

衛星帯電防止電子エミッタフィルムの実用化に向けた 性能比較および動作原理解析に関する研究

九州工業大学 工学部 電気宇宙システム工学コース

201A3051 小中美海

1. 研究背景と目的

私たちの生活に欠かせない存在となっている人工衛星はメンテナンスを行うことが難しく、故障や事故のリスクを最小限に抑えるシステムが要求される。そこで、本研究では衛星帯電防止電子エミッタフィルム(ELF)の実用化を見据えて、MgO コーティングを施した CFRP サンプルの評価、そして、その動作原理解明のための光学的な表面電位測定システムの改良を目的としている。

2. 実験方法

サンプルの帯電・放電試験では、CFRP サンプルと、MgO コーティングを施した M-CFRP サンプルの2種類を、紫外線と電子線を用いて帯電させ、電界電子放出波形を観測した。

サンプル表面電位の光学測定試験では、従来のシステムで用いていたビームエキスパンダーを凹凸レンズに変更し、2種類のシステムで試験を行った。紫外線・電子線の照射による帯電試験を行ったのち、紫外線を用いて光強度-電圧校正曲線導出のための校正試験を行った。

3. 結果・考察

CFRP サンプル、M-CFRP サンプルの両者ともに、全ての試験で電界電子放出を観測できた。コーティングによって、放出された電子量は増加したが、電子放出発生までの時間も長期化した。この点は実用化に向けた今後の課題となる。

光学測定試験では、撮影した画像の光強度をグラフ化することで、帯電による光強度の増加を確認できた。両システムを比較すると、凹凸レンズを用いたシステムのほうが平均の光強度が低い値となったが、カプトンテープ由来の干渉縞の影響がひどく干渉縞の軽減には至らなかった。また、

BSO 結晶における電界電子放出時の画像を取得でき、電界電子放出前後での光強度の変調を観測できた。しかし、校正試験で適切な値が取得できなかったため、表面電位の分布を算出することはできなかった。

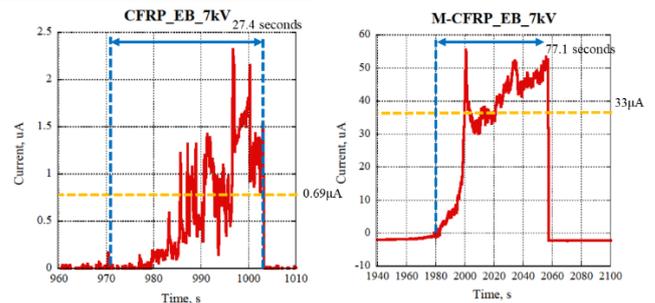


図1 最悪電子環境における帯電試験結果比較

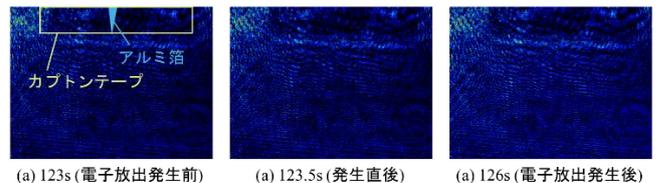


図2 電界電子放出前後の光強度変調

5. 結論・今後の課題

CFRP サンプルに MgO コーティングを行い、その性能の向上を確認できたが、電子放出が発生するまでの時間が長期化し、この時間の短縮が新たな課題点となった。

光学試験においては、システムの変更により干渉縞の軽減は叶わなかった。また、光強度-電圧変換を満足に行えていないため、干渉縞の軽減に加え、適切に校正を行い、表面電位分布を求めていくことが今後の課題点となる。

全文をご希望の方は

cho.mengu801@mail.kyutech.jp まで

ご連絡ください

Study on performance comparison and operating principle analysis of satellite antistatic electron emitter films for practical application.

Kyushu Institute of Technology

201A3051 Miu Konaka

1. research background and objectives

Satellites, which have become an indispensable part of our lives, are difficult to maintain and require systems that minimize the risk of failures and accidents.

Therefore, with a view to the practical application of satellite antistatic electron emitter films (ELFs), the aim of this study is to evaluate CFRP samples with MgO coating and to improve an optical surface potential measurement system to elucidate their operating principle.

2. experimental methods

In the sample charging and discharge tests, two types of CFRP samples and an M-CFRP sample with MgO coating were charged using UV and electron beams and the field electron emission waveforms were observed. For the optical measurement tests of the sample surface potential, the beam expander used in the conventional system was replaced by a concave-convex lens and two different systems were tested. After conducting charging tests by UV and electron beam irradiation, calibration tests for the derivation of the optical intensity-voltage calibration curve were conducted using UV light.

3. results and discussion

Field electron emission could be observed in all tests for both CFRP and M-CFRP samples. The coating increased the number of emitted electrons, but also prolonged the time until electron emission occurred. This is a future issue for practical application. In the optical measurement tests, the increase in light intensity due to charging was confirmed by graphing the light intensity of the images taken. Comparing the two systems, the system with the concavo-convex lens produced lower average light intensity values, but the interference fringes derived from the Kapton tape were severely affected and interference fringes could

not be reduced. Images during field electron emission in the BSO crystal could be obtained and modulation of the light intensity before and after field electron emission could be observed. However, it was not possible to calculate the distribution of surface potentials because appropriate values could not be obtained during the calibration test.

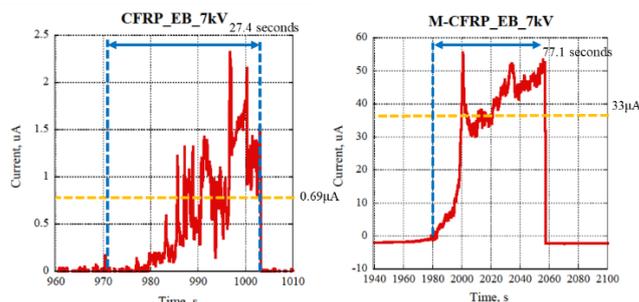


Fig. 1 Comparison of charging test results in the worst electronic environments

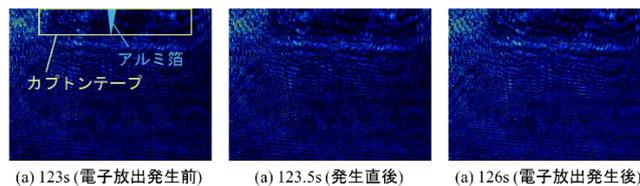


Fig. 2 Light intensity modulation before and after field electron emission

Conclusions and future issues

The performance of the MgO coating on the CFRP sample was improved, but the time until electron emission occurred was prolonged and reducing this time was a new issue to be addressed.

In optical tests, the reduction of interference fringes could not be achieved due to system modifications. In addition, the optical intensity-voltage conversion was not satisfactory, so in addition to reducing interference fringes, future work is needed to properly calibrate the system and determine the surface potential distribution.

For the full text, please contact
cho.mengu801@mail.kyutech.jp.

目次

第1章 序論

- 1.1 はじめに
- 1.2 研究背景
- 1.3 研究動向
 - 1.3.1 帯電抑制方法
- 1.4 研究目的

第2章 実験手法

- 2.1 原理
 - 2.1.1 宇宙環境
 - 2.1.2 衛星の帯電放電現象
 - 2.1.3 ELFの電界電子放出
 - 2.1.4 偏光
 - 2.1.5 ポッケルス効果
 - 2.1.6 光強度
 - 2.1.7 偏光性
- 2.2 システム
 - 2.2.1 真空チャンバー
 - 2.2.2 紫外線・電子銃照射機器
 - 2.2.3 電流計測機器
 - 2.2.4 光学測定機器
 - 2.2.5 QCM
- 2.3 サンプル
 - 2.3.1 CFRP サンプル
 - 2.3.2 MgO コーティング CFRP サンプル (M-CFRP サンプル)
 - 2.3.3 BSO 結晶
- 2.4 実験手法
 - 2.4.1 サンプル帯電・放電観測試験
 - 2.4.2 サンプル表面電位の光学測定試験
 - 2.4.3 CFRP サンプルへの MgO コーティング

第3章 実験結果

- 3.1 紫外線試験におけるサンプル帯電・放電観測結果
 - 3.1.1 CFRP サンプルの紫外線試験結果
 - 3.1.2 M-CFRP サンプルの紫外線試験結果
- 3.2 電子線試験におけるサンプル帯電・放電観測結果
 - 3.2.1 CFRP サンプル

3.2.2 M-CFRP サンプル

- 3.3 電子放出閾値電圧の測定結果
- 3.4 サンプル表面電位の光学測定試験
 - 3.4.1 紫外線照射による帯電試験
 - 3.4.2 電子ビームによる帯電試験
 - 3.4.3 紫外線照射による校正試験

第4章 考察

- 4.1 コーティングによる CFRP サンプルの性能の比較
- 4.2 電子放出閾値の測定
- 4.3 ビームエキスパンダーと凹凸レンズの結果の比較
- 4.4 校正曲線の導出と電圧変換
- 4.5 電子線試験における電界電子放出前後での表面分布の比較

第5章 結論

第6章 今後の展望

第7章 謝辞

第8章 参考文献