

令和 5 年 6 月 1 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H00279

研究課題名(和文) 表面電荷制御による革新的流体制御技術の確立

研究課題名(英文) Development of Novel Flow Control Technology by Surface Charge Control

研究代表者

大西 直文(Ohnishi, Naofumi)

東北大学・工学研究科・教授

研究者番号：20333859

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 35,200,000円

研究成果の概要(和文)：流体機械の表面に高電圧を印加することで誘電体バリア放電に伴うイオン風を誘起するプラズマアクチュエータと呼ばれる流体制御装置は、電極とそれを隔てる誘電体のみから構成され、その設置の簡便性や、流体機械の本来の性能を阻害しない構造柔軟性、さらに機械的変形を伴わない即時応答性から実際の流体機械への適用が期待されている。本研究課題では、その性能が表面に蓄積される電荷の挙動に大きく依存していることに着目し、表面電荷を制御することでその性能や機能の向上を目指し、電極の複列化やより適した電圧印加方法の調査、表面電荷の観察などに加え、同時計測による動的制御システムや印刷電極などによる製作方法も提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

誘電体バリア放電を利用したプラズマアクチュエータによる流れの制御は、流体機械の性能向上に繋がることはもちろんのこと、航空機における革新的な飛行方法の基盤となり得る技術であるが、これまで放電で生じる荷電粒子と結果として得られる誘起流れの関係性については、詳細な解析がなされていなかった。本研究課題では、表面電荷の蓄積がどのように空気中の荷電粒子の加速に影響をするかを念頭にさまざまな調査や製作方法の検討を行っており、経験論的ではなく、表面誘起流をデザインするための知見を得ることができた。これは新しい流体駆動方法の基盤となるものであり、より環境適合性に優れた流体機械の開発に向けた重要な成果である。

研究成果の概要(英文)：A fluid control device called a plasma actuator, which induces ion winds associated with a dielectric barrier discharge by applying a high voltage to the surface of a fluid machine, consists only of electrodes and a dielectric separating them, and is expected to be applied to actual fluid machines because of its simplicity of installation, structural flexibility that does not interfere with the original performance of fluid machines, and immediate response without mechanical deformation. In this research project, we focused on the fact that the performance of fluid machinery depends greatly on the behavior of electric charges accumulated on the surface, and aimed to improve its performance and functions by controlling the surface charges through multiplication of electrodes, appropriate voltage applying method, and observation of surface charge. In addition, a dynamic control system using simultaneous measurement and a fabrication method using printed electrodes were also proposed.

研究分野：高温気体力学

キーワード：流体制御 プラズマアクチュエータ 誘電体バリア放電 大気圧プラズマ プリンテッドエレクトロニクス

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

大気圧放電プラズマによって流体機械表面の流れを制御するプラズマアクチュエータ (PA) の性能向上に向け、表面電荷特性という観点から検討し、表面電荷の堆積に伴う電界遮蔽によって十分な電気流体力が得られていない現状の PA が持つ課題を克服するために、表面電荷堆積の様子を観測し、そのような状況に適した電極配置や電圧印加方法を検討する必要がある。また、プリントエレクトロニクス技術を利用することで高集積化が可能となるため、それによって低電圧化や柔軟な電極構成を実現することで、電源を含めたシステムの小型化・軽量化が期待できる。さらに PA の即時応答性を活かして、センシングとのインテグレーションによる動的な流体制御が可能となれば、流体機械表面を広い範囲で柔軟に制御する革新的な流体制御手法に繋がる。

2. 研究の目的

本研究は、大気圧下における非熱的放電を利用した気体分子プラズマの生成とその静電加速により、流体機械の表面における気体分子運動を緻密に制御することで、従来の流体機械の概念を覆す新しい流体制御技術確立することを目的とする。そのために、表面電荷制御という観点から PA の高集積化を図り、表面電荷の堆積に伴う電界遮蔽によって流体制御に十分な電気流体力が得られていない現状の誘電体バリア PA の課題に、表面電荷の観測、電極配置や電圧印加方法の工夫といった方向から取り組む。そして、プリントエレクトロニクス技術を利用した高集積化とそれに伴う低電圧化により、電源を含めたシステムの小型化・軽量化を実現する。さらに得られた低電圧・高集積 PA の大面積化による広範囲で動作する PA を実証し、センシングのインテグレーションによる動的制御にも並行して取り組むことで、翼全面で境界層を制御する手法の確立に向けた知見を得る。

3. 研究の方法

PA の多電極化に関する研究は数例行われていたが、近接する PA 同士が干渉し逆流を発生するため、PA を並べる個数に比例した性能は得られなかった。しかし、表面電荷を適切に制御すると逆流が起きないように近接させることができるため、原理的には並べる個数に比例した電気流体力を得ることができる。まず、この多電極化における線形性を小型化した PA を低電圧駆動した際の性能について力計測と Particle Image Velocimetry (PIV) による誘起流れの速度場計測を行う。さらに、意図したように表面電荷制御ができているかを確認するため、表面電荷計測を試みる。パルスレーザーと BSO 結晶を用いたポツケルスセンサーにより表面電荷空間分布の時間分解計測を実施する。

小型化には誘電体を数十ミクロン程度まで薄く、電極は 1 mm 以下の幅にする必要がある。放電現象は電極の形状や配置に大きく依存するため、精度の良い加工が必要である。さらに、広範囲に PA を配置するにはプリントエレクトロニクス技術を導入することが効果的と考えられる。本研究課題開始時にすでに薄い誘電体に銀ナノインクを使って電極印刷した PA の作成に成功していたが、誘電体膜も含めてインクジェット印刷することによって、より自由度の高い PA の製作の可能性を示す。さらに、半導体素子を用いた低電圧パルス駆動方法についても検討を進める。

また、PA とセンシングとのインテグレーションを意識し、プリントエレクトロニクス技術を用いたセンサーの製作を行う。プリントエレクトロニクス技術に適したセンシング方式を調査した上で選定し、印刷電極を使用した場合でも動作可能かを確認する。同時に、センシングとの既存の圧力センサを用いて流れ場の状態推定を行い、PA によるフィードバック制御を実証する。

4. 研究成果

初年度は、小型化・多電極化による PA の低電圧化に取り組み、多電極化した PA が段を追うごとに加速されていることが PIV によって確認でき、期待通りの性能が 1.5 kV 程度の直流電圧と半導体素子を用いた高速スイッチだけで得られた。

次に、印刷電極によって小型化・多電極化した PA の性能評価を行った。銀ナノインクを用いて電極をインクジェット印刷した後、銅メッキすることで、従来の銅テープを用いた電極と同程度の抵抗値に抑えつつ、電極厚さが小さく加工精度の高い電極を誘電体上に製作することができた。性能評価は PIV による流速の測定、および放電による電磁ノイズの影響を受けにくい振り子式推力計による推力計測を行った。いずれの結果も従来の銅テープ電極を用いた性能に劣るどころか、むしろ性能が向上する結果を得た。走査電子顕微鏡で電極端を観察したところ、印刷電極には印刷時の濡れ性に起因した湾曲構造があり、これと電極厚さが小さくなったことが放電特性を向上させ、結果として気流生成能力も向上させた可能性を示唆している。さらに、印刷電極によって一方向の気流だけでなく、より自由度の高い気流が形成できることを示すため、円環状に配置した多電極 PA を製作し、表面に垂直な方向に噴流を生成することに成功した。

また、表面電荷を計測するために、ポツケルス素子を用いた表面電位センサの開発を行った。その結果、一般的な表面誘電体バリア放電における電位の時空間変化を計測することに成功し、印加する電圧の正負の極性の違いにより誘電体表面の帯電分布に変化が生じることがわかった。

さらに、鋸歯状の電極にした場合のPAの誘起速度をシングルピクセルPIV技術を利用して計測し、誘起速度が安定して高くなることを確認した。それに加えて、PAのバースト駆動による誘起流れをPIVで測定し、パラメータによって流れ場の分類ができることを明らかにした。

第2年度は、引き続きプリントエレクトロニクス技術を用いて小型多電極化した素子を製作し、その性能評価を行った。特に高精度なインクジェット印刷技術を用いて電極と誘電体を積層して印刷し、メッキ処理を施さずに安定した誘電体バリア放電が得られるかについて調査した。インクジェット印刷のみで電極と誘電体を積層印刷した場合、安定した放電を得るため複数回印刷を重ねるなどの工夫が必要であったが、電極と誘電体を積層印刷したPAで大気放電できることを確認し、電極や誘電体の厚みを変化させた三次元的構造をインクジェット印刷によって実現可能なことを確認した。

並行して、回転翼を念頭に置いた3Dプリンタによる試験モデルを作成することで、曲面全体における流体制御を実現し解析することを目指した。曲面において誘電体バリア放電がどのように進展するかを数値シミュレーションで再現してその特性を調査しながら、翼型全体に高集積PAを搭載して、風洞実験によってその剥離抑制効果を調査した。数値シミュレーションでは凹面と凸面で電離進展速度が異なることを明らかにし、風洞試験では、高集積PAを全面に設置することで、流体制御効果が促進されることを示した。

また、PAのバースト駆動時の実験結果を解析し、流れ場分類に関して整理を行った。加えて、PAによるフィードバック制御に向け、圧力センサによる流れ場の同定の可能性を調査した。同時にプリントエレクトロニクス技術を用いたセンシング方式について検討した上で、低温度型の熱膜センサを試作することとし、そのための回路設計を行った。

最終年度は、積層印刷によるPAの耐久化向上を検討するとともに、これまで得られた表面電荷制御という観点からの知見に基づき、電極腐食の原因となる露出電極を持たないPAの開発を行い、原理実証を実施した。具体的には、わずかに間隙のある二つの電極をどちらも薄い誘電体で被覆し高電圧を印加することで、大気中に共平面誘電体バリア放電を起こし、そこで生成された荷電粒子を離れた位置に配置したもう一つの被覆電極に高電圧バイアスを印加することで加速するPAを考案した。この高電圧バイアスが時間的に一定である場合、荷電粒子は加速されるとともに高電圧バイアスを遮蔽するように荷電粒子が堆積するため、連続的な加速はできなくなるが、時間的に変化させることで正負の荷電粒子が交互に加速され、結果として一方向のイオン風を誘起できることを実証した。これにより、大気に露出した電極を排除することができるため、実用化により適した構成となっている。

さらに三次元の放電シミュレーションにより、表面誘電体バリア放電におけるストリーマの伝搬の様子を調査し、露出電極に存在する突起が生成される電気流体力の空間非一様に影響を及ぼすことを確認した。現実的には露出電極の突起を完全に排除することは不可能であり、突起がある部分では電界強度が高くなるためストリーマが発生しやすく、局部的に電極の損耗が進むためPAの性能が時間的に変化してしまう。しかし、被覆された電極を分割することでストリーマ形成の場所をある程度固定し、露出電極の状態に放電が依存しない安定した放電を得ることができ、結果として一様なイオン風の生成が期待できる可能性を示した。

一方で、特に低レイノルズ数流れへの適用を目的として、高集積PAを翼全面に施した場合の層流剥離抑制による空力特性向上を調査した。前縁だけでPAを駆動した場合に比べ、全面で複数電極のPAを駆動した場合の方がより剥離抑制効果が高いことを、PIVによる流速計測と力計測から明らかにした。さらに回転翼にPAを設置し、ロータリーコネクタを介して電力を供給することで、回転翼の動作中にもPAが駆動可能であることを実証し、わずかではあるが静止推力が増加したことを確認した。これにより、風況によりプロペラが設計点から外れて駆動されるとき制御など、回転翼の性能向上にPAが使用できる可能性を示した。

また、表面電位センサの感度を高めるために、偏光ビームスプリッターと誘電体ミラーを用いた光学系を構築した。結果として計測感度が向上し、異なる雰囲気中で発生させた放電の表面電位変化の様子を計測することに成功した。

センシングとのインテグレーションについては、導電性インクによって熱膜センサを作成し、前年度に準備していた回路を用いることで、表面流の変化を検知することに成功した。前述のインクジェット印刷によるPAと併用することで、センサとアクチュエータを統合した素子が製作可能であることを示した。

加えて、圧力センサによる流体場の状態推定に基づきPAによる翼周り流れのフィードバック制御を実施した。失速角付近では、流れの剥離が起きた場合にPAを駆動させることで付着状態を保てることがわかった。また、大失速流れではフィードバック制御を行うことで渦放出を強めるようなロックイン現象を引き起こすことができた。翼周り流れを制御する際の過渡応答流れを複数回の実験のアンサンブルを用いて調べたところ、流れが剥離・再付着する様子が明らかとなった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Sato Shintaro, Enokido Tomoki, Ohnishi Naofumi	4. 巻 11
2. 論文標題 Fabrication of a multi-stage plasma synthetic jet actuator using printed electronics	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 045105 ~ 045105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0047709	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 Mitsubishi Kodai, Komuro Atsushi, Suzuki Kento, Natsume China, Ando Akira	4. 巻 30
2. 論文標題 Spatiotemporal variations of the electrical potential on surface dielectric barrier discharges	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plasma Sources Science and Technology	6. 最初と最後の頁 04LT02 ~ 04LT02
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6595/abefa7	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 Sato Shintaro, Enokido Tomoki, Ashikawa Kenichiro, Ohnishi Naofumi	4. 巻 2021
2. 論文標題 Performance Improvement of Dielectric Barrier Discharge Plasma Actuator with Two-Stroke Cycle Operation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 AIAA Paper	6. 最初と最後の頁 1492
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2514/6.2021-1492	査読の有無 無
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 Sato Shintaro, Mitsubishi Kodai, Enokido Tomoki, Komuro Atsushi, Ando Akira, Ohnishi Naofumi	4. 巻 54
2. 論文標題 Surface-charge control strategy for enhanced electrohydrodynamic force in dielectric barrier discharge plasma actuators	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Physics D: Applied Physics	6. 最初と最後の頁 455203 ~ 455203
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6463/ac1b5d	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 Sato Shintaro, Enokido Tomoki, Ashikawa Kenichiro, Matsubara Masaki, Kanie Kiyoshi, Ohnishi Naofumi	4. 巻 330
2. 論文標題 Development of a flexible dielectric-barrier-discharge plasma actuator fabricated by inkjet printing using silver nanoparticles-based ink	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sensors and Actuators A: Physical	6. 最初と最後の頁 112823 ~ 112823
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.sna.2021.112823	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 Sato Shintaro, Nishida Kazuki, Hirai Toshimitsu, Ito Masaki, Teramae Hirofumi, Matsubara Masaki, Kanie Kiyoshi, Ohnishi Naofumi	4. 巻 344
2. 論文標題 Fabrication and performance evaluation of full-inkjet-printed dielectric-barrier-discharge plasma actuators	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sensors and Actuators A: Physical	6. 最初と最後の頁 113751 ~ 113751
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.sna.2022.113751	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 Sato Shintaro, Sakurai Mahoro, Ohnishi Naofumi	4. 巻 132
2. 論文標題 Enhancement of electrohydrodynamic force with AC bias voltage in three-electrode dielectric barrier discharge plasma actuators	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 113301 ~ 113301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0100696	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 Sato Shintaro, Yoshikawa Tomoki, Ohnishi Naofumi	4. 巻 11
2. 論文標題 The Effect of SiC-MOSFET Characteristics on the Performance of Dielectric Barrier Discharge Plasma Actuators with Two-Stroke Charge Cycle Operation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Actuators	6. 最初と最後の頁 333 ~ 333
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/act11110333	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 Tamura Hideto, Sato Shintaro, Ohnishi Naofumi	4. 巻 56
2. 論文標題 Numerical simulation of atmospheric-pressure surface dielectric barrier discharge on a curved dielectric with a curvilinear mesh	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Physics D: Applied Physics	6. 最初と最後の頁 045202 - 045202
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6463/aca61d	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40件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 三橋孝平, 小室淳史, 鈴木健人, 夏目知名, 安藤晃
2. 発表標題 ポッケルス効果を用いた誘電体バリア放電における表面電位の時空間変化計測
3. 学会等名 第44回静電気学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 K Mitsuhashi, A Komuro, K Suzuki, C Natsume, A Ando
2. 発表標題 Spatiotemporal variations of surface electrical potential in the surface dielectric barrier discharge measured by Pockels sensor
3. 学会等名 SPP-38/SPSM33 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉崎光, 中井公美, 小澤雄太, 齋藤勇士, 野々村拓, 浅井圭介, 瀬川武彦
2. 発表標題 シングルピクセル解像度 PIV 解析による鋸歯状電極 PA の誘起速度評価
3. 学会等名 第7回プラズマアクチュエータ研究会シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 児島謙三郎, 神田直樹, 後藤真太郎, 岩崎有登, 中井公美, 小澤雄太, 齋藤勇士, 野々村拓, 浅井圭介
2. 発表標題 パースト駆動 DBD プラズマアクチュエータの誘起流に関する研究
3. 学会等名 第7回プラズマアクチュエータ研究会シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shintaro Sato, Tomoki Enokido, Kenichiro Ashikawa, Naofumi Ohnishi
2. 発表標題 Performance Improvement of Dielectric Barrier Discharge Plasma Actuator with Two-Stroke Cycle Operation
3. 学会等名 AIAA Scitech 2021 Forum (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤慎太郎, 榎戸智輝, 大西直文
2. 発表標題 高集積 DBD プラズマアクチュエータの性能向上に向けた研究
3. 学会等名 2020年度 日本機械学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 榎戸智輝, 佐藤慎太郎, 大西直文
2. 発表標題 自在な流れ形成に向けた印刷技術によるDBDプラズマアクチュエータの開発
3. 学会等名 2020年度 日本機械学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤慎太郎
2. 発表標題 低電圧で駆動可能な高集積プラズマアクチュエータ
3. 学会等名 第7回プラズマアクチュエータ研究会シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 榎戸智輝, 佐藤慎太郎, 大西直文
2. 発表標題 流れのデザインに向けたインクジェット印刷によるフレキシブルな DBD プラズマアクチュエータの開発
3. 学会等名 第7回プラズマアクチュエータ研究会シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shintaro Sato, Kodai Mitsuhashi, Tomoki Enokido, Atsushi Komuro, Akira Ando, Naofumi Ohnishi
2. 発表標題 The effect of surface charge distribution on the electrohydrodynamic force in dielectric barrier discharge plasma actuators
3. 学会等名 74th Annual Gaseous Electronics Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤 慎太郎, 三橋 孝平, 榎戸 智輝, 小室 淳史, 大西 直文
2. 発表標題 表面電位分布がDBDプラズマアクチュエータの機械的特性に与える影響について
3. 学会等名 日本機械学会2021年度年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中井公美, 児島謙三郎, 小澤雄太, 野々村拓, 浅井圭介
2. 発表標題 DBDプラズマアクチュエータのバースト駆動が誘起する流れ場の実験的研究
3. 学会等名 日本機械学会2021年度年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西田 一貴, 佐藤 慎太郎, 大西 直文
2. 発表標題 高集積プラズマアクチュエータを用いた翼表面における大規模剥離制御に向けた実験的研究
3. 学会等名 日本機械学会2021年度年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田村秀人, 佐藤慎太郎, 大西直文
2. 発表標題 曲面誘電体バリア放電の数値的研究
3. 学会等名 第8回プラズマアクチュエータ研究会シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 ハウチェンユウ, 佐藤慎太郎, 大西直文
2. 発表標題 Leading-edge Vortex Generation by Plasma Actuator Flow Control on a Steady Airfoil
3. 学会等名 第8回プラズマアクチュエータ研究会シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西田一貴, 佐藤慎太郎, 大西直文
2. 発表標題 高集積プラズマアクチュエータを用いた低Re数域における大規模剥離抑制の実験的研究
3. 学会等名 第8回プラズマアクチュエータ研究会シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 後藤真太郎, 中井公美, 安齋佳希, 小室淳史, 野々村拓, 浅井圭介
2. 発表標題 PA 駆動条件下における圧力センサに基づいたデータ駆動型翼周り流速場推定手法の検証
3. 学会等名 第8回プラズマアクチュエータ研究会シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上村拓真, 小室淳史, 小野亮
2. 発表標題 円柱型風力発電の応用に向けたプラズマアクチュエータによる円柱周りの流れ制御
3. 学会等名 第8回プラズマアクチュエータ研究会シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 富江響, 佐藤慎太郎, 大西直文
2. 発表標題 ナノ秒パルス駆動プラズマアクチュエータの剥離制御過程に関する数値計算
3. 学会等名 日本機械学会2022年度年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 桜井まほろ、佐藤慎太郎、大西直文
2. 発表標題 完全埋没型プラズマアクチュエータの開発
3. 学会等名 日本機械学会2022年度年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤慎太郎、大西直文
2. 発表標題 低電圧駆動 DBD プラズマアクチュエータの開発と性能評価
3. 学会等名 日本機械学会2022年度年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉川僚紀、佐藤慎太郎、大西直文
2. 発表標題 高集積 DBD プラズマアクチュエータを用いた回転翼周りの気流制御に向けた実験的研究
3. 学会等名 日本機械学会2022年度年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田村秀人、佐藤慎太郎、大西直文
2. 発表標題 被覆電極の分割による表面誘電体バリア放電の放電構造制御
3. 学会等名 第46回静電気学会全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田村秀人、佐藤慎太郎、大西直文
2. 発表標題 被覆電極の分割による DBD プラズマアクチュエータの体積力分布制御に関する数値解析
3. 学会等名 第9回プラズマアクチュエータ研究会シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 富江響、佐藤慎太郎、大西直文
2. 発表標題 ナノ秒パルス放電による翼周り流れの剥離制御メカニズム解明に向けた数値計算
3. 学会等名 第9回プラズマアクチュエータ研究会シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 桜井まほろ、佐藤慎太郎、大西直文
2. 発表標題 完全埋没型プラズマアクチュエータの誘起流速分布の測定
3. 学会等名 第9回プラズマアクチュエータ研究会シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 吉川僚紀、佐藤慎太郎、大西直文
2. 発表標題 高集積 DBD プラズマアクチュエータを適用した回転翼の性能評価
3. 学会等名 第9回プラズマアクチュエータ研究会シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 H. Tamura, S. Sato, N. Ohnishi
2. 発表標題 Numerical study of discharge characteristics of DBD on a curved surface
3. 学会等名 ISNTP-12 and ISEHD 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上村 拓真, 小室 淳史, 小野 亮
2. 発表標題 窒素、酸素混合気体中における沿面誘電体バリア放電の電位分布と発光計測
3. 学会等名 2023年度静電気学会春期講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 上村 拓真, 小室 淳史, 小野 亮
2. 発表標題 窒素、酸素、空気中における沿面誘電体バリア放電の計測
3. 学会等名 誘電・絶縁材料/放電・プラズマ・パルスパワー/高電圧合同研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 上村 拓真, 小室 淳史, 小野 亮
2. 発表標題 窒素、酸素、空気中における沿面誘電体バリア放電の電位分布計測
3. 学会等名 第46回静電気学会全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yoshiki Anzai, Shintaro Goto, Yasuo Sasaki, Kumi Nakai, Atsushi Komuro, Taku Nonomura
2. 発表標題 Time-Series Velocity Field Reconstruction Based on Unsteady Pressure Sensors for Feedback Control of Separated Flow around an Airfoil
3. 学会等名 75th Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 安齋佳希, 後藤真太郎, 中井公美, 小室淳史, 野々村拓
2. 発表標題 プラズマアクチュエータ駆動が圧力センサを用いた流れ場推定に与える影響の調査
3. 学会等名 日本機械学会2022年度年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 安齋佳希, Viguera Rodrigo Blas, 佐々木康雄, 野々村拓
2. 発表標題 データ駆動型低次元線形モデルに基づく翼型周り離れのフィードバック制御
3. 学会等名 第9回プラズマアクチュエータ研究会シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 阿部千隼, 佐々木康雄, 野々村拓
2. 発表標題 スパースプロセッシングPIVとプラズマアクチュエータを用いた流速場のリアルタイムフィードバック制御の検討
3. 学会等名 第9回プラズマアクチュエータ研究会シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 VIGUERA Rodrigo Blas, ANZAI Yoshiki, SASAKI Yasuo, NONOMURA Taku
2. 発表標題 Characteristics of Transient Flows in Separation Control by Plasma Actuator
3. 学会等名 第9回プラズマアクチュエータ研究会シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 ヒゲラ ロドリゴ、安齋佳希、佐々木康雄、野々村拓
2. 発表標題 プラズマアクチュエータによる剥離制御の過渡応答の実験的観察
3. 学会等名 日本航空宇宙学会北部支部2023年講演会ならびに第4回再使用型宇宙輸送系シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小室淳史
2. 発表標題 DBDプラズマアクチュエータにおける誘電体表面電位分布計測について
3. 学会等名 第9回プラズマアクチュエータ研究会シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 M. Sakurai, S. Sato, N. Ohnishi
2. 発表標題 Development of Fully Covered Plasma Actuator
3. 学会等名 75th Annual Gaseous Electronics Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 H. Tamura, S. Sato, N. Ohnishi
2. 発表標題 Numerical simulation of discharge process in surface dielectric-barrier-discharge on split covered electrode
3. 学会等名 75th Annual Gaseous Electronics Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 Plasma Actuator	発明者 Shintaro Sato, Naofumi Ohnishi	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、US Patent 10,842,013 B2	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
研究分担者	佐藤 慎太郎 (Sato Shintaro) (60869650)	東北大学・工学研究科・助教 (11301)	
研究分担者	蟹江 澄志 (Kanie Kiyoshi) (60302767)	東北大学・多元物質科学研究所・教授 (11301)	
研究分担者	野々村 拓 (Nonomura Taku) (60547967)	東北大学・工学研究科・准教授 (11301)	
研究分担者	松野 隆 (Matsuno Takashi) (90432608)	鳥取大学・工学研究科・准教授 (15101)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究 分 担 者	小室 淳史 (Komuro Atsushi) (70733137)	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・助教 (12601)	

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