

太陽電池アレイパドルにおける沿面放電時のバス電圧上昇に関する研究

電気電子工学科 豊田研究室 16108129 結城康介

1 研究背景

近年、人工衛星は大型化、大電力化、多機能化が進められており、電力レベルは10kW 越えの規模に達している。大電力で運用するために、衛星のバス電圧を増加が必要であるが、それに伴い、太陽電池アレイ表面での放電事故が確認されるようになった。これまで、沿面放電を模擬した放電電流を模擬した放電電流波形を用いて、太陽電池パネルにおける影響について研究が盛んに行われてきたが、パネル以外の評価が行われていない。本研究では、放電電流によって発生するバス電圧上昇とバスキャパシタンス C_B の値の関係を明らかにすることを目的としている。

2 放電試験のシミュレーション

抵抗と C_B で衛星バスを模擬し、その回路と太陽電池パネル、放電電流模擬回路を接続したものを試験回路とした。LTspice を用いて試験回路を模擬し(図 1)、そこに沿面放電模擬電流を入力したときに出力されたバス電圧をプロットしたグラフを図 2、図 3 に示す。

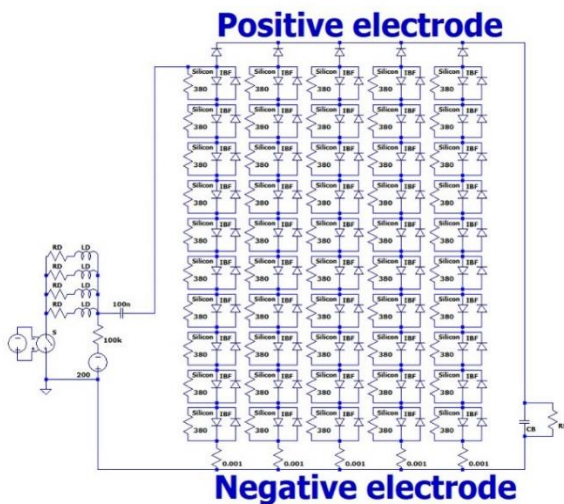


図 1

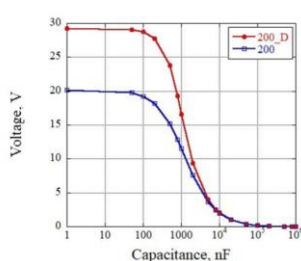


図 2 Vbias=200V

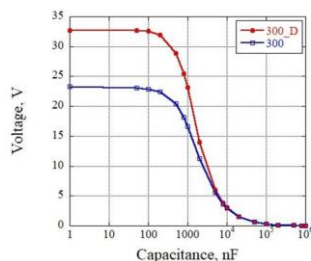


図 3 Vbias=300V

3 試験方法

太陽電池パネルを真空チャンバ内に設置し、プラズマを用いて放電試験を行った。外部回路として、衛星構体の電源回路を抵抗とバスキャパシタンス C_B で簡易的に模擬した回路を繋げる。キャパシタンス C_B の値を1nF から10mF まで変化させたときに C_B にかかる電圧の変化を比較する。

4 試験結果

横軸を C_B に、縦軸をバス電圧測定値としたときのグラフを図 3、図 4 に示す。結果から、バスキャパシタンス値が上昇にする毎に、バス電圧が低下することが分かる。

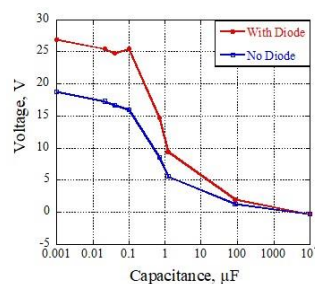


図 4 Vbias=200V

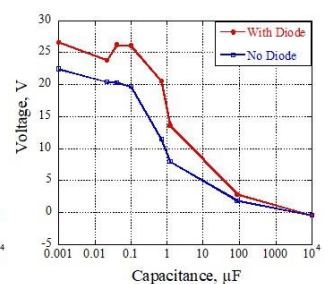


図 5 Vbias=300V

5 まとめ

放電試験結果から、キャパシタンスの減少により、バス電圧の上昇を引き起こすことが分かる。また、このことから、静止軌道や極軌道を周回する衛星において、電圧上昇を見積もった設計の必要性が分かる。

6 今後の課題

太陽電池正極側にダイオードを付けた時のバス電圧について、バスキャパシタンスが1n から40nF の値で電圧がシミュレーションの値を下回った。また、10mF においてマイナス方向にバス電圧上昇が見られた。この現象の原因について、10nF、100nF 周辺の値で試験を行い、波形をより詳細にプロットする必要がある。