

令和 3 年 6 月 28 日現在

機関番号：32616

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K05256

研究課題名(和文) 低電圧駆動有機トランジスタの駆動原理解明とセンシングデバイスへの応用

研究課題名(英文) Investigation on operation mechanism of low-voltage organic field-effect transistors and its application to development of sensing device

研究代表者

酒井 平祐 (Sakai, Heisuke)

国土館大学・理工学部・准教授

研究者番号：30580401

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：低電圧駆動有機トランジスタの駆動原理を解明する研究に関して、半導体材料の結晶性を改善することが低電圧化へ有効であることが実験から示唆された。一方で、OTFT中のヘテロ界面(高分子と低分子界面、半導体層と絶縁層界面)や半導体層内部に存在するキャリアトラップの定量的評価は予定どおりには進められなかった。この点については引き続き、研究を続けていく予定である。一方で、絶縁体材料については、低電圧化に繋がる有望な材料を発見することができた。センシングデバイスへの応用に関しては、素子のフレキシブル化にも成功した。圧力以外にひずみを測定できる素子の開発にも成功している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

電子機器の駆動に必要なトランジスタ等の電子デバイスが低電圧で動くことと電子機器の低消費電力化に直結するため、トランジスタの低電圧化は重要な研究開発課題となる。本研究では、有機半導体材料を用いた有機トランジスタが低電圧で駆動するための機構の解明を目指した。本研究を通して、半導体材料の高結晶化と適切な絶縁層材料の選択が有機トランジスタの低電圧化に有望であるという結果が示唆された。絶縁層材料については、生物由来材料において有望な材料を発見することができた。このような材料をトランジスタに応用することで、環境負荷の小さいデバイスの作製に繋がる。柔軟なセンサーの開発はウェアラブル機器などへの応用が期待される。

研究成果の概要(英文)：Through the research to investigate the operation mechanism of the low-voltage Organic thin-film transistors (OTFT), our result suggested the crystallinity of the semiconductor layer is key to the low-voltage operation of the OTFT. On the other hand, the quantitative evaluation of the hetero interface (polymer-small molecule interface, semiconductor layer-insulating layer interface) and carrier traps existing inside the semiconductor layer in the OTFT did not proceed as planned. We will continue to study this point. With regard to investigation on choice of insulator materials, we were able to discover promising materials that would lead to low voltage operation of OTFTs.

Regarding the application of OTFTs to sensing devices, the flexible OTFT based sensors have been successfully fabricated, such as pressure sensors and strain sensors.

研究分野：有機エレクトロニクス

キーワード：有機薄膜トランジスタ 有機半導体 高分子絶縁膜

1. 研究開始当初の背景

スマートフォン、車の追突防止機構やウェアラブルデバイスなどで見受けられるように、現在、センサを搭載した製品は生活空間やインフラのあらゆるところに配置され、人々の健康や安全を保障し、趣味や快適を手助けするために必要なキーデバイスとなっている。今後さらにセンサの技術開発と応用展開が進み、目的や応用分野に応じてセンサの多様化が進むと考えられている。特に有機材料を用いたセンサの研究分野では、人体との親和性が良く柔軟性に優れる点や印刷による大面積化プロセスへの適応性が高いといった点が有機物を用いることの利点と考えられている。これらの利点を活かすために、この研究分野では対象物の温度、振動、圧力といった物理量を点では無く面でセンシングするためのセンサシートの研究が盛んである^{1,2)}。ここでは、例えば 10 cm 各程度の基板の上に複数個のセンサを縦と横に格子状に並べて配置し、その上にある対象物の温度や振動、圧力といった信号を複数個のセンサで同時計測して、それらの面内分布を得る。これらは将来的に人工皮膚や感圧シートといった医療や健康、介護分野への応用が想定されている。

申請者はこのようなセンサシートの開発を目指した感圧センサに関する研究を平成 28-29 年度の科研費(若手 B)にて進めてきた。この研究では、センサの感圧部に加わった圧力を OTFT によって電気信号に変換して出力する。このように OTFT を応用したセンサではその駆動電圧を 5 V 程度に下げることが、応用へ向けた解決すべき課題の 1 つであった。申請者らは架橋した高分子を絶縁層に用い、半導体層に低分子有機半導体と高分子の相分離を利用することで 3 V で駆動する OTFT を作製した(図 1)。この OTFT を独自に考案した構造である Dual-gate 構造のセンサへと発展させた(図 2)。図のように Gate 電極を 2 つ有するセンサのため Dual-gate 構造と呼ばれる。この素子は高分子圧電体と電極からなる感圧部に圧力を印加し、誘起された分極を用いて OTFT の出力電流を変調する。センサに加わった圧力は OTFT からの出力電流の変化として読み取るため、OTFT の駆動電圧がセンサの駆動電圧となる。我々は 3 V 駆動の OTFT を採用し、センサを 3V で駆動させることができた。加えて、圧力印加(100 kPa)に対して、3 桁以上の電流変調を実現した³⁾。比較として作製した 100 V 駆動の OTFT を用いた場合には、圧力応答は 1

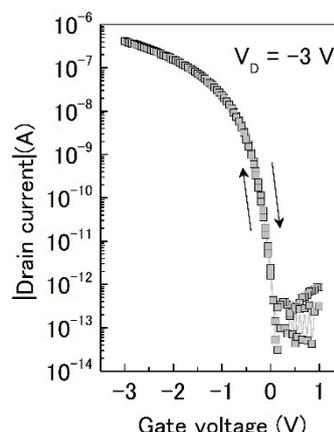


図 1 低電圧駆動 OTFT の伝達特性

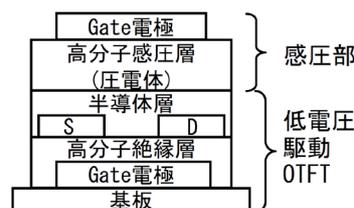


図 2 Dual-gate 構造の感圧センサの模式図 (S:Source 電極、D:Drain 電極)

桁程度であった⁴⁾。この結果は低電圧駆動 OTFT の開発がセンサの低電圧駆動化に必須であることを意味している。ウェアラブルデバイスなどへの応用を考えると低駆動電圧と圧力に対する大きな応答の両立が必要不可欠であることから、申請者が独自に開発した Dual-gate 型センサは有望な素子であると言える。それゆえ、このトップデータ相当の素子特性を再現性良く出し続けることは今後の研究課題であり、さらなる素子特性の改善へ向けて、原理の理解に基づく素子作製プロセスの確立と材料選択の指針を示し、研究を進展させていく必要がある。

References:

- 1) X. Rwen , *et al.*, *Adv.Mater.*, **28**(2016)4832
- 2)Y. Watanabe , *Jpn.J.Appl.Phys.*, **53**(2014)05HB15
- 3)Y. Tsuji, *et al.*, *Appl. Phys. Express*, **10**(2017)021601
- 4)H. Sakai, *et al.*, *IEICE Transactions on Electronics*, **E100-C** (2017)126

2. 研究の目的

本研究では、低分子半導体と高分子の相分離を利用した OTFT が低電圧で駆動する理由を明らかにし、その駆動原理の理解に基づく OTFT の合理的な作製指針を明らかにする。この知見を基に、OTFT の解決すべき課題の 1 つであった低電圧駆動化に必要となる具体的な材料選定と作製プロセスの指針を示すこと、加えて OTFT の応用であるセンサへの展開を図ることを目的とする。OTFT の低電圧駆動化は解決すべき研究課題であり、駆動原理の解明は学術への寄与も大きい。加えて、柔軟な有機デバイスが低電圧駆動化することにより省エネや安全性の面からもウェアラブルデバイスなどへ応用可能になるという点から社会への波及効果も大きい。このように本研究では学術と社会へ貢献する成果を挙げることを目指している。

3. 研究の方法

本研究は、前述の通り OTFT の低電圧駆動化に関する原理解明と応用展開を進める。この目的を達成するために研究を 3 つのワークパッケージ(WP)に分けて進める。

【WP1:既存素子の作製と評価】 現行の作製条件や材料の組み合わせをベースとして OTFT を作製し、変位電流法、熱刺激電流(TSC)測定法を用いてキャリアトラップを定量的に評価する。同時に断面 TEM、AFM や顕微 Raman 分光法を用いてヘテロ界面での薄膜層の構造解析や分子の配向解析からキャリアトラップの生成に寄与する構造や分子配向の乱れを評価する。

【WP2:材料系の新規開拓】 有機半導体材料の選択肢の種類は非常に限られているため、絶縁層に用いる高分子材料に注目して研究を進める。特に高分子の化学構造や分子量、プロセスでの架橋処理や成膜条件をパラメーターとして、WP1 と同様な評価を進め、OTFT の低電圧駆動の合理的な材料選択やデバイス作製の指針を明らかにする。

【WP3:センサへの応用】 WP1 で得られた OTFT や WP2 で新たに低電圧化に成功した OTFT を用いて、我々のこれまでの報告より高性能な 100 kPa の印加で電流変調が 10^4 以上を再現良く実現でき、さらにそれが 10 cm 角のセンサシートとして駆動することを到達目標とする。

4. 研究成果

(1)フレキシブル有機トランジスタ型圧力センサの開発

この内容は、研究成果一覧で示した論文のうち、“T. Ishikawa, H. Sakai and H. Murata, "Fabrication of the flexible dual-gate OFET based organic pressure sensor", *IEICE Transactions on Electronics*, E102-C, pp.188-191, 2019.”にて報告した内容となっている。一部の図は当該論文より引用している。

これまで、医療や介護分野への応用を目指して、柔軟で装着感の無い感圧センサ作製に向けた研究を進めている。独自の Dual-gate 型圧力センサを開発し、5 V 以下の低電圧駆動と高い圧力応答の両立に成功した。この研究をさらに進めるために、素子のフレキシブル化に取り組んだ。フレキシブル基板の上に Dual-gate 有機薄膜トランジスタを作製し、このトランジスタを用いて Dual-gate 有機薄膜トランジスタ型圧力センサを作製した (図 3)。フレキシブル基板上に作製した有機薄膜トランジスタの性能はガラス上に作製した有機薄膜トランジスタと同等であった。加えて、フレキシブルな有機薄膜トランジスタを曲げた状態 (曲率半径 1 cm) で測定しても、曲げる前と比べて性能に変化は無かった (図 4)。このトランジスタを用いた Dual-gate 有機薄膜トランジスタ型圧力センサの性能を評価した結果、ガラス基板上に作製した圧力センサと同程度の特性を示すことがわかった。

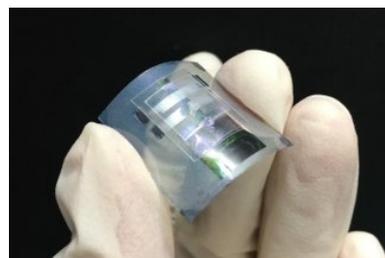


図 3 フレキシブルな Dual-gate 有機薄膜トランジスタ型圧力センサ

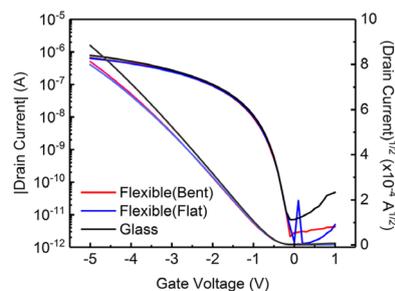


図 4 ガラス基板上やフレキシブル基板上に作製した有機薄膜トランジスタの伝達特性

(2)フレキシブル有機トランジスタ型ひずみセンサの開発

この内容は、学術雑誌では未報告の内容 (論文執筆中) である。論文投稿時の著作権問題への懸念があるため、学術雑誌への投稿時に公開予定の図表やデータについては、ここでの公開は割愛した。

これまで進めてきた Dual-gate 構造を持つ有機薄膜トランジスタ型センサの応用展開として、圧力以外の物理量の検出に取り組んだ。具体的には、ロボットの屈曲や構造物のひずみの検出に応用されるひずみを Dual-gate 構造の有機薄膜トランジスタを応用して検出することを目指した。報告 (1) と同様にフレキシブル基板上に有機薄膜トランジスタを作製し、そのトランジスタを用いて Dual-gate 型ひずみセンサの開発に取り組んだ。その結果、曲率が 1 cm 程度やそれ以下の屈曲に対し、トランジスタの電流値が変調されることを見出した。素子にかかったひずみは最大で 0.01 % また、素子が屈曲されている状態から初期状態へ戻すと、変化した電流値は初期値に戻ることもわかった。報告 (1) で明らかになっているとおり、これらの電流の変化はトランジスタの素子特性に依頼するものではない。Dual-gate 構造に用いた圧電層にひずみが加わったことで発生した電界がこれらの電流特性の変化を引き起こしたと考えられる。これら成果について、学術雑誌への投稿準備を進めるとともに、素子性能のさらなる高性能化や素子の駆動メカニズムの詳細な解明について、引き続き研究を進めている。

(3)有機トランジスタ型圧力センサの駆動原理

この内容は、研究成果一覧で示した論文のうち、“O. O. Osinimu, H. Sakai, Y. Ishii, and H. Murata, “Investigation of the sensing mechanism of dual-gate low-voltage organic transistor based pressure sensor”, Org. Electron.75, 105431, 2019.”にて報告した内容と

なっている。一部の図は当該論文より引用している。

独自に開発した Dual-gate 有機薄膜トランジスタ型圧力センサの動作機構を明らかにした論文である。Dual-gate 有機薄膜トランジスタのトップゲート絶縁層に①強誘電成功分子を用いた素子、②強誘電体ではない高分子絶縁体を用いた素子を作製し、その動作特性を比較・解析した。これらの素子において、ボトムゲートや半導体層は同じ構造のものを用いており、動作特性にトップゲート以外に差異は無い。前者では素子に対する圧力の印加により、トランジスタの閾値電圧はシフトする (図 5)。それに対して、後者の素子ではトップゲート電極からの電圧印加によりトランジスタの閾値電圧はシフトする (図 6)。これらの結果から圧電体の圧電定数を算出した。加えて、素子の動作特性解析結果から得られた強誘電性高分子の圧電定数と圧電性高分子薄膜単体の物性解析から得られた圧電定数を比較し、この圧力センサの動作機構を解析した。この論文により、動作機構が圧電性高分子薄膜からの電荷発生によるものであることが明らかになった。

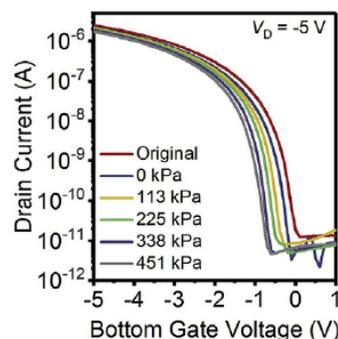


図 5 Dual-gate 有機薄膜トランジスタ型圧力センサへの圧力印加と閾値電圧のシフト

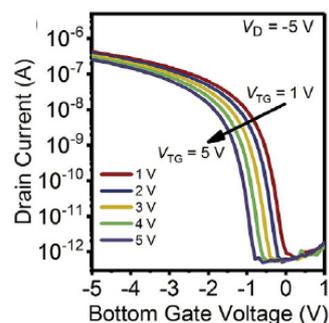


図 6 Dual-gate 有機薄膜トランジスタへのトップゲート電圧 (V_{TG}) 印加と閾値電圧のシフト

(4) 生物由来材料を用いた低電圧駆動有機トランジスタ

この内容は、学術雑誌では未報告の内容 (論文執筆中) である。論文投稿時の著作権問題への懸念があるため、学術雑誌への投稿時に公開予定の図表やデータについては、ここでの公開は割愛した。

これまで Dual-gate 型圧力センサに応用してきた有機トランジスタは 5 V 以下の低電圧で駆動するが、絶縁層の形成には UV 照射などの複雑な作製プロセスが必要であった。そのように煩雑なプロセスを経て作製される結果として、素子特性の安定性 (再現性の高さ) に欠けることが多かった。このことを改善するために、より簡易なプロセスで薄膜を作製可能でありかつ、有機トランジスタの低電圧駆動を実現可能な材料の探索を実施した。材料のうち、植物由来高分子にて有望な材料が見つかった。その材料を用いた有機トランジスタでは UV 照射などの複雑な作製プロセスが必要ではないにもかかわらず、既存の有機トランジスタと同等の 5 V 以下の低電圧で駆動し、素子の性能も同等であった。これら成果について、学術雑誌への投稿準備を進めるとともに、素子性能のさらなる高性能化や類似材料を用いた有機トランジスタの作製などについて、引き続き研究を進めている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Ishii Yuya, Kurihara Shintaro, Kitayama Ryusei, Sakai Heisuke, Nakabayashi Yuji, Nobeshima Taiki, Uemura Sei	4. 巻 28
2. 論文標題 High electromechanical response from bipolarly charged as-electrospun polystyrene fiber mat	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Smart Materials and Structures	6. 最初と最後の頁 08LT02 ~ 08LT02
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-665X/ab2e3a	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 Ogunleye Olamkunle Osinimu, Sakai Heisuke, Ishii Yuya, Murata Hideyuki	4. 巻 75
2. 論文標題 Investigation of the sensing mechanism of dual-gate low-voltage organic transistor based pressure sensor	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organic Electronics	6. 最初と最後の頁 105431 ~ 105431
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.orgel.2019.105431	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 Nakabayashi Yuji, Sakai Heisuke, Suzuki Ryoichi, Yamada Satoru	4. 巻 58
2. 論文標題 Formation of silver particles for SERS spectroscopy by mist chemical vapor deposition method	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 120908 ~ 120908
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1347-4065/ab5482	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 Dao Toan Thanh, Sakai Heisuke, Ohkubo Kei, Fukuzumi Shunichi, Murata Hideyuki	4. 巻 77
2. 論文標題 Low switching voltage, high-stability organic phototransistor memory based on a photoactive dielectric and an electron trapping layer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organic Electronics	6. 最初と最後の頁 105505 ~ 105505
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.orgel.2019.105505	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 ISHIKAWA Tatsuya, SAKAI Heisuke, MURATA Hideyuki	4. 巻 E102.C
2. 論文標題 Fabrication of the Flexible Dual-Gate OFET Based Organic Pressure Sensor	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Electronics	6. 最初と最後の頁 188 ~ 191
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transele.2018OMS0013	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 LLOYD Savanna, TANIGAWA Tatsuya, SAKAI Heisuke, MURATA Hideyuki	4. 巻 E102.C
2. 論文標題 Patterning of OLED Glass Substrate for Improving Light Outcoupling Efficiency	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Electronics	6. 最初と最後の頁 180 ~ 183
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transele.2018OMS0010	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 YAMASHITA Sayaka, SAKAI Heisuke, MURATA Hideyuki	4. 巻 E102.C
2. 論文標題 Application of Gold Powder Made from Gold Leaf for Conductive Inks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Electronics	6. 最初と最後の頁 176 ~ 179
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transele.2018OMS0009	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 ABE Yasuyuki, SAKAI Heisuke, DAO Toan Thanh, MURATA Hideyuki	4. 巻 E102.C
2. 論文標題 Control of Threshold Voltage and Low-Voltage Operation in Organic Field Effect Transistor	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Electronics	6. 最初と最後の頁 184 ~ 187
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transele.2018OMS0012	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 Ishii Yuya, Omori Keisho, Sakai Heisuke, Arakawa Yuki, Fukuda Mitsuo	4. 巻 3
2. 論文標題 Versatile Approach for Reducing Propagation Loss in Wet-Electrospun Polymer Fiber Waveguides	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 6787 ~ 6793
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.8b00835	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 Nobeshima Taiki, Ishii Yuya, Sakai Heisuke, Uemura Sei, Yoshida Manabu	4. 巻 57
2. 論文標題 Electrospun poly(methyl methacrylate) fibrous mat showing piezoelectric properties	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 05GC06-1 ~ 5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/JJAP.57.05GC06	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 Ishii Yuya, Yousry Yasmin Mohamed, Nobeshima Taiki, Iumsrivun Chonthicha, Sakai Heisuke, Uemura Sei, Ramakrishna Seeram, Yao Kui	4. 巻 41
2. 論文標題 Electromechanically Active As Electrospun Polystyrene Fiber Mat: Significantly High Quasistatic/Dynamic Electromechanical Response and Theoretical Modeling	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Macromolecular Rapid Communications	6. 最初と最後の頁 2000218 ~ 2000218
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/marc.202000218	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 Abdul Aziz Mohd Zaidan, Higashimine Koichi, Shioya Nobutaka, Shimoaka Takafumi, Hasegawa Takeshi, Sakai Heisuke, Vohra Varun, Murata Hideyuki	4. 巻 10
2. 論文標題 Controlling the concentration gradient in sequentially deposited bilayer organic solar cells via rubbing and annealing	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 37529 ~ 37537
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0RA05991A	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 Nakabayashi Yuji, Sakai Heisuke, Miyazato Akio, Shijimaya Chiko, Suzuki Ryoichi, Yamada Satoru	4. 巻 14
2. 論文標題 Layer formation of 2,5-dihydroxybenzoic acid crystals via mist deposition for mass spectrometry imaging of biological samples	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 026502 - 026502
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1882-0786/abd6a1	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 -

[学会発表] 計12件(うち招待講演 2件/うち国際学会 8件)

1. 発表者名 Heisuke Sakai
2. 発表標題 Dual-gate low-voltage organic field-effect transistors for pressure sensing
3. 学会等名 Joint 5th International Symposium on Frontiers in Materials Science & 3rd International Symposium on Nano-materials, Technology and Applications (FMS-NANOMATA 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Abe, H. Sakai, T. T. Dao, and H. Murata
2. 発表標題 Control of threshold voltage in a low-voltage operation organic field effect transistor
3. 学会等名 10th International Symposium on Organic Molecular Electronics (ISOME2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Yamashita, H. Sakai, and H. Murata
2. 発表標題 Application of Gold Powder made from Gold Leaf for conductive inks
3. 学会等名 10th International Symposium on Organic Molecular Electronics (ISOME2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Ishikawa, H. Sakai, and H. Murata
2. 発表標題 Fabrication of the flexible dual-gate OFET based organic pressure sensor
3. 学会等名 10th International Symposium on Organic Molecular Electronics (ISOME2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 O. O. Osinimu, Y. Yoshinaka, H. Sakai, T. Kaneko, and H. Murata
2. 発表標題 A degradable Biopolymer as Dielectric for Low Voltage Solution-Processed Organic Field Effect Transistors
3. 学会等名 10th International Symposium on Organic Molecular Electronics (ISOME2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Sakai, Y. Tsuji, and H. Murata
2. 発表標題 Effect of photo-crosslinking condition of the poly(vinyl cinnamate) gate dielectrics on the electric performance of the solution processed organic field effect transistor
3. 学会等名 10th International Symposium on Organic Molecular Electronics (ISOME2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Sakai
2. 発表標題 Dual-gate low-voltage organic thin-film transistor for pressure sensing
3. 学会等名 9th International Conference on Computer Aided Design for Thin-Film Transistor Technologies (CAD-TFT 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 O. O. Osinimu, H. Sakai, Y. Ishii and H. Murata
2. 発表標題 Investigation of the sensing mechanism of the dual-gate low voltage organic transistor based pressure sensor
3. 学会等名 15th International thin-film transistor conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 O. O. Osinimu, H. Sakai, Y. Ishii and H. Murata
2. 発表標題 Investigation of the sensing mechanism of the dual-gate low voltage organic transistor for pressure sensing by quantitative analysis
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 阿部泰之、酒井平祐、村田英幸
2. 発表標題 低電圧駆動有機電界効果トランジスタメモリにおけるホールトラップ容量の解析
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 竹内滉生、酒井平祐、村田英幸
2. 発表標題 Dual-gate OFET型フレキシブルひずみセンサ
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 山下紗也加、仲林裕司、酒井平祐、村田英幸
2. 発表標題 金箔と金蒸着膜を原料とした金微粒子の結晶構造が導電性インクの性能に及ぼす影響
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

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔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		
ベトナム	UTC		