

宇宙機太陽電池アレイ上におけるフラッシュオーバー電流の モデル化に向けたプラズマ抵抗計測

九州工業大学工学部電気電子工学科 学部4年 豊田研究室 13108308 河野杏奈

1. 研究背景及び目的

近年、衛星の大型化、大電力化が進んでおり、それに伴い、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、その伝搬によって変化するプラズマ抵抗を持つと考えられてきた。本研究では、沿面放電の電流波形を測定し、放電点から伝搬する放電プラズマの抵抗をモデル化することを目的とする。

2. 帯電・放電試験

放電プラズマによる同心円状の伝搬を測定するために、銅電極にポリイミドテープを貼ったリング状の模擬クーポンを使用した。クーポン中心の円電極のみで放電を発生させることによって、放電プラズマが各電極に伝搬した時に流れる電流波形を取得した。今までは、電子ビームを用いて帯電させていたが、一様に帯電させることが難しいため、今回はオゾンランプを用いた。また、放電の誘発には YAG レーザーを用いた。

3. 放電電流測定

クーポンを-1kV にバイアスした時の放電電流波形を図1に示す。プラス側に流れている電流がフラッシュオーバー電流であり、逆向きの電流が中和電流である。どの電極もフラッシュオーバー電流が流れると同時に中和電流が流れているため、放電が発生した瞬間に放電プラズマがクーポン全体に伝搬したことが分かる。バイアス電圧が大きくなるに従ってフラッシュオーバー電流波形のピーク値が大きくなるという結果が得られた。

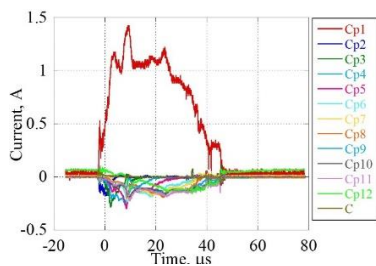


図1. -1kV にバイアスした時の放電電流波形

4. 表面電位測定

放電前後にクーポン全体の表面電位を測定した。式(1)よりクーポン全体に帯電した電荷が中和される割合を図2に示す。これより、バイアス電圧が大きくなるに従って、クーポン表面の乖離電圧が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。

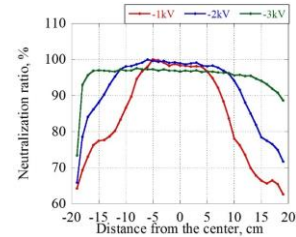


図2. 各バイアス電圧における中和率

5. プラズマ抵抗の算出

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に中和電流に対するプラズマ抵抗の特性を示す。電流が大きくなるに従って、抵抗値は急激に低下し、反比例の特性を示した。この特性は、シミュレーションで用いるプラズマ抵抗のモデルと一致した。

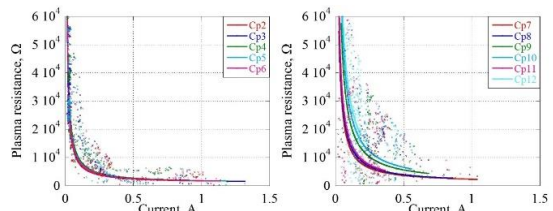


図3. 中和電流に対するプラズマ抵抗

6. 結論と今後の計画

オゾンランプによりクーポンを一様に帯電させ、YAG レーザーにより任意のタイミングで放電を誘発することができた。バイアス電圧が大きくなるに従って、フラッシュオーバー電流波形のピーク値と、クーポン表面の乖離電圧が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。中和電流に対するプラズマ抵抗の特性算出により、シミュレーションで用いるプラズマ抵抗のモデルと同じような特性を示すことができた。このモデルを用いてフラッシュオーバー電流のシミュレーションを行う。