

電力電送を目的とした金属蒸着ポリマーフィルムの衝突耐性評価

JAXA 研開本部 電源グループ 川北史朗, 今泉充, 舩分宏昌

1. はじめに

宇宙機の大型化・大電力化に向けて、太陽電池パドルも単位重量あたりの電力供給量を現状よりも倍以上向上させることが課題となっている。また、宇宙開発自体のコスト意識が高まっており、低コスト化も大きな課題となっている。これらの目標を達成するための手段として、フレキシブルな薄膜太陽電池の宇宙機への適用が考えられる。

一般的な人工衛星の太陽電池パネルの発生電力は電力ハーネスを通じて衛星本体に供給される。しかし、この電力ハーネスは、フレキシブル薄膜太陽電池を採用した大型太陽電池パネルにとって、軽量化およびフレキシブル性の向上を妨げる要因であり、フレキシブル太陽電池パネルを生かした電力電送技術が望まれている。そこで、我々は新たな方法として絶縁フィルムに金属膜を蒸着し、その蒸着膜を電力電送の手段と用いる方法を検討している。我々が考えている電力電送フィルムは、太陽電池と一体となったタイプであり、上面に太陽電池が、裏面に電力電送膜で構成されている。

これまで、太陽電池パネルの微小粒子衝突に関していくつかの報告がある[1]。ここでは、現状の太陽電池パネルの構造および宇宙機の電源系の設計においては、微小粒子の衝突時に放電は発生するが、懸念される太陽電池とパネルとの電気的な接続である地絡故障は発生しないことが確認されている。電力電送フィルムは、薄い絶縁フィルムをベースとして、上面に太陽電池が、裏面に電力電送膜で構成されている。このフィルムに微小粒子が衝突すると、上記の太陽電池パネルと同様に、上面の太陽電池と裏面の電力電送膜間にて放電が発生し、その結果電氣的に繋がることで太陽電池の発生電力を衛星本体に供給することができなくなることが懸念される。そこで、この電力電送フィルムの微小粒子の衝突試験を行い、地絡故障の発生の有無などについて評価した。

2. 実験と結果

ここで用いたサンプルは、数十ミクロン厚の絶縁層の両面に金属を蒸着したフィルムである。両面の金属膜は電氣的に絶縁されていることを試験前に確認している。

微小粒子の衝突は、この太陽電池モジュールを貫通する条件として、プロジェクタイトルは直径 1mm のステンレス球、衝突速度は 6km/s 以上とした。また、衝突によって生じたプラズマをトリガーとし、太陽電池パネルの発生電力が放電に供給することによる 2 次アーーク放電および持続放電の影響を評価するため、外部電源を用いて太陽電池モジュールを発電状態にして試験を行った。電源の条件は、一般的な静止軌道衛星のバス電圧である 100V、

電流は 1.0A とした．試験のコンフィギュレーションを図 1 に示す．

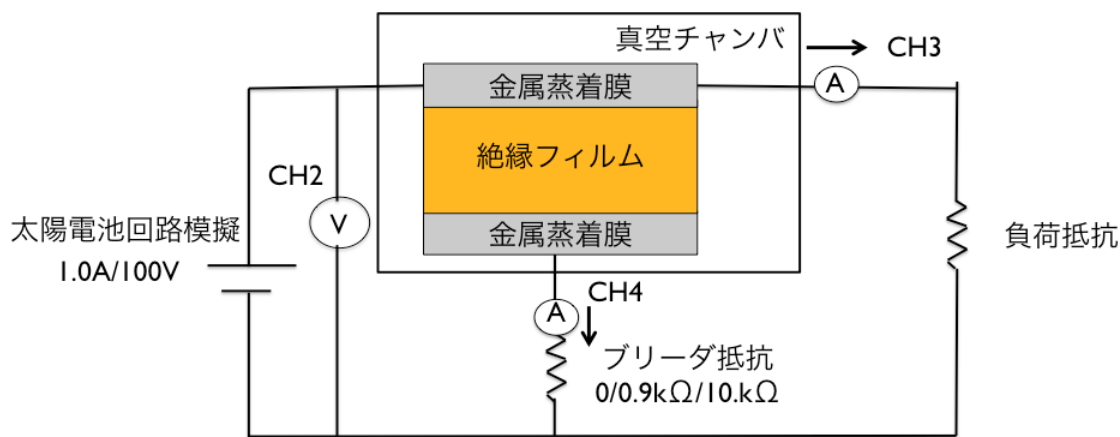
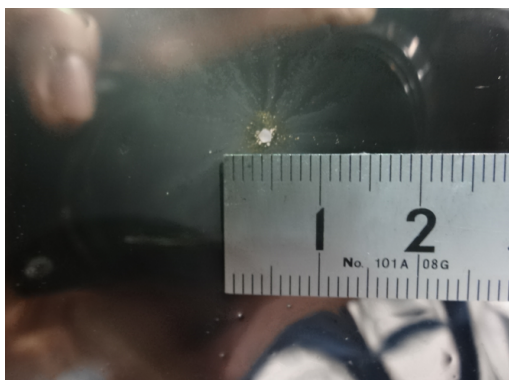
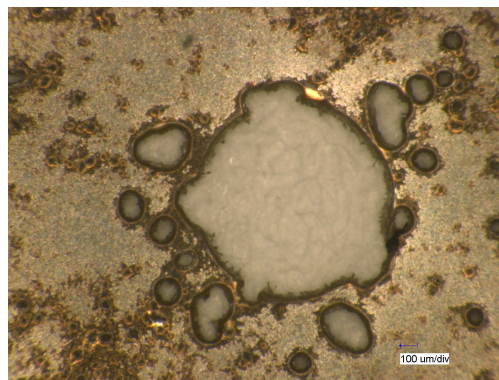


図 1 電力電送フィルムの衝突試験コンフィギュレーション

ここでは、近年の宇宙機には標準的に備わっている、太陽電池の持続放電を抑制する太陽電池パネルと宇宙機のグラウンドとの間の抵抗（ブリーダ抵抗）の効果を確認するため、この抵抗の有無を条件とした試験を行った．この結果、ブリーダ抵抗を入れることで衝突時にグラウンドラインに流れる電流が抑制されることを確認した．



(a) 外観写真



(b) 顕微鏡写真

図 2 電力電送フィルムの微小粒子衝突痕

微小粒子の衝突痕を光学顕微鏡にて観察した（図 2）．この結果、図 2（b）に示すように衝突痕の外周にそって焼損が見られた．これは、衝突時に生じた放電に太陽電池パドルの発生電力のエネルギーが付与されることで、フィルムに焼損が生じたと考えられる．このとき、ブリーダ抵抗とフィルム両面の金属膜間の電気抵抗との関係を試験にて求めた．この結果、ブリーダ抵抗がない場合は、その抵抗が 9.8Ω とほぼ短絡状態であったが、10k

Ω のブリーダ抵抗をいれることで 352Ω となった。この電気抵抗は衛星の負荷抵抗と比べて十分大きいことから、太陽電池パネルで発生した電力は衛星本体に供給されることが考えられる。ただし、システムとしてはフィルムの絶縁性が保たれることが望まれることから、フィルムの膜厚を増加するなど、耐性の向上に向けた検討が必要と考える。

3. まとめ

フレキシブル太陽電池パネルの宇宙機への適用に向けて、そのフレキシブル性を保ち、かつ軽量化が達成される電力電送フィルムの微小粒子の衝突耐性の評価を行った。この結果、絶縁フィルムの両面に金属膜を蒸着したフィルムに微小粒子を衝突させると、衝突時に発生したプラズマに太陽電池の発生電力が付与され、その結果両面の金属膜が短絡に至ることが分かった。これを抑制する手段として、グラウンドラインにブリーダ抵抗を挿入したところ、太陽電池の発電が関与した放電を防ぐことができ、電氣的短絡をある程度防ぐことができることが分かった。ただし、その耐性は十分でないことから、実機への適用の際には、絶縁フィルムの膜厚を大きくするなどの対策が必要と考えられる。

参考文献

- [1]川北，設計標準 WG 3，平成 19 年度スペースプラズマ研究会（2007）pp. 18.