

令和 3 年 5 月 25 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18H01861

研究課題名（和文）有機トランジスタにおける低周波ノイズの物理

研究課題名（英文）Origin of low frequency noise in organic thin film transistors

研究代表者

植村 隆文（Uemura, Takafumi）

大阪大学・産業科学研究所・特任准教授（常勤）

研究者番号：30448097

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、有機トランジスタの低周波ノイズ解析を多角的に実施し、ノイズ発生の物理要因の解明と、低ノイズ・フレキシブル信号増幅回路の実現に向けた研究を実施した。その結果、低周波ノイズに関するデバイス物理の理解に加え、独自の半導体・絶縁膜の界面修飾技術により、既報告の文献と比較した場合において世界最小のノイズ量を示すデバイスの開発に成功した。開発した技術を用いて微小信号増幅回路を作製し、入力信号として1 μ Vの入力信号を検出（増幅）可能な回路を実現した。フレキシブル有機信号増幅回路としては最も低ノイズ（回路内部ノイズはnVレベル）であり、nVレベルの高感度信号検出が可能な技術を確立した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

Internet of Things技術による社会基盤の高度化と共に、各種物理センサ向けの信号検出技術が重要になっており、フレキシブル有機電子回路は生体信号計測や社会インフラ構造物の健全性監視技術への応用が期待されている。中でも、nVレベルの微小信号には、胎児心電などの微小生体電位、インフラ構造物の異常計測など、社会的価値の高い事象が多い。それ故、フレキシブル回路による微小信号検出を実現した本研究は革新的な技術成果であり社会的意義が大きい。また学術面においては、低周波ノイズにおけるデバイス物理の深化と、低ノイズ化に向けた有機プロセス工学の進展など、多くの成果が得られたと考えている。

研究成果の概要（英文）：In this study, we investigated the low-frequency noise of organic transistors from various perspectives, clarified the origin of the noise, and focused on realizing low-noise flexible signal amplification circuits.

As a result, we deepened our understanding of device physics related to low-frequency noise. Also, we succeeded in developing an organic transistor device with the world's lowest noise compared to previously reported devices by using original semiconductor-insulator interface modification technology. A voltage amplifier circuit was fabricated using the developed technology, which realized to amplifying an input signal of 1 μ V. The circuit has the world's lowest noise as a flexible organic signal amplification circuit, where the internal noise of the circuit is at the nV level. As a result, we have established a distinguished technology that enables high-sensitivity signal detection at the nV level.

研究分野：フレキシブルエレクトロニクス

キーワード：有機トランジスタ 低周波ノイズ 信号増幅 微小信号

1. 研究開始当初の背景

(1) Internet of Things 技術による社会基盤の高度化と共に、各種物理センサ向けの微小信号検出技術が重要になっている。本研究では、有機トランジスタの低周波ノイズ解析により、そのノイズ発生の物理要因を明らかにし、高感度センサ実現に資する低ノイズ・フレキシブル信号増幅回路を実現する事を目標として研究を展開した。具体的には、有機トランジスタの接触抵抗、分子の熱揺らぎ、結晶粒界、半導体・絶縁体界面など、様々なデバイス特性との相関を示す低周波ノイズの発生要因を明らかにする。ノイズの基礎物理の理解に基づき、デバイス構造、材料、プロセスを最適化し、有機トランジスタの内在ノイズを最小化する。以上の研究により、有機デバイスの学理を深めると共に、社会的価値の高い nV レベルの微小信号計測に向けた低ノイズ・フレキシブル信号増幅回路を実現する。

(2) 有機半導体は分子間力による集合体を成す固体であるため、印刷技術の適用が可能であり、優れた機械的柔軟性を示すフレキシブル・デバイスの実現が可能である。高い潜在能力を有するこの分子間結晶中の π 共役電子系は、物理、化学、プロセス工学など多分野の科学者からの興味を引く研究対象になっている。

近年、Internet of Things 技術による社会基盤の高度化と共に、各種物理センサ向けの信号検出回路として、低コスト製造が可能な有機トランジスタ回路の適用が期待されている。しかしながら、センサ向けの信号検出回路に必要なとされる技術は、いわゆるアナログ電子回路技術であり、これまでに多く成されてきた高移動度化（高速化）を目的とした研究開発とは異なった技術の構築が必要である。

(3) 物理センサ向けの微小信号検出回路には「微小な信号変化を正確に捉える、すなわち、大きな Signal/Noise 比で微小信号を増幅する」事が求められ、回路を構成するトランジスタ自身が発生させるノイズは極限まで小さい必要がある。しかし、有機トランジスタが発生するノイズは無機半導体デバイスに比べて「3 桁」も大きく、現状ではアナログ信号増幅回路に適しているとは言い難い。そこで本研究では、「有機トランジスタ回路における低周波ノイズ発生の物理要因は何か?」という根本課題を学術的「問い」とした。無機半導体技術では、低周波ノイズの要因は、半導体・絶縁膜界面でのキャリアトラップであると理解されている。一方、有機トランジスタではその発生要因は明確になっておらず、アナログ電子回路応用に向けて、解明すべき重要な課題である。

2. 研究の目的

本研究では、有機トランジスタの低周波ノイズ解析により、そのノイズ発生の物理要因を明らかにする事を目的とした。そのため、まずは有機トランジスタ単体のノイズ特性に着目し、①接触抵抗、②有機半導体材料種、③結晶粒界、④界面制御技術、これらのデバイス・パラメータとノイズ密度の相関を明らかにする事とした (図 1)。

これらのノイズの基礎物理の理解に基づき、デバイス構造、材料、プロセス技術を最適化することにより、有機トランジスタの内在ノイズを最小化する。以上の研究により、有機デバイスの学理を深めると共に、社会的価値の高い nV レベルの微小信号計測に向けた低ノイズ・フレキシブル信号増幅回路を実現する。

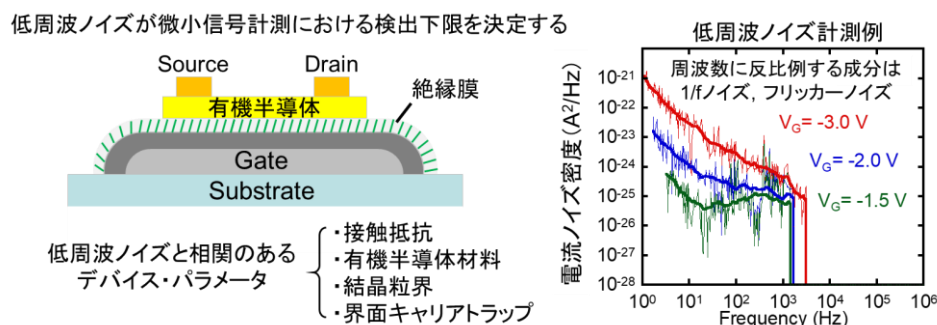


図 1. 低周波ノイズと相関のあるデバイス・パラメータ

3. 研究の方法

本研究では、有機トランジスタの低周波ノイズ評価技術を構築し、主に図 1 に示した 4 項目のデバイス・パラメータに着目してノイズ発生要因を明らかにする。続いて、デバイス構造、材料、プロセスを最適化し、内在ノイズの最小化を目指した。最終的には、nV レベルの微小信号計測に向けた低ノイズ・フレキシブル信号増幅回路を実現した。

4. 研究成果

本研究において得られた主要な研究成果を 4 項目に分類して以下に概略を記述する。(5)には本研究のまとめとして、得られた成果の国内外における位置づけとインパクト、今後の展望などについて記述した。

(1) 低周波ノイズ (1/fノイズ) 評価系の構築とゲート電圧依存性評価

本研究では、低周波ノイズの評価において有機トランジスタ特性変化 (バイアスストレス効果) の少ないデバイスを選択し、評価系を構築した。具体的には、パリレン (diX-SR) を絶縁膜とし、半導体には多結晶 DNTT 薄膜、Au のトップコンタクト構造を有するデバイスにおいて基礎評価を実施した。図 2 には、得られた低周波ノイズのゲート電圧 (V_G) 依存性を示した。定量的なノイズの比較評価を行うために、得られたノイズレベルはドレイン電流とトランジスタサイズによって規格化を行っている。低周波ノイズは周波数に反比例し (1/f ノイズ)、再現性・信頼性の高い計測評価データが得られている。本実験からは、ノイズ量が明確に V_G 依存性を示し、ノイズ量が V_G 増加に伴って減少し、最終的には飽和する傾向が確認された。この結果より、低電圧駆動領域における移動度律速要因であるキャリアアトラップがノイズ量に影響することが示唆された。これは電流に寄与するキャリア量に対し、トラップされているキャリアの割合が低ゲート電圧の領域では大きく、一方で V_G 増加に伴ってその割合が減少するためと解釈できる。

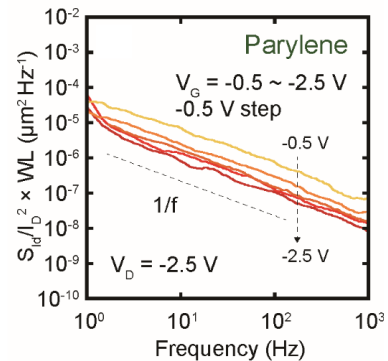


図 2. 1/f ノイズの V_G 依存性

(2) 低周波ノイズ (1/fノイズ) のチャンネル長依存性と接触抵抗の影響

上記に示した 1/f ノイズの V_G 依存性についての考察を深めるため、異なるチャンネル長のデバイスノイズについて比較評価を行った。その理由としては、有機トランジスタにおける金属・半導体界面における接触抵抗はデバイス全抵抗に対して無視できない大きさであり、かつ V_G 依存性を有することが知られているためである。図 3 には、トランジスタのチャンネル長 (L) を $10 \mu\text{m} \sim 80 \mu\text{m}$ として変化させた際のノイズ量比較を示している。この時、デバイス全抵抗に対する接触抵抗の割合は $5 \sim 40\%$ の間で変化している。図 3 の結果から、規格化したノイズ量はチャンネル長に依存しないということが明らかとなり、このことからノイズ量は接触抵抗の大きさ (最大で 40%) に依存しないという事実が明らかとなった。この実験結果から、有機トランジスタにおける 1/f ノイズの発生要因は、前述の通り主に半導体チャンネル領域におけるキャリアアトラップが主要因であることが示唆される結果が得られた。

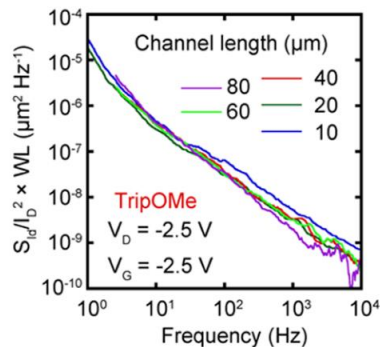


図 3. 1/f ノイズの L 長依存性

(3) 界面修飾技術による世界最小ノイズを有するフレキシブル有機トランジスタ

①以上の結果に基づき、有機トランジスタにおけるノイズ量を最小化するため、チャンネル中のトラップ量を低減するための界面修飾技術の開発に取り組んだ。具体的には、東京工業大学・福島研究室よりポリマー基板上においても良質な自己組織化膜を形成可能なトリプチセン分子の提供を受け、パリレン絶縁膜と DNTT 有機半導体の界面に約 5 nm の分子膜として導入した。本研究では、トリプチセン分子膜修飾による効果を比較検証するため、異なる 2 種類の有機トランジスタを作製し、それぞれのノイズ特性評価を実施した。パリレン絶縁膜 (移動度: $0.32 \text{ cm}^2/\text{Vs}$) と比較して、TripOMeF を導入した場合には移動度が低下し (移動度: $0.01 \text{ cm}^2/\text{Vs}$)、一方で TripOMe を導入した場合には移動度が向上し (移動度: $1.7 \text{ cm}^2/\text{Vs}$)、分子膜の挿入によってトラップ量を制御可能なデバイス系を利用してノイズ量の比較評価を実施した。図 4 には、トリプチセン分子膜を修飾した有機トランジスタのノイズ特性比較を示した。上記の移動度特性評価の結果と相関し、TripOMeF を導入した場合にはノイズ量が増加し、TripOMe を導入した有機トランジスタではノイズ量を低減可能であることが明らかとなった。

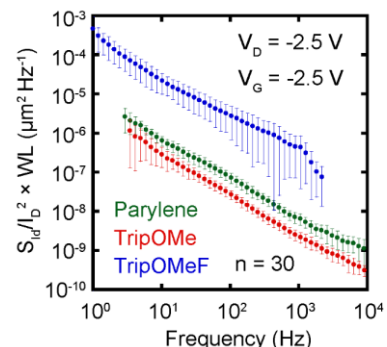


図 4. 異なるトリプチセン分子膜を修飾した有機トランジスタのノイズ特性比較

②以上の界面修飾技術によるノイズ量低減を実現し、その結果、TripOMe を導入したトランジスタデバイスでは、 $2.9 \times 10^{-7} \mu\text{m}^2 \text{ Hz}^{-1}$ のノイズ量となり、報告されている有機薄膜トランジスタ

としては世界最小のノイズ量を示すデバイスの実現に成功した。低いノイズ量を実現した要因としては、トラップ量が小さい事が影響していると考えられる。図4には、種々の有機半導体トランジスタデバイスにおける TrapDOS の比較表を示した。必ずしもトランジスタとしての性能指標である移動度の高さととは相関しないということが興味深い点であり、現時点の理解では、低ノイズのアナログ信号処理回路応用に向けては DNTT が最良の有機半導体材料であるということ結論付けた。

(4) 低ノイズ・フレキシブル信号増幅回路の開発

以上の低ノイズを実現するための有機トランジスタにおけるデバイス物理の理解の上で、有機半導体として DNTT を使い、加えて、ノイズ密度がゲート電圧依存性を示すという実験結果を鑑み、高いキャリア密度が実現可能なゲート絶縁膜構成を採用した低ノイズ・有機トランジスタを構成した。

低ノイズ・フレキシブル信号増幅回路の実現において基本となる回路構成には pseudo-CMOS

inverter 回路を採用した (図5左)。

この回路構成では、トランジスタのゲート電極に信号入力される構成となり、微小信号計測において高い入力インピーダンスを実現できるため、微小信号計測に適している。また、初段の inverter 回路では電流を小さく絞ることが可能であり、この点でも回路内部ノイズを低減させるために有効である。この inverter 回路に加え、フィードバック抵抗、入力キャパシタについてもフレキシブル回路を作製、実装し、低ノイズ・

フレキシブル信号増幅回路を実現した。この結果、入力信号として $1\ \mu\text{V}$ の入力信号を検出 (増幅) 可能な回路を実現した (図5右)。フレキシブル有機信号増幅回路としては最も低ノイズ (内部ノイズは nV レベル) であり、 nV レベルの微小信号検出が可能な技術の確立に成功した。

(5) 得られた成果の国内外における位置づけとインパクト、今後の展望

Internet of Things 技術による社会基盤の高度化と共に、各種物理センサ向けの信号検出技術が重要になっており、フレキシブル有機電子回路は生体信号計測や社会インフラ構造物の健全性監視技術への応用が期待されている。中でも、 nV レベルの微小信号には、胎児心電などの微小生体電位、インフラ構造物の異常計測など、社会的価値の高い事象が多い。それ故、フレキシブル回路による微小信号検出を実現した本研究は革新的な技術成果であり社会的意義が大きい。また学術面においては、低周波ノイズにおけるデバイス物理の深化と、低ノイズ化に向けた有機プロセス工学の進展など、多くの成果が得られたと考えている。実際の生体微小信号計測回路などにも本技術が活かされてきており、今後、開発した技術を基盤としてより高性能なフレキシブル・アナログ電子回路技術の発展が加速されると期待している。以上の成果の一部は複数の学術論文として既に報告済みであり、以下に本研究によって得られた主要な論文成果を示す。

<主要論文成果>

① M. Kondo, T. Kajitani, **T. Uemura**, Y. Noda, F. Ishiwari, Y. Shoji, T. Araki, S. Yoshimoto, T. Fukushima, T. Sekitani, *Sci. Rep.* 2019, 9, 9200. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45559-4>

② M. Kondo, **T. Uemura**, F. Ishiwari, T. Kajitani, Y. Shoji, M. Morita, N. Namba, Y. Inoue, Y. Noda, T. Araki, T. Fukushima, T. Sekitani, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2019, 11, 41561. <https://doi.org/10.1021/acsami.9b13056>

③ M. Sugiyama, **T. Uemura**, M. Kondo, M. Akiyama, N. Namba, S. Yoshimoto, Y. Noda, T. Araki, T. Sekitani, *Nat. Electron.* 2019, 2, 351. (Front Cover) <https://doi.org/10.1038/s41928-019-0283-5>

④ M. Kondo, M. Melzer, D. Karnaushenko, **T. Uemura**, S. Yoshimoto, M. Akiyama, Y. Noda, T. Araki, O. G. Schmidt, T. Sekitani, *Sci. Adv.* 2020, 6, eaay6094. (Front Cover) <https://doi.org/10.1126/sciadv.aay6094>

⑤ A. Petritz, E. Karner-Petritz, **T. Uemura**, P. Schäffner, T. Araki, B. Stadlober, T. Sekitani, *Nat. Commun.* 2021, 12, 2399. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22663-6>

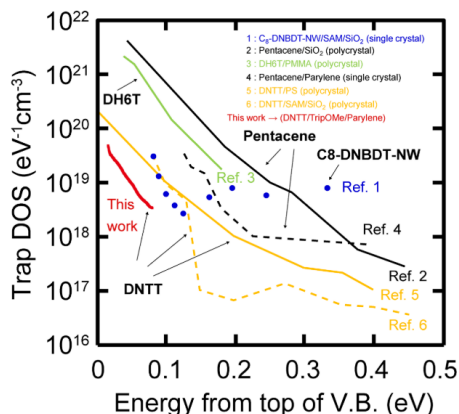


図4. 異なる有機半導体トランジスタデバイスにおける TrapDOS 比較

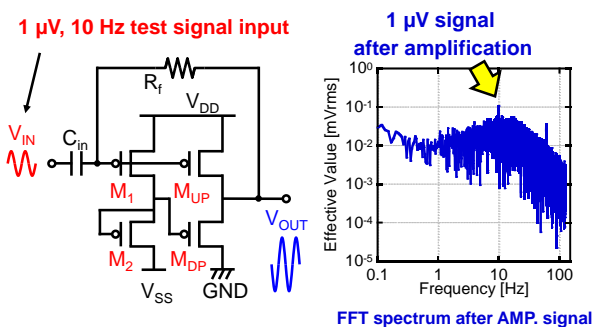


図5. 低ノイズ・フレキシブル信号増幅回路の性能

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Kondo M., Melzer M., Karnaushenko D., Uemura T., Yoshimoto S., Akiyama M., Noda Y., Araki T., Schmidt O. G., Sekitani T.	4. 巻 6
2. 論文標題 Imperceptible magnetic sensor matrix system integrated with organic driver and amplifier circuits	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eaay6094
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1126/sciadv.aay6094	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 Kondo Masaya, Uemura Takafumi, Ishiwari Fumitaka, Kajitani Takashi, Shoji Yoshiaki, Morita Masato, Namba Naoko, Inoue Yumi, Noda Yuki, Araki Teppei, Fukushima Takanori, Sekitani Tsuyoshi	4. 巻 11
2. 論文標題 Ultralow-Noise Organic Transistors Based on Polymeric Gate Dielectrics with Self-Assembled Modifiers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Applied Materials & Interfaces	6. 最初と最後の頁 41561 ~ 41569
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acsami.9b13056	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 Sugiyama Masahiro, Uemura Takafumi, Kondo Masaya, Akiyama Mihoko, Namba Naoko, Yoshimoto Shusuke, Noda Yuki, Araki Teppei, Sekitani Tsuyoshi	4. 巻 2
2. 論文標題 An ultraflexible organic differential amplifier for recording electrocardiograms	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Electronics	6. 最初と最後の頁 351 ~ 360
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41928-019-0283-5	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 Kondo Masaya, Kajitani Takashi, Uemura Takafumi, Noda Yuki, Ishiwari Fumitaka, Shoji Yoshiaki, Araki Teppei, Yoshimoto Shusuke, Fukushima Takanori, Sekitani Tsuyoshi	4. 巻 9
2. 論文標題 Highly-ordered Triptycene Modifier Layer Based on Blade Coating for Ultraflexible Organic Transistors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 9200
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-019-45559-4	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 -

1. 著者名 Petritz Andreas, Karner-Petritz Esther, Uemura Takafumi, Schaffner Philipp, Araki Teppei, Stadlober Barbara, Sekitani Tsuyoshi	4. 巻 12
2. 論文標題 Imperceptible energy harvesting device and biomedical sensor based on ultraflexible ferroelectric transducers and organic diodes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 2399
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-021-22663-6	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 UEMURA Takafumi, KONDO Masaya, SUGIYAMA Masahiro, NAMBA Naoko, INOUE Yumi, AKIYAMA Mihoko, YOSHIMOTO Shusuke, NODA Yuki, ARAKI Teppei, SEKITANI Tsuyoshi	4. 巻 64
2. 論文標題 Development of a Sheet-type Magnetic Sensor System Using Flexible Organic Thin-film Transistors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Vacuum and Surface Science	6. 最初と最後の頁 22 ~ 27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1380/vss.64.22	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14件 (うち招待講演 12件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 Takafumi Uemura, Masahiro Sugiyama, Masaya Kondo, Mihoko Akiyama, Naoko Namba, Shusuke Yoshimoto, Yuki Noda, Teppei Araki, and Tsuyoshi Sekitani
2. 発表標題 Low Noise Biomonitoring with Ultra Flexible Organic Differential Amplifier
3. 学会等名 8th imec Handai International Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takafumi UEMURA
2. 発表標題 Sustainable Society Created by Flexible Electronics
3. 学会等名 TSUKUBA CONFERENCE (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takafumi Uemura and Tsuyoshi Sekitani
2. 発表標題 Patch-Type Biosignal Monitoring System Based on Flexible Electronics
3. 学会等名 International Symposium “Development of Biosensing Technology Targeting Sustainability Development Goals”, The Society for Biotechnology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takafumi UEMURA and Tsuyoshi SEKITANI
2. 発表標題 Ultraflexible Biosignal Monitoring System Based on Organic Thin-Film Transistors
3. 学会等名 SPIE Organic Photonics + Electronics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takafumi UEMURA and Tsuyoshi SEKITANI
2. 発表標題 Ultraflexible Biosignal Amplifier Based on Organic Thin-Film Transistors
3. 学会等名 Compound Semiconductor Week 2019 (CSW2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takafumi Uemura and Tsuyoshi Sekitani
2. 発表標題 Ultraflexible Amplification Circuits for Imperceptible Brain Monitoring System
3. 学会等名 2019 International Symposium on VLSI, Design, Automation and Test (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takafumi Uemura and Tsuyoshi Sekitani
2. 発表標題 Ultraflexible Organic Differential Amplifier for Low-Noise Biosignal Monitoring
3. 学会等名 International Conference on Electronics Packaging (ICEP2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takafumi UEMURA, Naoko NAMBA, Masaya KONDO, Masahiro SUGIYAMA, Mihoko AKIYAMA, Shusuke YOSHIMOTO, Yuki NODA, Teppei ARAKI, and Tsuyoshi SEKITANI
2. 発表標題 Biosignal Monitoring Systems with Bio-Conformable Organic Amplifier
3. 学会等名 MRM2019 G-1 Symposium: In-field Molecules for Next-generations Flexible Electronics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takafumi Uemura and Tsuyoshi Sekitani
2. 発表標題 Ultraflexible Organic Differential Amplifier for Biosignal Monitoring Systems
3. 学会等名 The 18th International Meeting on Information Display (IMID 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takafumi Uemura and Tsuyoshi Sekitani
2. 発表標題 Low-Noise Signal Amplification Circuits Based on Organic Thin-Film Transistors
3. 学会等名 Collaborative Conference on Materials Research (CCMR) 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takafumi Uemura and Tsuyoshi Sekitani
2. 発表標題 Low-Noise Biosignal Monitoring with Ultra Flexible Transistors
3. 学会等名 The 27th International Display Workshops (IDW 20) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takafumi Uemura, Tomoharu Kimura, Yayoi Shibafuji, Takeshi Suyama, Hiroyuki Ueno, Tsuyoshi Sekitani
2. 発表標題 Ultra-Low-Noise Organic Biosignal Amplifier with Flat Stamp Parallel Printed Electrodes
3. 学会等名 2020 Virtual MRS Spring/Fall Meeting & Exhibit (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 植村隆文
2. 発表標題 フレキシブル薄膜電子デバイス による生体信号計測
3. 学会等名 NEDIA 第7回 電子デバイスフォーラム京都 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 植村隆文
2. 発表標題 フレキシブル有機トランジスタの生体センサへの応用
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサエティ大会@オンライン (招待講演)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

新聞報道：
植村隆文, "グラフェンやフレキシブル有機エレクトロニクスなど 大阪大学が最新の成果発表 (フレキシブル有機エレクトロニクス技術を活用した次世代電子デバイスの実現に向けた取り組み)," 電波新聞 6/26朝刊 12面, 2020年6月.

プレスリリースとそれに関連した報道：
2021年・Nature Communications出版に関連したプレスリリースと報道
「自己発電・蓄電機能付きシート型生体センサを実現・将来的に充電不要の生体計測センサ実現に期待」

2020年・Science Advances (Cover Picture採用) 出版に関連したプレスリリースと報道
「感度が10倍向上!!柔軟なシート型磁気センサシステムを開発」

2019年・Nature Electronics (Cover Picture採用) 出版に関連したプレスリリースと報道
「世界最薄・最軽量のノイズ低減機能付き生体計測回路を実現」

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
連携研究者	福島 孝典 (Fukushima Takanori) (70281970)	東京工業大学・科学技術創成研究院 化学生命科学研究所・教授 (12608)	

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			
オーストリア	JOANNEUM RESEARCH			
ドイツ	IFW Dresden			