

(様式 5)

指導教員 承認印	
-------------	--

2018年 9月18日
Year Month Day

学位 (博士) 論文要旨
(Doctoral thesis abstract)

論文提出者 (Ph. D. candidate)	工学府博士後期課程機械システム工学専攻 (major) 平成26年度入学(Admission year) 学籍番号 14833004 氏名 大橋太郎 印 (student ID No.) (Name) (Seal)
主指導教員氏名 (Name of supervisor)	遠山茂樹
論文題目 (Title)	宇宙用球面超音波モータの開発
論文要旨 (2000 字程度) (Abstract(400 words)) ※欧文・和文どちらでもよい。但し、和文の場合は英訳を付すこと。 (in English or in Japanese) 本論文は、宇宙空間で用いている宇宙アクチュエータやスラストを、球面超音波モータに代替する「宇宙用球面超音波モータ」を開発することである。開発した宇宙用球面超音波モータの特性を調査するために、大気中において、モータのトルク、回転速度、トルクと回転速度の関係、耐久性や作動寿命を調査したのち、同様の実験を真空中においてもおこなう。また、大気中において、高温環境と低温環境を構成し、各種の特性を調査し、両者の温度環境が繰り返しおこなわれると仮定した温度サイクル環境を構成し、各種の特性を調査する。 第1章「緒言」では、本論文の背景や研究目的について説明する。 第2章「球面超音波モータ」では、進行波型超音波モータの数式モデルを算出し、超音波モータの駆動原理を説明する。超音波モータを構成している圧電素子が印加された交流電圧によって振動する。圧電素子の振動状態を説明したのち、本研究で用いている3つのステータと1つの球ロータで構成された球面超音波モータの駆動原理とその特徴について説明する。 第3章「宇宙用球面超音波モータ」では、球面超音波モータを宇宙空間で利用するために宇宙用球面超音波モータを製作したことを説明する。モータを駆動する際、最適な印加周波数を発生する専用ドライバを用いて、大気中における回転速度、トルク測定、印加周波数とトルクの特性、トルクと回転速度の特性、作動寿命の測定をおこない、実験結果を	

考察する。

第4章「真空実験による基本特性」では、宇宙空間を想定した真空環境で球面超音波モータを用いて実験をしたことを説明する。使用した真空チャンバ機器を説明し、第3章でおこなった大気中と比較するために、回転速度、トルク測定、作動寿命測定、耐久性実験をおこない、実験結果を考察する。

第5章「高温環境における評価」では、宇宙空間で想定される環境において、高温環境に着目する。JAXAの実験環境を参考にし、宇宙空間で想定される120℃における高温実験を説明する。大気中120℃環境における、超音波モータの圧電素子や接着剤のふるまいの検討をおこない、高温度に耐える条件の圧電素子を提案する。その結果、1軸駆動モータと宇宙用球面超音波モータの2種類について熱負荷実験をおこない、実験結果を考察する。

第6章「低温環境における評価」では、宇宙空間で想定される環境において、第5章「高温環境による評価」と比較するために、低温環境に着目する。宇宙空間で想定される-120℃までの低温実験を説明し、超音波モータの圧電素子や接着剤のふるまいの検討をおこない、低温度に耐える条件の圧電素子を提案する。使用機器の制限で、低温限界を大気中-80℃環境に変更して、宇宙用球面超音波モータの熱負荷実験をおこない、実験結果を考察する。

第7章「温度サイクルにおける評価」では、宇宙空間で想定される高温環境と低温環境の繰り返しを考慮し、第5章「高温環境における評価」と第6章「低温環境における評価」を組み合わせた実験を説明する。宇宙空間での温度サイクルがゆっくりであると仮定する。使用機器の制限で、低温限界を大気圧-50℃に変更し、大気中-50～120℃の温度サイクルにおいて、宇宙用球面超音波モータの回転速度、トルク測定、作動寿命測定、耐久性実験をおこない、実験結果を考察する。

第8章「耐振動性と耐衝撃性の評価」では、宇宙用球面超音波モータを宇宙空間で利用するためには、ロケット打ち上げ時に受ける機械的環境を満たす必要があるため、耐振動性と耐衝撃性の評価をおこなう。宇宙用球面超音波モータの固有振動数を算出し、打ち上げ時の振動が宇宙用球面超音波モータに及ぼす影響を説明し、耐振動性の評価として、準静的加速度、正弦波振動、ランダム振動による加振実験をおこなう。また、耐衝撃性の評価として、重力加速度の20倍から40倍の加速度が加わったことを想定した加振実験をおこない、実験結果を考察する。最後に、宇宙用球面超音波モータにスラスタを取り付けたスラスタモデルを想定し、耐振動性と耐衝撃性の評価をおこない、実験結果を考察する。

第9章「結論」では、本論文の結論を示す。

(英訳) ※和文要旨の場合(400 words)

Recently advancement of science and technology has promoted researches in development of space technology, and many projects to develop an International Space Station and an artificial satellite have been going on. To drive important equipment loaded on a spacecraft, such as a solar cell paddle, antenna, and observation optical mirror, many actuators are being used. The important points of the artificial satellite design are downsizing and weight-saving, and they are of course, requirements for actuators. In this research, we develop a spherical ultrasonic motor, which can be an alternative to the actuators currently used for the artificial satellites.

The spherical ultrasonic motor for space is an actuator used in place of the artificial satellite thruster. The spherical ultrasonic motor for space can be driven with one motor at three-degree-of-freedom, and its simple structure helps downsizing.

By using the spherical ultrasonic motor for space for the thrusters, we can easily control direction of the multiple thrusters loaded on the artificial satellite, and also reduce the number of thrusters to be loaded. As a result, weight-saving of the artificial satellite is fully expected.

In space, an artificial satellite goes along a fixed orbit, as repeatedly receiving radiation heat from the sun and entering into the earth shadow where it receives no radiation heat. Therefore, the spherical ultrasonic motor for space must be capable of working at both high temperature and low temperature. The Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) conducts performance evaluation tests for space components under load with a temperature cycle of -120 to $+120$ ° C.

In this paper, in order to investigate the characteristics of the developed spherical ultrasonic motor for space, the relationship between torque, rotational speed, torque and rotational speed of the motor, durability and operating life are investigated in the atmosphere. In the same experiment, vacuum chambers are used to investigate their characteristics. In the atmosphere, construct high-temperature environment and low-temperature environment, investigate the relationship between motor torque, rotational speed, torque and rotational speed, create a temperature cycle environment where the temperature environment of both are repeated, then measure the motor torque, study the relationship between rotational speed, torque and rotational speed.