

高速度カメラを用いたアルゴンガス中における DBDプラズマアクチュエータの放電プラズマ観測 Optical Observation of Discharge Plasma on DBD Plasma Actuator in Argon Gas Using a High-speed Camera

三宅大介, 西田浩之, 安部隆士
Daisuke Miyake¹, Hiroyuki Nishida¹, Takashi Abe²
東京農工大学¹, JAXA/ISAS²
TUAT¹, JAXA/ISAS²

1. 研究背景

DBDプラズマアクチュエータ (Fig.1) は, 大気圧バリア放電により周囲ガスに体積力を加えるデバイスであり, それにより流体制御を行うことができる^[1]. しかしながら, 実用化の為には体積力の強化のための改良が必須であり, そのためには体積力場の源である放電プラズマの構造とその時間進展を理解することが重要である.

本研究ではアルゴンガス中においてプラズマアクチュエータの放電プラズマを高速度撮像し, その構造と時間発展を明らかにする.

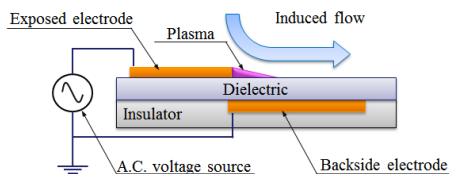


Fig. 1 Schematic of DBD plasma actuator.

2. 実験方法

誘電体に厚さ1mmの石英ガラス, 電極に厚さ0.06mmの銅テープを用いる. 露出電極幅は5mm, 被服電極幅は20mmとする. プラズマアクチュエータは, 1atmのアルゴンガス中で駆動し, 印加電圧波形はSin波, 電圧4-7kV_{pp}, 周波数4-16kHzとする. 高速度カメラは8枚連続撮像が可能なULTRA8 (NAK Image Technology) を用いる. アクチュエータ上面方向から, 印加電圧波形の正勾配半周期, 負勾配半周期のそれぞれを分けて撮像する. 露光時間は, 半周期の8等分 (ただし, 5μsec以下は5μsecとする) と, 10μsecで固定の2種類とする.

3. 実験結果および考察

Fig.2に印加電圧波形と放電電流波形の典型例を示す. 緑の線が撮像タイミングを表している. Fig.3に印加電圧正勾配時の⑤のタイミングについて, 撮像画像を異なる印加電圧について示す. 電極端よりフィラメント状のストリーマ放電が発生していることが分かる. また, 印加電圧が高くなると, ストリーマの発生数が増え, 進展距離が増加する. Fig.4に, 印加電圧負勾配時の⑥のタイミングにおける撮像画像を, 異なる周波数について示す. 印加電圧の負勾配時は正勾配時と比べ, 拡散的な放電プラズマが発生していることが分かる. 周波数に応じて露光時間が変化している(a),(b)では周波

数による放電プラズマの変化はほぼ見られない. 一方, 露光時間を固定した(c),(d)では, 周波数が高い(d)の方が強いプラズマ発光が発生していることが分かる. これは周波数が高い方が, 同時間間隔においてより多くの放電が発生しているためと考えられる.

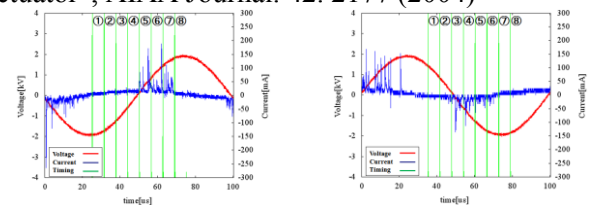
4. 結論

アルゴンガス中においてプラズマアクチュエータの放電プラズマを撮像し以下の知見が得られた.

印加電圧の正勾配時と負勾配時では放電様子が異なる. 正勾配時において印加電圧が高くなると放電プラズマの発生数と進展距離が増加する. 負勾配時において周波数が高くなると負勾配において同時間間隔においてより多くの放電が発生する.

参考文献

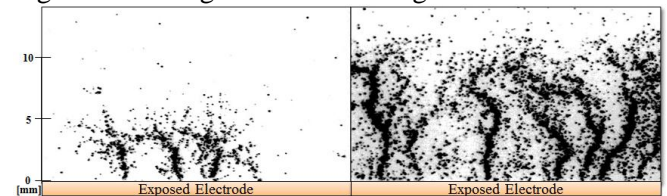
[1] Post, M.L., and Corke, T.C., "Separation Control on High Angle of Attack Airfoil using Plasma Actuator", AIAA Journal. 42. 2177 (2004)



(a) Positive-going

(b) Negative-going

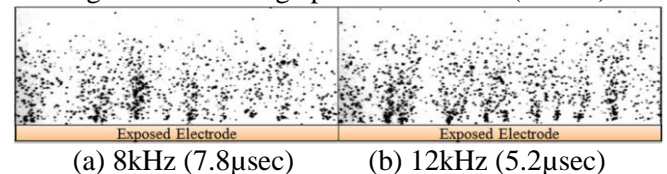
Fig. 2 The voltage and the discharge current waveform.



(a) 4kV_{pp} (5μsec)

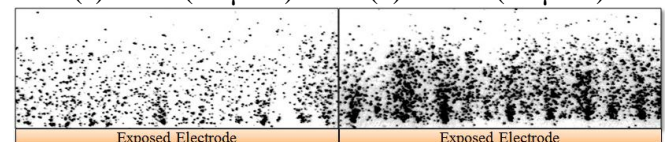
(b) 7kV_{pp} (5μsec)

Fig. 3 The discharge plasma structure (16kHz).



(a) 8kHz (7.8μsec)

(b) 12kHz (5.2μsec)



(c) 8kHz (10μsec)

(d) 12kHz (10μsec)

Fig. 4 The discharge plasma structure (6kV_{pp}).