招待講演) (国際学会)               |
| 4. 発表年<br>2023年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>西村明梨、辻岡強   |
| 2. 発表標題<br>Fine Ag patterning on organic surface based on selective deposition using perfluoropolyether |
| 3. 学会等名<br>日本表面真空学会学術講演会JVSS2023  |
| 4. 発表年<br>2023年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>辻岡強   |
| 2. 発表標題<br>Metal pattern formation based on selective deposition using soft organofluorine materials |
| 3. 学会等名<br>日本表面真空学会学術講演会JVSS2023   |
| 4. 発表年<br>2023年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>T. Tsujioka, H. Kawashima, K. Koike, N. Matsumoto, J-W. Shen, S. Nakamura |
| 2. 発表標題<br>Giant surface potential of vapor-deposited diarylethene films             |
| 3. 学会等名<br>10th International Symposium on Photochromism ISOP 2023                   |
| 4. 発表年<br>2023年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>辻岡強、沈君偉、中村振一郎                    |
| 2. 発表標題<br>ジアリールエテン真空蒸着膜の巨大表面電位の環境条件による劣化因子 |
| 3. 学会等名<br>日本化学会年会                          |
| 4. 発表年<br>2024年                             |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>辻岡強、沈君偉、中村振一郎               |
| 2. 発表標題<br>ジアリールエテン膜に現れる巨大表面電位の蒸着条件依存性 |
| 3. 学会等名<br>応用物理学会春季学術講演会               |
| 4. 発表年<br>2024年                        |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>辻岡強、川島弘之、小池健仁、松本直樹、沈君偉、中村振一郎 |
| 2. 発表標題<br>フッ素化されたアダマンタン誘導体蒸着膜の巨大表面電位   |
| 3. 学会等名<br>応用物理学会春季学術講演会                |
| 4. 発表年<br>2024年                         |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

分子ナノ光学研究室  
<http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~tsujioka/nanooptics.htm>

6. 研究組織

|  |                           |                       |    |
|--|---------------------------|-----------------------|----|
|  | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号) | 所属研究機関・部局・職<br>(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 |
|---------|---------|