

1.8KW급 저궤도 인공위성용 태양전지 배열기 설계

박희성, 장성수, 박성우, 장진백, 이상곤
한국항공우주연구원

The Design of the Solar Array for LEO Satellite

Hee-Sung Park, Sung-Soo Jang, Sung-Woo Park, Jin-Bak Jang, Sang-Kon Lee
Korea Aerospace Research Institute

ABSTRACT

인공위성에서 궤도 변경에 사용되는 추진계를 제외한 인공위성 본체와 탑재체의 모든 기능은 전기에너지를 이용하여 임무를 수행한다. 이러한 전기에너지를 태양전지 배열기에 의해 생성되는 만큼, 태양전지 배열기의 설계는 인공위성 개발에서 매우 중요하다

인공위성을 위한 태양전지 배열기는 발사시의 충격과 우주환경에서의 방사능에 대한 노출을 직접적으로 받으므로 견고하게 제작되어야 하며, 인공위성의 수명 말기까지 위성 운용을 위한 충분한 전력을 생산하도록 설계되어야 한다.

본 논문에서는 저궤도 인공위성을 위한 태양전지 배열기의 제작 및 설계에 관하여 기술한다.

1. 서론

태양전지 배열기의 설계에는 진동 및 우주환경에서의 동작을 고려한 기계적인 설계 부분과 인공위성 임수 수행 기간 동안 전력을 생산하도록 설계하는 전기적인 설계로 구분 할 수 있다.

기계적인 설계에는 태양전지 셀의 부착, 역전류 방지를 위한 다이오드의 부착과 하니스 연결에 관한 부분이 포함되며, 전기적인 설계에서는 위성 임무 말기를 고려한 태양전지 셀의 구성과 전압 및 전류 특성 해석, 그리고 에너지 발란스에 관한 부분 등을 고려하며, 다음과 같은 요구조건을 만족하도록 설계되어야 한다.

첫 번째는 시스템 요구조건으로, 인공위성의 궤도조건과 수명, 그리고 전력요구 조건 등이 포함된다.

두 번째는 전력계 요구조건이다. 전력계 요구조건은 태양전지 배열기의 운용을 관장하는 전력계에서의 요구조건으로서 신뢰성이나 최소 전압 조건 등이 있다.

마지막으로 태양전지 자체의 요구조건이 있는데, 이는 구체적으로 제시되는 태양전지 배열기의 형상이나 기판에 대한 요구조건이다.

2. 태양전지 배열기 설계

2.1 요구조건

저궤도 인공위성을 위한 요구 조건은 다음과 같다. 상운

BOL을 가정할 때, 약 1.8KW의 전력 생산이 요구되며, 구체적인 요구조건은 다음과 같다.

2.1.1 시스템 요구조건

- a. Orbit
 - Types of orbit : Sun-synchronous
 - Altitude : 550 km
 - Nodal crossing Time : 6:00 AM
 - Orbit inclination : 97.6 deg
- b. Lifetime : 5 years
- c. Power : 1.4 kW average @ EOL

2.1.2 전력계 요구조건

- a. Reliability : 2 failed solar cell string
- b. Minimum voltage at EOL : > 57.0V

2.1.3 태양전지 배열기 요구조건

- a. Solar Array Wing Configuration
 - 2 Wings total
- b. Substrate
 - Material : Composite
 - Unit Panel Size : 1,280 mm × 810 mm
- c. Solar Cell
 - Type : Triple Junction
 - Efficiency : Minimum efficiency of 27.5%

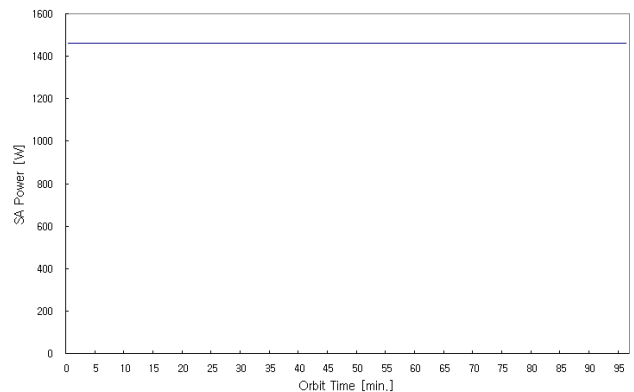


그림 1 태양전지 배열기의 전력량 @ SS, EOL
Fig. 1 SA Power Capability @ SS, EOL

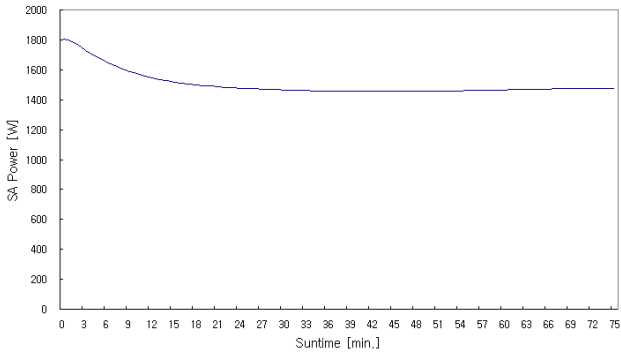


그림 2 태양전지 배열기의 전력량 @ WS, EOL
Fig. 2 SA Power Capability @ WS, EOL

2.2 Power Capability

저궤도 인공위성은 지구 궤도에서 연속적으로 천이하기 때문에 계절 및 입사 조건, 온도에 따라 전력 생산량이 다르다. 그림 1과 그림 2는 본 설계에서 위성 임무 말기의 하지와 동지에서의 전력량의 예측을 보여준다.

2.3 태양전지 배열기의 구성

인공위성용 태양전지 셀은 국내에서 제작되지 않으며, 외국의 인공위성용 태양전지 셀은 표 1과 같은 특성을 갖는다.

표 1의 A 태양전지 셀을 기반으로 요구조건을 만족하도록 설계하면, 총 1,798개의 태양전지 셀로 이루어지며, 다음과 같은 스트링과 스트링의 병렬 구조로 태양전지 배열기가 구성되게 된다.

- 2 wings
- 4 panel per wing
- 31 cells per string
- 1 panel with 8 parallel strings and 3 panels with 7 parallel strings per wing
- 29 strings per wing, total 58 strings

표 1 태양전지 셀 특성
Table 1 The characteristics of solar cells

Solar Cell	A	B	C
Efficiency(%)	27.5	26.8	26.8
Solar Cell Size(cm)	3.72 X 7.61	4.00 X 8.00	4.00 X 8.00
Vmp(V)	2.28	2.27	2.275
Imp(A)	0.449	0.497	0.481
Pmp(W)	1.024	1.128	1.094

태양전지 배열기는 태양전지 셀, 역전류 방지 다이오드 그리고 하니스로 구성되며, 전면은 그림 4와 같이 태양전지 셀이

부착되며, 후면은 다이오드와 하니스로 구성된다.

태양전지 배열기에서 다이오드는 버스에서 태양전지 셀로 흐를 수 있는 전류를 막기 위해 하나의 스트링에 직렬로 하나씩 연결된다.

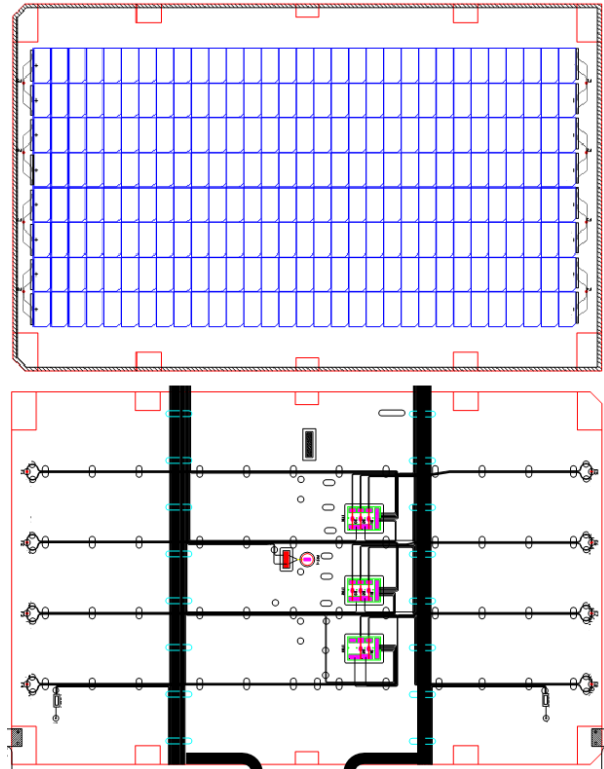


그림 4 태양전지 배열기 패널 형상
Fig. 4 The shape of the solar array panel

3. 태양전지 배열기 제작

전면의 태양전지 셀과 접착 부분은 기판과 절연이 이루어져야 하며, 후면의 다이오드 및 하니스는 태양전지 셀 스트링 및 스트링의 병렬 구성에 따라 배치되며, 진동의 영향을 받지 않도록 기판과 유격을 유지하여 부착한다.

4. 결론

본 논문은 저궤도 인공위성 개발을 위한 요구조건을 만족하는 1.8KW의 전력 생산량을 갖는 태양전지 배열기의 설계에 관해 기술하였으며, 설계된 태양전지 배열기는 실 제작이 이루어져 특성 시험 및 환경 시험(Acoustic Test, Thermal Bake-out, Thermal Cycling)을 거쳐 저궤도 인공위성에 사용될 예정이다.

참고 문헌

[1] KARI, KOMPSAT-5 Critical Design Audit for Electrical Power Subsystem, 2008
[2] KARI, 다목적 실용위성 5호 3차년도 연차보고서, 2008