

K3-55

基準プラズマアクチュエータ素子の駆動特性 Characteristics of a reference DBD plasma actuator

○植木優太¹, 高橋和希¹, 大竹智久²*Yuta Ueki¹, Kazuki Takahashi¹, Tomohisa Ohtake²

Abstract: To investigate discharge characteristics of a reference DBD plasma actuator, we measured discharge characteristics when applied voltage and frequency of the reference DBD plasma actuator are varied. By results of measurement of discharge characteristics, the discharge characteristics is classified into four types of characteristics. When change rates of the voltage is low, discharge characteristics is changed glow discharge to streamer discharge. On the other hand, when change rates of the frequency is high, discharge characteristics is difficult to change glow discharge to streamer discharge.

1. はじめに

航空機においては、空力性能向上のため境界層板やボルテックスジェネレータ、また翼の形状を変化させることで翼表面上の流れを制御する受動的流体制御装置が用いられている。しかし、実際の流れ場は非定常現象であるため、受動的流体制御装置による流れの変化に応じた最適な制御は困難になる。また必要な状況以外では抵抗になるなどの欠点が挙げられる。そこで流れの変化に応じて必要量の流体制御を可能とする能動的流体制御装置が必要となる。近年、複雑な構造を持たず装置が小型かつ軽量であり取り付けが容易である DBD (Dielectric Barrier Discharge) プラズマアクチュエータを使用した流体制御に関する研究が盛んに行われている^[1]。

本研究では、日本機械学会流体工学部門のプラズマアクチュエータ研究会が提案・試作した基準プラズマアクチュエータ素子^[2] (以下、基準 PA 素子) の駆動特性の調査を目的として、基準 PA 素子の作動時に発生する放電に電圧と周波数の変化が与える影響についての結果と考察を報告する。

2. 実験装置および実験方法

2.1. 基準プラズマアクチュエータ素子

本研究では、産業総合研究所より提供された基準 PA 素子を使用している。電極には金メッキを施した銅箔を使用しており、上部電極の幅は 5 mm、長さは 102 mm、下部電極の幅は 15 mm、長さは 108 mm である。誘電体はテフロンを使用し、厚さは 0.65 mm であ

る。使用した基準 PA 素子の写真を Fig.1 に示す。



Fig.1 Reference DBD plasma actuator

2.2. 基準 PA 素子の放電形態

印加電圧 V_{pp} と印加周波数 f_{base} を変化させた時の放電形態の確認を行うため放電の様子の撮影を行った。測定は、基準 PA 素子に印加する周波数を固定し、印加電圧を上昇させた時の基準 PA 素子表面の放電をデジタルカメラで撮影した。高周波高電圧電源は PSI 社製 PG1040F を使用し、測定範囲は設定印加電圧を $V_{pp} = \pm 1.5 \sim 10$ kV、印加周波数を $f_{base} = 9$ kHz とした。

3. 実験結果および考察

3.1. 基準 PA 素子の放電形態

基準 PA 素子の放電状態を Fig.2 に示す。Fig.2 より印加電圧を上げていくにつれ上部電極に沿って様なプラズマが発生し、8 kV 前後の電圧になると上部電極の前方からも放電が確認できた。また、印加電圧を上げていくにつれ放電の幅が大きくなっていくことが分かった。この得られた結果から放電形態を (A) Glow discharge, (B) Weak streamer discharge, (C)

1: 日大理工・学部・航宇 2: 日大理工・教員・航宇

Streamer discharge, (D) 4 つ目のパターンの 4 種類に分類した。(D) は上部電極の後方からも放電が見られた状態を示す。基準 PA 素子に印加する周波数を固定し電圧を変化させた時の放電形態を Fig.3, 電圧を固定し周波数を変化させた時の放電形態を Fig.4 に示す。Fig.3, Fig.4 より、印加周波数を固定して電圧を上昇させた場合と印加電圧を固定して周波数を上昇させた場合を比較すると印加周波数を固定して電圧を上昇させた場合では、電圧の変化率が少ないのにも関わらず放電形態は別の形態に変化しやすいが印加電圧を固定して周波数を上昇させた場合では周波数の変化率が大きくても放電形態が変化しにくいことが確認できた。誘起流は上部電極から下部電極に向けて発生するため、Fig.2 に示す(D) の黄色の点線部分のように上部電極の前方から放電が確認できる位置では誘起流が反対方向に生じてしまう。そのため、誘起速度が減少し基準 PA 素子の性能が十分に発揮できていないと考えられる。

4. 結論

基準 PA 素子に印加する電圧と周波数を変化させることで基準 PA 素子の放電形態の確認を行い、放電形態を 4 つの形態に分類することができた。また、従来の PA には見られなかった上部電極の前方からも放電が確認できた。今後、本実験で使用した基準 PA 素子の消費電力を V-Q リサーチ法を用いて測定する。そのために電力を測定する装置を完成させる。また、基準 PA 素子上の流れ場の特性を把握するためにピトー管を用いて誘起流れの平均速度分布の速度分布についても測定していきたいと考えている。

参考文献

[1] 西田浩之, 他 “DBD プラズマアクチュエータの作動原理と基本特性”, J.Plasma Res Vol 91, No 10(2015)651-656
 [2] 瀬川武彦 “基準 PA 素子および V-Q リサーチ法による電力評価に関する資料”, 技術を社会へ 2018 年

[3] 小西友宏 他: “プラズマアクチュエータの駆動特性”, 卒業研究報告書,2015 年

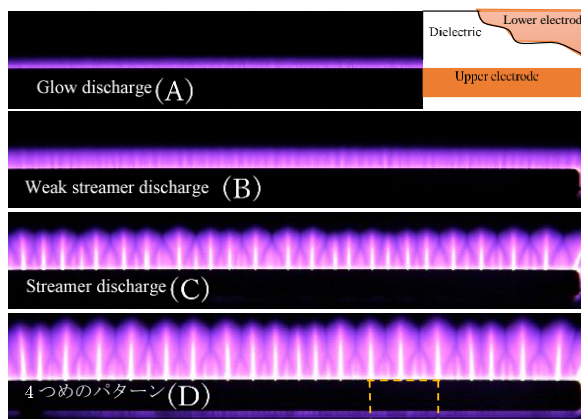


Fig.2 Discharge characteristic of reference DBD PA

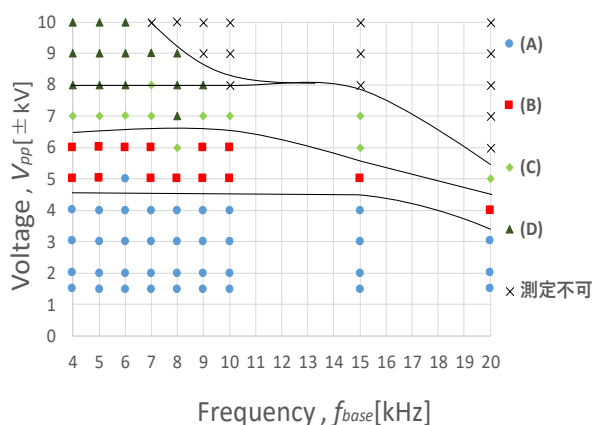


Fig.3 Discharge characteristic range of fixing frequency

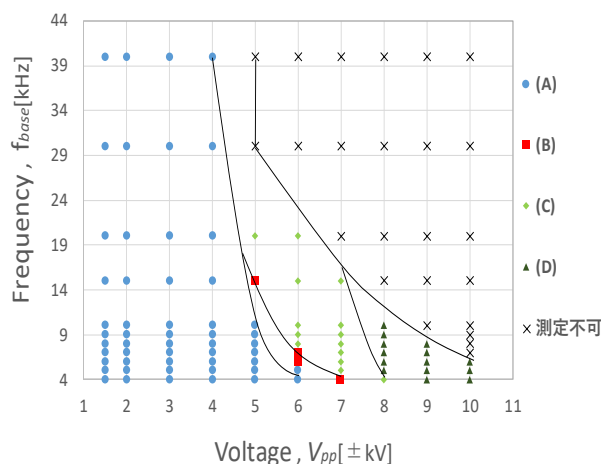


Fig.4 Discharge characteristic range of fixing voltage