

## 위상측정 간섭계를 이용한 sub-Å급 표면거칠기 측정

### Sub-Å surface roughness measurement using phase-measuring interferometer

조민식, 정태호, 오문수, 이수상\*, 이재철\*

국방과학연구소, \*고등기술연구원

minsjo@sunam.kreonet.re.kr

고분해능 분광학, 레이저 주파수 안정화, 단원자 레이저, 레이저 자이로 등의 다양한 분야에서 널리 응용되는 저손실, 고반사율 반사경 제작은 고품질의 반사경 기판 사용을 전제로 하고 있다. 1Å이하의 표면거칠기(surface roughness)를 요구하는 반사경 기판의 초연마(super-polishing) 기술과 저손실 반사경 박막코팅 기술은 최근 수 년 사이에 상당한 발전이 이루어졌으며, 이와 함께 초연마 반사경 기판의 표면거칠기 측정기술이 중요한 분야로 주목받고 있다. 표면거칠기 측정기법은 현재까지 여러 가지 방법이 연구, 발전되어 왔는데, 접촉식 측정방법으로 stylus 방법과 비접촉식 측정방법으로 광학 간섭계 방법, 스캐닝 전자현미경(SEM, Scanning Electron Microscopes) 등이 있다. 이들 중 광학 간섭계 방법은 표면형상을 직접 측정 가능하다는 점에서 유망한 비접촉 표면측정 기법으로 알려져 있다.

광학식 비접촉 측정기법의 일종인 위상측정 간섭계(phase-measuring interferometer)는 일반 간섭계에서와 마찬가지로 진동(vibration)에 대해 민감한 단점을 가지고 있다. 그 밖에 음파소음(acoustic noise), 공기흐름 요란(air-flow turburance), 온도변화 등이 위상측정 간섭계의 위상변화를 유발시켜서 표면거칠기 측정값에 오차를 발생시킬 수 있다. 이들 오차요인은 표면거칠기가 작은 샘플로 갈수록 거칠기 측정값에 상당한 영향을 미치게 되는데, 표면거칠기의 측정오차 요인을 수학적으로 모델링하고 컴퓨터의 데이터처리 단계에서 관련 오차의 영향을 제거시키고자 하는 목적으로 데이터 평균방법(data averaging)을 사용할 수 있다. 데이터 평균방법은 데이터 획득 시스템(data acquisition system)의 측정 잡음 대 신호비를 증대시켜서 장비의 측정 반복도를 향상시키는 기법으로서, 위상측정 간섭계를 이용한 표면거칠기 평가에는 위상 평균(phase averaging)과 강도 평균(intensity averaging)을 활용할 수 있다.

본 논문에서는 위상측정 간섭계를 이용한 표면거칠기 sub Å급(rms값) 기판의 표면거칠기 평가 특성을 데이터 평균의 영향측면에서 조사하였다. Sub Å급 반사경 기판의 표면거칠기 측정시 측정오차를 최소화하고 안정적인 측정값을 제시하는 최적 데이터 평균조건으로 위상 평균 30회, 강도 평균 20회가 실험적으로 도출되었다. 설정된 최적 데이터 평균조건에서 반사경 기판의 표면거칠기 측정 반복도 오차는 0.01 Å이하로 측정되었다. 데이터 평균방법에 의한 기판의 표면거칠기 측정오차 개선효과는 기판이 공간 주파수 대 거칠기 크기분포를 알려주는 amplitude spectrum plot와 power spectral density plot를 조사하여 확인할 수 있었다. 본 연구의 결과를 토대로 위상측정 간섭계를 이용한 표면거칠기 sub Å급 기판의 신뢰성있는 측정이 가능하게 되었다.

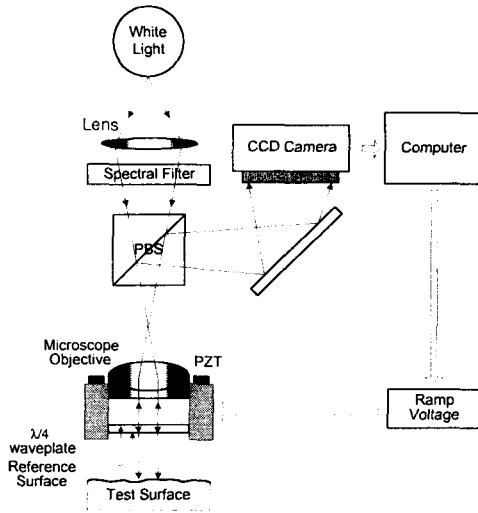


그림 1. 위상측정 간섭계 구성도

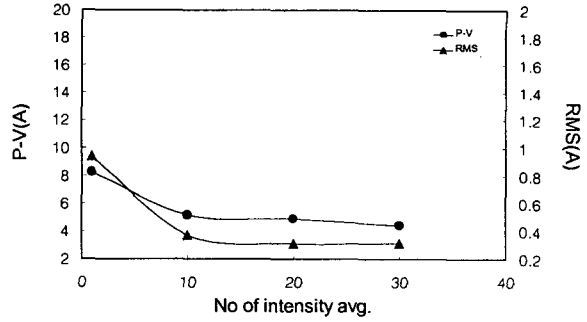


그림 2. 강도평균횟수에 따른 표면거칠기 측정값 변화. 위상평균횟수는 30회.

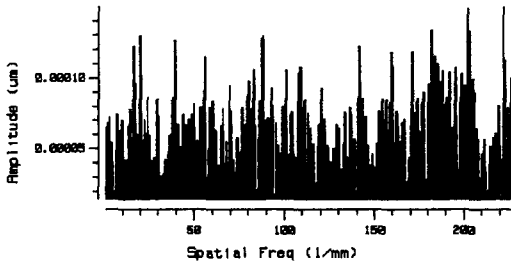


그림 3. 기판의 공간주파수 대 표면거칠기 진폭 분포도(위상평균 1회, 강도평균 1회).

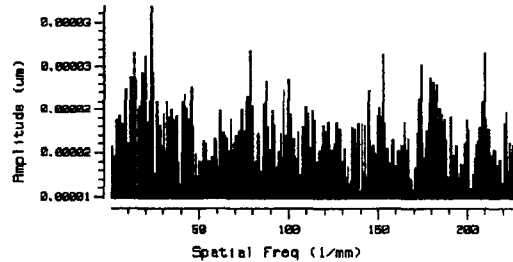


그림 4. 기판의 공간주파수 대 표면거칠기 진폭 분포도(위상평균 30회, 강도평균 20회).

참 고 문 헌

[1] B. Bhushan, J. C. Wyant, and C. L. Koliopoulos, Appl. Opt. 24, 1489 (1985)  
 [2] Maxim GP Optical Surface Profiler manual (Zygo Corp., USA)  
 [3] J. F. Biegen and R. A. Smythe, Fourth International Conference, Metrology and Properties of Engineering Surfaces National Bureau of Standards, Gaithersburg, MD, April 13-15, 1988