

## 직경 0.9 m 시준장치의 개발

양호순, 이윤우, 이재협, 송재봉, 이회윤, 강명석\*  
 한국과학기술연구원 광기술표준부 나노광계측그룹, \*(주)썬트랙아이  
[hsy@kriss.re.kr](mailto:hsy@kriss.re.kr)

한국표준과학연구원에서는 "나노광계측 표준 확립 및 유지" 과제의 일환으로 구경 900mm의 시준 장치를 개발하고 있다. 주경 및 부경의 연마, 코팅 그리고 광학적인 정렬은 한국표준과학연구원에서 수행하고 광기계부는 (주)썬트랙아이에서 설계/제작/조립을 받아 수행하고 있다. 본 요약서에서는 주경의 제작 및 평가에 관한 내용을 주로 다루게 된다.

주경 및 부경의 재질은 Borosilicate이다. 주경은 직경 910mm, 두께 150mm이며 하니콤포스드위치 구조로 약 80%를 경량화하였다. 주경의 제작에서 가장 중요한 것은 효과적인 측정 loop를 구성하는 일이다. 즉, 주경의 가공과 측정을 얼마나 효과적으로 수행하는가에 따라 주경의 제작 시간 및 품질이 결정된다. 가장 바람직한 것은 주경 가공현장에서 바로 측정하는 것이다. 이를 위해서는 측정계를 가공기 위에 설치해야한다. 하지만 주경의 R값이 3400 mm로 커서 현재의 가공실 내부에서는 측정계를 천장에 설치를 할 수 없다. 따라서 가공기를 90도 세워 측정계를 수평으로 볼 수 있는 방법을 채택하였다.

또한 가공실 내부는 건물 진동에 그대로 노출되어 있으며 여러 요인에 의한 공기 요동 현상으로 위상이동 간섭계 (phase shifting interferometer)로는 형상 측정이 거의 불가능하다. 환경적인 요인에 강한 측정계로는 4D 간섭계<sup>(1)</sup> 및 파면센서 (wavefront sensor)<sup>(2)</sup>가 있다. 하지만 4D 간섭계가 비구면을 측정하기 위해서는 null corrector가 필요하다. 또한 null corrector를 사용하여도 면의 형상이 목표 형상으로부터 오차가 큰 경우는 측정이 불가능하다는 단점이 있다. 이러한 단점 때문에 파면센서를 주요 측정계로 선정하였다. 파면센서는 측정 영역이 넓어 형상오차가 큰 경우에도 측정이 가능하고 CCD가 이미지를 msec 이내로 빠르게 측정하기 때문에 환경적 요인에 강하다. 파면센서로는 파면을 회절시키는 요소에 따라 Shack-Hartmann sensor 또는 Hartmann sensor로 나뉘는데 측정에 사용되는 레이저의 세기가 충분하고 가격이 상대적으로 저렴한 Hartmann sensor를 선택하였다. 또한 Hartmann sensor 자체는 빛을 낼 수 없으므로, 측정에 사용될 빛은 간섭계에서 나오는 평행광을 이용하였다. 이와 함께 null corrector가 없는 경우 연마 초기 단계에서 센서가 잘못된 형상오차를 표현할 가능성이 있어, null corrector를 디자인하고 제작하였다.

그림 1의 (a)는 0.9 m 비구면을 측정하기 위한 측정계의 장치도이다. 평행빔을 내는 간섭계로는 구경이 10 mm 인 FISBA사의 Twyman-Green 간섭계를 사용하였고, Hartmann sensor는 Spiricon사의 제품을 사용하였다. 센서의 pinhole의 직경은 81  $\mu\text{m}$  이며 총 45x 45개의 구멍이 뚫려 있다. 간섭계에서 나간 평행빔은 null corrector를 거쳐 비구면이 위치해 있는 곳에서 정확히 원하는 파면을 형성하며 비구면을 맞고 나오는 빔은 다시 null corrector를 거쳐 beam splitter에서 50:50으로 나뉘어 받은 간섭계로 되돌아가 간섭무늬를 일으키고 나머지 받은 Hartmann sensor로 가서 측정에 사용된다. 이때 간섭계의 간섭무늬를 보면서 null corrector의 정렬을 수행한다.

그림 1의 (b)는 약 2달 정도의 연마과정을 거친 후의 형상 측정 결과를 나타낸다. 간섭무늬를 보면 직선 무늬를 볼 수 있어 면의 형상이 원하는 형상에 근접해 있음을 알 수 있다. 그러나 진동 및 공기 유동현상에 의해 간섭계에 의한 측정은 불가능하였다. 대신에 Hartmann sensor를 통하여 형상

을 정확히 파악할 수 있다. 현재  $1.5 \lambda$  p-v의 형상오차를 가지고 있음을 볼 수 있다.

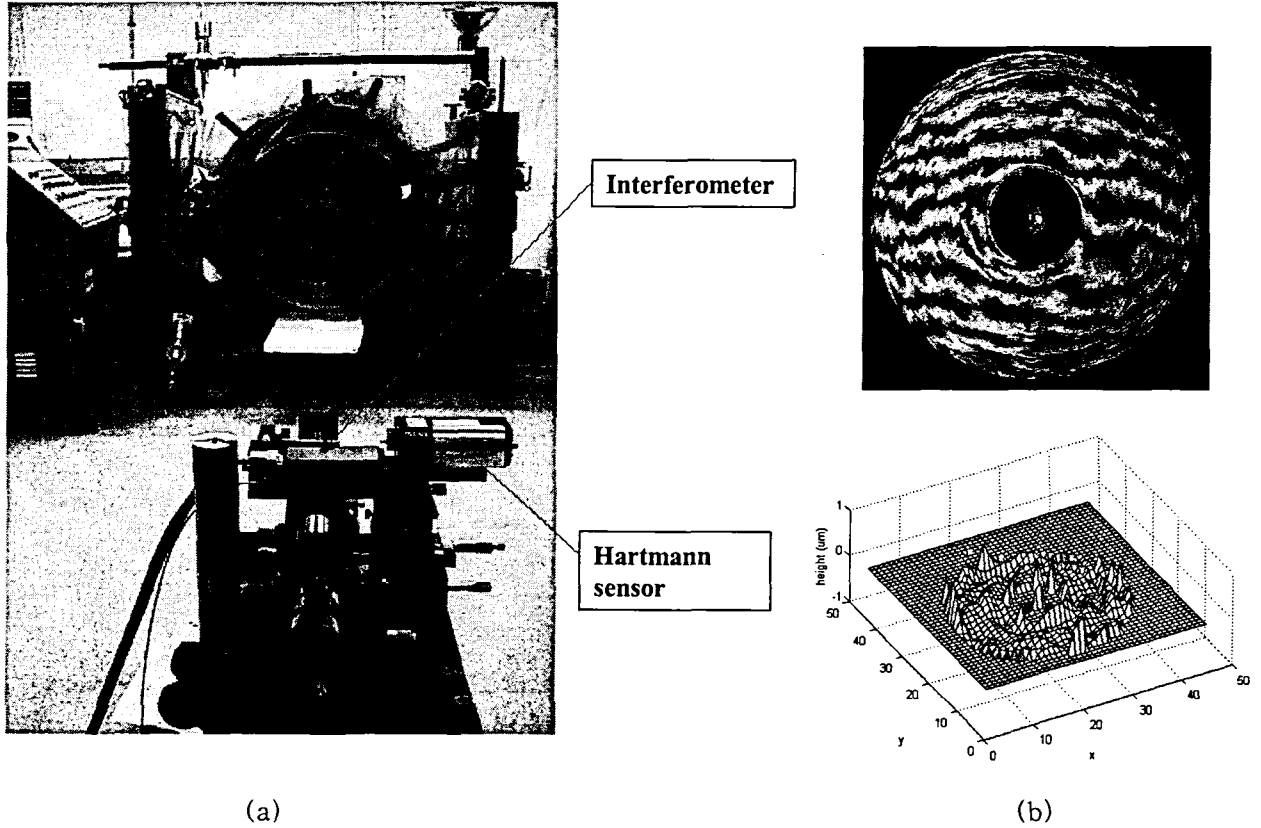


Fig.1. (a) test set-up using a combination of the interferometer and Hartmann sensor, (b) measurement results.

주경은 2004년 12월 말까지 제작 완료할 예정이다. 부경은 1월중에 가공을 시작하여 한달 안으로 가공을 마칠 예정이다. 주경에 미리 코팅을 입히는 것은 크기가 크기 때문에 쉽지 않을 전망이다. 현재 국내에서는 보현산 천문대가 자체적으로 직경 1.8 m 까지 코팅을 입힐 수 있는 시설을 보유하고 있다. 하지만, 보현산 천문대가 이 시설을 가동하는 시기는 여름철 우기이므로 주경의 미리 코팅도 이때 가능하다. 따라서 주경 및 부경을 최종적으로 조립 장착하는 것은 2005년 8월 이후가 될 것이다.

#### 참고문헌

1. [http:// www.4dtechnology.com](http://www.4dtechnology.com)
2. I. Ghozeil, "Hartmann and other screen tests," in *Optical Shop Testing 2nd edition*, D. Malacara, ed., pp367-396, Wiley, New York, (1992)