

令和 5 年 6 月 2 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H02817

研究課題名(和文) 金属ハライドペロブスカイトと融合させた次世代型有機デバイスの動作機構の解明

研究課題名(英文) Clarification of operation mechanisms of next-generation organic/perovskite hybrid devices

研究代表者

松島 敏則 (Matsushima, Toshinori)

九州大学・カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所・准教授

研究者番号：40521985

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,000,000円

研究成果の概要(和文)：蛍光性有機分子であるベンゾチアジアゾール誘導体(BT)を導入した2次元ペロブスカイトを発光層としたLED中では、注入された電子とホールは、エネルギーギャップが小さなPbBr無機層を通して輸送され、再結合によりPbBr無機層で励起子が形成される。形成されるbright励起子はdark励起子よりも3倍多く、さらに、dark励起子からbright励起子への変換が高効率で生じる。つまり、電流励起によりPbBr層で形成される励起子の全てがBTの発光性一重項励起子へとエネルギー移動するために、本2次元ペロブスカイトLEDの内部量子効率が100%となる。

研究成果の学術的意義や社会的意義
有機EL素子において、通常は非発光性である三重項励起状態を発光に利用するためには、高価なりん光性イリジウム化合物もしくは精密な分子設計が必要な熱活性化遅延蛍光性(TADF)化合物を用いる必要があった。ところが、本研究で見出した、2次元ペロブスカイト構造中に蛍光性有機アミンを導入する方法を用いれば、りん光及びTADF型有機EL素子に匹敵する高い外部量子効率を得られるようになり、従って、将来的にディスプレイ及び照明産業に大きなインパクトを与える。

研究成果の概要(英文)：In LEDs with a two-dimensional perovskite emitter, in which a benzothiadiazole (BT) derivative is used as the large organic cation for the structural organization, the electrons and holes injected from external electrodes are transported through inorganic metal halogen sheets. Then, the excitons are formed in inorganic metal halogen sheets by the recombination between the electrons and the holes. The bright exciton number is higher by three-fold than the dark exciton number, and the conversion from the dark excitons to the bright excitons efficiently happens. Therefore, all the excitons formed inside LEDs can be used to induce the energy transfer to the emissive singlet state of the BT moiety in the two-dimensional perovskite structure. In that case, 100% internal quantum efficiency is achieved in organic-fluorophore-containing two-dimensional perovskite LEDs.

研究分野：有機エレクトロニクス

キーワード：2次元ペロブスカイト 発光性有機アミン LED エネルギー移動 キャリア輸送

1. 研究開始当初の背景

有機 EL(エレクトロルミネッセンス)素子において、通常は非発光性である三重項励起状態を発光に利用するためには、高価なりん光性イリジウム化合物もしくは精密な分子設計が必要な熱活性化遅延蛍光性(TADF)化合物を用いる必要があった。ところが申請者は、蛍光性有機分子であるベンゾチアジアゾール誘導体(BT)を導入した2次元ペロブスカイトを発光層としたLEDにおいて、平均で9.9%の高い外部量子効率を得られた。発光量子収率や光取り出し効率を考慮して、一重項励起状態の生成効率を計算するとおよそ100%であることが分かった。つまりこの結果は、安価で材料設計が容易な蛍光性有機分子を用いても、りん光及びTADF型有機EL素子に匹敵する高い外部量子効率を得られることを示唆するものであり、将来的にディスプレイ及び照明産業に大きなインパクトを与える。

2. 研究の目的

BTを導入した2次元ペロブスカイトLEDにおいて、100%の一重項励起状態の生成効率(LEDの内部量子効率)が得られる理由は未だ明らかにされていない。そこで本研究では、100%の一重項励起状態の生成効率を得られる理由を解明することを目指した。

3. 研究の方法

臭化鉛(PbBr₂)とBTを化学量論比で溶解させた溶液からスピコートすることにより、BTを有機層としたPbBr系の2次元ペロブスカイト膜を作製した。この2次元ペロブスカイト膜に対して、光電子分光測定、逆光電子分光測定、発光スペクトル測定、時間分解過渡発光測定、時間分解過渡吸収測定を行った。

4. 研究成果

PbBr無機層からBT有機層へのエネルギー移動に立脚したBTからの発光が観測され、光励起発光量子収率は30%であった。この2次元ペロブスカイトを発光層としたLEDにおいて、平均で9.9%の高い外部量子効率を得られた。光学シミュレーションにより計算した光取り出し効率は33.3%であった。これら発光量子収率30%と光取り出し効率33.3%、および発光性励起子の生成効率25%とキャリア再結合確立100%を用いて外部量子効率を計算すると約2.5%となった。他方、りん光型EL素子やTADF型EL素子で用いられるように、発光性の励起子生成効率を100%とすると、外部量子効率の計算値は10%となる。本研究で実験的に得られた外部量子効率の実験値は後者に近いことから、蛍光性材料であるBTを2次元ペロブスカイトに導入すると一重項励起状態の生成効率(LEDの内部量子効率)は100%となることが分かった。

100%の一重項励起状態の生成効率を得られた理由として、最初にPbBr無機層に励起状態が形成され、その後に、BT有機層へとエネルギー移動が生じていることが原因と考えた。このことを明らかにするために、光電子分光および逆光電子分光を用いてPbBr無機層とBT有機層のエネルギーレベルを精密に測定した。その結果、PbBr無機層の価電子帯上端は-5.89eVは、伝導帯下端は-2.64eVと測定された(図1a)。さらに、BT有機層のHOMO準位は-6.14eV、LUMO準位は-

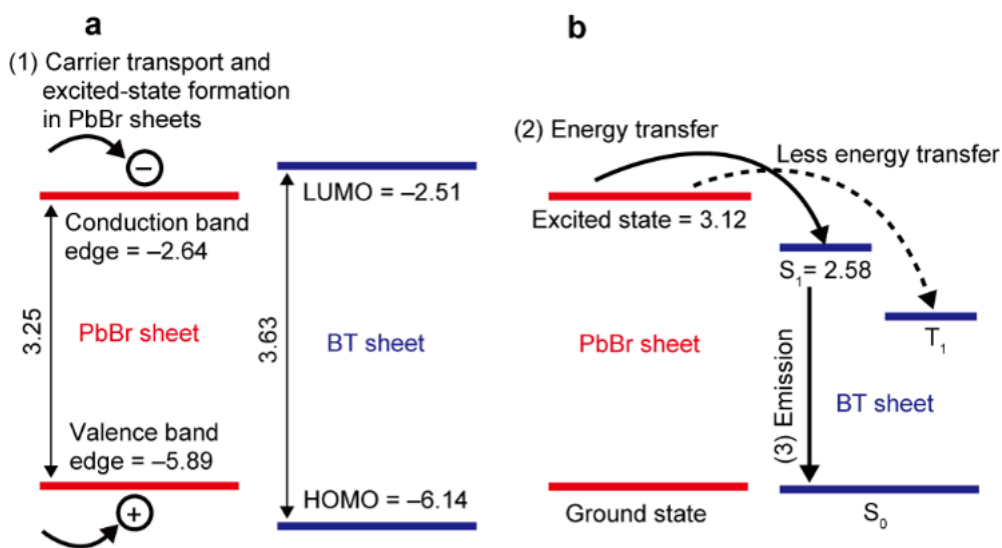


図1. PbBr無機層とBT有機層の(a)エネルギー準位図と(b)励起状態エネルギー

2.51eV と測定された(図 1a)。この結果より、本 2 次元ペロブスカイト LED 中に注入された電子とホールは、エネルギーギャップが小さな PbBr 無機層を通して輸送され、再結合により PbBr 無機層で励起状態が形成されると考えられる。さらに、発光スペクトル測定により、PbBr 無機層の励起状態エネルギーは 3.12eV であり、BTA 有機層の一重項励起状態エネルギーは 2.29eV と見積もられた(図 1b)。PbBr 無機層においてはエネルギーギャップと励起状態エネルギーが同程度である。しかし、BT 有機層においては、エネルギーギャップと比べると、構造緩和が生じるために励起状態エネルギーが非常に小さくなる。エネルギーギャップと励起状態エネルギーの差を利用することにより、PbBr 無機層で形成された励起状態のエネルギーが BA 有機層へ移動すると考えられる。

PbBr 無機層から BT 有機層へのエネルギー移動を詳細に評価するために時間分解過渡 PL 測定を行った。約 400nm において PbBr 無機層からの発光が立ち上がり、その後、数十 ps の時間スケールで減衰した(図 2)。PbBr 無機層からの発光が減衰すると同時に、約 550nm における BT 有機層からの発光が立ち上がった(図 2)。この結果は、PbBr 無機層から BT 有機層へのエネルギー移動が生じていることを示すものである。光学的に不活性なフェネチルアミンを導入した 2 次元ペロブスカイト膜をリファレンスとして用いることにより(図 2)、PbBr 無機層から BT 有機層へのエネルギー移動の効率はおよそ 100%であることを見出した。過渡吸収測定結果においても、PbBr 無機層由来のピークが立ち下ると同時に BT 有機層由来のピークが立ち上がっていた。この結果からも PbBr 無機層から BT 有機層へのエネルギー移動が生じていることを明らかにした。

前述の結果を利用すると、BT を導入した 2 次元ペロブスカイト LED 中で次のようなプロセスが生じていると推測される。LED 中の 2 次元ペロブスカイト層に注入された電子とホールは、エネルギーギャップが小さな PbBr 無機層を通して輸送され、再結合により PbBr 無機層で励起子が形成される。ここで形成される bright 励起子は三重項状態であり、dark 励起子は一重項状態であることが知られている。つまり、bright 励起子と dark 励起子の生成比率は 3:1 となり、bright 励起子の方が圧倒的に多い。さらに、bright 励起子と dark 励起子のエネルギー準位は同程度であることが知られている。この場合、dark 励起子から bright 励起子への遷移が効率良く生じる。つまり、電流励起により生成した励起子の全てを bright 励起子として利用できる。この bright 励起子が BT の発光性一重項励起子へとエネルギー移動すれば、LED の内部量子効率を 100%となることを説明できる。

次に、2 次元ペロブスカイトへの様々な有機アミンの導入を試みた。オリゴチフェニレン骨格やナフタレンジイミド骨格の片側にアミンを配置した化合物を合成した。この化合物をよう化鉛もしくはよう化スズと共に有機溶媒に溶解させ、スピコート・アニールすることで薄膜化させた。吸収・発光スペクトルを測定すると、500nm 近傍に、2 次元ペロブスカイトの量子井戸構造中で安定化された励起子に起因する特徴的なピークが観測された。さらに、X 線回折の in-plane と out-of-plane 解析により膜中で 2 次元型ペロブスカイト構造が形成されていることを確認した。ナフタレンジイミドを用いた鉛系 2 次元型ペロブスカイト膜を作製し、光電流測定を行った。光照射下において金属ハロゲン層で形成された励起状態が分離し、その後、電子が有機アミン層に移動する。同時に、有機アミン層の励起状態が分離することにより形成したホールは金属ハロゲン層に移動する。つまり、電子が有機アミン層、ホールが金属ハロゲン層に別々に輸送されることにより、電子とホールの再結合が抑制され、それにより、一般的なアルキルアミンを用いた 2 次元型ペロブスカイトと比較すると、光電流が約 40 倍に増大することを見出した。今後の 2 次元ペロブスカイトを用いた次世代型の太陽電池応用に向けて有意義な結果が得られた。

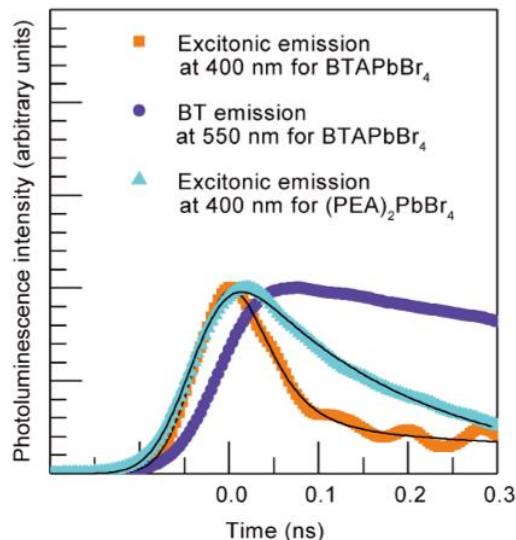


図 2. 過渡発光の測定結果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計29件（うち査読付論文 29件／うち国際共著 10件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Chathuranganie A. M. Senevirathne, Atula S. D. Sandanayaka*, Buddhika S. B. Karunathilaka, Takashi Fujihara, Fatima Bencheikh, Chuanjiang Qin, Kenichi Goushi, Toshinori Matsushima*, and Chihaya Adachi*	4. 巻 8
2. 論文標題 Markedly Improved Performance of Optically Pumped Organic Lasers with Two-Dimensional Distributed-Feedback Gratings	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Photonics	6. 最初と最後の頁 1324 ~ 1334
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsp Photonics.0c01728	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 Dziugas Litvinas, Ramunas Aleksiejunas*, Patrik Scajev, Paulius Baronas, Vaiva Soriute, Chuanjiang Qin, Takashi Fujihara, Toshinori Matsushima, Chihaya Adachi, and Saulius Jursenas	4. 巻 9
2. 論文標題 Energy transfer in (PEA) ₂ FAn - 1PbnBr _{3n+1} quasi-2D perovskites	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C	6. 最初と最後の頁 4782 ~ 4791
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1TC000422K	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 Takaaki Miyazaki*, Motonori Watanabe, Toshinori Matsushima*, Ching-Ting Chein, Chihaya Adachi, Shih-Sheng Sun, Hiroyuki Furuta and Tahsin J. Chow*	4. 巻 27
2. 論文標題 Synthesis of Heptacene and Its Hole Transfer Property of Stable Thin Films	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 10677 ~ 10684
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202100936	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 Dinh Hoa Nguyen*, Chuanjiang Qin, Toshinori Matsushima, and Chihaya Adachi	4. 巻 9
2. 論文標題 Towards Thing-to-Thing Optical Wireless Power Transfer: Metal Halide Perovskite Transceiver As An Enabler	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Energy Research, section Sustainable Energy Systems and Policies	6. 最初と最後の頁 679125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fenrg.2021.679125	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 Ganbaatar Tumen-Ulzii, Morgan Auffray, Toshinori Matsushima*, and Chihaya Adachi*	4. 巻 118
2. 論文標題 Unintentional passivation of 4-tertbutyl pyridine for improved efficiency and decreased operational stability of perovskite solar cells	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 241603
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0051527	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 Yu Esaki, Masaki Tanaka, Toshinori Matsushima, and Chihaya Adachi*	4. 巻 7
2. 論文標題 Active Control of Spontaneous Orientation Polarization of Tris(8-hydroxyquinolino)aluminum (Alq3) Films and Its Effect on Performance of Organic Light-Emitting Diodes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Electronic Materials	6. 最初と最後の頁 2100486
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/aelm.202100486	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 Xun Tang, Umamahesh Balijapalli, Buddhika. S. B. Karunathilaka, Daichi Okada, Chathuranganie A. M. Senevirathne, Yi-Ting Lee, Atula S. D. Sandanayaka*, Toshinori Matsushima*, and Chihaya Adachi*	4. 巻 31
2. 論文標題 Electron-Affinity Substituent in 2,6-Dicarbonitrile Diphenyl-1,5-Phosphinine (DCNP) Towards High-Quality Organic Lasing and Electroluminescence under High Current Injection	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Functional Materials	6. 最初と最後の頁 2104529
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adfm.202104529	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 Ganbaatar Tumen-Ulzii, Toshinori Matsushima, and Chihaya Adachi	4. 巻 35
2. 論文標題 Mini-review on efficiency and stability of perovskite solar cells with spiro-OMeTAD hole transport layer: Recent progress and Perspectives	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Energy & Fuels	6. 最初と最後の頁 18915 ~ 18927
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.energyfuels.1c02190	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 Umamahesh Balijapalli, Xun Tang, Daichi Okada, Yi-Ting Lee, Buddhika. S. B. Karunathilaka, Morgan Auffray, Ganbaatar Tumen-Ulzii, Youichi Tsuchiya, Atula S. D. Sandanayaka, Toshinori Matsushima*, Hajime Nakanotani* and Chihaya Adachi*	4. 巻 9
2. 論文標題 2,6-Dicarbonitrile Diphenyl-1,5-Phosphinine (DCNP); A Robust Conjugated Building Block for Multi-Functional Dyes Exhibiting Tunable Amplified Spontaneous Emission	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Optical Materials	6. 最初と最後の頁 2101122
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adom.202101122	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 Andrew Chapman, Toshinori Matsushima, et al	4. 巻 95
2. 論文標題 Achieving a Carbon Neutral Future through Advanced Functional Materials and Technologies	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 73 ~ 103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20210323	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 Chathuranganie A. M. Senevirathne, Seiya Yoshida, Morgan Auffray, Buddhika S. B. Karunathilaka, Kenichi Goushi, Atula S. D. Sandanayake, Toshinori Matsushima*, and Chihaya Adachi*	4. 巻 10
2. 論文標題 Recycling of triplets into singlets for high-performance organic lasers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Optical Materials	6. 最初と最後の頁 2101302
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adom.202101302	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 Buddhika S. B. Karunathilaka, Umamahesh Balijapalli, Toshinori Matsushima*, Atula S. D. Sandanayaka*, and Chihaya Adachi*	4. 巻 60
2. 論文標題 Advanced Organic Laser System Having Triplet Scavengers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Imaging Society of Japan	6. 最初と最後の頁 615 ~ 630
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11370/isj.60.615	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 Masayuki Yahiro*, Shun Sugawara, Shinichi Maeda, Yuko Shimoi, Pangpang Wang, Shin-ichiro Kobayashi, Kotaro Takekuma, Ganbaatar Tumen-Ulzii, Chuanjiang Qin, Toshinori Matsushima, Tadayuki Isaji, Yoshinori Kasai, Takashi Fujihara, and Chihaya Adachi	4. 巻 4
2. 論文標題 Improved Performance of Perovskite Solar Cells by Suppressing The Energy-Level Shift of The PEDOT:PSS Hole Transport Layer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Applied Energy Materials	6. 最初と最後の頁 14590 ~ 14598
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaem.1c03213	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 Dinh Hoa Nguyen*, Ganbaatar Tumen-Ulzii, Toshinori Matsushima, and Chihaya Adachi	4. 巻 14
2. 論文標題 Performance Analysis of A Perovskite-based Thing-to-thing Optical Wireless Power Transfer System	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Photonics Journal	6. 最初と最後の頁 6213208
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JPHOT.2022.3146365	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 Cheng Tai, Qin Chuanjiang, Watanabe Satoru, Matsushima Toshinori, Adachi Chihaya	4. 巻 30
2. 論文標題 Stoichiometry Control for the Tuning of Grain Passivation and Domain Distribution in Green Quasi-2D Metal Halide Perovskite Films and Light Emitting Diodes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Functional Materials	6. 最初と最後の頁 2001816 ~ 2001816
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adfm.202001816	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 Tumen-Ulzii Ganbaatar, Matsushima Toshinori, Klotz Dino, Leyden Matthew R., Wang Pangpang, Qin Chuanjiang, Lee Jin-Wook, Lee Sung-Joon, Yang Yang, Adachi Chihaya	4. 巻 1
2. 論文標題 Hysteresis-less and stable perovskite solar cells with a self-assembled monolayer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Communications Materials	6. 最初と最後の頁 31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s43246-020-0028-z	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 Yamaguchi Kenta, Esaki Yu, Matsushima Toshinori, Adachi Chihaya	4. 巻 10
2. 論文標題 A 1,4,5,8,9,11-hexaazatriphenylenehexacarbonitrile (HAT-CN) transport layer with high electron mobility for thick organic light-emitting diodes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 055304 ~ 055304
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0007310	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 Karunathilaka Buddhika S. B., Balijapalli Umamahesh, Senevirathne Chathuranganie A. M., Esaki Yu, Goushi Kenichi, Matsushima Toshinori, Sandanayaka Atula S. D., Adachi Chihaya	4. 巻 30
2. 論文標題 An Organic Laser Dye having a Small Singlet Triplet Energy Gap Makes the Selection of a Host Material Easier	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Functional Materials	6. 最初と最後の頁 2001078 ~ 2001078
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adfm.202001078	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 Alosaimi Ghaida, Qin Chuanjiang, Matsushima Toshinori, Adachi Chihaya, Seidel Jan	4. 巻 124
2. 論文標題 Nanoscale Electronic Properties of Triplet-State-Engineered Halide Perovskites	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 14811 ~ 14817
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.0c03996	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 Cheng Tai, Tumen-Ulzii Ganbaatar, Klotz Dino, Watanabe Satoru, Matsushima Toshinori, Adachi Chihaya	4. 巻 12
2. 論文標題 Ion Migration-Induced Degradation and Efficiency Roll-off in Quasi-2D Perovskite Light-Emitting Diodes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Materials & Interfaces	6. 最初と最後の頁 33004 ~ 33013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsami.0c06737	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 Qin Chuanjiang, Sandanayaka Atula S. D., Zhao Chenyang, Matsushima Toshinori, Zhang Dezhong, Fujihara Takashi, Adachi Chihaya	4. 巻 585
2. 論文標題 Stable room-temperature continuous-wave lasing in quasi-2D perovskite films	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 53 ~ 57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-020-2621-1	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 Karunathilaka Buddhika S. B., Balijapalli Umamahesh, Senevirathne Chathuranganie A. M., Yoshida Seiya, Esaki Yu, Goushi Kenichi, Matsushima Toshinori, Sandanayaka Atula S. D., Adachi Chihaya	4. 巻 11
2. 論文標題 Suppression of external quantum efficiency rolloff in organic light emitting diodes by scavenging triplet excitons	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 4926
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-18292-0	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 Tumen-Ulzii Ganbaatar, Qin Chuanjiang, Matsushima Toshinori, Leyden Matthew R., Balijapalli Umamahesh, Klotz Dino, Adachi Chihaya	4. 巻 4
2. 論文標題 Understanding the Degradation of Spiro OMeTAD Based Perovskite Solar Cells at High Temperature	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Solar RRL	6. 最初と最後の頁 2000305 ~ 2000305
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/solr.202000305	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 Shukla Atul, Mai Van T. N., Senevirathne A. M. Chathuranganie, Allison Ilene, McGregor Sarah K. M., Lepage Romain J., Wood Michael, Matsushima Toshinori, Moore Evan G., Krenske Elizabeth H., Sandanayaka Atula S. D., Adachi Chihaya, Namdas Ebinazar B., Lo Shih Chun	4. 巻 8
2. 論文標題 Low Amplified Spontaneous Emission and Lasing Thresholds from Hybrids of Fluorenes and Vinylphenylcarbazole	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Optical Materials	6. 最初と最後の頁 2000784 ~ 2000784
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adom.202000784	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 Mai Van T. N., Shukla Atul, Senevirathne A. M. Chathuranganie, Allison Ilene, Lim Hyunsoo, Lepage Romain J., McGregor Sarah K. M., Wood Michael, Matsushima Toshinori, Moore Evan G., Krenske Elizabeth H., Sandanayaka Atula S. D., Adachi Chihaya, Namdas Ebinazar B., Lo Shih Chun	4. 巻 8
2. 論文標題 Lasing Operation under Long Pulse Excitation in Solution Processed Organic Gain Medium: Toward CW Lasing in Organic Semiconductors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Optical Materials	6. 最初と最後の頁 2001234 ~ 2001234
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adom.202001234	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 Tumen-Ulzii Ganbaatar, Matsushima Toshinori, Klotz Dino, Adachi Chihaya	4. 巻 117
2. 論文標題 The effect of current density-voltage measurement conditions on the operational stability of hybrid perovskite solar cells	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 103503 ~ 103503
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0023622	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 Watanabe Satoru, Tumen-Ulzii Ganbaatar, Cheng Tai, Matsushima Toshinori, Adachi Chihaya	4. 巻 124
2. 論文標題 Origin and Suppression of External Quantum Efficiency Roll-Off in Quasi-Two-Dimensional Metal Halide Perovskite Light-Emitting Diodes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 27422 ~ 27428
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.0c09241	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 Tumen-Ulzii Ganbaatar, Takekuma Kotaro, Fujita Yuki, Senba Dai, Senevirathne Chathuranganie A. M., Lee Yi-Ting, Wachi Atsushi, Sato Hiroshi, Matsushima Toshinori, Adachi Chihaya	4. 巻 122
2. 論文標題 Development of a new hole transport material for perovskite solar cells	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 201101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0150066	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 Feng Zhao, Liu Xuelong, Imaoka Kentaro, Ishii Tomohiro, Tumen Ulzii Ganbaatar, Tang Xun, Harrington George F., Heinrich Beno?t, Ribierre Jean Charles, Chamoreau Lise Marie, Sosa Vargas Lydia, Kreher David, Goushi Kenichi, Matsushima Toshinori, Zhou Guijiang, Mathevet Fabrice, Adachi Chihaya	4. 巻 11
2. 論文標題 Artificial p/n like Junction Based on Pure 2D Organic/Inorganic Halide Perovskite Structure Having Naphthalene Diimide Acceptor Moieties	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Advanced Optical Materials	6. 最初と最後の頁 2202734
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adom.202202734	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

〔学会発表〕 計46件 (うち招待講演 23件 / うち国際学会 24件)

1. 発表者名 Toshinori Matsushima and Chihaya Adachi
2. 発表標題 Metal halide perovskites for high-performing LEDs and lasers
3. 学会等名 The Eighth International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies (EM-NANO 2021) (Virtual Meeting) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toshinori Matsushima and Chihaya Adachi
2. 発表標題 Metal halide hybrid perovskites for high-performance LED and laser devices
3. 学会等名 The 38th International Conference of Photopolymer Science and Technology (ICPST-38) (online) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toshinori Matsushima, Yu Esaki, Chihaya Adachi
2. 発表標題 Vacuum-deposition engineering for high-performance organic electronic devices
3. 学会等名 The 13th Asian Conference on Organic Electronics (A-COE2021) (Online) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toshinori Matsushima, Ganbaatar Tumen-Ulzii, and Chihaya Adachi
2. 発表標題 Degradation Mechanism of Spiro-OMeTAD-Based Perovskite Solar Cells at High Temperature
3. 学会等名 The International Conference on Flexible and Printed Electronics (ICFPE) (online conference) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松島 敏則
2. 発表標題 金属ハライドペロブスカイトー基礎から物理、最先端デバイスまでー
3. 学会等名 JOEMアカデミー2021 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松島敏則
2. 発表標題 「太陽光発電の謎に迫る！」～脱炭素技術の最前線～
3. 学会等名 第82回サイエンスカフェ@ふくおか(オンライン) (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松島敏則
2. 発表標題 ペロブスカイト薄膜LEDおよびレーザーへの研究展開
3. 学会等名 日本学術振興会, 光電相互変換 第125委員会, 本委員会 第258回研究会 (オンライン) (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松島敏則
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池の高耐久性化に向けて
3. 学会等名 日本太陽光発電学会 ペロブスカイト太陽電池分科会 2021年度第2回研究会 「ペロブスカイト太陽電池の基礎科学」(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松島 敏則, 江崎 有, 青山 哲也, 安達 千波矢
2. 発表標題 有機膜の密度制御とデバイス応用
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会(2022)中長期テーマシンポジウム ~高密度共役物質の未来~新しい電子共役から生み出される機能~(オンライン)(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Toshinori Matsushima, Chuanjiang Qin, Matthew R. Leyden, A. S. D. Sandanayaka, and Chihaya Adachi
2. 発表標題 Optical lasing from metal halide hybrid perovskite films
3. 学会等名 2021 KJF-International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics (KJF-ICOME2021) (online) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ganbaatar Tumen-Ulzii, Toshinori Matsushima, and Chihaya Adachi
2. 発表標題 Unintentional passivation of 4-tertbutyl pyridine for improved efficiency and decreased operational stability of perovskite solar cells
3. 学会等名 2021 KJF-International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics (KJF-ICOME2021) (online) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toshinori Matsushima and Chihaya Adachi
2. 発表標題 Insolubilization of the organic hole transport layer through siloxane network formation for efficient perovskite light-emitting diodes
3. 学会等名 2021 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2021) (ALL-VIRTUAL conference) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ganbaatar Tumen-Ulzii, Toshinori Matsushima, and Chihaya Adachi
2. 発表標題 Highly efficient and stable metal halide hybrid perovskite solar cells
3. 学会等名 207th Institute Interest Seminar Series (Webinar), I2CNER, Kyushu University (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松島 敏則, シン センコウ, 渡辺 慧, 安達 千波矢
2. 発表標題 金属ハライドペロブスカイトLED及びレーザーへの研究展開
3. 学会等名 M&BE6月研究会「時代を切り拓く有機分子・バイオエレクトロニクス研究」(オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 青山 哲也, 松島 敏則, 田中 利彦, Benoit Heinrich, Fabrice Mathevet, 村中 厚哉, 高石 和人, 内山 真伸, 松本 真哉, 山形 豊, 安達 千波矢, Jean-Charles Ribierre
2. 発表標題 チエノキノイド分子配向薄膜トランジスタにおける冷間等方圧加圧による移動度向上
3. 学会等名 2021年第82回応用物理学会秋季学術講演会(オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奈須 龍太郎, 松島 敏則, 安達千波矢
2. 発表標題 電流励起型ペロブスカイト半導体レーザーの実現に向けた基礎検討
3. 学会等名 2021年第82回応用物理学会秋季学術講演会(オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹熊 廣太郎, 松島 敏則, 安達 千波矢
2. 発表標題 真空蒸着法による鉛フリーペロブスカイト太陽電池の作製
3. 学会等名 2021年第82回応用物理学会秋季学術講演会(オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toshinori Matsushima and Chihaya Adachi
2. 発表標題 Metal Halide Perovskites for Next-Generation LED and Transistor Applications
3. 学会等名 The 27th International Workshop on Active-Matrix Flatpanel Display and Devices -TFT Technologies and FPD Materials- (AM-FPD20) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Toshinori Matsushima, Chuanjiang Qin, William J. Potscavage Jr, Atula S. D. Sandanayaka, Matthew R. Leyden, Fatima Bencheikh, Kenichi Goushi, Fabrice Mathevet, Benot Heinrich, Go Yumoto, Yoshihiko Kanemitsu and Chihaya Adachi
2. 発表標題 High efficiency and durability from perovskite-organic hybrid light-emitting diodes
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 Toshinori Matsushima and Chihaya Adachi
2. 発表標題 High-performance light-emitting devices based on metal halide hybrid perovskites
3. 学会等名 2020 VIRTUAL MRS SPRING/FALL MEETING & EXHIBIT (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Toshinori Matsushima and Chihaya Adachi
2. 発表標題 Organic-perovskite hybrid light-emitting diodes
3. 学会等名 The 6th International Conference on Electronic Materials and Nanotechnology for Green Environment (ENGE 2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Toshinori Matsushima and Chihaya Adachi
2. 発表標題 High performance from organic/perovskite light-emitting diodes
3. 学会等名 The 20th International Meeting on Information Display (iMiD2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Toshinori Matsushima and Chihaya Adachi
2. 発表標題 New era of metal halide perovskite-based optoelectronics
3. 学会等名 11th International Symposium on Organic Electronics (ISOME2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Toshinori Matsushima and Chihaya Adachi
2. 発表標題 Next-Generation Organic Light-Emitting Diode Architectures With Metal Halide Perovskites
3. 学会等名 OSA Advanced Photonics Congress, Organic LEDs (PvTh2G) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松島敏則
2. 発表標題 ハライドペロブスカイト材料を用いた電流誘起レーザー (に向けて)
3. 学会等名 第4回固体レーザーの高速探索と機能開発に向けたレーザー材料研究会 -新しい機能を持ったレーザとそれに関連した材料- (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松島 敏則, 安達 千波矢
2. 発表標題 金属ハライドペロブスカイトを用いた有機EL素子
3. 学会等名 2021年第68回応用物理学会春季学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松島敏則, 安達千波矢
2. 発表標題 金属ハライドペロブスカイトからのレーザー発振 ~電流励起型半導体レーザーに向けて~
3. 学会等名 第382回蛍光体同学会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松島 敏則, Chuanjiang Qin, Tai Cheng, Matthew R. Leyden, 渡辺 慧, 安達 千波矢
2. 発表標題 擬2次元型ペロブスカイトLED及びレーザー
3. 学会等名 有機EL討論会 第31回例会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松島敏則, 安達千波矢
2. 発表標題 ペロブスカイトLED
3. 学会等名 有機EL討論会 第31回例会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松島 敏則
2. 発表標題 金属ハライドペロブスカイトの基礎からデバイス応用まで
3. 学会等名 JOEMアカデミー2020 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松島 敏則, Cheng Tai, Qin Chuanjiang, 安達 千波矢
2. 発表標題 ハイブリッドペロブスカイトLED の高効率化
3. 学会等名 第69回高分子討論会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名	Chathuranganie A.M. Senevirathne, Atula S. D. Sandanayaka, Buddhika S. B. Karunathilaka, Chuanjiang Qin, Kenichi Goushi, Toshinori Matsushima and Chihaya Adachia
2. 発表標題	Quasi-Continuous-Wave Laser Operation of Organic Lasers with a Mixed-Order Circular Distributed Feedback Structure
3. 学会等名	The 12th Asian Conference on Organic Electronics (A-COE2020) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Satoru Watanabe, Toshinori Matsushima, Chihaya Adachi
2. 発表標題	Trapped charge carriers accelerate Auger recombination in quasi-two-dimensional metal halide perovskite light-emitting diodes
3. 学会等名	The 12th Asian Conference on Organic Electronics (A-COE2020) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Toshinori Matsushima, Chuanjiang Qin, William J. Potscavage Jr, Atula S. D. Sandanayaka, Matthew R. Leyden, Fatima Bencheikh, Kenichi Goushia, Fabrice Mathevet, Benot Heinrich, Go Yumoto, Yoshihiko Kanemitsu and Chihaya Adachi
2. 発表標題	Efficient perovskite light-emitting diodes with triplet exciton management
3. 学会等名	The 12th Asian Conference on Organic Electronics (A-COE2020) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Ganbaatar Tumen-Ulzii, Toshinori Matsushima, and Chihaya Adachi
2. 発表標題	Thermally Stable Perovskite Solar Cells with Chemically Doped Spiro-OMeTAD Hole Transport Layer
3. 学会等名	Online nanoGe Fall Meeting 20 (nanoGe) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名 Toshinori Matsushima, Chuanjiang Qin, Shinobu Terakawa, Takashi Fujihara, Atula S. D. Sanda-nayaka, Matthew R. Leyden, and Chihaya Adachi
2. 発表標題 Air-stable tin-iodide-based perovskite field-effect transistors
3. 学会等名 2020 International Conference on Solid State Devices and Materials (All-VIRTUAL conference) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Chathuranganie A. M. Senevirathne, Van T. N. Mai, Atul Shukla, Shih-Chun Lo, Ebinazar B. Nandas, Toshinori Matsushima, Atula S. D. Sandanayaka and Chihaya Adachi
2. 発表標題 Solution Processable Fluorene-Based Laser Dye for Organic Solid-State Lasers
3. 学会等名 2020 International Conference on Solid State Devices and Materials (All-VIRTUAL conference) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Buddhika S. B. Karunathilaka, Umamahesh Balijapalli, Chathuranganie A. M. Senevirathne, Yu Esaki, Toshinori Matsushima, Atula S. D. Sandanayaka, and Chihaya Adachi
2. 発表標題 Continuous-wave laser operation based on triplet management of guest-host matrix
3. 学会等名 SPIE Optics + Photonics 2020 Digital Forum, Organic Photonics + Electronics (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Adikari Mudiyanseelage Chathuranganie Senevirathne, Van T. N. Mai, Atul Shukla, Buddhika S. B. Karunathilaka, Toshinori Matsushima, Atula S. D. Sandanayaka, Shih-Chun Lo, Ebinazar B. Nandas, and Chihaya Adachi
2. 発表標題 Continuous-wave operation of solution-processed organic thin-film lasers
3. 学会等名 SPIE Optics + Photonics 2020 Digital Forum, Organic Photonics + Electronics (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Toshinori Matsushima
2. 発表標題 Understanding degradation mechanisms of hybrid perovskite solar cells
3. 学会等名 Institute Interest Seminar Series (Webinar), I2CNER, Kyushu University (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Chathuranganie A. M. Senevirathne, Seiya Yoshida, Morgan Auffray, Buddhika S. B. Karunathilaka, Kenichi Goushi, Atula S. D. Sandanayaka, Toshinori Matsushima, and Chihaya Adachi
2. 発表標題 Triplet recycling for quasi-continuous-wave organic semiconductor lasers
3. 学会等名 2021年第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 安達 千波矢, 松島 敏則
2. 発表標題 有機・無機ハイブリッドペロブスカイト材料のLED・レーザー素子への展開
3. 学会等名 第169回ラドテック研究会講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡辺 慧, 松島 敏則, 安達 千波矢
2. 発表標題 金属ハライドペロブスカイトLEDにおける効率ロールオフの解析
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 Chathuranganie A. M. Senevirathne, Atula S. D. Sandanayaka, Buddhika S. B. Karunathilaka, Chuanjiang Qin, Kenichi Goushi, Toshinori Matsushima, and Chihaya Adachi
2. 発表標題 Two-dimensional distributed feedback structures for quasi-continuous wave lasing from organic semiconductors
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 A. S. D. Sandanayaka, 松島敏則, F. Bencheikh, 寺川しのぶ, W. J. Potscavage, Jr., C. Qin, 藤原隆, 合志憲一, J-C Ribierre, 安達千波矢
2. 発表標題 有機半導体レーザーダイオードの電流励起発振の兆候
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 松島敏則
2. 発表標題 高耐久性ペロブスカイト太陽電池及び次世代型ペロブスカイト半導体デバイスの開発
3. 学会等名 2020年度第1回九州大学ベンチャーエコシステム連絡会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計11件

1. 著者名 Toshinori Matsushima and Chihaya Adachi	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Extended Abstracts of 2021 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2021), Page 377 - 378 (G - 1 - 07), Year 2021	5. 総ページ数 2
3. 書名 Insolubilization of the organic hole transport layer through siloxane network formation for efficient perovskite light-emitting diodes	

1. 著者名 安達 千波矢, 儘田 正史, 松島 敏則	4. 発行年 2021年
2. 出版社 表面と真空, 64巻, 1号, 4 - 9頁, 2021年	5. 総ページ数 6
3. 書名 有機半導体レーザー分子の耐久特性の向上	

1. 著者名 松島 敏則, シン センコウ, 渡辺 慧, 安達 千波矢	4. 発行年 2021年
2. 出版社 応用物理学会 有機分子・バイオエレクトロニクス分科会誌, 32巻, 2号, 92 (45) - 95 (48)頁, 2021年	5. 総ページ数 4
3. 書名 金属ハライドペロブスカイトLED及びレーザーへの研究展開	

1. 著者名 Toshinori Matsushima, Chuanjiang Qin, William J. Potscavage Jr, Atula S. D. Sandanayaka, Matthew R. Leyden, Fatima Bencheikh, Kenichi Goushi, Fabrice Mathevet, Benot Heinrich, Go Yumoto, Yoshihiko Kanemitsu and Chihaya Adachi	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Proceedings of The 27th International Display Workshops (IDW'20)	5. 総ページ数 4
3. 書名 High efficiency and durability from perovskite-organic hybrid light-emitting diodes	

1. 著者名 Toshinori Matsushima, Chuanjiang Qin, Shinobu Terakawa, Takashi Fujihara, Atula S. D. Sandanayaka, Matthew R. Leyden, and Chihaya Adachi	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Extended Abstracts of 2020 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2020)	5. 総ページ数 2
3. 書名 Air-stable tin-iodide-based perovskite field-effect transistors	

1. 著者名 Chathuranganie A. M. Senevirathne, Van T. N. Mai, Atul Shukla, Shih-Chun Lo, Ebinazar B. Nandas, Toshinori Matsushima, Atula S. D. Sandanayaka and Chihaya Adachi	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Extended Abstracts of 2020 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2020)	5. 総ページ数 2
3. 書名 Solution Processable Fluorene-Based Laser Dye for Organic Solid-State Lasers	

1. 著者名 Toshinori Matsushima and Chihaya Adachi	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Proceedings of The 27th International Workshop on Active-Matrix Flatpanel Display and Devices - TFT Technologies and FPD Materials- (AM-FPD20)	5. 総ページ数 1
3. 書名 Metal Halide Perovskites for Next-Generation LED and Transistor Applications	

1. 著者名 Adikari Mudiyanseelage Chathuranganie Senevirathne, Van T. N. Mai, Atul Shukla, Buddhika S. B. Karunathilaka, Toshinori Matsushima, Atula S. D. Sandanayaka, Shih-Chun Lo, Ebinazar B. Nandas, and Chihaya Adachi	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Proceedings of SPIE, Organic and Hybrid Light Emitting Materials and Devices XXIV	5. 総ページ数 1
3. 書名 Continuous-wave operation of solution-processed organic thin-film lasers	

1. 著者名 Buddhika S. B. Karunathilaka, Umamahesh Balijapalli, Chathuranganie A. M. Senevirathne, Yu Esaki, Toshinori Matsushima, Atula S. D. Sandanayaka, and Chihaya Adachi	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Proceedings of SPIE, Organic and Hybrid Light Emitting Materials and Devices XXIV	5. 総ページ数 1
3. 書名 Continuous-wave laser operation based on triplet management of guest-host matrix	

1. 著者名 松島 敏則, 安達 千波矢	4. 発行年 2020年
2. 出版社 応用物理学会 有機分子・バイオエレクトロニクス分科会誌	5. 総ページ数 6
3. 書名 金属ハライドペロブスカイトを用いた有機EL素子	

1. 著者名 松島 敏則, 安達 千波矢	4. 発行年 2020年
2. 出版社 電子情報通信学会誌, ニュース解説	5. 総ページ数 2
3. 書名 従来よりも10倍厚い有機EL素子の開発に成功 ディスプレイや照明への実用化が加速-	

〔出願〕 計24件

産業財産権の名称 レーザー素子, 化合物, 化合物の製造方法, レージング増感剤	発明者 サンダナヤカ サン ガランゲ ドン ア トゥラ他	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、17/765,242 (US)	出願年 2022年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 レーザー素子, 化合物, 化合物の製造方法, レージング増感剤	発明者 サンダナヤカ サン ガランゲ ドン ア トゥラ他	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、10-2022-700548 (Korea)	出願年 2022年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 レーザー素子, 化合物, 化合物の製造方法, レージング増感剤	発明者 サンダナヤカ サン ガランゲ ドン ア トゥラ他	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021-551187	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 レーザー素子, 化合物, 化合物の製造方法, レージング増感剤	発明者 サンダナヤカ サン ガランゲ ドン ア トゥラ他	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、20871785.0 (EP)	出願年 2022年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 レーザー素子, 化合物, 化合物の製造方法, レージング増感剤	発明者 サンダナヤカ サン ガランゲ ドン ア トゥラ他	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、202080067864.9 (China)	出願年 2022年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 レーザー素子、レーザー発振方法およびレーザー発振特性の向上方法	発明者 シン センコウ, 松島 敏則, 安達 千波矢	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021-542782	出願年 2021年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 ELECTRICALLY DRIVEN ORGANIC SEMICONDUCTOR LASER DIODE, AND METHOD FOR PRODUCING SAME	発明者 Atula S. D. Sandanayaka, et al.	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、CN113615016	出願年 2021年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 ELECTRICALLY DRIVEN ORGANIC SEMICONDUCTOR LASER DIODE, AND METHOD FOR PRODUCING SAM	発明者 Atula S. D. Sandanayaka, et al.	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、EP3939131	出願年 2022年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 有機エレクトロルミネッセンス素子および化合物	発明者 松島 敏則、他	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021-507287	出願年 2021年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 分解抑制剤、薄膜、レーザー発振素子およびレーザー色素の分解抑制方法	発明者 松島 敏則、他	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特再公表W020/130086	出願年 2021年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 CURRENT-INJECTION ORGANIC SEMICONDUCTOR LASER DIODE, METHOD FOR PRODUCING SAME AND PROGRAM	発明者 Atula S. D. Sandanayaka, et al.	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、US-2022-037860	出願年 2022年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 CONTINUOUS-WAVE ORGANIC THIN-FILM DISTRIBUTED FEEDBACK LASER AND ELECTRICALLY DRIVEN ORGANIC SEMICONDUCTOR LASER DIODE	発明者 Atula S. D. Sandanayaka, et al.	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、17/674,668	出願年 2022年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 レーザー素子	発明者 サンダナヤカ サン ガランゲ ドン ア トゥラ 他	権利者 九州大学
産業財産権の種類、番号 特許、TW110106958	出願年 2021年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 レーザー素子	発明者 サンダナヤカ サン ガランゲ ドン ア トゥラ 他	権利者 九州大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2021/006969	出願年 2021年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 有機レーザー素子および三重項再利用剤	発明者 松島 敏則, 吉田 誠 矢, 安達 千波矢	権利者 九州大学
産業財産権の種類、番号 特許、TW110105346	出願年 2021年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 有機レーザー素子および三重項再利用剤	発明者 松島 敏則, 吉田 誠 矢, 安達 千波矢	権利者 九州大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2021/005404	出願年 2021年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 レーザー素子, 化合物, 化合物の製造方法, レージング増感剤	発明者 サンダナヤカ サン ガランゲ ドン ア トゥラ 他	権利者 九州大学
産業財産権の種類、番号 特許、TW109134453	出願年 2020年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 レーザー素子, 化合物, 化合物の製造方法, レージング増感剤	発明者 サンダナヤカ サン ガランゲ ドン ア トゥラ 他	権利者 九州大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2020/036305	出願年 2020年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 レーザー素子、レーザー発振方法およびレーザー発振特性の向上方法	発明者 シン センコウ, 松島 敏則, 安達 千波矢	権利者 九州大学
産業財産権の種類、番号 特許、TW109129117	出願年 2020年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 レーザー素子、レーザー発振方法およびレーザー発振特性の向上方法	発明者 シン センコウ, 松島 敏則, 安達 千波矢	権利者 九州大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2020/031249	出願年 2020年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 Compound, Organic Semiconductor Laser and Method for Producing Same	発明者 サンダナヤカ サン ガランゲ ドン ア トゥラ 他	権利者 九州大学, ザ ユニバーシ ティ オブ ク
産業財産権の種類、番号 特許、TW109119061	出願年 2020年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 Compound, Organic Semiconductor Laser and Method for Producing Same	発明者 サンダナヤカ サン ガランゲ ドン ア トゥラ 他	権利者 九州大学, ザ ユニバーシ ティ オブ ク
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2020/107111	出願年 2020年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 METHOD FOR PRODUCING LAMINATE, LAMINATE, LIGHT-EMITTING DEVICE AND LASER DEVICE	発明者 マシュー ライアン ライデン, 松島 敏 則, 安達 千波矢	権利者 九州大学
産業財産権の種類、番号 特許、TW09119032	出願年 2020年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 METHOD FOR PRODUCING LAMINATE, LAMINATE, LIGHT-EMITTING DEVICE AND LASER DEVICE	発明者 マシュー ライアン ライデン, 松島 敏 則, 安達 千波矢	権利者 九州大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT / JP2020 / 022325	出願年 2020年	国内・外国の別 外国

〔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
---------	---------