

真空アーク推進機の推力自動測定プログラムの開発

九州工業大学 工学部 宇宙システム工学科 豊田研究室
学部4年 21112302 野村航
指導教員：豊田和弘教授

近年、宇宙産業では超小型衛星の需要が高まっている。しかしながら、超小型衛星には従来の推進機を搭載することができない。そこで現在注目を集めているのが真空アーク推進機である。本研究の大目標として、この真空アーク推進機の開発及び性能測定、性能向上を目指す。

先行研究では、開発した真空アーク推進機の性能評価として放電頻度の測定が行われてきたが、推力については触れられていない。その理由として、現在推力測定は手動で行われており、手間がかかるためであると考えられる。したがって、本研究では、PythonやOpenCVを用いて、真空アーク推進機の推力測定の自動化及び効率向上を目指すことを目的とした。

結果として、真空アーク推進機の推力測定の自動化に成功した。また、今後の課題として、精度の向上やターゲットの検出方法の効率化などが挙げられる。

Development of automatic thrust measurement program for Vacuum Arc Thruster (VAT)

Toyoda laboratory 21112302 Wataru Nomura
Supervisor : Prof Kazuhiro Toyoda

In recent years, nanosatellites have become mainstream in the space industry. However, nanosatellites cannot be equipped with conventional propulsion systems. Therefore, Vacuum Arc Thruster (VAT) is currently attracting attention. The major goal of this research is to develop, measure and improve the performance of VAT.

In previous research, discharge frequency was measured to evaluate the performance of VAT but thrust was less frequently evaluated. Thrust measurement is currently done manually, presumably because it is labor intensive. Therefore, this research aims to automate and improve the efficiency of VAT thrust measurement using Python and OpenCV.

As a result, the thrust measurement of the VAT was successfully automated. Future issues include improving accuracy and target detection methods.

目次

第1章	序論	1
1.1	研究背景	1
1.1.1	歴史的背景	1
1.1.2	超小型衛星における推進系	2
1.1.3	推進機の種類	2
1.1.4	真空アーク推進機	2
1.1.5	真空アーク推進機の性能測定	2
1.2	研究状況	3
1.2.1	kateryna 氏の研究 2016	3
1.2.2	岡元氏の研究 2020	3
1.2.3	他大学における研究 2018	3
1.3	目的	3
第2章	原理	4
2.1	真空アーク推進機の原理	4
2.2	受動点火	4
2.3	CFRP	5
2.4	真空アーク推進機の推力(インパルスビット)	5
第3章	実験概要	6
3.1	概略	6
3.2	実験環境	6
3.2.1	地球低軌道(LEO: Low Earth Orbit)環境模擬チャンバ	6
3.3	実験装置	8
3.3.1	実験構成図	8
3.3.2	電源装置	9
3.3.3	高電圧差動プローブ	10
3.3.4	カレントモニタ	11
3.3.5	ラングミュアプローブ	12
3.3.6	オシロスコープ PC	13
3.3.7	CMOS カメラ	13
3.3.8	プログラムの開発環境	14
3.4	供試体	15
3.4.1	真空アーク推進機	15
3.4.2	ターゲット	15
第4章	放電実験の手順	16
4.1	前準備	16

4.2	チャンバの立ち上げ	16	
4.3	放電実験	17	
第5章	プログラムの開発	18	
5.1	プログラムの処理	18	
5.1.1	糸の長さ、ターゲットの質量の入力を受け付ける処理	19	
5.1.2	1cm あたり何ピクセルにあたるのかを指定する処理	20	
5.1.3	ターゲットのみが検出できるよう二値化の閾値を調整する処理	21	
5.1.4	放電を検出し、インパルスビットの算出を行う処理	22	
5.1.5	その他の機能	23	
第6章	インパルスビット測定実験	24	
6.1	実験目的	24	
6.2	実験方法	24	
第7章	実験結果	26	
第8章	考察	28	
8.1	それぞれの結果の差に関する考察	28	
8.2	外れ値に関する考察	28	
8.3	精度に関する考察	28	
第9章	結論	29	
第10章	今後の課題	29	
参考文献		30	
謝辞		31	
付録		32	

全文を希望の方は cho.mengu801@mail.kyutech.jp までご連絡ください