

宇宙用太陽電池アレイ上で起こる持続放電と絶縁材の厚さの関係

九州工業大学工学部電気電子工学科 エネルギーコース 学部4年 豊田研究室 日高翔太

1. 研究背景と目的

1957年、世界初の人工衛星であるスプートニク1号が旧ソ連より打ち上げられて以来、宇宙開発の技術は急速に発展してきた。近年の宇宙機としてはミッションの増加による多機能化、あるいはミッションの長期化が求められ、衛星の大電力化が行われている。そして、100kWを超える衛星運用が主流となった。電力を効率よく送電するためには高電圧化が必要不可欠だが、それに伴い放電頻度の確率が高くなり衛星が運用停止になる恐れがある。特に太陽電池パネルでの放電・帯電により発電電力が低下する事故が多発している。この放電は宇宙空間のプラズマに太陽電池が曝され、帯電することが原因である。その中でもその単発放電（一次放電）が起因となり生じる二次放電は太陽電池パネルに深刻なダメージを与える。そこで本研究の目的としては二次放電によって太陽電池が受けるダメージの評価及び設計への反映である。

2. 研究手法

本研究では太陽電池クーポ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で持続放電が起きてから基盤に短絡するまでの時間（絶縁破壊時間）を測定しそれぞれの厚さの評価を行っている。



Fig.1 Imitation solar array coupon.

3. 実験結果

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。

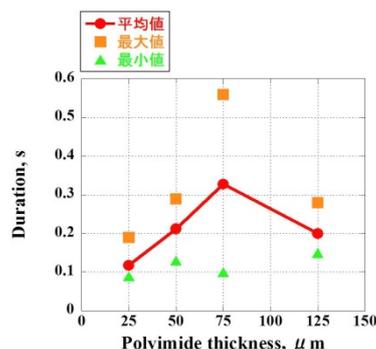


Fig.2 Relation Time until current flows to structure and thickness of polyimide.

4. 伝熱解析

アーク放電の熱源からポリイミドフィルムへの熱伝導を非定常熱伝導方程式より算出した。その結果、フィルムの厚さが厚いほど絶縁破壊時間は長くなるという結果になった。考えられる原因としては、ポリイミドフィルムが炭化することで熱伝導率が変化するが今回の解析では考慮していない。厚いフィルムほど熱がこもりやすく炭化しやすいため絶縁破壊時間が短くなったと思われる。

5. まとめ

今回太陽電池クーポンに使用してあるポリイミドフィルムの厚さを選定することで持続放電に対する耐性があることが分かった。しかしその厚みには適切な値が存在すると思われる。