J11104

プラズマアクチュエータのジェット誘起効率を改善するための駆動条件

Driving Conditions for Improving Jet Induction Efficiency of Plasma Actuator

○正 瀬川 武彦^{*1}Takehiko SEGAWA^{*1}^{*1} 産業技術総合研究所 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)**Key Words** : Plasma actuator, Voltage waveform, Induced flow, Power consumption, Efficiency

プラズマアクチュエータ (PA) は可動部を持たない流体制御素子として流体機械への実装が期待されるが、投入電力 (P_{PA}) に対する誘起ジェット最大流速 (u_{max}) や推力 (thrust) を可能な限り増加させる必要がある。例えば、Nakano *et al.*⁽¹⁾ は任意波形を出力できるアンプ型電源を利用して複数の電圧勾配 (dV/dt) を有する電圧波形を PA に印加し、thrust-power-ratio が最大化する dV/dt の組み合わせ条件を見出している。一方、将来的に乗用車等での実用化を想定した場合、重量、変換効率、コストなどの問題からアナログ方式のアンプ電源が採用される可能性は低く、様々な PA 負荷に対して最適な電圧波形を印加するには多くの課題が残されている。そこで、小型軽量化や高い変換効率・電圧増幅率が実現できる手法として、1 次側直流電源回路に半導体パワーデバイスを用いてスイッチングして生成した bipolar 矩形電圧を、トランスで増幅して 2 次側で高電圧を高周波数で発生させるようなシンプルな電源を用いた PA 駆動が有用である。ただし、電圧増幅率はトランスの 1 次側と 2 次側コイルの巻線数比で決まるが、トランスの選定には許容される電源の総重量、1 次側直流電源の電圧、トランスのコイル線径、PA に印加する最大 peak-to-peak 電圧 (V_{pp}) など、様々な条件を考慮しなければならない。また、使用する PA 絶縁層の材質や厚み、電極やケーブルの長さなどにより、2 次側の静電容量やインダクタンスが変化するため、通常のトランスでは PA への印加電圧波形を制御することは困難である。

本研究では FET スwitching 方式電源 (PSI, PG-1040F 改造型) に基準 PA (PAK-Ref03⁽²⁾) とフェライトコアの空隙 (d_f) を可変できるインダクタンスを直列接続し、2 次側のインピーダンスを調整した。図 1 に $V_{pp}=10\text{ kV}$ 、駆動周波数 (f_p) 9.6 kHz において d_f を変化した場合の波形の違いを示す。印加電圧波形の違いによる P_{PA} と u_{max} の関係 (図 2) を調査した結果、正弦波に対して多少の波形変化ではジェット誘起効率は殆ど変化しないが、疑似矩形電圧では投入電力の増加に対して u_{max} の増加が極端に抑制されることが明らかになった。これは、本条件の疑似矩形電圧が、 $dV/dt = 1,000\text{ V}/\mu\text{s}$ 程度の急峻な電圧立ち上がり勾配を有することに起因すると考えられる。

Fig.1 Input voltage waveforms ($V_{pp} = 10\text{ kV}$, $f_p = 9.6\text{ kHz}$) Fig.2 u_{max} as a function P_{PA}

文 献

- (1) Nakano, A., Nishida, H., "The Effect of The Voltage Waveform on Performance of Dielectric Barrier Discharge Plasma Actuator", Journal of Applied Physics, Vol. 126, 173303 (2019).
- (2) 瀬川武彦, 深淵康二, 松野隆, 野々村拓, 大西直文, "プラズマアクチュエータ研究会～5 年間の活動と今後の展望～", 日本機械学会流体工学部門ニューズレター:流れ, 2019 年 2 月号 (2019).