

沿面アーク推進機のイグナイタ放電回路の低電圧化

九州工業大学 工学部 宇宙システム工学科 電気宇宙システム工学コース
22112302 西岡和毅 (指導教員 : 豊田和弘 教授)

九州工業大学では超小型衛星向けの推進機として沿面アーク推進機の開発を進めている。沿面アーク推進機は推進機内部でアーク放電を発生させ、そのジュール熱により推進剤を昇華させ、加熱し膨張させノズルから噴射することにより推力を得る電熱加速型の推進機である。

現在の沿面アーク推進機は推力の発生に寄与するアーク主放電を発生させるために高電圧により火花放電を発生させるイグナイタを用いているが、放電電圧が十数 kV 程と高いため超小型衛星への搭載にあたり電磁放射ノイズによる運用への影響が懸念されている。そのため本研究ではイグナイタ放電電圧の低電圧化の試みとして電極間距離の短縮や数百 V 程度の低い電圧でも放電可能な真空アーク推進機の放電によるアーク主放電の誘発、そして真空アーク推進機のイグナイタとしての利用を検討した。

A Study on Low Voltage Igniter Discharge Circuit of Surface Arc Thruster

Kyushu Institute of Technology, Faculty of Engineering,
Department of Space Systems Engineering, Electrical and Space Systems Engineering Course
22112302 Kazuki Nishioka (Supervisor : Prof Kazuhiro Toyoda)

Kyushu Institute of Technology is developing a surface arc thruster as a propulsion system for CubeSat. The surface arc thruster is an electrothermal acceleration type propulsor that generates arc discharges inside the propulsor, sublimates the propellant by its Joule heat, heats it, expands it, and injects it through a nozzle to generate thrust.

Current creepage arc propulsion systems use igniters that generate spark discharges with high voltage to generate the arc main discharge that contributes to the generation of thrust,

However, because the discharge voltage is as high as about 15 kV, there are concerns about the effects of electromagnetic noise on operation when installing the propulsion system on CubeSat.

Therefore, in this study, three proposals were examined in an attempt to lower the igniter discharge voltage: shortening the distance between electrodes, inducing arc main discharge by discharging Vacuum Arc Thruster, which can discharge even at a low voltage of several hundred volts, and using Vacuum Arc Thruster as an igniter.

目次

1	序論	3
1.1	研究背景	3
1.2	宇宙機の推進機	4
1.3	電気推進機	5
1.4	研究動向	6
1.4.1	超小型用推進機の開発	6
1.4.2	超小型衛星への搭載事例	9
1.4.3	沿面アーク推進機の動作原理	10
1.5	現在の沿面アーク推進機	11
1.6	本研究の目的	12
2	実験機器	13
2.1	LEO チャンバ	13
2.2	GEO チャンバ	14
2.3	電離真空計	16
2.4	オシロスコープ	17
2.5	カレントモニタ・クランプオンセンサ	19
2.6	ソースメータ	21
2.7	沿面アーク推進機電源	22
2.8	真空アーク推進機電源	23
2.9	ハイボルテージ直流電源	24
2.10	高電圧受動プローブ	25
2.11	高電圧差動プローブ	26
3	研究手法	27
3.1	イグナイタの電極間距離と放電電圧の相関の調査	27
3.1.1	実験装置	27
3.1.2	実験機器の準備	28
3.1.3	実験手順	30
3.1.4	実験結果	31
3.1.5	考察	34
3.2	真空アーク推進機の放電による沿面アーク推進機の主放電の誘発の調査	36
3.2.1	実験装置	36
3.2.2	実験機器の準備	41
3.2.3	実験手順	42
3.2.4	実験結果	43

3.2.5 考察	47
3.3 真空アーク推進機カソード電極のイグナイタとしての使用	49
3.3.1 実験装置	49
3.3.2 実験機器の準備	53
3.3.3 実験条件	54
3.3.3.1 実験条件 a	55
3.3.3.2 実験条件 b	57
3.3.3.3 実験条件 c	58
3.3.3.4 実験条件 d	59
3.3.3.5 実験条件 e	60
3.3.3.6 実験条件 f	61
3.3.3.7 実験条件 g	62
3.3.3.8 実験条件 h	64
3.3.5 実験結果	67
3.3.5.1 実験結果 a	67
3.3.5.2 実験結果 b	71
3.3.5.3 実験結果 c	76
3.3.5.4 実験結果 d	80
3.3.5.5 実験結果 e	82
3.3.5.6 実験結果 f	83
3.3.5.7 実験結果 g	84
3.3.5.8 実験結果 h	88
3.3.6 考察	91
4 結論	92
5 今後の課題	92
参照文献	93
謝辞	96

全文を希望の方は cho.mengu801@mail.kyutech.jp までご連絡下さい