

[別紙 2]

審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 各 務 聡

修士（工学）各務聡提出の論文は「液体推進剤を用いたパルス型プラズマスラスタに関する研究」と題し、6章からなっている。

宇宙開発の高効率化、コストダウン化により、人工衛星のマイクロ化や大型構造物の超軽量化が積極的に行われようとしている。いずれの場合にもそれらの推進系は付加価値の高い、比推力の大きな電気推進システムの搭載が必要となってくる。電気推進といっても従来型のものではなく、出力、大きさともにマイクロ化されたものが必要になってこよう。衛星のマイクロ化の場合には無論のこと、構造物の軽量化の際にも柔軟構造による振動等を抑えるために複数の箇所マイクロ推進機をつけた分散系推進システムが必要である。

電気推進では、これまで推進剤を推進機内へ導入する際、気体もしくは固体として供給していた。しかしながら、出力を極めて低く抑えようとする、推力の発生はパルス化せざるをえず、プラズマの生成、加速のための放電はマイクロ秒からミリ秒程度の極めて短パルスの繰り返しモードになってくる。このような場合、気体による供給は拡散に関する問題と時間的応答性の点から極めて難しく、また固体による供給では放電による固体表面のアブレーションによる方式を用いるため、放電が終了した後も推進剤が過剰に供給されるという事態が生じ、推進剤の内プラズマになるのはほんの一部であり、必要な比推力、効率が得られにくい。

このような点から、本研究では液体を推進剤とするパルス型プラズマスラスタを提案し、その液体の噴射過程やプラズマ化される様子を観察してその物理現象を調べるとともに、あらたに開発した微少推力の測定可能なスラストスタンドを用いて、推進性能の算出を行い、比推力、効率ともに十分に持ち合わせたマイクロ電気推進機の実現を目的としている。

1章は序論であり、本研究の背景を述べ、研究の目的と意義を明確にしている。

2章は、液体推進剤パルス型プラズマスラスタの作動原理と長所を従来の固体推進剤の推進機と比較しながら詳述している。

3章は、本研究で使用した実験装置について述べている。実験系は、放電用の電源系、噴射器用電源系、噴射器とイグナイタの作動タイミングを制御する回路系、微少推力測定用スラストスタンドなどを示している。

4章は、液体推進剤パルス型プラズマスラスタの実現に必要な不可欠な噴射器について検討している。液体推進剤パルス型プラズマスラスタを実現するためには、小型・軽量、低消費電力、微量の推進剤供給、短時間における噴射という5つの条件を満たす噴射器が必要となる。本研究では、様々な種類の噴射器を試作し、その結果、これらの条件を満足する高速アクチュエータを用いた遮

断弁型の噴射器の開発に成功した。

5章は、液体推進剤パルス型プラズマスラスタの試作機を用いて作動実験ならびに推力測定の実験を行った結果について述べている。作動実験により、充電エネルギー・推進剤消費量共に、固体推進剤とほぼ同じレベルで液体推進剤を用いたスラスタが作動することが確認された。また、イグナイタで消費された電力は充電エネルギーの5%程度に抑えることが出来た。水や低級アルコール（メタノール、エタノール、ブタノール）を推進剤とした場合、ミスファイアすることなくパルス放電を発生することが出来た。低級アルコールは炭素の含有率が低い上に、ハロゲンのような反応性の強い原子が含まれていない。水に至っては炭素すら含まないため、液体推進剤パルス型プラズマスラスタが低コンタミネーションの推進機として大いに期待できよう。推進性能は推進剤の種類によって変化しなかったことから、ミッションの要求に合わせて自由に選択することができる。

一方推進性能に関しては、充電エネルギーを20 Jにしたときに比推力4300秒、推進効率13%となった。20 Jの固体推進剤パルス型プラズマスラスタの比推力が800秒、推進効率が8%程度であることから、推進性能においても固体推進剤パルス型プラズマスラスタを上回ることが示された。

6章は、結論であり本研究において得られた結果を要約している。

以上を要するに、従来のパルス型プラズマスラスタの長所と液体推進剤の持つ長所を兼ね備えた推進機を提案し、低コンタミネーションが期待できる水を推進剤としてパルス型プラズマスラスタの作動を実証するとともに、推進性能の点においてこれまでのものを上回る性能が得られることを示したのであり、その成果は宇宙推進工学上貢献するところが大きい。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。