

令和 3 年 6 月 2 日現在

機関番号：82723

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K04790

研究課題名（和文）真空紫外レーザーによる次世代型電気自動車用スマート窓材の開発

研究課題名（英文）Development of smart window materials for next-generation electric vehicles using vacuum ultraviolet laser

研究代表者

大越 昌幸（Okoshi, Masayuki）

防衛大学校（総合教育学群、人文社会科学群、応用科学群、電気情報学群及びシステム工学群）・電気情報学群
・教授

研究者番号：70283497

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、シリコン系ハードコートが施されたポリカーボネート（PC）表面に、波長157 nmのフッ素レーザーを照射することにより、耐摩耗性のみならず、耐熱性・耐紫外線性を有する、次世代型電気自動車用PC窓材の開発を行った。また、開発したPC窓材表面に耐候性・耐スクラッチ性を有する微小電極としてのAl薄膜を位置選択的に形成するレーザー微細加工技術を確立して、微小スマートスピーカーの埋め込みを指向した新たなスマート窓材開発のための基礎的成果を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義および社会的意義は、シリコンハードコートが施されたPC表面にフッ素レーザーを照射することにより、真空装置を必要とせず、シリコンとの密着性が高いSiO₂改質層が形成できること。PC窓材上に形成した微小電極としてのAl薄膜へのフッ素レーザー照射により、緻密で極薄いAl₂O₃酸化改質層を形成して耐候性・耐スクラッチ性を発現させるとともに、強密着性を実現できること。マイクロスピーカーの埋め込みを指向したスマート窓材開発の基礎的成果が得られること。フッ素レーザーに代えてエキシマランプを用いることにより、次世代型電気自動車用PC樹脂窓材の量産車への適用が可能になることである。

研究成果の概要（英文）：In this work, by irradiating a polycarbonate (PC) surface coated with a silicone-based hard coat with a fluorine laser of 157 nm wavelength, a smart window material for next-generation electric vehicles that has not only wear resistance but also heat and ultraviolet resistances has been successfully developed. Also, we have established a laser microfabrication technology that selectively forms Al thin films as microelectrodes with weather and scratch resistances on the surface of the developed PC window material, and have been obtained the basic results for developing a new smart window material embedding micro-smart speakers.

研究分野：レーザー応用工学

キーワード：スマート窓 ポリカーボネート シリコン フッ素レーザー エキシマランプ 耐熱性 超撥水性
微小電極

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。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 2016年11月に、地球温暖化対策の国際的枠組みであるパリ協定が発効され、温室効果ガスの削減は、世界的に極めて重要な解決すべき課題となっている。その実現のための1つの有効な手段として、自動車の電動化(EV化)が近年急速に進んでいる。電気自動車においては、その航続距離をガソリン車並みにすることが求められており、そのため車体の軽量化が必要不可欠となっている。そこで、自動車の窓材においても樹脂に置き換えることが有効とされており、ポリカーボネート(PC)がその有力な候補である。しかし、PC表面は耐摩擦性が乏しく、一般にはその表面にシリコン系ハードコートを形成することにより耐摩耗性を向上させている。しかしこの場合でも、自動車用窓材としては、耐摩耗性は不十分である。したがって、シリカガラスに匹敵する耐摩耗性を有する樹脂窓の開発が切望されている。

(2) これまで申請者らは、波長157 nmのフッ素(F₂)レーザーを用いて、シリコンにおいて、新規光化学表面改質法を実証してきた。これは、N₂/O₂ガス中で、シリコンにF₂レーザーを照射すると、露光部分のみが光化学的に炭素混入のないシリカガラス(SiO₂)に改質されるものである。この結果を基に、これまでシリコン系ハードコートが施されたPC表面にF₂レーザーを照射することにより、シリカガラスに匹敵する耐摩耗性を有するPC窓材を開発してきた。

(3) 一方、次世代型自動車には、繋がる車(コネクテッドカー)としての性質が強く求められており、種々のIoT(Internet of Things)デバイスを車体にも実装することも必要とされている。特に、電気自動車の場合、車体を構成する部品数はガソリン車の1/10となり、1つの構成部品が複数の役割を担うことにより、構成部品としての付加価値を高めることも産業上重要となる。次世代型電気自動車用の樹脂窓においても、窓としての機能は勿論のこと、IoTデバイスを含む多くの機能を集積させたスマート窓材の開発が必要になるものと考えられる。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、シリコン系ハードコートが施されたPC表面にF₂レーザーを照射することにより、耐摩耗性のみならず、耐熱性・耐紫外線性を高度に実現するPC窓材を開発する。

(2) 上記PC窓材表面に、耐候性・耐スクラッチ性を有するAl薄膜を位置選択的に形成する新たなレーザー微細加工技術を確立して、微小スマートスピーカーの埋め込みを指向したスマート窓材開発のための基礎的成果を得る。

(3) 開発したPC窓材を量産車に適用するため、F₂レーザーに代えて、エキシマランプを用いて実用化のための処理速度(1 min/m²程度)を達成する。

3. 研究の方法

(1) 厚さ2 mmのPC上に、アクリル系プライマー(膜厚4 μm)を介して、シリコン樹脂(膜厚10 μm)を形成し、その表面にF₂レーザーをフルエンス(エネルギー密度)10 mJ/cm²、パルス繰り返し周波数10 Hz、照射時間30 sで照射した。その試料について、120 °Cの電気炉内で耐熱試験(3 h以上)を、UVランプを用いた超促進耐候性試験(1000 h)をそれぞれ行った。また、耐熱・耐候性試験の際に、クラックが発生することを抑制するために、SiO₂改質層に周期的な凹凸構造を新たに形成する手法とその最適条件を調べた。

(2) SiO₂改質層が形成されたPC窓材に、Al薄膜(膜厚10~100 nm)を局所的に形成し、その後F₂レーザーを照射した。F₂レーザーにより誘起される強い酸化反応により、Al薄膜表面に緻密で極薄いAl₂O₃酸化改質層を形成し、耐候性と耐スクラッチ性を発現させる実験を行った。またF₂レーザー照射により、SiO₂改質層とAl薄膜との界面で、新たな化学結合を光化学的に形成し、PC窓材とAl薄膜の強密着性を実現する実験を行った。

(3) シリコンハードコートが施されたPC表面に、波長172 nmのXeエキシマランプを照射することにより、F₂レーザーの場合と同程度の硬度を有するSiO₂改質層を形成するための照射条件を調べた。その結果を基に、エキシマランプの出力ならびに必要なランプ数を見積もり、フォトンコストを抑えながら、実用化のための処理速度を得る実験を行った。さらに、上記(1)で検討したSiO₂改質層のクラック抑制法を適用し、エキシマランプにより作製したPC窓材の耐熱性試験ならびにUVランプを用いた超促進耐候性試験を行った。

(4) SiO₂改質層が形成されたPC窓材表面に、Al薄膜(膜厚10~100 nm)を局所的に形成し、

その後 F₂ レーザーを照射して、Al 薄膜と SiO₂ 改質層を光化学的に強密着させる実験を行った。次に、圧電材料としてチタン酸バリウム (BaTiO₃) を選択し、Al 薄膜上に BaTiO₃ を薄膜化する実験を行った。さらにその上に Al 薄膜を重ねて、Al/BaTiO₃/Al 積層構造を形成した。

(5) スマート窓材開発のための要素技術として、波長 193 nm の ArF エキシマレーザーを用いて、シリコン表面への周期的微細隆起構造の形成に関する実験を行った。

4 . 研究成果

(1) 平成 30 年度は、厚さ 2 mm の PC 上に、アクリル系プライマー (膜厚 4 μm) を介して、シリコン樹脂 (膜厚 10 μm) を形成し、その表面に F₂ レーザーをフルエンス 10 mJ/cm²、パルス繰り返し周波数 10 Hz、照射時間 30 s で照射した。その結果、PC 上のシリコン樹脂表面は光化学的にシリカガラス (SiO₂) 化した。その試料を、120 の電気炉内で 3 h の耐熱試験、および UV ランプを用いた 700 h の超促進耐候性試験を行った。その結果、耐熱試験において、SiO₂ 改質層にクラックが発生した。そこで、F₂ レーザーを照射して試料全面を SiO₂ 化した後、グラスウールのラビングにより周期的な凹凸構造を形成することで、クラックの発生が著しく抑制できる新たな手法を見出した。以上の結果より、耐熱性・耐紫外線を有する PC 窓材を得ることができた。また、SiO₂ 改質層が形成された PC 窓材に、Al 薄膜 (膜厚 10 ~ 100 nm) を局所的に形成し、F₂ レーザーを照射した。そして、F₂ レーザーにより誘起される強い酸化反応により、Al 薄膜表面に緻密で極薄い Al₂O₃ 酸化改質層を形成して、耐候性と耐スクラッチ性を発現させることに成功した。さらに、PC 上にコーティングされるシリコン材料に注視し、その表面に超撥水性を発現させる手法を見出し、多様なスマート化のための基礎的成果を得た。

(2) 令和元年度は、SiO₂ 改質層が形成された PC 窓材に、Al 薄膜 (膜厚 10 ~ 100 nm) を形成し、F₂ レーザーを照射することによって、SiO₂ 改質層と Al 薄膜との界面で、光化学的に Al-O-Si 結合が形成されることを見出した。その結果、PC 窓材と Al 薄膜の強密着性を発現させることに成功した。また、平成 30 年度に行った、F₂ レーザーによって形成した極薄い Al₂O₃ 酸化改質層を有する Al 薄膜の電気抵抗率を調べた。その結果、良好な低抵抗率薄膜が得られていることを確認し、微小電極としての可能性を示すことができた。また、シリコンハードコートが施された PC 表面に、波長 172 nm の Xe エキシマランプを照射することにより、F₂ レーザーの場合と同程度の硬度を有する SiO₂ 改質層を形成するための照射条件を見出した。その結果、エキシマランプの出力ならびに必要なランプ数を見積もることができ、目標の 1 min/m² の処理速度が達成できる見込みを得た。その他、スマート窓材開発のための要素技術として、レーザーを用いたシリコン表面への周期的微細隆起構造の形成実験を行い、隆起構造に機能性を付与させるための基礎的成果を得ることができた。

(3) 令和 2 年度は、SiO₂ 改質層が形成された PC 窓材表面に、位置選択的に Al 薄膜 (膜厚 10 ~ 100 nm) を形成し、その後 F₂ レーザーを照射して、Al 薄膜と SiO₂ 改質層とを光化学的に強密着できることを示した。次に、圧電材料として BaTiO₃ を選択し、大気中でのパルスレーザー堆積法 (μ-PLD 法) により薄膜を形成した。さらにその上に Al 薄膜を重ねて、Al/BaTiO₃/Al 積層構造を作製した。Al 薄膜の高い導電性を保持するために、BaTiO₃ 薄膜を平坦に堆積させることが必要であり、そのための実験条件を調べた。また Al 薄膜の代わりに、Au 薄膜を微小電極として機能させることも検討し、SiO₂ 改質層が形成されたシリコン上の Au 薄膜の密着性についても調べた。さらに、スマート窓材開発のための要素技術として、波長 193 nm の ArF エキシマレーザーを用いたシリコン表面への周期的微細隆起構造の形成を行い、微細隆起構造の形状制御と機能性付与に関する新たな実験的成果を得た。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 T. Yoshida, M. Okoshi	4. 巻 10
2. 論文標題 The effect of sub-second intervals of ArF laser irradiation on the formation of periodic micro-swelling structures on silicone rubber surfaces	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 125117/1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/5.0031927	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 M. Okoshi, T. Yoshida	4. 巻 17
2. 論文標題 Fabrication of silicone rubber-based biochip for disinfection under deep-UV light by ArF excimer laser-induced photodissociation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Electron. Mater. Lett.	6. 最初と最後の頁 68-73
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s13391-020-00261-w	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 M. Okoshi	4. 巻 2
2. 論文標題 Photochemical micro-/nano-swelling of silicone rubber induced by long pulse-repetition interval of an ArF excimer laser	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Electron. Mater.	6. 最初と最後の頁 116-124
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/electronicmat2020010	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 大越昌幸	4. 巻 141
2. 論文標題 ArFエキシマレーザにより作製されたシリコンゴム上の周期的円柱状微細隆起構造	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 電気学会論文誌C	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 M. Okoshi	4. 巻 12
2. 論文標題 Fabrication of silicone rubber periodic micro-suction cup structures using a 193 nm ArF excimer laser	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Appl. Phys. Express	6. 最初と最後の頁 062012/1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1882-0786/ab207f	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 M. Okoshi	4. 巻 9
2. 論文標題 Fabrication of superhydrophobic silicone rubber with periodic micro/nano-suction cup structure by ArF excimer laser-induced photodissociation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nanomaterials	6. 最初と最後の頁 870/1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nano9060870	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 T. Yoshida, M. Okoshi	4. 巻 17
2. 論文標題 A resist-less patterning method of Al thin film on polycarbonate by F2 laser irradiation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Surfaces and Interfaces	6. 最初と最後の頁 100373/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.surfin.2019.100373	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 M. Okoshi	4. 巻 1
2. 論文標題 Micro/nano-suction cup structure of silicone rubber fabricated by ArF excimer laser	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 SN Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 1330/1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42452-019-1371-x	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 M. Okoshi	4. 巻 11
2. 論文標題 Fabrication of superhydrophobic silicone rubber operating in water	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 101801/1-3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/APEX.11.101801	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 野尻秀智, 大越昌幸	4. 巻 46
2. 論文標題 光化学表面改質法により形成した自動車用樹脂窓の耐摩耗性向上	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 レーザー研究	6. 最初と最後の頁 527-531
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 M. Okoshi	4. 巻 1
2. 論文標題 Formation of textured Al thin film on silicone rubber to obtain superhydrophobic property	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Springer Nature Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 133/1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42452-018-0142-4	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 大越昌幸	4. 巻 139
2. 論文標題 シリコンゴム表面に作製した周期的微細隆起構造へのAl薄膜形成による超撥水性の発現	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電気学会論文誌C	6. 最初と最後の頁 192-196
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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31件（うち招待講演 5件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 吉田剛, 大越昌幸
2. 発表標題 ArFレーザー照射によるシリコンゴム表面での微細隆起構造形成におけるサブ秒パルス間隔の影響
3. 学会等名 電気学会 光・量子デバイス研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Yoshida, H. Nojiri, M. Okoshi
2. 発表標題 Al film patterning on poly-carbonate by F2 laser irradiation
3. 学会等名 SPIE Photonics West 2021, LASE2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田剛, 大越昌幸
2. 発表標題 ArFレーザーによるシリコンゴム表面での微細隆起構造形成におけるパルス繰り返し周波数の影響
3. 学会等名 レーザー学会 学術講演会第41回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田剛, 大越昌幸
2. 発表標題 ArFレーザー照射によるシリコンゴム表面上での微細隆起構造形成とそのパルス繰り返し周波数依存性
3. 学会等名 レーザー学会 第549回研究会「レーザー計測とその応用」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 M. Okoshi
2. 発表標題 Superhydrophobic silicone rubber fabricated by ArF excimer laser for use in water
3. 学会等名 3rd International Conference on Advances in Biotechnology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Okoshi
2. 発表標題 Fabrication of superhydrophobic silicone rubber operating in water by 193-nm ArF excimer laser-induced photodissociation
3. 学会等名 2019 Collaborative Conference on Materials Research (2019 CCMR) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大越昌幸
2. 発表標題 光化学表面改質によるハードコートの機能性向上
3. 学会等名 株式会社シーエムシー出版セミナー「ハードコートの機能性向上と開発動向」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Yoshida, H. Nojiri, M. Okoshi
2. 発表標題 A micro patterning method for Al thin film deposited on polycarbonate
3. 学会等名 SPIE Photonics West 2020, LASE2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 M. Yokoyama, T. Yoshida, N. Matsuki, M. Okoshi
2. 発表標題 Fabrication of Microswelling Structure on Silicone Rubber by 193-nm ArF Excimer Laser-induced photodissociation
3. 学会等名 SPIE Photonics West 2020, LASE2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 M. Okoshi
2. 発表標題 Fabrication of superhydrophobic silicone rubber operating in water by 193 nm ArF excimer laser
3. 学会等名 10th International Conference on Materials for Advanced Technologies (ICMAT2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Nojiri, M. Okoshi
2. 発表標題 " Formation of crack-free SiO ₂ thin film by F2 laser induced photochemical modification of hard silicone coating film on polycarbonate
3. 学会等名 The 18th International Symposium on Laser Precision Microfabrication (LPM2017) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野尻秀智, 小島洋治, 大越昌幸
2. 発表標題 湿式法により形成したシリコン樹脂の光化学改質誘起酸化ケイ素膜の物性とその評価
3. 学会等名 日本ゾル-ゲル学会 第17回討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田剛, 野尻秀智, 大越昌幸
2. 発表標題 F2レーザーによるポリカーボネート上Al薄膜のレジストレスパターニング
3. 学会等名 2019年第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野尻秀智, 大越昌幸
2. 発表標題 F2レーザーの光化学表面改質法により形成したポリカーボネート上シリコン改質SiO ₂ 膜の耐摩耗性および耐熱性向上
3. 学会等名 2019年第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横山岬, 吉田剛, 松木伸行, 大越昌幸
2. 発表標題 ArFレーザーを用いたシリコンゴム表面への微細隆起構造の作製
3. 学会等名 2019年第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大越昌幸, 吉田剛
2. 発表標題 ArFレーザーによるシリコンゴム表面へのマイクロ吸盤構造の作製
3. 学会等名 2019年第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小島洋治, 野尻秀智, 大越昌幸
2. 発表標題 光化学改質樹脂表面の分子構造分布解析への顕微赤外ATR法の適用
3. 学会等名 日本分析化学学会 第24回高分子分析討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横山 岬, 吉田 剛, 松木伸行, 大越昌幸
2. 発表標題 ArFエキシマレーザーによるシリコンゴム表面への微細隆起構造の形成-レーザーパルス繰り返し周波数依存性-
3. 学会等名 レーザー学会 第539回研究会「レーザー計測とその応用」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横山岬, 吉田剛, 松木伸行, 大越昌幸
2. 発表標題 ArFレーザーによって作製されたシリコンゴムの微細隆起構造
3. 学会等名 レーザー学会 学術講演会第40回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田剛, 野尻秀智, 大越昌幸
2. 発表標題 F2レーザーを用いたポリカーボネート上におけるAl薄膜のパターニング
3. 学会等名 レーザー学会 学術講演会第40回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 横山岬, 吉田剛, 松木伸行, 大越昌幸
2. 発表標題 ArFレーザーによって作製されたシリコンゴムの微細隆起構造
3. 学会等名 レーザー学会東京支部研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小島洋治, 野尻秀智, 大越昌幸
2. 発表標題 光化学改質法により形成した耐摩耗性シリコン塗膜の分子構造分布解析
3. 学会等名 2020年第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 横山岬, 吉田剛, 松木伸行, 大越昌幸
2. 発表標題 ArFレーザー照射によりシリコンゴム表面に作製された微細隆起構造の成長速度
3. 学会等名 2020年第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 吉田剛, 野尻秀智, 大越昌幸
2. 発表標題 F2レーザーによるポリカーボネート上Al薄膜パターニングの微細化
3. 学会等名 2020年第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 吉田剛, 野尻秀智, 大越昌幸
2. 発表標題 真空紫外レーザーによるポリカーボネート上におけるAl薄膜パターニングの微細化
3. 学会等名 電気学会 光・量子デバイス研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大越昌幸
2. 発表標題 真空紫外レーザーによるシリコンの表面改質と樹脂窓への応用
3. 学会等名 オプトロニクス OPIE ' 18特別セミナー「紫外線技術による表面改質, 水殺菌, 医療への応用」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野尻秀智, 大越昌幸
2. 発表標題 湿式法によりポリカーボネート上に形成したシリコン樹脂膜表面のF2レーザー照射によるSiO ₂ 光改質膜とクラック抑制
3. 学会等名 日本ゾル-ゲル学会 第16回討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野尻秀智, 大越昌幸
2. 発表標題 ポリカーボネート上シリコン塗布膜表面に形成したF2レーザー誘起SiO ₂ 改質膜のクラック抑制
3. 学会等名 2018年第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 大越昌幸
2. 発表標題 紫外レーザーを用いた超撥水性シリコーンの作製と水中での機能化
3. 学会等名 応用物理学会 第62回光波センシング技術研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野尻秀智，大越昌幸
2. 発表標題 光化学改質法により形成した自動車用樹脂窓の耐摩耗性向上
3. 学会等名 レーザー学会 学術講演会第39回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大越昌幸
2. 発表標題 周期的微細隆起構造を有するシリコーンゴム表面へのAl薄膜形成による超撥水性の発現
3. 学会等名 レーザー学会 学術講演会第39回年次大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 大越昌幸（分担執筆）	4. 発行年 2021年
2. 出版社 サイエンス&テクノロジー	5. 総ページ数 227
3. 書名 超撥水・超撥油・滑液性表面の技術（第2巻） 「第2章 9節 真空紫外レーザーによるシリコーンゴム表面への微細隆起構造形成と超撥水性付与」	

〔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
---------	---------