

帯電放電による宇宙機の内部影響に関する検証

九州工業大学工学部宇宙システム工学科 機械宇宙システム工学コース

221A2101 豊野亮

指導教員：豊田和弘 教授

宇宙機は、軌道上で帯電により静電放電が発生し、機器の故障が発生する可能性があるため、その対策が進められている。本研究では模擬衛星を用いて表面で静電放電が発生させ、内部回路にどのような影響があるのか評価することを目的とした。実験方法は、模擬衛星を用いてプラズマ環境下でバイアス電圧を印加し、太陽電池上で静電放電を意図的に発生させる。放電が発生した場合、オンボードコンピュータとした Arduino に流れる電流、電圧、電界波形の測定を行った。結果は放電が発生した場合、電界が大幅な変動が確認できた。またバスキャパシタンスの容量の大きさに応じて電流がより流れることが確認できた。このことから放電時、電界の変動がバスシステムに影響を与える可能性及び、バスキャパシタンスの容量の大きさを変更することで放電時、電圧は緩和できるものの電流がより流れやすくなる可能性があることが結論づけられた。

Verification of Internal Effects on Spacecraft Due to Electrostatic Discharge

TOYONO Akira, 221A2101, Mechanical and Space Systems Engineering Course

Department of Space Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology

Supervisor Prof. TOYODA Kazuhiro

Spacecraft can become charged in orbit, leading to electrostatic discharge (ESD) that may cause equipment failure. Countermeasures against electrostatic charging and discharging are therefore being advanced. This study aimed to evaluate the effects of ESD occurring on the surface of a mock satellite on its internal circuits. The experimental method involved applying a bias voltage to the mock satellite in a plasma environment to intentionally induce ESD on the solar panels. Measurements were taken of the current, voltage, and electric field waveforms flowing through the Arduino, used as the onboard computer, when discharge occurred. The results confirmed significant fluctuations in the electric field when discharge occurred. Furthermore, it was confirmed that the current flow increased with the bus capacitance. From this, it was concluded that during discharge, fluctuations in the electric field could potentially affect the bus system. Additionally, while modifying the bus capacitance size could mitigate voltage during discharge, it was concluded that during discharge, while voltage can be relaxed, current may flow more readily.

目次

1.序論.....	3
1.1 研究背景.....	3
1.2 先行研究 1.....	4
1.3 先行研究 2.....	5
1.4 先行研究 3.....	6
1.5 研究の目的.....	7
2.EL 研究手法.....	8
2.1EL の実験概要.....	8
2.2EL の発光原理.....	8
2.3 実験機器.....	9
2.4 実験方法.....	20
3.実験結果.....	26
3.1 太陽光パネルを用いた輝度の測定.....	26
3.2 フォトダイオードを用いた輝度の測定.....	26
3.3EL を短絡させた際のフォトダイオードを用いた輝度の測定.....	29
3.4EL の発光とバイアス電圧との計測.....	29
3.5 電子銃を用いた EL の発光計測.....	30
4.考察.....	30
4.1 太陽パネルを用いた輝度の測定.....	30
4.2 フォトダイオードを用いた輝度の測定.....	30
4.3EL を短絡させた際のフォトダイオードを用いた輝度の測定.....	31
4.4EL の発光原因の計測.....	31
5.超小型衛星研究手法.....	32
5.1 超小型衛星の実験概要.....	32
5.2 原理.....	32
5.3 実験装置.....	35
5.4 実験方法.....	43
6.実験結果.....	46
6.1 異なる箇所での放電及び波形.....	47
6.2 同じ場所での放電波形.....	50
6.3Arduino を経由したと推測される放電波形.....	53
6.4 バイアス電圧の値別による結果.....	56
6.5 消灯した際の磁界センサの波形と異なる容量.....	58
6.6 電界センサの校正.....	59

6.7 シミュレーション.....	59
7.考察.....	60
7.1 異なる箇所での放電及び波形.....	60
7.2 同じ場所での放電波形.....	60
7.3Arduino を経由したと推測される放電波形.....	61
7.4 バイアス電圧による違い.....	62
7.5 コンデンサの異なる容量での波形.....	62
7.6 電界センサの校正.....	64
7.7 シミュレーション.....	64
8.結論.....	65
9.今後の課題.....	67
10.参考文献.....	68
11.謝辞.....	69