

Dependency of thrust performance on thruster length and beam conditions for Microwave Rocket

・ マイクロ波ロケット推進性能の推進器長とビーム条件依存性 ・

学生証番号 076209 氏名 白石 裕也
(指導教員 小紫 公也 准享受)

Key Words : Beamed Energy Propulsion, Microwave, Thrust Measurement, Air-Breathing

1. 緒言

マイクロ波ロケットとは円筒円錐型の胴体を有し地上設備等の推進器外部からパルス状のマイクロ波によるエネルギーの供給を受け推力を得る推進器である。このロケットはマイクロ波によって維持される衝撃波後方の高圧によって推力を発生させる。本研究では、マイクロ波ロケット実現の為に最も重要である推力の最適化を行う為に、各条件において最適な推力条件および強制吸排気機構の推力回復に対する影響を検証した。これらの結果を用いて推力最適化を行い、飛行モードに対する提言も行う。

2. 実験装置

2.1 マイクロ波発振源

マイクロ波発振源として日本原子力研究開発機構にて170GHzジャイロトロンを利用した。

2.2 推進器モデル・推力測定系

推進器モデルは推力壁をかねるアルミ製の集光器と、同じくアルミ製の圧力ゲージ台をアクリルパイプに組み込んで構成される。推力測定には圧力ゲージおよびロードセルを用いた。さらに、推進器内に流速を発生させ制御するために、上流側に高圧タンクおよび電磁バルブを設けた。

2.3 低雰囲気圧実験系

直径500mm、高さ250mmのチャンバーを用いて、水平方向からマイクロ波を入射させた際の1atmから0.01atmでの減圧大気状態での推力測定、電離波面の伝播およびプラズマ構造の観察を行った。

3. 実験結果

3.1 運動量結合係数の圧力・マイクロ波電力密度依存性

ある値より大きい圧力・マイクロ波電力密度を取る場合、運動量結合係数の値は最適化される。その条件を下回る場合は大幅に減少する。その境界は電離波面の伝播構造が変化する境界と一致する。これは電離波面の伝播構造が推力に大きく寄与していることを示している。さらに、この境界は電離波面および衝撃波の伝播速度から嶋田・柴田らによる数値流体シミュレーションによるC-J MSD領域とMSC領域の境界とも一致している。よって、C-J MSD領域となるように条件を決定することで推力が最適化される。

3.2 推力の部分充填率依存性

部分充填率が1以上のときマイクロ波ロケットの性能低下なく飛行可能である。また、部分充填率が1以下であっても推力性能を予測することが可能である。さらに、部分充填率を十分に得られない場合でもプラズマ長を最適化することで推力性能を高めることが可能である。さらに、無次元化推力が0のときは推進器内に生じる自然給排気により推力の減少は限定的なものになる。

4. 飛行モード

マイクロ波ロケットの飛行モードとしてパルスジェットモード・エアブリージングモード・ロケットモードの3つのモードがある。これらは低速飛行・高速飛行・高高度飛行の際に有効的であると考えられる。