

## 소형위성용 고해상도 카메라의 조립

### Assembly of a high resolution camera for small satellites

양호순, 최영완, 김이을, 강명석, 양승욱, 송중섭\*, 이윤우\*

(주)셋트렉아이, \*한국표준과학연구원

hsy@satreci.co.kr

본 논문에서는 (주)셋트렉아이에서 개발하고 있는 소형위성용 구경 300mm 고해상도 카메라(이하 IRIS-30)의 지상모델 조립 및 테스트 결과에 관하여 논의하였다. 본 지상모델(test model)의 조립 목표는 광학 및 기계 설계의 타당성 검토 및 정렬, 조립 및 테스트에 관한 기본 philosophy의 확립에 있다. 따라서 실제 비행모델과는 다소 차이가 있을 수 있다. IRIS-30은 Cassegrain 타입으로 주경, 부경이 모두 hyperboloid이고 여기에 field corrector용 렌즈 3장이 덧붙여지게 된다. 전체적인 조립순서는 주경 및 부경의 평가, 경통의 조립, 부경의 조립 및 상면의 조립순서가 되겠다. 주경의 null testing 및 IRIS-30의 조립 및 테스트는 한국표준과학연구원의 영상 그룹에서 운영하는 청정실(class 1000)에서 이루어졌다. 여기서는 현재까지 조립 완료된 부경의 조립 및 평가까지만 간략히 설명하겠다.

#### 1. 주경 및 부경의 평가

부경의 제작 및 평가에 관해서는 여러 차례 발표된 바 있어 여기서는 생략하고 주경의 평가에 관해서만 간략히 기술하고자 한다. 주경의 평가는 두 장의 lens를 이용하는 null testing 방식으로 하였다. 그림 1은 실제 사용된 configuration이고 최종 측정결과 주경의 WFE (Wavefront Error) RMS는 76.75 nm로서 목표치인 52.75 nm에 못 미치지만 지상모델로 사용하기엔 충분한 품질로 판단된다.

#### 2. 경통의 조립

IRIS-30 지상모델에서 경통의 역할은 stray light 의 제거와 아울러 부경의 지지대 역할을 동시에 수행한다. 따라서 부경의 무게를 견디고 조립 후 처짐을 방지하기 위해 두께 5 mm의 알루미늄으로 제작하였다. 경통과 주경은 bonding과 bolting을 혼합하여 부착하였다. 또한 경통의 중력에 의한 변형이 주경에 변형을 주게 되는 것을 최소화하기 위해 특별히 설계된 지지대를 사용하였다. 그림 3은 주경에 경통을 조립한 사진과 조립이 주경에 주는 효과를 보기 위한 null testing 결과를 보여준다. 조립후의 주경의 WFE RMS는 약 100 nm로서 약  $\lambda/28$  정도의 변형이 발생하였다. 이것은 경통과 주경의 접촉 단면이 완벽하지 않은 상태에서 bolting으로 무리한 힘을 가해 생긴 변형이 주경의 표면으로 전이되어 나타난 결과이다. 하지만 null testing 결과에서 보듯이 변형은 주로 가장자리 부근에서만 발생하였으며 이 부분을 제외한 상태에서의 주경의 WFE RMS는 약 74nm 로 원래의 값과 잘 일치한다.

#### 3. 부경의 조립

부경은 Cassegrain 타입의 망원경에서 가장 민감한 부분이다. 그림 4는 부경 조립에 사용된 개략도이다. 간섭계를 망원경의 뒤쪽에 위치시켜 광원으로 사용하였다. 간섭계에서 나온 빛은 망원경의 상면에서 초점이 맺힌 후 부경과 주경을 차례로 맞고 고품질 ( $\lambda/10$  p-v) 의 평면 미러에 맞고 반사되어 다시 주경과 부경을 거쳐 간섭계로 들어간다. 부경은 특별히 제작된 마운트(자유도 5)가 지지하여 조절되며, 이 마운트는 부경의 spider가 경통에 완전히 bonding된 후 제거된다. 그림 5는 부경 조립이 완전히 끝난 후의 망원경의 WFE 로 간섭무늬로는 242 nm RMS 이나 double-pass 임을 감안하면 망원경의 WFE

RMS는 약 121 nm ( $\lambda/5$ )로 예상된다.

상면의 조립은 현재 진행 중에 있으며 이에 앞서 부경의 조립이 끝난 상태에서의 MTF를 측정하기 위해 한국표준과학연구원과 협의 중에 있다. 또한 모든 조립이 끝난 후 전체 MTF를 다시 측정하여 이 론치 (15% at 71.2 lp/mm)와 비교해 볼 예정이다.

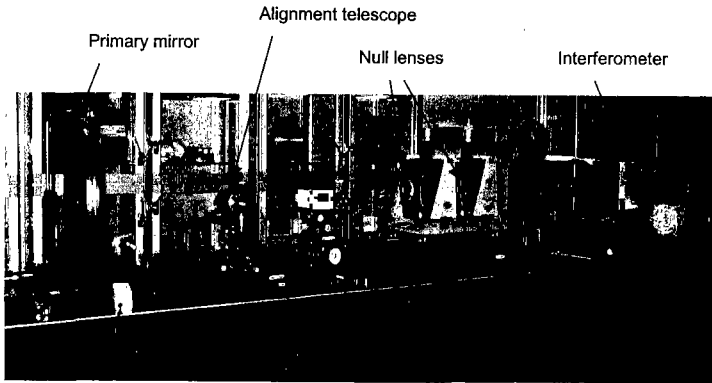


그림 1. Null testing configuration.

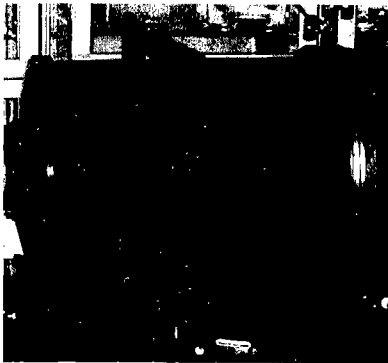


그림 2. 주경과 경통의 조립.

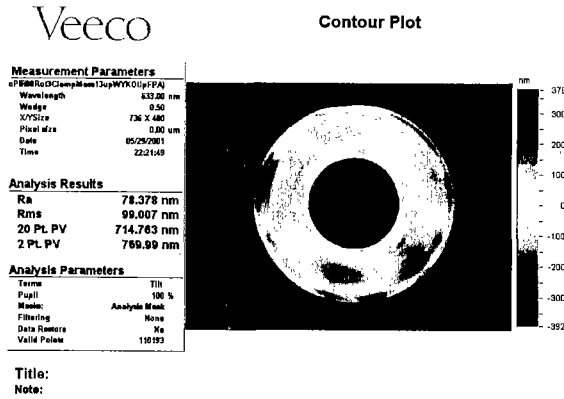
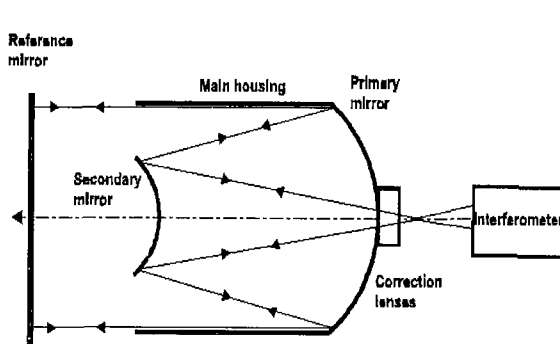


그림 3. 주경과 경통의 조립후 주경의 WFE.

그림 4. 카메라 testing configuration

그림 5.



카메라의 WFE.

