

パルスプラズマスラスタ推進剤のプラズマパラメータへの寄与に関する研究

The effects of propellants on plasma parameters in a pulsed plasma thruster

飯田勇介, 野々村昌也, 福田武司

Yusuke IIDA, Masaya NONOMURA, Takeshi FUKUDA

大阪大学工学部、大阪大学工学研究科

School of Engineering, Graduate School of Engineering Osaka University

1. 背景・目的

PPT (Pulsed Plasma Thruster)は小型で軽量の推進装置として注目されている。推進剤にはテフロン®がしばしば用いられるが、我々は新たな推進剤として金属固体Naに注目し、テフロンに比べて性能が高くなることを示唆する数値解析結果¹⁾を得た。それを受けて、テフロンの場合と比較しながらNaを使用するPPTの開発を進めている。本研究は、プローブ計測によってPPTにおけるプラズマ物理量を測定し、推進剤の種類に起因するプラズマ流速や温度等の差異を調べることを目的としている。加えて、以前作成した一次元流体解析プログラム¹⁾より得られた結果との比較検討も行う。

2. 使用したPPTの諸元

実験に用いたPPTの外観・寸法を次のFig.1に示す。電極にはステンレスを使用し、その幅は20 mmである。キャパシタ充電電圧を1200 V、キャパシタ容量を20 μF とした。真空チャンバーの到達真空度は約 1.0×10^{-3} Paである。

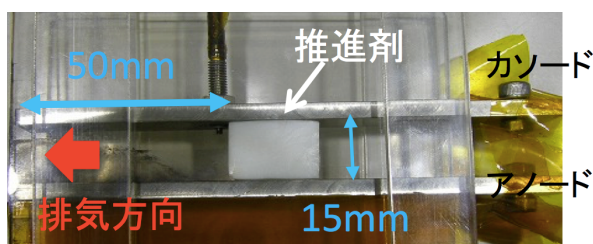


Fig.1 PPTの外観・寸法

3. プラズマ流速計測の概要

我々は磁気プローブを2個設置し、得られた出力からピーク位置の時間差 Δt を読み取り、プラズマ流速を測定した。推進剤表面から排気方向に向かって距離 d を測り、それぞれのプローブを $d = 25$ mmの位置と $d = 45$ mmの位置に固定した ($\Delta d = 20$ mm)。プローブ中心は、二枚の電極の中間かつPPT側面から18 mmの位置であ

った。プローブは巻き数3回、内径4 mmとし、5回分のデータより流速の平均値を計算した。

4. プラズマ流速の計測結果・考察

推進剤にテフロンを用いた実験における2個の磁気プローブの出力をFig.2に示す。ただし主放電開始を時刻 $t = 0$ μs とした。5 < t < 20 μs に見られたピークを読み取ると、時間差 Δt の平均値は6.8 μs となり、流速の平均値は 2.9×10^3 m/sとなった。一方、数値解析の結果、5 < t < 20 μs における平均流速は 3.6×10^3 m/sであった。

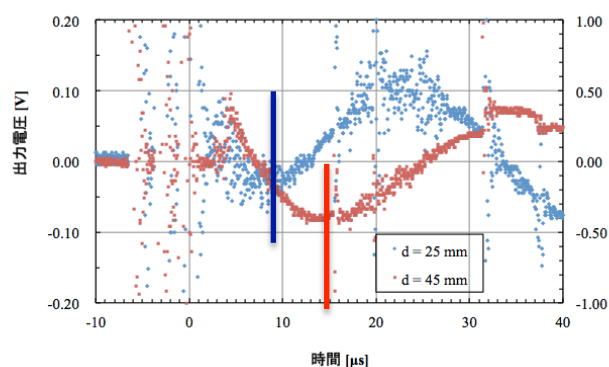


Fig.2 磁気プローブ出力電圧
($d = 25$ mm : 左軸、 $d = 45$ mm : 右軸)

流速は同程度のオーダーであり、この実験系による流速計測の妥当性が示された。しかし、より綿密な比較のため、配線を短くするなどして実測値のSN比を改善し読み取り誤差を小さくする必要がある。また今後は、複数のプローブ出力についての相互相関解析を進めるとともにトリプルプローブを用いた電子温度・密度の計測を行う。本講演では、これらの調査によって得られるテフロン使用時とNa使用時との差異について報告する。

参考文献

- 1) 第47期年会講演会 発表番号1D10, 野々村昌也