

백색광 간섭계를 이용한 소형 렌즈 형상 측정

High accuracy measurement of small lens profile using white light interferometer

김경환, 김대근, 최은희*, 박승한**

*삼성전기(주), **연세대학교 물리학과

kim_aji@samsung.com

디지털 컨버전스의 물결이 IT 산업 전반에 걸쳐서 진행됨에 따라 휴대용 기기의 소형화 경량화가 절실히 요구되는 가운데 광학계를 설계함에 있어서 크기를 작게하는 것과 고성능화하는 것은 첨단 제품에 응용되는 광학계의 경향이라할 수 있다. 광학계를 간편화하고 고성능화하는 방법으로 플라스틱 비구면 렌즈를 가장 많이 사용하며, 비구면의 형상 또한 고차항을 사용하는 비구면의 형상을 지향하고 있다. 고차항을 포함하는 비구면렌즈의 실제 형상을 측정하는 방법은 많이 개발되어 왔으나 현재는 접촉식 형상측정 장비인 Stylus 방법이 가장 많이 사용되고 있다. 그러나 접촉식 비구면 측정 방법은 측정 대상물의 표면을 오염 또는 손상시킬 위험성이 있다. 그러므로 비접촉식이며 고정밀도를 요구하는 광학식 곡면 측정방법이 필요하다.

본 연구에서는 백색광 간섭계를 이용하여 측정하고자 하는 곡면에 대한 고정밀도를 제공할 수 있는 시스템을 구성하였다. 백색광 간섭계는 측정하고자 하는 위치를 정의함에 있어서 파장영역이 작은 광원을 이용하는 간섭계의 한계를 극복하고 보다 정확히 할 수 있다. 이를 이용하여 휴대용 전자기기 및 휴대전화기에 장착되는 소형 디지털 카메라의 플라스틱 비구면 렌즈의 고차 형상을 측정하고 FTS(;Form Taily Surf.)의 측정된 데이터 그리고 이론값과 비교하였다.

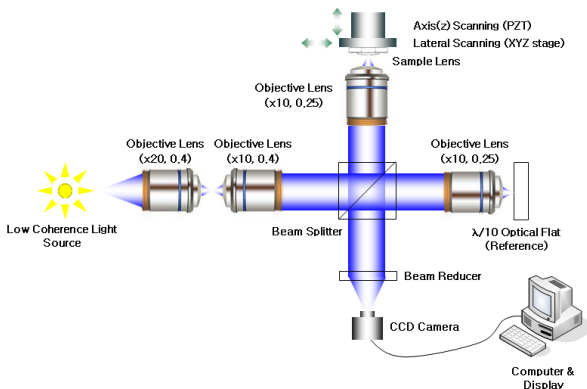


그림 1 . 간섭계 실험 장치의 개략도

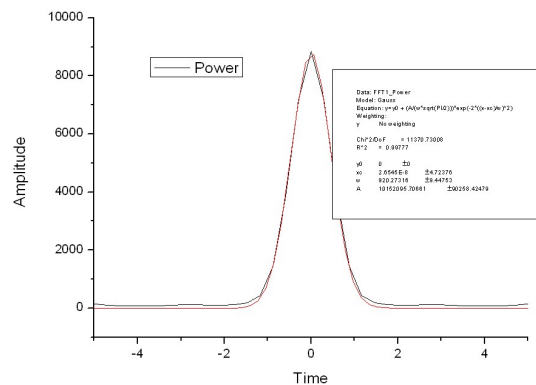


그림 2 . 광원의 Coherence length 계산

그림 1은 구성된 간섭계의 개략적인 형태를 보여준다. 또한 사용한 광원은 낮은 간섭성을 갖는 백색광을 사용하였으며 파장별 스펙트럼 분포에 대하여 Fourier Transform을 하게 되면 그림 2와 같은 커브를

얻을 수 있고 여기서 볼 수 있는 가간섭 영역은 FWHM에서 $1\mu\text{m}$ 정도의 값을 가지게 된다. 가간섭의 정도는 간섭계를 이용하여 측정하는 데이터의 정밀도를 결정한다. 특히 현재 관찰하고 있는 미소 영역에서 높이 방향의 위치가 조금이라도 바뀌게 되면 간섭무늬의 간격 및 위상의 변화가 생김을 알 수 있게 되며, 이로써 깊이 방향의 고정밀도를 확보할 수 있다. 간섭계에 사용한 대물렌즈는 사용된 평행광을 집속할 경우 약 $1\mu\text{m}$ 정도의 초점크기를 형성하게 되며 이는 횡방향의 분해능을 결정하게 된다. 백색광 간섭계에서 Sample에 의해 반사된 광에 의해 발생하는 간섭무늬는 그림 3과 같고 Sample의 미소 위치 이동에 따라 이 간섭무늬를 추적하게 되면 전체 형상에 대한 위치정보를 얻을 수 있다.

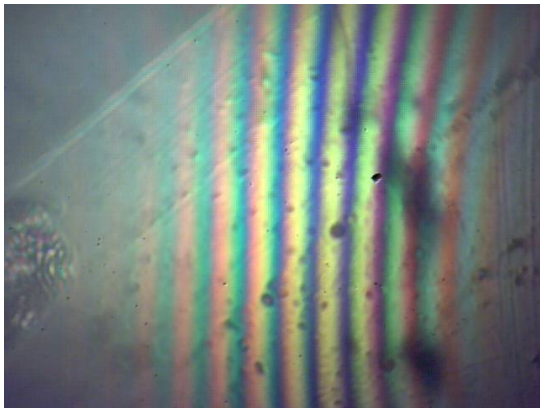


그림 3 . 백색광에 의한 간섭 무늬

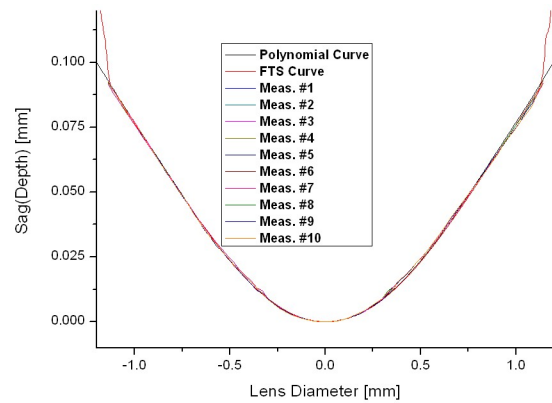


그림 4 . 측정 결과 및 비교

2.3mm의 clear aperture를 가지는 소형 플라스틱 비구면 렌즈에 대하여 정점을 지나는 횡단면에 대한 각 위치 정보를 측정한 결과로 그림 4의 결과와 같은 값을 얻을 수 있었다. 반복 측정에 대하여 800nm 정도의 표준편차를 가지는 신뢰성을 확보할 수 있었다.

플라스틱 비구면 렌즈를 간섭계로 측정할 경우 설계값과의 비교를 위하여 빠른 시간안에 측정하는 것이 중요하며 이를 위하여 Reference arm 쪽의 Scanning 위상지연을 고속으로 해야한다. 이를 위하여 많은 방법들이 개발 중이며 추후 이에 대한 연구를 통하여 고속 정밀도 측정연구를 진행할 수 있다.

참고 문헌

1. Artur Olszak, "Lateral scanning white-light interferometer", Applied Optics Vol. 39, No. 24, 3906-3913 (2000)
2. 박철민, 김승우, 임노빈, "광학계 수차에 의한 백색광 간섭계의 측정 오차에 대한 연구", 한국광학회 지, Vol. 12, No. 5 362-369 (2001)
3. D. Malacara, *Optical Shop Testing* (Wiley-Interscience, 3rd Ed. 2007), 547-755