

# 宇宙用太陽電池における ポッケルス効果を用いた表面電位測定システム改良

九州工業大学 工学部 電機宇宙システム工学コース  
191A3053 菰田凌司

## 1. 研究背景と目的

現在、宇宙には数多くの人工衛星が打ち上げられており、人工衛星は人々の生活を豊かにするために運用されている。人工衛星では宇宙環境で帯電、放電現象が見られることがあり、これらの現象による人工衛星の故障を防ぐために地上での帯電、放電試験が行われており、現在は電子ビームを用いて被試験体を帯電させている。しかし、電子ビームを放出する電子銃は立ち上げに時間がかかり、使用、実装コストも高い。そこで、電子ビームに代る帯電法として紫外線ランプの使用が考えられている。だが、電子ビームと紫外線で帯電させた場合では、同じサンプルを用いても放電閾値が異なるため、その原因を明らかにするために、高分解能の表面電位測定法が必要である。

## 2. 実験方法と以前からの改良点

帯電、放電試験では現在、プローブを用いた表面電位測定が利用されているが、表面電位を測定するスポットサイズが大きいため、ポッケルス効果を用いた表面電位測定を行う。ポッケルス効果とは、誘電体の等方性結晶に電界を印加すると、結晶の屈折率が変化するというものであり、入射光と透過光の光強度が変化する。この光強度の変調を観測することで、太陽電池カバーガラスに見立てた誘電体（ポッケルス素子）にかかる電界を算出することで、高分解能の表面電位測定が可能である。先行研究では、光強度の変調を CCD カメラで捉え、帯電の様子を観測しようとしていたが、変調を確認する際に行う画像の差分処理中に、外部の振動などによる撮影位置のずれについて

考慮されていなかった。また、画像撮影の際に撮影間隔や保存を実験者が手作業で行っていたため、実験操作が多くなってしまっていた。このことから、画像撮影プログラム、撮影画像位置ずれ補正プログラムの作製や撮影系の設置方法の検討を行い、ポッケルス効果を用いた表面電位測定システムの改良を行った上で実験を行った。

## 3. 結果

CCD カメラと作製した画像撮影プログラムを用いて、紫外線と電子ビームを照射させた際のそれぞれの画像を撮影することができた。

紫外線照射時の画像撮影の際には、画像撮影プログラムを用いることで自動的に撮影と保存が行えるようになった。

## 4. 考察

作製した画像位置ずれ補正プログラムをもちいて撮影位置のずれを修正し、差分処理を適切に行うことができた。これによって得られた画像を用いて、帯電法の違いによる帯電の様子の違いを観測しようとしたが、光強度をポッケルス素子にかかる電界に変換する校正実験が適切でなかったため、全体の光強度の変調を捉えることしかできなかった。

## 5. 結論・今後の課題

- ・校正実験方法の再検討
- ・画像補正、処理プログラムの自動化

# Improvement of surface potential measurement Using pockels effect in space solar cells

Kyushu Institute of Technology 191A3053 Komoda Ryoji

## 1. Research Background and Objectives

Satellites are sometimes charged or discharged in the space environment. In order to prevent satellite failure due to these phenomena, charging and discharge tests are conducted on the ground, and currently an electron beam is used to charge the test object. However, electron guns that emit electron beams take time to start up and are expensive to use and implement. Therefore, the use of ultraviolet lamps is being considered as an alternative charging method to electron beams. However, since the discharge threshold differs between electron beam and UV charging, even with the same sample, a high-resolution surface potential measurement method is needed to clarify the cause of the difference.

## 2. Experimental Methods and Previous Improvements

The Pockels effect refers to the fact that when an electric field is applied to an isotropic dielectric crystal, the refractive index of the crystal changes, and the light intensity of the incident and transmitted light changes. By observing the modulation of the light intensity, the electric field applied to the dielectric (Pockels element), which is used as a cover glass for solar cells, can be calculated to measure the surface potential with high resolution. In a previous study, a CCD camera was used to capture the modulation of light intensity and observe the state of charging. However, during the image differencing process performed to confirm the modulation, the misalignment of the captured image due to external vibrations was not taken into account. Therefore, an image capturing program, a program for correcting the misalignment of captured images, and a method for setting up the capturing system were developed, and the surface potential measurement system using the Pockels effect was improved before the experiment.

## 3. Results

Using a CCD camera and a fabricated image capturing program, we were able to capture images of each of the UV and electron beam irradiations.

The image capturing program automatically captured and stored the images taken during the UV irradiation.

## 4. Discussion

Using the image positional displacement correction program we developed, we were able to correct the displacement of the shooting position and perform the difference processing appropriately. However, the calibration experiment to convert the light intensity into the electric field applied to the Pockels device was not appropriate, so we were only able to capture the overall modulation of light intensity.

## 5. Conclusion and future issues

- Reexamination of the calibration experiment method
- Automation of image correction and processing programs

## 目次

<b>第1章 序論</b> .....	1
1.1 研究背景 .....	1
1.1.1 宇宙環境 .....	2
1.1.2 帯電現象 .....	2
1.1.3 放電現象 .....	4
1.1.4 放電現象の地上試験 .....	5
1.1.5 プローブによる表面電位測定 .....	6
1.2 研究状況 .....	7
1.3 研究目的 .....	9
<b>第2章 実験手法</b> .....	10
2.1 実験原理 .....	10
2.1.1 偏光 .....	10
2.1.2 ポッケルス効果 .....	11
2.1.3 光強度 .....	12
2.1.4 旋光性 .....	14
2.2 実験供試体 .....	16
2.3 実験システム .....	18
2.3.1 実験装置 .....	18
2.3.2 システム改良点 .....	29
2.3.3 実験ケース .....	45
<b>第3章 実験結果</b> .....	48
<b>第4章 考察</b> .....	58
<b>第5章 結論</b> .....	64
<b>第6章 今後の課題</b> .....	65
<b>第7章 参考文献</b> .....	66
<b>第8章 付録</b> .....	68

全文を希望の方は  
[cho.mengu801@mail.kyutech.jp](mailto:cho.mengu801@mail.kyutech.jp)までご連絡ください