

宇宙機太陽電池アレイ上における沿面放電電流のモデル化

電気電子工学専攻 宇宙工学国際コース 修士2年 豊田研究室 15349510 河野杏奈

1. 研究背景及び目的

近年、衛星の大型化、大電力化が進む中、人工衛星の太陽電池アレイ上での帯電・放電による事故が増加している。そのため、太陽電池アレイ上で起こる放電現象をよりリアルに再現した地上試験を行う必要がある。これまでの研究で、放電プラズマは同心円状に伝搬し、放電プラズマが持つプラズマ抵抗は伝搬とともに変化すると考えられてきた。本研究では、同心円状に伝搬する放電プラズマを実験から電氣的にモデル化し、沿面放電現象を模擬することを目的とする。

2. 沿面放電試験

同心円状に伝搬する放電プラズマによる沿面放電現象を測定するために、リング状の銅電極を同心円状に並べ、表面に絶縁テープを貼った模擬クーポンを作成した。真空チャンバ内でクーボン表面を帯電させ、中心の円電極のみで放電を発生させることによって、沿面放電電流波形及び放電前後の表面電位を取得した。

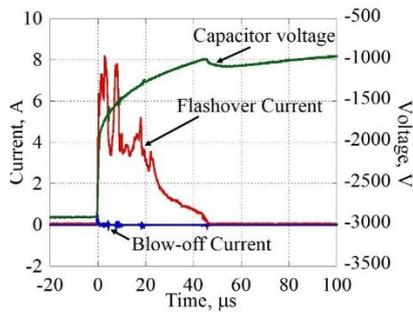


図1. 典型的な沿面放電電流

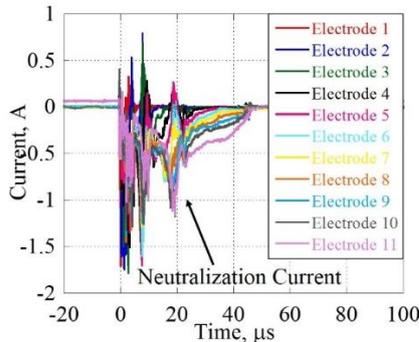


図2 各電極に流れる中和電流

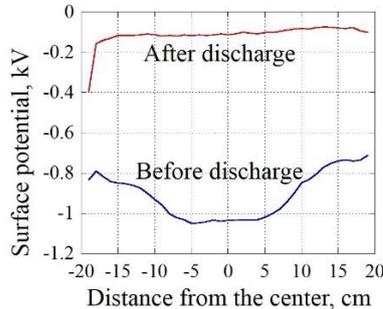


図3 放電前後の表面電位

3. 沿面放電解析

測定した中和電流波形と表面電位から、放電直後に伝搬したプラズマの抵抗を算出した。図3の中和電流に対するプラズマ抵抗は、電流が大きくなるに従って急激に低下し、反比例の特性を示した。これより、シミュレーションに用いるプラズマ抵抗のパラメータを求めた。

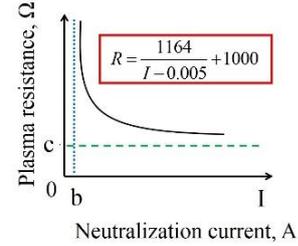


図4. 放電プラズマ抵抗特性

4. 沿面放電シミュレーション

実験値から求めた放電プラズマ抵抗特性及びインダクタンス特性より、沿面放電電流の電荷量、ピーク値、電流遮断時間を実験値に近づけることができた。また、乖離電圧の中和率も実験値と同様で、乖離電圧が大きくなるに従って完全に中和される範囲が大きくなるという結果が得られた。

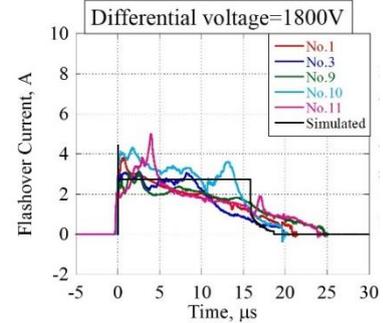


図5 沿面放電電流のシミュレーション結果

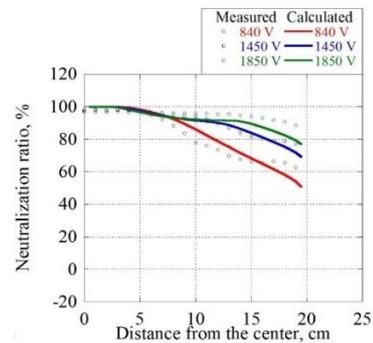


図6 中和率のシミュレーション結果

5. まとめ

リング状の模擬クーポンをを用いた沿面放電試験より、放電プラズマの伝搬を単純に測定することができた。

実験値から求めた放電プラズマ特性、インダクタンス特性を用いたシミュレーションより、沿面放電電流の電荷量、ピーク値、電流遮断時間を実験値に近づけることができた。また、乖離電圧の中和率も実験値と同様の特性を示した。

6. 今後の課題

将来的に大型太陽電池アレイ上における沿面放電を模擬するためには、より大型のクーポンをを用いた沿面放電試験と本研究で得られたモデルによるシミュレーションにより、モデルの評価を行う必要があると考える。

研究業績

国際会議 (2件)

- The 30th International Symposium on Space Technology and Science, July 2015

- The 14th Spacecraft Charging Technology Conference April 2016

国内会議 (1件)

- 電気学会 基礎・材料・共通部門大会 2016年9月