

修士論文概要書

CD

2008年1月提出

学籍番号 3606A052 - 5

専門分野	機械工学	氏名	小林 利充	指導 教員	川本 広行 印
研究指導	精密工学				
研究 題目	マイクロプラズマアクチュエータの開発				

1. まえがき

放電場におけるイオン風に関する研究が広く行われている。筆者らは線対線系放電場であるプラズマアクチュエータに着目し、これまで報告のなかった低周波数域における基礎特性について把握するとともに、画像解析により送風時の挙動の可視化と風速の測定を行った。また、複列配置による送風性能の変化を検証するとともに、環形および矩形局所送風機構を試作し、その特性について調査を行った。

2. プラズマアクチュエータの基礎特性

プラズマアクチュエータは本来、航空機などの翼面に発生する境界層剥離をアクティブに制御するためのデバイスであるが、非常に単純な構造であるため、小型化しマイクロ送風機構として転用することが可能である。しかしこれまでは、数 k ~ 数十 k Hz 以上の高周波における送風を対象とし、揚力強化や騒音低減効果についての報告がほとんどであった。そこで本研究では $10 \sim 1,000$ Hz までの低周波数域について、 $V-I$ 特性、周波数-消費電力特性、周波数-オゾン生成特性といった電気的特性の把握を行った。

図1にプラズマアクチュエータの概要図を示す。薄い平板状の誘電体の表と裏に平板電極を配置する。電極は重ならないよう、ギャップ g で隔てている。そして片方の電極には交流電圧を印加し、もう片方は接地する。周囲への放電を防ぐため、接地電極には絶縁処理を施す。電圧の大きさが $1 \sim 10$ kV の高周波を印加すると、電極間で誘電体バリア放電が生じ、印加電極側から接地電極側へ向かい外力(ブローイング力)が発生し送風される。同時に放電によりオゾンを発生する。このプラズマアクチュエータを用い、 $V-I$ 特性や周波数-消費電力特性、周波数-オゾン特性といった電気的な特性を調査した。図2に周波数-オゾン濃度特性を示す。オゾン濃度は電極間ギャップ g に影響しないことが分かる。

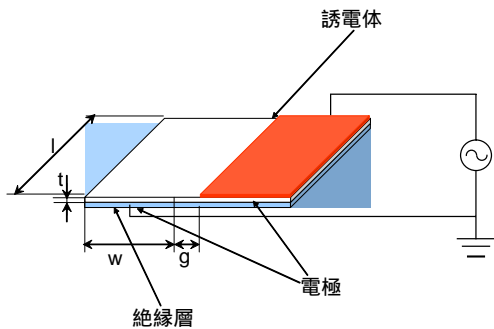


図1 プラズマアクチュエータの概要図

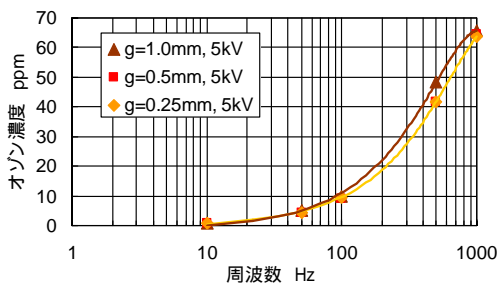


図2 周波数-オゾン濃度特性(正弦波, 印加電圧: 5 kV)

また、今回実験した条件下ではプラズマアクチュエータの発生する風圧は微小であり、従来の JIS に基づいた方法(風量-風圧)では評価することができない。そこで、気流を可視化し PIV 解析によって送風時の挙動の観察と速度の測定を行なった。撮影には高速度カメラ(株式会社フォトロン製 FASTCAM MAX)を用い、PIV ソフトとしては株式会社ライブラリー製 Flow-PIV を用いた。また、可視化のためのトレーサ粒子には線香の煙を用いた。図3に送風時の様子を示す。画像上の矩形の突起は印加電極である。画像右方向、接地電極側に向かって送風される様子が確認できる。

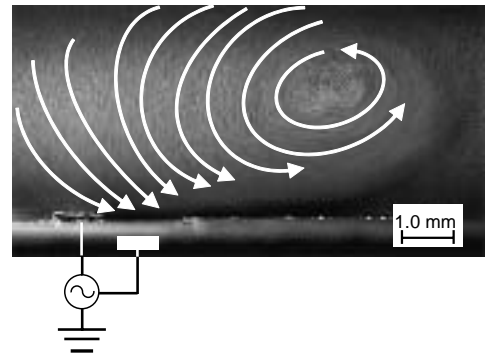


図3 プラズマアクチュエータによる送風の様子
(正弦波, 印加電圧: 6 kV, 周波数: 100 Hz,
電極間ギャップ: 0.25 mm)

3. プラズマアクチュエータの応用

プラズマアクチュエータの応用として、複列化することで送風性能の強化を期待し試作を行なった。図4に複列型プラズマアクチュエータによる送風の様子を示す。単列型と同様に正弦波を印加し駆動したが、電極配置の関係から各電極対で発生するイオン風同士が反発し、垂直上方向に巻き上げられてしまうため、送風性能は逆に低下してしまうことが分かった。

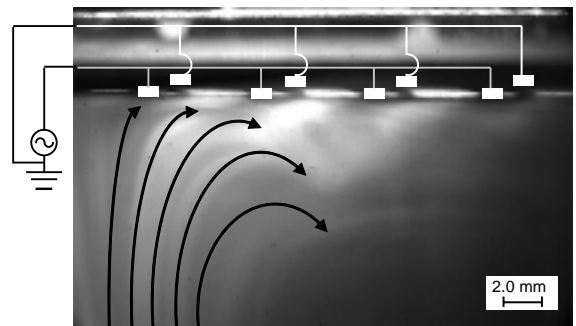


図4 複列型プラズマアクチュエータによる送風の様子
(正弦波, 印加電圧: 6 kV, 周波数: 100 Hz,
電極間ギャップ: 0.25 mm)

発表論文

- 井ノ上, 小林, 梅津, 川本, 低電圧で駆動するマイクロ駆動機構, SEAD19 (2007) pp.159-160.
- 小林, 茂手木, 川本, プラズマアクチュエータの基礎特性, IIP2008 (2008).