

# 宇宙用太陽電池アレイ上で起こる持続放電抑制手法 の評価及び開発に関する研究

九州工業大学大学院 工学府 電気電子工学専攻 博士前期課程 2年 豊田研究室 和田 智博

## 1. 研究背景と目的

現在、人工衛星は大型なものから小型なものまで様々なものが開発されている。人工衛星の種類によっては非常に高度なミッションを搭載している。携帯電話や自動現金預入支出機(ATM)、自動車の運転案内のためのカーナビゲーションシステム、株式のネット取引、金融市場の運営など、現在の我々の生活の多くが人工衛星に密接に絡み、多大な恩恵を受けている。

しかし、人工衛星のバス電圧を増加させるに伴って、太陽電池アレイ上での放電事故が確認された。太陽電池アレイ上で発生した放電は場合により太陽電池アレイの発電能力低下や運用停止などの深刻な問題を引き起こす可能性がある。地球観測衛星「ADEOS-2」やアメリカ通信衛星「Tempo-2」は太陽電池やケーブルの帯電により放電が発生し、発電能力が低下した。このような帯電による放電事故はプラズマやサブストーム、オーロラなどの宇宙空間特有の環境がもたらすものである。そこで、人工衛星の太陽電池アレイ上で起こる放電に関する研究が盛んにおこなわれてきた。現在、太陽電池アレイ上で発生する放電の抑制手法は太陽電池の列間を RTV シリコン系接着剤で埋める手法(グラウティングと呼ぶ)が採用されている。しかしながら数多くの欠点があり、放電抑制手法としての評価をする必要がある。

そこで本研究の目的は人工衛星の太陽電池アレイで起こる放電が回路に与える影響に着目し、現在、放電抑制手法として使用されているグラウティングの評価及び放電の抑制法の開発を目的としている。

## 2. 実験装置及び解析手法

本試験は放電抑制手法の評価と開発を行っている。評価に関しては太陽電池クーボンに宇宙環境暴露試験(陽子線、電子線、熱サイクル)を行い、宇宙環境に対するグラウティングの評価を行った。さらに宇宙環境を模擬するチャンバーを用いて帯電・放電試験を行い、放電抑制効果を検証した。

抑制手法としては太陽電池クーボンに使用してある絶縁フィルム(ポリイミドフィルム)の厚さを変えることによる抑制や持続放電に対する評価、さらには RTV 接着剤の厚さやコーティングによる放電抑制の検証を行った。解析としては放電の発生有無や二次放電の持続時間や発生確率、アーク抵抗や放電エネルギーを計測、算出し解析を行った。

## 3. 宇宙環境曝露による持続放電抑制手法の評価

宇宙環境暴露試験においてはグラウティング部にひび割れや RTV 接着剤の収縮、カバーガラスの剥離を確認することができた。

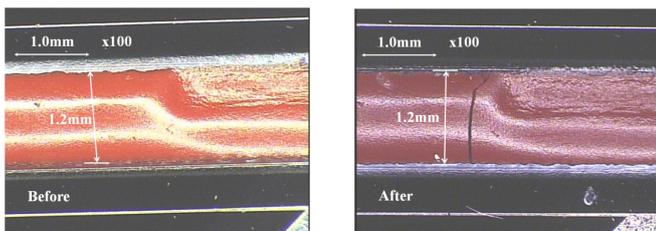


Fig. 1 Crack generated in grouting.

さらに宇宙環境暴露試験を行った太陽電池クーボンにて放電試験を行った結果、二次放電の発生を確認した。しかしながら、持続放電は発生することがなく、持続放電に対する耐久性はあることが分かったが、グラウティングの耐宇宙環境性は完璧ではないということが分かった。

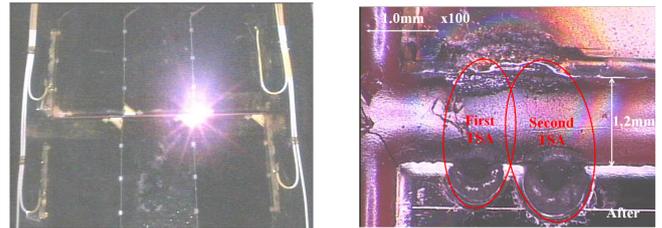


Fig. 2 Discharge image and arc spots.

## 4. 持続放電と基板の関係

ポリイミドの厚さと持続放電の関係ではポリイミドの厚さが増せばその分耐性も増すように思われるが、厚さが増すとある一定の閾値から耐性が無くなるような結果となった。

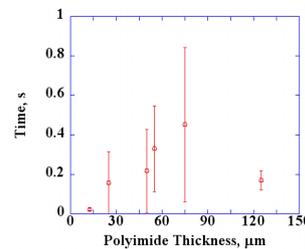


Fig. 3 Relation Time until current flows to structure and thickness of polyimide.

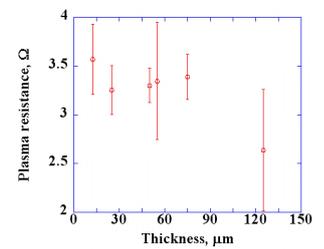


Fig. 4 Relation Arc resistance and thickness of polyimide.

## 5. 放電抑制手法の開発

コーティングにおいてはムラの発生により一次放電の発生が確認され、一次放電によりコーティングが剥がれ二次放電が誘発されることがわかった。コーティングによる抑制は手ごろな抑制手法ではあるが、ムラのないコーティングを施すための工夫を考える必要がある。RTV 接着剤の形状変化では模擬電極を用いて試験した時は持続放電の抑制効果に期待できることが分かったが、実際のセルでは持続放電は発生しなかったものの、試験後に太陽電池の列間にて抵抗値の降下が見られた。抵抗値は数 kΩ であり、持続放電にはならなかった。これは放電により電極が溶解し、ポリイミドにパスが形成されたことによるものだと考えられる。

## 6. まとめ

宇宙環境に対するグラウティングの耐性は完全なものとはいえず、新たな放電抑制手法の考案をする必要があるということが示された。さらに、太陽電池パドルの設計を変えることで持続放電に対する耐性を持った設計ができることが分かった。

## 研究業績 (発表論文 4 件)

国際学会 (1 件)

➤ The 27th International Symposium on Space Technology and Science July 2009

国内学会 (2 件)

➤ 第 6 回宇宙環境シンポジウム 10 2009

➤ 第 54 回宇宙科学技術連合講演会 11 2010

投稿論文 (1 件)

➤ The Japan Society for Aeronautical and Space Sciences "Research on Mitigation Method Against Secondary Arcing on Solar Array"