

Shadow 및 Projection 모아레 간섭계를 이용한

소형 렌즈 표면 형상 측정

Measurement of surface profiles of small lenses

by using shadow and projection Moire interferometers

박성수, 이규승, 이용장, 박승한

연세대학교 물리학과

ss.park@samsung.com

1. Introduction

3차원 표면 형상을 측정하는 방법은 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 즉 직접 측정 시료 표면에 접촉하여 그 형상을 측정하는 접촉식 방법과 주로 광원을 이용하여 측정 샘플에 접촉하지 않고 측정하는 비접촉식 방법으로 나누어진다. 현재 정밀한 측정을 위하여 사용되는 방법은 접촉식 및 비접촉식 모두 스캔 방식을 선택하고 있다. 그러나 이 경우 측정 장치의 스캔 장치인 팁의 스캔 면적이 한 점으로 표현되어 측정 시료의 전 영역을 측정할 경우 많은 시간이 소요되는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 소형 렌즈의 표면 형상을 투영식 모아레 간섭계를 이용하여 측정함으로써 측정 시간을 줄이고, 측정 정밀도 또한 고 해상도화 하는 데 적합한 방식에 대하여 연구하였다.

2. Shadow and Projection Type Moire Interferometers for obtaining surface profiles of small lenses

본 연구에서는 비접촉 방식으로 표면 형상 측정에 사용되는 방식 중 모아레 무늬를 이용한 방식에 있어 그림자 모아레와 투영식 모아레 간섭계 방식의 표면 형상 측정 장치를 구성하고 이를 비교하였다. 두 방식의 모아레 간섭계를 이용한 표면 형상 측정 장치 모두 기본 격자 무늬 간격이 $40\mu\text{m}$ 를 가지도록 구성하였고 image area 가 2048×2048 pixel, pixel size가 $7.2\mu\text{m}$ 가 적용된 CCD camera와 측정 resolution을 향상시키기 위하여 4배줌의 CCD imaging용 lens를 이용하여 구성하였다. 특히 본 연구에서 사용된 두 방식의 모아레 간섭계의 경우 격자 간격이 $40\mu\text{m}$, CCD에서의 10 pixel/pitch, CCD와 의 각도가 30° 일 경우 theoretical resolution이 $0.2\mu\text{m}$ 가 되도록 구성하였고 X, Y 방향의 측정 resolution은 약 $2\mu\text{m}/\text{pixel}$ 이 되도록 구성하였다. 그림자 모아레 간섭계 방식을 이용한 표면 형상 측정 결과의 경우 그림1과 같다. 이 경우 측정 물체가 그림자 모아레 간섭계에 사용되는 격자판에 회절효과에 의한 측정 노이즈를 줄이기 위하여 최대한 근접해야만 한다. 이에 따라 측정되는 렌즈의 곡률에 의하여 측정 불가능한 구간이 형성되게 되며, 격자 간격이 좁아질수록 모아레 무늬의 contrast가 저하되어 소형 렌즈류를 측정하는데 한계가 존재한다. 반면에 투영식 모아레 간섭계를 이용하여 표면형상을 측정할 경우 그림자 모아레가 가지는 측정 한계를 뛰어 넘을 수 있으며, 측정 물체의 고정 위치를 원하는 대로

구성할 수 있다.⁽¹⁾ 두 방식을 이용하여 각각 (격자 간격)/4 간격으로 phase-shifting 후 4장의 이미지를 얻어 표면 형상을 분석하였고 투영식 모아레의 경우 측정 장치의 4장의 이미지에 분석 computer에서 가상의 격자무늬를 구성하고 이를 측정된 이미지에 더하여 분석에 필요한 모아레 무늬를 구성하고, 이를 다시 분석하여 측정 렌즈의 표면 형상 정보를 구현하였다.⁽²⁾ 투영식 모아레 간섭계를 이용한 표면 형상 측정 결과는 그림 2와 같다. 측정 시 측정 렌즈에서 발생하는 직접 반사빔 및 난반사빔에 의한 측정 오류를 피하기 위하여 nano particle을 이용하여 렌즈 표면을 코팅하였다. 또한 투영식 모아레에서 렌즈 표면에서 직접 반사되는 빔의 영향을 줄이고 격자무늬의 contrast를 향상시키기 위하여 격자무늬 형성에 Twyman-Green interferometer를 이용하였다.

3. Conclusion

본 연구에서는 그림자와 투영식 모아레 간섭계를 이용한 표면 형상 측정 장치를 구성하고 소형 렌즈를 측정하기에 적합한 방식에 관하여 연구하였다. 특히 측정 해상도를 $0.2\mu\text{m}$ 를 가지고 소형 렌즈의 측정을 위해서는 그림자 모아레 간섭계 방식을 적용하기 보다는 투영식 모아레 방식을 이용하는 것이 정확한 측정을 할 수 있음을 알 수 있었다.

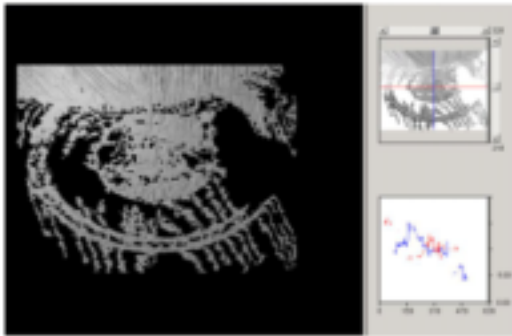


그림 1 그림자 모아레 방식을 이용한 표면 형상 정보

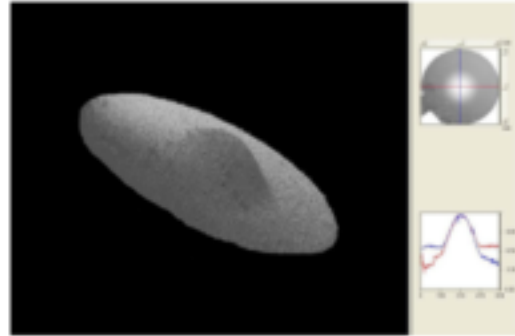


그림 2 투영식 모아레 방식을 이용한 표면 형상 정보

4. References

- [1] M. Halioua, R. S. Krishnamurthy, H. Liu, and F. P. Chiang, "Projection moiré with moving gratings for automated 3-D topography", Proc. APPLIED OPTICS, Vol.22, No.6, (1983).
- [2] K.-M. Chae, H.-H. Lee, S.-Y. Yim, and S.-H. Park, "Simplified Phase Shifting Moire Interferometer Using a Computer Generated Grid Pattern", Japanese J. of Appl. Phys. 43, 378-384, (2004).