

論文

J. of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences 45(7), 594-599(2017)

DOI:https://doi.org/10.5139/JKSAS.2017.45.7.594

ISSN 1225-1348(print), 2287-6871(online)

2축 아날로그 태양센서 극성시험장치 개발 및 검증

박영웅*, 이상섭**

The Development and Validation of BASS(Bi-axis Analogue Sun Sensor) Stimuli Equipment for FM Polarity Test

Young-Woong Park* and Sang-Sub Lee**

Korea Aerospace Research Institute*, JIT Solution**

ABSTRACT

In this thesis, the development and the verification of the test-aid are described, providing various attitude errors through the electric stimulus to the Sun sensor. This test-aid for 2-axis analogue Sun sensor is used for polarity test in the assembly stage for GK2 satellite. The test-aid used for GK2 satellite is for COMS satellite and, due to the failure risk, manufactured by domestic company. The characteristics of the COMS test-aid used for GK2 satellite and the manufactured test-aid are showed with similar through the several tests. In this thesis, there are conformed the capability for replacing of test-aid because the characteristics of the manufactured test-aid is acquired same as that of the COMS test-aid using the controller tuning functions.

초 록

본 논문에서는 GK2 위성의 최종 조립시험단계의 극성시험 과정에서 태양센서에 전기자극을 주어 자세오차를 다양하게 모사하는 지상시험장치(Test-aid)의 개발과 검증에 관한 내용을 정리한다. 본 논문에서 GK2 위성에 사용되는 태양센서 Test-aid는 2축 아날로그 태양센서를 대상으로 시험하는 것으로 고장으로 인한 백업을 고려하여 Test-aid의 국산화를 진행하였다. 또한, 시험을 통해 천리안위성에 사용되었던 Test-aid 특성과 국내업체를 통해 제작된 Test-aid의 특성이 기존 장비를 대체할 수 있음을 확인하였다. 본 논문에서 소개하는 국내 제작된 Test-aid는 기존의 천리안위성에 사용되었던 Test-aid와 달리 차이점이 생길시 제어기의 튜닝 기능을 이용하여 기존장비와 동일한 성능을 구사할 수 있음을 보였다.

Key Words : GK2(정지궤도복합위성), COMS(천리안위성), BASS(2축 아날로그 태양센서), Stimuli(전기자극장치), Polarity test(극성시험), ETB(전기적 기능시험벤치), Tuning(보정), Test-aid(지상시험지원장비)

1. 서 론

위성을 개발하는 단계는 설계, 해석 시험으로

크게 구분할 수 있다. 시험은 지상시험과 궤도상 시험으로 구분되며, 지상시험은 열구조모델(STM: Structure Thermal Model)을 이용한 구조시험과

† Received : March 7, 2017 Revised : June 23, 2017 Accepted : June 26, 2017

* Corresponding author, E-mail : ywpark@kari.re.kr

전기적기능시험벤치(ETB: Electrical Test Bench)를 이용한 전기접속 및 기능검증시험, 그리고 최종 비행모델을 이용한 조립시험으로 세분화된다.

GK2(GEO-KOMPSAT-2), 위성에 사용되는 태양센서는 2축 아날로그 태양센서로 천리안위성에 사용되었던 것과 동일하고, 태양센서 지상시험지원장비도 동일한 것을 사용할 수 있지만 혹시 모를 고장으로 인한 백업을 고려하여 국내업체를 통해 추가 개발을 진행하였다[1].

본 논문에서는 최종 조립시험단계의 극성시험 과정에서 태양센서에 전기자극을 주어 자세오차를 다양하게 모사하는 Test-aid(지상시험장비)의 개발과 검증 및 성능 시험에 관한 내용을 정리한다. 또한, 개발된 Test-aid의 기본특성을 파악하고 파악한 특성을 통해 천리안 위성에 사용되었던 태양센서 Test-aid와 국내업체를 통해 개발된 Test-aid의 특성을 서로 비교하고자 한다. 이 시험에서 GK2 위성에 사용하고자 하는 기존의 Test-aid를 대체하기 위해서는 각 레이저의 특성들이 동일하게 요구되며 제작된 Test-aid가 기존 장비와 특성이 다를 경우 그 특성을 일치시키기 위한 회로 튜닝을 수행할 수 있는 제어기를 별도로 개발하였다.

본 논문에서 기존에 보유된 천리안위성용 Test-aid를 편리상 COMS(Communication Ocean and Meterological Satellite) Test-aid로, 개발된 Test-aid를 GK2 Test-aid로 명명한다.

본 논문의 구성은 2장에서 천리안위성 태양센서 및 COMS Test-aid의 구조 및 구동방식을 설명하고, 3장에서는 개발된 GK2 Test-aid 스펙 및 기본특성을 설명하고, 실험을 통해 기본특성을 파악한다. 또한 추가로 제작된 제어기의 기능을 설명한다. 4장에서는 개발한 GK2 Test-aid를 기존 천리안위성에 사용된 COMS Test-aid와의 특성을 비교한다. 또한, 두 장비의 특성이 서로 다를 경우 제어기의 튜닝 기능을 이용하여 센서 별 출력을 동일하게 하는 시험검증 수행 결과를 제시하며 5장의 결론으로 마무리한다.

II. 천리안 위성 태양센서 및 Test-aid

태양센서는 크게 아날로그 방식과 디지털 방식으로 구성된다. 아날로그의 경우는 태양광에 의해 센서의 셀에서 생성된 전류를 이용하는 방식이고 디지털의 경우는 태양광에 의해 디지털 패턴으로 구성된 셀의 신호 구성을 이용하는 방식이다. 정밀 태양센서는 보통 디지털 방식을 사용하고 저정밀 태양센서의 경우는 제작이 비교적

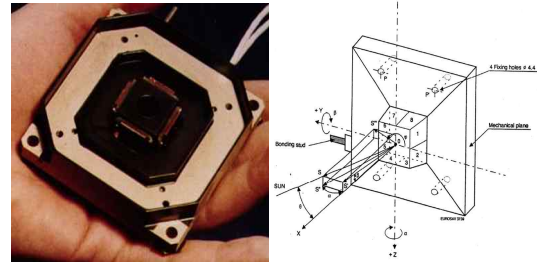


Fig. 1. Bi-axis Analogue Sun Sensor

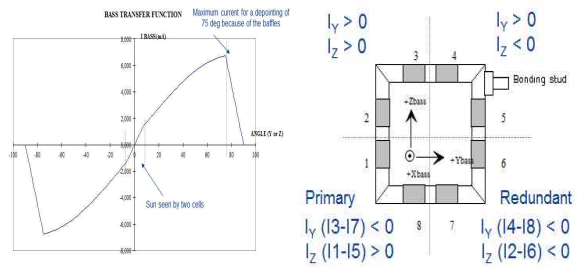


Fig. 2. BASS Characteristic & Sensing Area



Fig. 3. COMS Test-aid

용이한 아날로그 방식을 사용한다.

GK2 위성은 Fig. 1과 같은 2축 아날로그 태양센서(BASS)를 액체원지점엔진이 있는 -Z축 패널에 2개를 장착하고 있다[2].

BASS는 중심축 방향(X 축)으로 태양이 회전하는 것을 감지할 수 없고 Y축과 Z축에 대한 회전만 감지할 수 있는 구조로 Fig. 2와 같이 4개의 영역에서 태양이 위치하게 되는 것을 감지할 수 있다.

이러한 특성을 이용하여 최종 조립시험단계에서 태양센서의 극성을 확인하는 시험을 수행할 때 태양광을 모사하는 레이저 다이오드를 갖고 있는 Test-aid로 각 셀에 일정량의 빛을 조사하여 태양이 어느 영역에 있는지를 자극하게 하여 제어로직이 그에 해당하는 반응을 구동기로 보이면 센서와 구동기까지의 극성이 검증되게 된다.

Figure 3은 천리안 위성 개발 시에 사용되었던 태양센서 극성시험을 위한 Test-aid를 보여주고 있다[3]. 서론에서도 설명하였듯이 본 Test-aid를

사용하여 GK2 위성의 태양센서 극성시험을 하게 되지만 오래 전에 제작된 제품으로 혹시 모를 고장을 대비하여 추가 제작을 국내업체를 통해 진행하였다.

III. GK2 태양센서 Test-aid 개발 및 검증

태양센서 Test-aid의 경우 매우 작은 셀 위로 레이저 다이오드를 조사해야 하며 이웃한 셀에는 영향을 최소화해야 하므로 투영되는 광로가 정확해야 한다. 때문에 가장 먼저 설계도면이 없는 천리안위성 Test-aid의 외형을 관찰하여 구조적으로 유사한 배치가 되도록 구조물을 Fig. 4와 같이 설계하였다. 또한 비행모델 태양센서에 제작되는 Test-aid의 레이저를 직접 조사할 수 없기 때문에 COMS의 Test-aid도 동일한 전류특성을 갖도록 비교할 수 있는 태양센서 모사장치(Fig. 4 우상)와 GK2 Test-aid의 전류특성이 천리안위성 것과 다를 경우 그 특성을 일치시키기 위해 회로 튜닝을 위한 제어기(Fig. 4 우하)를 별도로 제작 하였다.

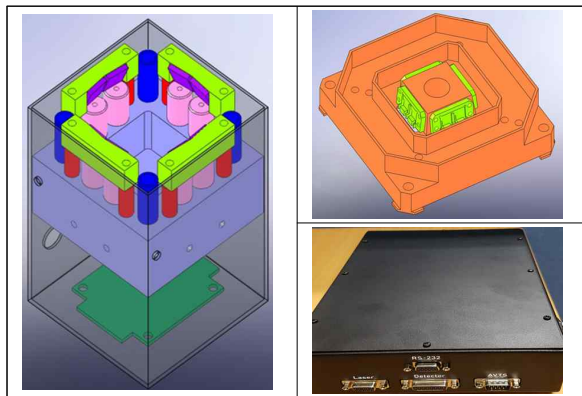


Fig. 4. GK2 Test-aid design and verification device

Table 1. GK2 Test-aid specifications

Stimuli Sun Sensor
Size : 67mm × 67mm × 103mm
Laser : 8 Channel
Laser Wavelength : 635nm
Cable : 2.5M, 9Pin D-SUB input
Laser Controller
Detector of Sun
Detector : 8 Channel
Sensor size : 5mm × 5mm PD

Table 1은 기존 COMS Test-aid를 참조하여 국내업체를 통해 개발된 GK2 Test-aid의 성능 사양이다.

회로튜닝을 위한 제어기는 전류 특성이 기존 장비(COMS Test-aid)와 다를 경우 기울기와 오프셋을 조정할 수 있도록 외부 컴퓨터와 연동하여 튜닝작업을 수행하도록 설계하였다. 또한, 태양센서 모사장치에도 동일한 튜닝 기능을 제공하여 모사 태양센서의 감도를 조정하여 측정하고자 하는 범위에서 최적의 비교가 될 수 있도록 기능을 추가하였다(Fig. 5 참조).

GK2 Test-aid의 검증 단계로 기준이 되는 전류특성을 확보해야 한다. 이를 위해 COMS Test-aid를 제작된 태양센서 모사장치와 결합하여 전압을 증가시켜서 그에 해당하는 광량에 따라 태양센서 모사장치는 전류를 생성하게 되는 데 이와 같은 과정을 통해 확보한 기준 특성은 Fig. 6과 같다.

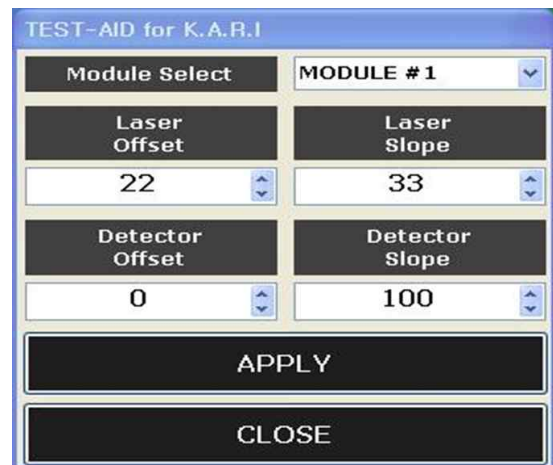


Fig. 5. GK2 Test-aid verification device screen

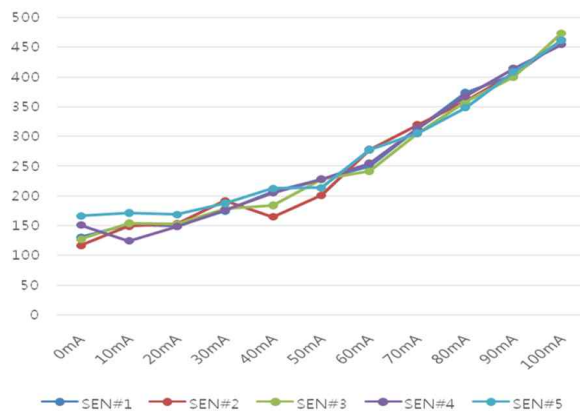


Fig. 6. COMS Test-aid Reference result

Table 2. COMS Test-aid Reference result

Apply current	SEN#1	SEN#2	SEN#3	SEN#4	SEN#5
0mA	131	117	128	151	167
10mA	152	149	155	125	172
20mA	149	153	153	149	169
30mA	175	192	179	177	188
40mA	207	165	185	206	213
50mA	228	201	228	229	214
60mA	250	278	242	255	278
70mA	314	302	306	314	306
80mA	374	360	359	368	349
90mA	404	407	400	415	409
100mA	462	462	474	455	462

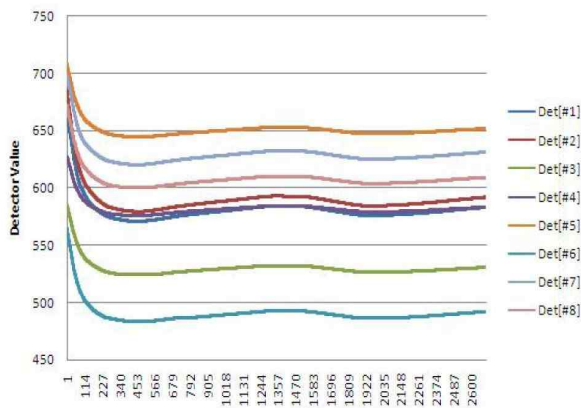


Fig. 7. COMS Test-aid Reference result

Table 2는 Fig. 6에 대한 해석이다. 인가전류별 센서들의 Data를 평균한 결과를 나타내고 있으며, 측정 결과 50mA 이상이 되어야 선형성을 나타내고 있음을 알 수 있다. 또한, 레이저의 광량이 증가할수록 전류가 증가하는 것을 보여준다.

Figure 7은 GK2 Test-aid의 실제 다이오드 레이저 출력에 대한 태양센서 모사장치의 반응을 확인하는 단계로 레이저 값을 900으로 설정하고 측정한 결과이다. 각 레이저의 안정화 시간은 20분 이후에 충분히 안정화 된다. 또한 이후 측정 장소와 시간에 따른 온도변화에 영향을 받는 것으로 확인하였다. 이러한 특성은 향후 기존 Test-aid와 비교 시뮬레이션에 활용하였다.

IV. 시험검증

3장에서 보여준 개발된 GK2 Test-aid의 기본 특성과 기존 천리안위성에 사용된 Test-aid와의 인가전압별 각 다이오드 레이저의 출력 값을 비교해 보았다. Fig. 8은 3.75V에서의 출력 값이다.

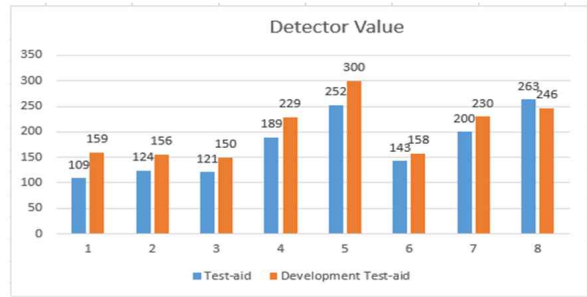


Fig. 8. 3.75V COMS / GK2 Test-aid Value

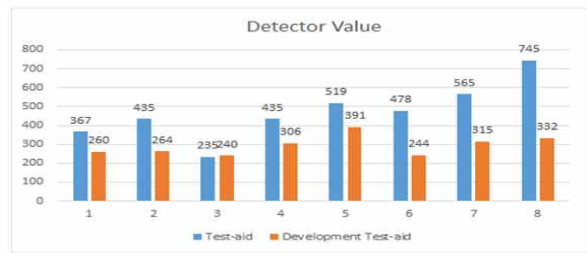


Fig. 9. 4V COMS / GK2 Test-aid Value



Fig. 10. 4.25V COMS / GK2 Test-aid Value

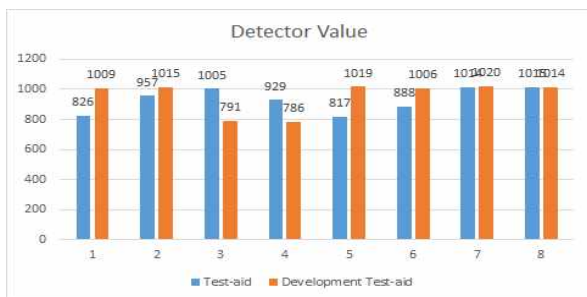


Fig. 11. 4.25V COMS / 5V GK2 Test-aid Value

그래프 상에서 출력이 각각의 레이저 별로 차이가 있고 두 장비간의 차이가 있음을 알 수 있다.

Figure 9는 4V, Fig. 10은 4.25V를 인가하여 나타난 COMS Test-aid와 GK2 Test-aid의 레이저 별 검출 값이다. 여기에서 그래프가 나타내는 레이저 별 출력 값의 차이가 Fig. 8보다 더 증가함을 볼 수 있다. 이것은 레이저에 적용된 각각의 다이오드의 별 특성의 차이로 인해 생겨진 것을 볼 수 있다. 이 특성을 파악하기 위해 다음

Fig. 11에서 보여주는 COMS Test-aid 4.25V / GK2 Test-aid 5V를 인가하는 추가시험에서는 다이오드 특성에 따라 출력 값이 비슷해지는 것을 볼 수 있다.

위와 같은 출력 값을 가진 GK2 Test-aid COMS Test-aid는 태양센서 모사장치를 결합한 상태에서 실제 비행모델 BASS에서 극성시험을 수행할 때 설정된 전류가 추가로 제작된 태양센서, GK2 Test-aid를 통해서도 동일한 출력 값을 나타내야 한다. 그 이유는 시험절차 시 수정 없이 사용하기 위함이다. 태양센서 모사장치가 결합된 상태에서 각각의 레이저 별로 출력 차이를 동일한 값을 가지도록 제어기의 튜닝 기능을 이용하여 그 결과를 보였다.

제어기를 이용한 튜닝 방법은 COMS Test-aid를 이용하여 기준 값을 추출하고 이를 토대로 개발된 Test-aid의 Slope & Offset 조절을 통해 기존 기준 값으로 유도한다. 이때 사용 되어진 수식은 (1) 과 같다.

$$Result = \left(\frac{Slope}{100}\right) \times (\text{측정}Data) + (Offset) \quad (1)$$

설정 Slope는 $\frac{1}{100}$ 단위로 설정하고, Offset은 (+) 방향으로만 설정한다. 다음 Table 3은 4V와

Table 3. GK2 Test-aid Reference result

Apply Voltage	Detector Laser Value							avg
	Det# 1	Det# 2	Det# 3	Det# 4	Det# 5	Det# 6	Det# 7	
4V	314	320	306	314	306	310	330	314
4.8V	462	462	474	455	462	450	468	462
Slope set-up	Measured Slope = 4.8V Laser Value - 4.0V Laser Value							
	$Slope\ rate = \frac{Average\ Slope}{Measure\ Slope}$							
	Detector Slope Setting Value = (Slope rate) X (100)							
Measure Slope	148	142	168	141	156	140	138	148
Slope rate	1	1.04	0.88	1.05	0.95	1.05	1.07	1
Slope value	100	104	88	105	95	105	107	100
Offset set-up	4V Slope Value = (Slope rate) X (4V Laser Value)							max
	Offset: MAX Value - 4V Laser Value							
4V Slope value	314	333	269	329	289	327	353	353
Offset value	39	20	84	24	64	26	0	

Table 4. GK2 Test-aid Reference result

	Vol tage	Det#1	Det#2	Det#3	Det#4	Det#5	Det#6	Det#7
Before	4V	314	320	306	314	306	310	330
	4.8V	462	462	474	455	462	450	468
After	4V	353	353	353	353	353	353	353
	4.8V	500	500	500	500	500	500	500

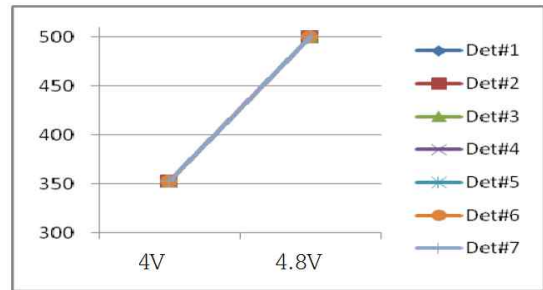
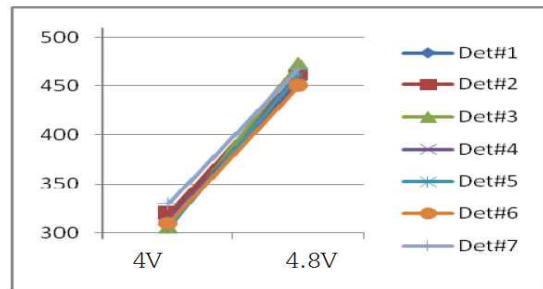


Fig. 12. Calibration GK2 Test-aid Value

4.8V를 인가하였을 때 결과 값과 그에 따른 Slope 설정 값을 나타낸 것이다.

다음 Table 4 , Fig. 12는 위의 Table 3에 따라 설정된 값을 각각의 레이저의 Slope와 Offset을 설정한 결과이다.

Table 4의 시험 전 후의 각각의 레이저 별 출력 값일 보면 제어기 튜닝 전의 4V와 4.8V 각각의 출력 값이 레이저 별 차이가 있는 반면에 튜닝 후로는 원하는 동일한 출력 값을 가지게 된 것을 볼 수 있다.

V. 결 론

시뮬레이션 결과를 통해 알 수 있듯이 천리안 위성에 사용된 COMS Test-aid와 개발된 GK2 태양센서 Test-aid의 출력 특성이 전압에 따라 적절하게 비교되었음을 알 수 있다. 또한, 본 논문에서는 개발된 GK2 Test-aid와 기존의 COMS Test-aid가 제어기의 튜닝 기능을 통해 출력 값을 조절함으로써 각각의 레이저 별로 출력이 동일한 값을 가지게 되었고 이것을 통해 기존의 장

비를 대체 할 수 있음을 보여줌으로써 향후 기존의 Test-aid가 문제가 생겼을 때 개발된 Test-aid를 사용하여 기존의 장비를 대체하는 것이 가능할 것으로 예상된다.

본 논문에서 Fig. 11을 통해 알 수 있듯이 Test-aid 입력전압을 조정해서 유사한 전류생성 값을 얻을 수 있다는 것을 확인하였고, Fig. 12를 통해서 개발된 Test-aid의 튜닝 장치를 통해 두 개의 Test-aid간 출력을 일치시킬 수 있음을 확인하였다. 따라서, 향후 기존 Test-aid(COMS)의 고장을 대비하여 백업으로 개발된 Test-aid(GK2)를 사용하기 위해서 이 두 가지 방법을 고려할 수 있을 것이다.

References

- 1) Y.W. PARK, etc, "Manufacturing and Validation of BASS Stimuli Equipment," 2016 Autumn Conference, KSAS, Hotel Ramada, Jeju, 2016, pp. 1172-1173.
- 2) Y.W. PARK, etc, "Introduction of AOCS for Geostationary Satellite," 2016 Autumn Conference, KSAS, Hotel Ramada, Jeju, 2016, pp. 336-337.
- 3) RAMEL Maud, etc, "BASS Test aid calibration procedure", SKTB-PR-ADST-100130201, AIRBUS, 2016