

令和 3 年 6 月 1 日現在

機関番号：14603

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03519

研究課題名（和文）レーザー剥離加工による低侵襲かつ高感度な刺入型脳機能イメージングデバイス

研究課題名（英文）Needle-type functional brain imaging device with low invasiveness and high sensitivity by laser lift-off process

研究代表者

笹川 清隆（Sasagawa, Kiyotaka）

奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・准教授

研究者番号：50392725

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）：本研究では、生体埋植型イメージセンサを用いて、高感度な生体内イメージングを行うためのフィルタ開発を行った。干渉フィルタと吸収フィルタから構成されるハイブリッドフィルタを転写する手法を確立し、レンズを用いない微小かつ薄型のイメージセンサでも高い励起光除去性能を実現することに成功した。また、蛍光観察では、励起光についても不要波長を除去する必要がある。本手法を励起フィルタに応用することによって、マイクロLEDを用いた小型な蛍光励起光源を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、転写手法によって吸収フィルタとして機能する樹脂膜上に高品質な干渉フィルタを転写することにより、レンズレス構成のイメージングデバイスで高精細な蛍光画像が取得可能であることを実証した。フィルタを含めたデバイスは、薄型で大面積化にも対応可能である。このような微小デバイスで高感度蛍光観察を可能とすることにより、本研究での主たる研究対象である生体内の観察のみならず、蛍光を応用した様々な計測装置を非常に小型化することが可能になる。これにより、装置の可搬性を大幅に向上し、現場での迅速な計測等に利用できるものと期待される。

研究成果の概要（英文）：In this study, we developed a filter for high-sensitivity in-vivo imaging using a bio-implanted image sensor. We have established a method for transferring a hybrid filter consisting of an interference filter and an absorption filter, and succeeded in achieving high excitation light removal performance even with a small and thin image sensor that does not use a lens. Further, in fluorescence observation, it is necessary to remove unnecessary wavelengths from the excitation light. By applying this method to an excitation filter, we have developed a compact fluorescence excitation light source using a micro LED.

研究分野：電子工学

キーワード：イメージセンサ 蛍光観察 蛍光フィルタ 生体埋植デバイス 脳機能計測

1. 研究開始当初の背景

研究開始時点において、脳神経活動計測に関する研究領域では、アメリカの BRAIN initiative やヨーロッパの Human Brain Project など、各国で大規模なプロジェクトが開始されていた。これらは、脳内の個々の神経およびそのネットワークの活動をモニタリングして脳機能解明を目指したものであり、これに伴って計測技術の開発も活発化された。脳機能の解明のために自由行動下のマウス等の脳内を蛍光イメージングするデバイスとしては、マウスの頭部に搭載可能な小型顕微鏡が開発されていた。(K. K. Ghosh et al., Nat Methods 8, 871 (2011)など)。しかし、この手法レンズを用いた顕微光学系のため、寸法や重量、視野範囲に根本的な課題がある。

これに対し、研究代表者らは、これらの技術より圧倒的に小型・軽量かつ低侵襲な独自設計の埋植用イメージセンサデバイスを作製してきた(図1)。(J. Ohta et al., IEEE Proc. 105,108(2017)など)しかし、生体活動プローブとして広く用いられている緑色蛍光タンパク(GFP) 蛍光の観察においては、励起光源である青色 LED の発光スペクトルが広く、その緑色成分が背景成分として混入し、感度が低くなる。また、全体の厚さが 0.2 mm 程度であり(図1)、実績のある刺入型多点電極(15 μm 厚あるいは 50 μm 厚)と比較すると厚く、薄型化による侵襲性の更なる低減が求められていた。

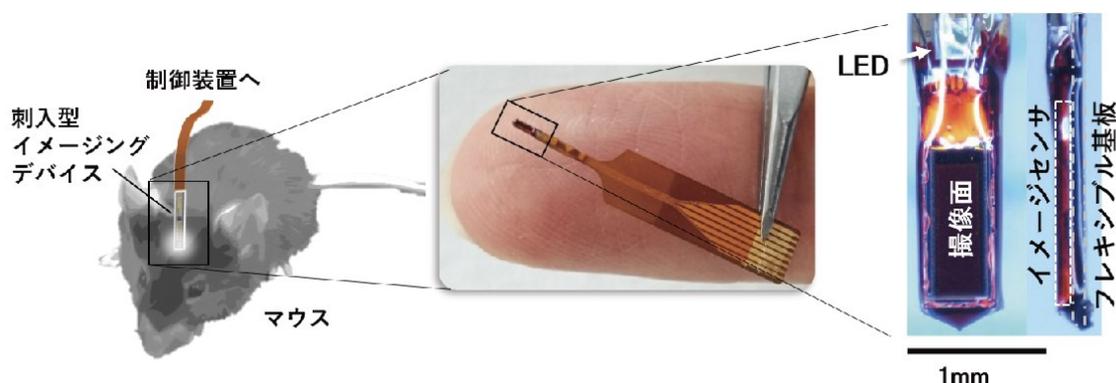


図1 刺入型脳内埋植用イメージングデバイス。

2. 研究の目的

本研究の目的は、刺入型イメージングデバイスにおいて高い蛍光検出感度と数 m 程度の空間分解能を達成し、マウス脳などの生体の深部において神経活動等を明瞭に「in-vivo(生体内で)」観察することにある。通常の顕微鏡光学系に匹敵する性能を実現することにより、バイオロジーの分野で開発された蛍光プローブをそのまま利用して様々な生体応答を可視化することが可能になると期待される。

研究代表者らの提案する埋植用イメージングデバイスは、微小な CMOS イメージセンサから専用設計することで、他の機関で開発された生体搭載用の小型顕微鏡と比較しても飛躍的に小型・軽量化されている。本申請では、

- ・ 蛍光検出の高感度化
- ・ 高空間分解能化
- ・ 更なる低侵襲化

を図2に示すデバイス構造によって達成し、自由行動下において、低侵襲性を確保しつつ、脳断面や脳深部を明瞭に観察できるデバイスを実現することを目的とした。

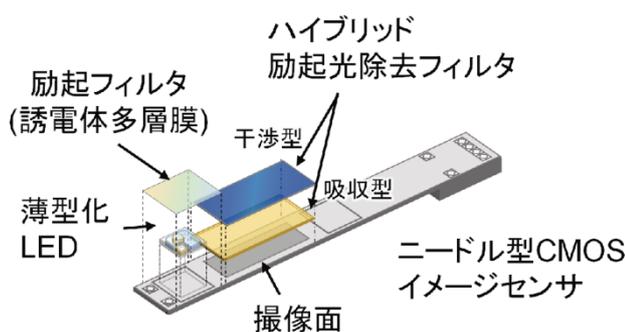


図2 本研究で提案するデバイス構造

3. 研究の方法

(1) 小型励起光源

蛍光観察における LED 光源の課題の一つは、発光波長が広すぎることであり励起光限の波長幅を制限する「励起フィルタ」が必須である。蛍光タンパク質等の励起と蛍光のスペクトル分布は比較的近く、励起フィルタとしては高い波長選択性ある干渉フィルタが用いられる。紫外レーザーパルス照射によりデバイスの機能層のみを基板から剥離するレーザーリフトオフ(LLO)法によって、LED 発光層および干渉フィルタ層のみを積層・集積化し、超薄型かつ波長純度の高い LED 光源を作製した(図3)。干渉フィルタは、入射角によって透過スペクトルが変化する。そのため、傾きが大きい不要波長成分が透過することになる。これに対して、Low-NA FOP (Fiber

optic plate)を用いて、斜め入射成分の透過率を低減した。

また、イメージセンサは側面や裏面から光が入射しても基板内でフォトキャリアが生成し、その一部が画素領域に到達することで虚像が発生する。光源となるLEDをチップに隣接するように配置すると、これらは無視できない。これを解決する手法として、薄型光源を利用し金属配線層を遮光層として、イメージセンサチップ上に配置できるような設計も行った。

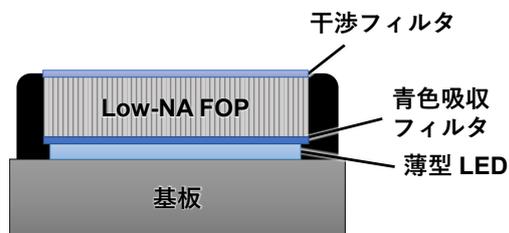


図3 励起フィルタ搭載小型光源の構造。

(2) ハイブリッドフィルタ搭載刺入型センサ

刺入型センサはコンタクトイメージングを行うが、生体からの散乱のために励起光除去フィルタに対して様々な角度から励起光が照射されることになる。申請者らは、レンズレスイメージセンサにおいて高い励起光除去を実現するため、干渉フィルタと吸収フィルタを組み合わせたハイブリッドフィルタを開発したが、励起光はセンサに対して垂直方向から±15度程度で入射することを想定している。想定範囲外の斜め方向からの励起光は、ほぼ完全に干渉フィルタ層を透過し、吸収フィルタが蛍光を発する。結果として、刺入型センサの場合では、実質的な励起光除去性能が低くなる。励起光除去性能を向上させるため、バンドパス型の干渉フィルタを用いたハイブリッドフィルタ搭載イメージセンサを作製した。また、刺入デバイスでは、デバイス厚を薄くする必要がある。そのため、干渉フィルタを転写することによって、従来のハイブリッドフィルタで用いていたFOP層を不要とする手法を開発した。

4. 研究成果

(1) 小型励起光源による蛍光観察

提案構造による青色の小型励起光源を作製し、これを用いて蛍光観察のテストを行った。観察対象は、緑色蛍光タンパク質を発現させたマウス脳スライスである。フィルタなしの青色LED、蛍光顕微鏡像、提案構造光源を用いて撮像した結果を図4に示す。フィルタなしのBare LEDでは、蛍光成分が相対的に弱く明視野像のような結果となっているのに対し、提案光源では、蛍光顕微鏡像と同様のコントラストが得られており蛍光観察に適用可能であることが確認された。刺入型のイメージングデバイスに搭載可能な微小構造であり、蛍光観察性能を改善できるものと期待される。

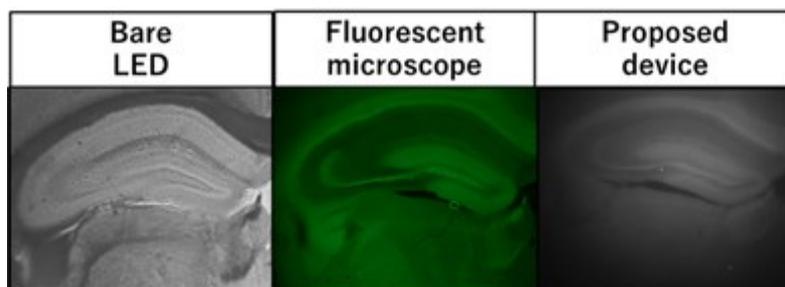


図4 異なる励起光源による観察結果の比較。

(2) ハイブリッドフィルタ搭載刺入型センサ

転写法を用いて図5に示すようなハイブリッドフィルタ搭載の蛍光観察用刺入型イメージセンサを試作した。転写法で作製したデバイス厚さは166μmであり、従来の吸収フィルタのみの刺入型デバイス(約200μm厚)よりも薄型化されている。また、Si基板層を薄く研磨することによりさらなる薄型化も可能であると見込まれる。

また、試作したデバイスを用いて蛍光観察実験を行った。観察対象には、微小光源のテストと同様に緑色蛍光タンパク質を発現したマウスの脳スライスを用いた。撮像結果を図6に示す。撮像結果から干渉フィルタ層はレーザー剥離法によって基板から剥離し、転写したが剥離時のダメージは観察上問題にならない程度に抑えられていることがわ

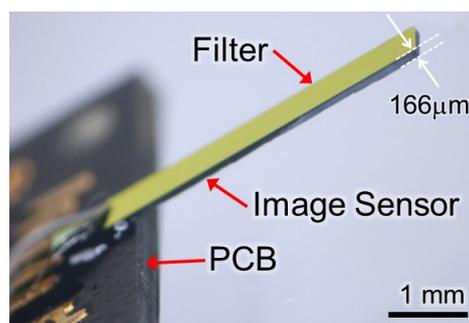


図5 試作したハイブリッドフィルタ搭載刺入型センサ

かる。また、参照像である蛍光顕微鏡像との比較では、明暗のコントラストパターンが同様になっており、本手法で、十分な蛍光観察が可能であることを示している。刺入型のデバイスでも高い励起光除去性能を得られるフィルタが実現されたことで、微小なデバイスで生体内を明瞭に蛍光観察し、生体機構解明に寄与できるものと期待される。

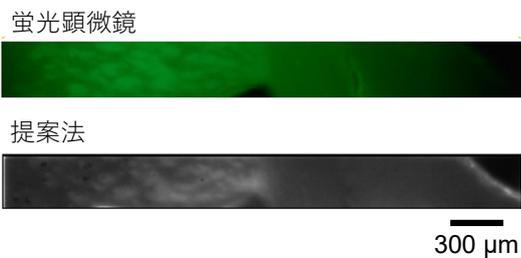


図6 提案法と蛍光顕微鏡観察像の比較。

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 6件）

1. 著者名 Sasagawa Kiyotaka, Rustami Erus, Ohta Yasumi, Haruta Makito, Takehara Hironari, Tashiro Hiroyuki, Ohta Jun	4. 巻 141
2. 論文標題 Image Sensor with Hybrid Emission Filter for in-vivo Fluorescent Imaging	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Sensors and Micromachines	6. 最初と最後の頁 71 ~ 76
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejsmas.141.71	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 Azmer Mohamad Izzat, Sasagawa Kiyotaka, Rustami Erus, Sugie Kenji, Ohta Yasumi, Haruta Makito, Takehara Hironari, Tashiro Hiroyuki, Ohta Jun	4. 巻 60
2. 論文標題 Miniaturized LED light source with an excitation filter for fluorescent imaging	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SBBG07 ~ SBBG07
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/abe5bf	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 Rustami Erus, Sasagawa Kiyotaka, Sugie Kenji, Ohta Yasumi, Haruta Makito, Noda Toshihiko, Tokuda Takashi, Ohta Jun	4. 巻 67
2. 論文標題 Needle-Type Imager Sensor With Band-Pass Composite Emission Filter and Parallel Fiber-Coupled Laser Excitation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers	6. 最初と最後の頁 1082 ~ 1091
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TCSI.2019.2959592	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 Hee Wan Shen, Sasagawa Kiyotaka, Kameyama Aiki, Kimura Ayaka, Haruta Makito, Tokuda Takashi, Ohta Jun	4. 巻 31
2. 論文標題 Lens-free Dual-color Fluorescent CMOS Image Sensor for Forster Resonance Energy Transfer Imaging	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 2579 ~ 2594
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2358	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 Sugie K., Sasagawa K., Guinto M.C., Haruta M., Tokuda T., Ohta J.	4. 巻 55
2. 論文標題 Implantable CMOS image sensor with incident-angle-selective pixels	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Electronics Letters	6. 最初と最後の頁 729 ~ 731
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1049/el.2019.1031	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 Sasagawa Kiyotaka, Rustami Erus, Takehara Hironari, Haruta Makito, Ohta Jun	4. 巻 11235
2. 論文標題 An implantable light source for in-vivo fluorescence image sensor	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of SPIE	6. 最初と最後の頁 112350U
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2545482	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 Rustami Erus, Sasagawa Kiyotaka, Pakpuwadon Thanet, Ohta Yasumi, Takehara Hironari, Haruta Makito, Ohta Jun	4. 巻 11235
2. 論文標題 Fabrication of thin composite emission filter for high-performance lens-free fluorescent imager	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of SPIE	6. 最初と最後の頁 112350
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2546540	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 K. Sasagawa, Y. Ohta, M. Kawahara, M. Haruta, T. Noda, T. Tokuda, J. Ohta	4. 巻 9
2. 論文標題 Wide field-of-view lensless fluorescence imaging device with hybrid bandpass emission filter	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 035108-035108
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5083152	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 K. Sasagawa, A. Kimura, M. Haruta, T. Noda, T. Tokuda, J. Ohta	4. 巻 9
2. 論文標題 Highly sensitive lens-free fluorescence imaging device enabled by a complementary combination of interference and absorption filters	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biomedical Optics Express	6. 最初と最後の頁 4329-4329
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/BOE.9.004329	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33件(うち招待講演 8件/うち国際学会 7件)

1. 発表者名 Thanet Pakpuwadon, Kiyotaka Sasagawa, Mark Christian Guinto, Makito Haruta, Hironari Takehara, Hiroyuki Tashiro, Jun Ohta
2. 発表標題 A self-reset CMOS imaging device with high capacitance photodiode
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉江 謙治, 笹川 清隆, 竹原 浩成, 春田 牧人, 田代 洋行, 太田 淳
2. 発表標題 電気生理学的計測機能を搭載した生体埋植イメージセンサの試作
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Erus Rustami, Kiyotaka Sasagawa, Thanet Pakpuwadon, Yasumi Ohta, Hironori Takehara, Makito Haruta, Hiroyuki Tashiro, Jun Ohta
2. 発表標題 Fabrication of Thin and Wide Hybrid Emission Filters Using a Plasma Etching Technique
3. 学会等名 令和3年電気学会全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名	Kulmala Natcha, Treepetchkul Thanaree, 笹川 清隆, 竹原 浩成, 春田 牧人, 田代 洋行, 太田 淳
2. 発表標題	Development of Hybrid Filters for Dual-color Fluorescence Imaging Using Lens-free Device
3. 学会等名	第37回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム・第12回集積化MEMSシンポジウム (FT2020)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Thanaree Treepetchkul, Natcha Kulmala, Makito Haruta, Hironari Takehara, Hiroyuki Tashiro, Kiyotaka Sasagawa, Jun Ohta
2. 発表標題	High Rejection of Excitation Light in Lensless Dual-color Fluorescence Imaging Using a Combination of Notchfilter and Absorption filters
3. 学会等名	第81回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Erus Rustami, Kiyotaka Sasagawa, Thanet Pakpuwadon, Yasumi Ohta, Hironari Takehara, Makito Haruta, Jun Ohta
2. 発表標題	Fabrication of Large-Size and High-Uniformity Thin Composite Emission Filter for Lens-Free Fluorescent Imager
3. 学会等名	情報センシング研究会 (IST)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	T. Treepetchkul, N. Kulmala, K. Sasagawa, H. Takehara, M. Haruta, H. Tashiro, J. Ohta
2. 発表標題	Dual-color lensless fluorescence imaging setup by using a notch interference filter and absorption filters
3. 学会等名	OSA Biophotonics Congress: Optics in the Life Sciences (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名 M. I. A. Adnan, K. Sasagawa, E. Rustami, K. Sugie, Y. Ohta, M. Haruta, H. Takehara, H. Tashiro, J. Ohta
2. 発表標題 Miniaturized LED light source with a hybrid filter for fluorescent imaging
3. 学会等名 2020 International Conference on Solid State Devices and Materials(SSDM2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Pakpuwadon, M. G. Christian, M. Haruta, H. Takehara, H. Tashiro, K. Sasagawa, J. Ohta
2. 発表標題 A self-reset CMOS image sensor for high signal-to-noise in-vivo imaging
3. 学会等名 2020 International Conference on Solid State Devices and Materials(SSDM2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Natcha Kulmala, Kiyotaka Sasagawa, Hironari Takehara, Makito Haruta, Jun Ohta
2. 発表標題 Lens-free Imaging Device with Hybrid Emission Filter for Dual-color Fluorescent Imaging
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mohamad Izzat Azmer, Kiyotaka Sasagawa, Erus Rustami, Yasumi Ohta, Hironari Takehara, Makito Haruta, Jun Ohta
2. 発表標題 Light Source with High Performance Emission Filter for Implantable Fluorescence Imaging Device
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 杉江 謙治, 笹川 清隆, Guint Mark Guinto, 竹原 浩成, 春田 牧人, 徳田 崇, 太田 淳
2. 発表標題 脳機能イメージング用角度選択画素搭載CMOSイメージセンサの特性改善
3. 学会等名 令和2年電気学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kiyotaka Sasagawa, Makito Haruta, Yasumi Ohta, Hironari Takehara, Jun Ohta
2. 発表標題 Implantable Fluorescent CMOS Imaging Device
3. 学会等名 4th IEEE Electron Devices Technology and Manufacturing (EDTM 2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kiyotaka Sasagawa, Kenji Sugie, Yasumi Ohta, Mamiko Kawahara, Makito Haruta, Jun Ohta
2. 発表標題 Lensless Highly Sensitive Fluorescence Imaging
3. 学会等名 Biomedical Circuits and Systems Conference 2019(BioCAS2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Erus Rustami, Kiyotaka Sasagawa, Yasumi Ohta, Makito Haruta, Toshihiko Noda, Takashi Tokuda, Jun Ohta
2. 発表標題 Band-Pass Emission Filter Combined with Fiber Coupled Laser for High-Performance Implantable Fluorescent Imager"
3. 学会等名 10th International Conference on Molecular Electronics & BioElectronics
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kiyotaka Sasagawa, Yasumi Ohta, Mamiko Kawahara, Makito Haruta, Jun Ohta
2 . 発表標題 Lensless fluorescence imaging device with high performance hybrid emission filter
3 . 学会等名 10th International Conference on Molecular Electronics & BioElectronics
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Erus Rustami, Kiyotaka Sasagawa, Yasumi Ohta, Makito Haruta, Toshihiko Noda, Takashi Tokuda, Jun Ohta
2 . 発表標題 A Thin Composite Emission Filter and Fiber Coupled Laser Excitation for Implantable Fluorescence Imager Application
3 . 学会等名 The IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 K. Sasagawa, M. Haruta, T. Tokuda, J. Ohta
2 . 発表標題 Implantable CMOS image sensors for biomedical imaging
3 . 学会等名 2019 Symposium for the Promotion of Applied Research Collaboration in Asia (SPARCA2019) (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 K. Sasagawa, A. Kimura, Y. Ohta, M. Haruta, T. Noda, T. Tokuda, J. Ohta
2 . 発表標題 Lensless fluorescence microscope
3 . 学会等名 4th International Workshop on Image Sensors and Imaging Systems (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 K. Sasagawa, Y. Ohta, M. Haruta, T. Noda, T. Tokuda, J. Ohta
2 . 発表標題 Composite bandpass emission filter for lensless fluorescence imaging
3 . 学会等名 IEEE LSC 2018 (招待講演)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 K. Sasagawa, Y. Ohta, M. Haruta, T. Noda, T. Tokuda, J. Ohta
2 . 発表標題 Excitation and emission filters for implantable fluorescence imaging devices by laser lift-off process
3 . 学会等名 IEEE BioCAS 2018 (招待講演)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 W.-S. Hee, M. Haruta, T. Noda, K. Sasagawa, T. Tokuda, J. Ohta
2 . 発表標題 Small and compact in-vivo FRET image Sensor - fabrication and development using CMOS technology
3 . 学会等名 2018 International Conference on Solid State Devices and Materials (招待講演)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 K. Sasagawa, N. Ikeda, M. Haruta, H. Takehara, T. Noda, T. Tokuda and J. Ohta
2 . 発表標題 A lens-free imaging device with a hybrid emission filter for fluorescent microchamber counting
3 . 学会等名 the 40th International Engineering in Medicine and Biology Conference (招待講演)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 亀山 愛樹, HEE WAN SHEN, 木村 文香, 春田 牧人, 野田 俊彦, 笹川 清隆, 徳田 崇, 太田 淳
2. 発表標題 FRET計測に向けたハイブリッド型励起光除去フィルタ搭載CMOSイメージングデバイス
3. 学会等名 バイオ・マイクロシステム研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 亀山 愛樹, Hee Wan-Shen, 木村 文香, 春田 牧人, 野田 俊彦, 笹川 清隆, 徳田 崇, 太田 淳
2. 発表標題 FERT計測用レンズレス蛍光 CMOSイメージングデバイスの光学特性評価
3. 学会等名 映像情報メディア学会年次学会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 笹川 清隆, 太田 安美, 野田 俊彦, 徳田 崇, 太田 淳
2. 発表標題 バンドパスハイブリッドフィルタによる高感度レンズレス蛍光イメージング
3. 学会等名 第79回応用物理学会 秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Erus Rustami, Yasumi Ohta, Kiyotaka Sasagawa, Makito Haruta, Toshihiko Noda, Takashi Tokuda, Jun Ohta
2. 発表標題 An Implantable CMOS Image Sensor Using Fiber Coupled Laser Excitation
3. 学会等名 第79回応用物理学会 秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 笹川 清隆, 木村 文香, 春田 牧人, 野田 俊彦, 徳田 崇, 太田 淳
2. 発表標題 レンズレス蛍光イメージングによる細胞のタイムラプス観察
3. 学会等名 映像情報メディア学会情報センシング研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 杉江 謙治, 笹川 清隆, ギント マーク, 春田 牧人, 徳田 崇, 太田 淳
2. 発表標題 入射角度分解画素CMOSイメージセンサの試作
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 Wan Shen Hee, Aiki Kaneyama, Ayaka Kimura, Kiyotaka Sasagawa, Makito Haruta, Takashi Tokuda, Jun Ohta
2. 発表標題 Application of High Performance Hybrid Filter on CMOS Image Sensor for FRET Imaging
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 笹川 清隆, 太田 安美, 河原 麻実子, 春田 牧人, 徳田 崇, 太田 淳
2. 発表標題 ハイブリッドフィルタを用いた広視野レンズレス蛍光イメージングデバイス
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 Erus Rustami, Kiyotaka Sasagawa, Yasumi Ohta, Makito Haruta, Toshihiko Noda, Takashi Tokuda, Jun Ohta
2. 発表標題 A needle shape fluorescence micro-imager with interference and absorption filters
3. 学会等名 平成31年電気学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Erus Rustami, Kiyotaka Sasagawa, Yasumi Ohta, Makito Haruta, Toshihiko Noda, Takashi Tokuda, Jun Ohta
2. 発表標題 Implantable CMOS Image Sensor using Multilayer Filter Emission and Fiber Coupled Laser Excitation
3. 学会等名 4th International Workshop on Image Sensors and Imaging Systems (IWISS2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 蛍光観察用フィルタ及び蛍光観察顕微鏡	発明者 笹川 清隆, 春田 牧人, 野田 俊彦, 徳田 崇, 太田 淳	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2017-160638	出願年 2018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