

宇宙用太陽電池アレイ上での二次アーク発生条件に関する実験的研究

九州工業大学大学院 工学研究科 電気工学専攻 博士前期課程2年 豊田研究室 大瀬貴之

背景と目的

最近の調査によると、軌道上での衛星事故の原因の半数が太陽電池アレイの不具合によるものであると報告されている。太陽電池アレイは唯一宇宙空間に曝されている電源系であり、周辺の宇宙プラズマと干渉する電氣的に最も弱い箇所である。そのため、宇宙プラズマ環境と太陽電池アレイの相互作用により発生する放電は、太陽電池アレイの設計上避けられない。放電が、電源系を破壊する放電となり得る条件については詳細な説明は行われておらず、今後の衛星の大型化・大電力化に向けてその条件を評価することが必要とされている。発生条件を理解することによって、持続放電を防止する適切な太陽電池アレイの設計が可能となり、太陽電池アレイ回路の持続放電に対する耐性を評価するための試験基準の確立に貢献することができる。

研究目的および手法

本実験では、人工衛星の安全運用を最も脅かす二次アークの発生条件およびメカニズムを実験的に評価することが目的である。そこで、二種類の試験結果から考察した。

・二次アーク閾値取得試験 (WG1)

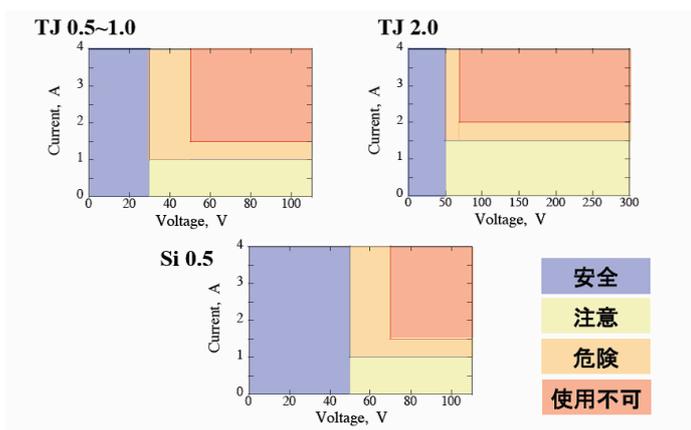
太陽電池パドルの安全作動条件を列間電圧、列電流、ギャップ長から考察する。

・放電プラズマパラメータ測定試験

持続放電試験において放電光を分光測定することで、放電プラズマの温度、構成物質、抵抗を考察する。

実験結果

太陽電池パドルの安全作動条件



二次アーク発生条件

二次アークが発生するか否かは、一次アーク初期時の放電プラズマの状態に関係がある。このときの放電プラズマ状態は不安定なものであり、列間電圧がある程度高くないと発生しない。ただし、一次アークの規模が大きいと二次アークの発生閾値が下がる。さらに、一次アークの規模に伴い電極を構成する銀が金属蒸気として十分に放出されないと一次アークから二次アークに進展できない。

過渡的持続放電 (TSA) への進展

二次アークに進展した放電の中でも TSA へ進展するには、一次アークにより流れるブローオフ電流がピークを迎える頃から終わる頃まで (PA 中期～後期) の放電プラズマ状態に関係がある。ここでの更なる金属蒸気の形成が重要であり、ギャップ間に流れるアーク電流がカソードを加熱するため、アーク電流の源である列電流が高い方が TSA に進展し易い。また、未だに放電プラズマが不安定であるので、列間電圧が高くなるに従い TSA 発生確率も高くなる傾向にある。

TSA 継続時間

TSA に進展した後、どれだけ TSA 二次アーク状態を維持できるかという TSA 継続時間は、PA 後期の放電プラズマ状態に関係する。継続時間は放出される金属蒸気が多くなれば長くなる傾向にあり、金属蒸気を発生させる列電流値に伴い指数関数的に増加する。

-----発表業績-----

表彰：1 件

○ 第 50 回宇宙科学技術連合講演会, 2006 金賞

国際学会：3 件

○ 25th International Symposium on Space Technology and Science, 2006

○ XXII International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, 2006

○ 10th Spacecraft Charging Technology Conference, 2007

国内学会：2 件

○ 第 50 回 宇宙科学技術連合講演会, 2006

○ 第 4 回 宇宙環境シンポジウム, 2008