

宇宙用太陽電池アレイ上での放電頻度の温度特性

工学府 電気電子工学専攻 博士前期課程 豊田研究室 10349533 利光 智圭

1. 目的および背景

昨今宇宙機に用いられる太陽電池にて放電による不具合が見られる為、世界各国で様々な太陽電池パネルの帯電放電試験が行われている。しかしながら試験の主流は常温環境下での試験であり、宇宙環境の特徴である温度変化を考慮した帯電放電試験はほとんど行われていない。現段階では低温時の水分付着が放電特性変化の主要因ではないかと考えられている。本研究では低温環境を模擬した試験設備を構築し、各温度における太陽電池サンプルの水分量を考慮した放電頻度の違いについて比較検討、原因の追及を行うことを目的としている。

2. 研究手法

本研究では主に以下の4種類の実験を実施した。

①温度変化を考慮した放電頻度・脱離ガス測定(LEO)

サンプルをプラズマ環境下にて温度変化をさせ放電頻度の測定を行った。合わせてサンプルからの脱離ガス測定を行い水分がサンプルへ付着していない事を確認した。

②温度変化を考慮した放電頻度(GEO)

水分が付着しない手順を用いて、サンプルに電子ビームを照射し温度変化をさせ放電頻度の測定を行った。

③プラズマガス付着確認試験(LEO)

サンプルをプラズマ環境下にて温度変化をさせ、サンプルからの脱離ガスの測定を行いXe付着の有無を確認した。

④温度変化を考慮したカバーガラス抵抗測定(GEO)

太陽電池サンプルに用いられているカバーガラスの表面・体積抵抗について低温～高温環境下にて測定を行った。

※LEO=低地球軌道模擬 GEO=静止軌道模擬

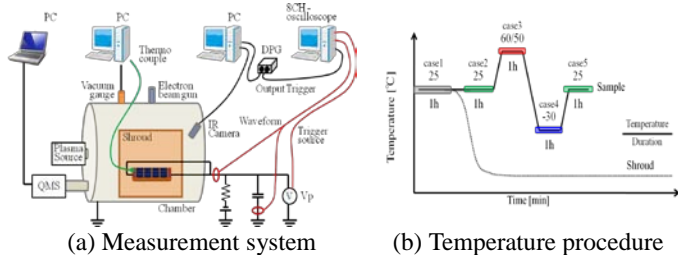


Fig 1 Discharge experiment

3. 実験結果・考察

初めにLEO環境下にて放電試験を実施したが、低温時のみ大幅な放電頻度の増加が見られた。この原因として従来は低温時のサンプルへの水分付着が考えられていたが、この付着はなかった。次に、他の原因として考えていたプラズマ生成用ガス(Xe)の付着について、サンプルからの脱離ガスを四重極質量分析器(Qmass)を使用し測定を行ったが、こ

Table 1 Result (Arc number)

Coupon Temperature	Shroud Temperature	Number of Arc / 60min		
		LEO	LEO	GEO
room(20°C)	room	10	28	2
room(20°C)	low	2	6	0(30min)
high(60°C)	low	3	7	0(30min)
low(-30°C)	low	43	39	10(30min)
room(20°C)	low	2	19	0(30min)

の方法では付着は確認できなかった。また温度変化によるカバーガラス特性変化についても考察を行ったが、放電への影響はないと考えられる。現在の所LEO環境下での放電頻度増加の一番の要因としては、サンプルへのXe付着であると考えられる。

この為、次にプラズマ生成用ガスを使用しない電子ビーム環境(GEO)下にて放電試験を実施し、同様に低温時のみ大幅な放電頻度増加を確認した。続いてこの原因として考えられる太陽電池のカバーガラス抵抗値について測定を行い、体積抵抗のみ温度により大きく変化する事が明らかとなった。この結果を用いて、太陽電池の帯電限界温度について解析プログラムを作成し検討を行った。図3に帯電限界電位(乖離電圧)の温度特性について示す。結果GEO環境下ではカバーガラスの体積抵抗値が温度により変化することで、放電頻度が増減する事が明らかになった。

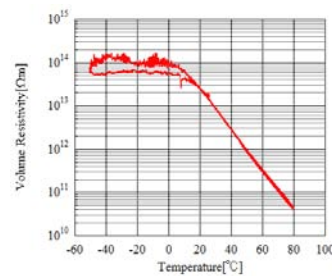


Fig 2 Volume resistivity-temperature characteristics

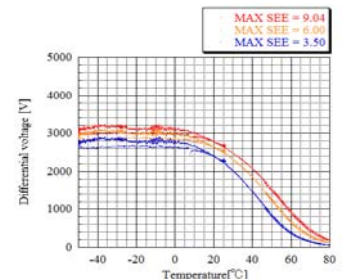


Fig 3 Analysis result

4. 総括・今後の課題

本研究では水分量を考慮した温度放電試験設備を構築し、低温時放電頻度が増加する事を確認すると共にGEO環境下の原因はカバーガラス抵抗である事を明らかにした。この為太陽電池に用いている材料の温度特性測定試験の必要性が示された。今後の課題としてはCQCMを用いた低温時のXe付着確認や帯電限界温度の検証試験等を行う必要がある。

研究業績 (発表論文2件)

国内学会(2件)

- 第7回宇宙環境シンポジウム 10,2010
- 第55回宇宙科学技術連合講演会 11,2011