

## Study of Propellant and Power Supply Circuit for Improvement of Performance of Surface Arc Thruster

193D5005 Kotaro Hiraka (Supervisor: Prof Kazuhiro Toyoda)

Surface Arc Thruster(SAT) is the electric thruster for CubeSat attitude and orbit control system. The mechanism is similar to Pulsed Plasma Thruster, but it differs in that a constant low current flows for several milliseconds. In a previous study, the thrust head and power circuit were prototyped and the performance was evaluated, but the following problems were found:

(1) The performance was significantly degraded within a few shots in a continuous test.

(2) The power circuit is not miniaturized to the size that can be mounted on CubeSat. In this research, some propellants with a low melting point was investigated and evaluated the thrust and specific impulse by measuring the plenum chamber pressure and mass flow rate.

In addition, a thrust measurement system using an air levitation rotary table is being developed. In this research, a stand-alone circuit for measuring thrust was designed and fabricated. The thrust of SAT was measured by air levitation table and fabricated circuit.

### 沿面アーク推進機の性能向上に向けた推進剤及び電源回路の検討

193D5005 平賀康太郎 (指導教員: 豊田和弘准教授)

九州工業大学では超小型衛星搭載用の推進機として沿面アーク推進機の開発を行っている。動作原理や構造はPPTと似ているが、一定の低い電流を数ms流す点で異なる。先行研究ではスラストヘッドおよび電源回路の試作及び性能評価が行われた一方で、(1)連続試験を行ったが、数発以内で推進性能が著しく低下している。(2)電源回路がCubeSatに搭載可能なサイズに小型化できていない。といった問題が見られた。本研究では性能向上に向けて低融点の推進剤を提案し、その性能評価として、放電室内圧力と質量流量の測定を行い、推力、比推力を推定した。さらに、電源回路の小型化を行い、動作確認を行った。

また、推力を直接測定できる装置として、空気浮上回転テーブルを利用した推力測定システムを検討している。本研究では推力測定用のスタンドアロンの回路を設計・試作し、推力測定を行った。

第 1 章 序論.....	4
1.1 超小型衛星の増加 .....	4
1.2 人工衛星の推進機 .....	5
1.3 電気推進機.....	6
1.4 超小型衛星・CubeSat 用推進機 .....	8
1.4.1 パルス型プラズマスラスタ .....	8
1.4.2 真空アーク推進機.....	10
1.5 沿面アーク推進機 .....	10
1.5.1 推進機概要 .....	10
1.5.2 先行研究 .....	11
1.6 推力測定 .....	16
1.6.1 スラストスタンド.....	16
1.6.2 研究室の先行研究.....	17
1.7 研究目的 .....	20
第 2 章 研究原理 .....	21
2.1 推進原理 .....	21
2.2 推進機の評価方法 .....	22
2.3 実験装置 .....	23
2.3.1 真空チャンバー .....	23
2.3.2 電源装置 .....	24
2.3.3 イグナイタ .....	26
2.3.4 測定装置 .....	26
第 3 章 性能向上に向けた検討と実験 .....	33
3.1 試作モデルにおける改善すべき点と改善案 .....	33
3.2 電源回路の改良 .....	34
3.2.1 定電流回路の小型化 .....	34

3.2.1.1	回路検討.....	34
3.2.1.2	回路シミュレーション .....	35
3.2.1.3	動作確認実験.....	37
3.2.1.4	実験結果.....	38
3.2.2	コンデンサの検討.....	40
3.3	推進剤による推進性能の比較 .....	43
3.3.1	代替推進剤の検討.....	43
3.3.1.1	実験手法.....	43
3.3.1.1.1	真空チャンバー内圧力測定実験.....	43
3.3.1.1.2	ターゲット推力測定実験.....	46
3.3.1.1.3	推進機内圧力測定実験 .....	48
3.3.1.1.4	質量流量測定実験 .....	50
3.3.1.1.5	噴射成功頻度計測 .....	52
3.3.1.1.6	推進剤温度変化測定実験.....	52
3.3.1.1.7	プラズマ温度測定実験 .....	53
3.3.1.2	実験結果.....	56
3.3.1.2.1	真空チャンバー内圧力測定実験.....	56
3.3.1.2.3	ターゲット推力測定実験.....	59
3.3.1.2.4	推進機内圧力測定実験 .....	60
3.3.1.2.5	質量流量測定実験 .....	61
3.3.1.2.6	噴射成功頻度計測 .....	62
3.3.1.2.7	推進剤表面温度測定実験.....	63
3.3.1.2.8	プラズマ温度測定実験 .....	64
3.4	回路パラメータによる推進性能の比較.....	69
3.4.1	高電圧回路の検討.....	69
3.4.1.1	回路シミュレーション .....	71
3.4.1.2	動作確認実験.....	72
3.4.1.3	実験結果.....	73
3.4.2	回路パラメータの検討と実験.....	75
3.4.2.1	パラメータ検討 .....	75
3.4.2.2	実験手法.....	76
3.4.2.3	実験結果.....	76
3.5	連続作動試験 .....	81
3.5.1	実験手法 .....	81

3.5.2	実験結果 .....	81
3.5.3	第三章での考察 .....	83
第 4 章	推力測定に向けた推進回路エンジニアリングモデル(SAT-EM1)の開発 .....	85
4.1	測定システムの初期設計とブレッドボードモデル(SAT-BBM1)試作の課題点 85	
4.2	測定システムの設計改善とエンジニアリングモデル(SAT-EM1)の開発 .....	89
4.3	推力測定実験 .....	98
4.4	実験結果 .....	100
4.5	第 4 章における考察 .....	109
第 5 章	結論 .....	110
第 6 章	今後の予定 .....	110

参考文献

謝辞

付録