

레이저 노광을 이용한 각종 광학부품의 제작

Optics fabrication by using a direct laser writing system

이혁교*¹, 김동익¹, 홍승기², 송재봉¹, 이윤우¹, 조재홍²
¹한국표준과학연구원 우주광학센터, ²한남대학교 물리학과
 *hrhee@kriss.re.kr

최근 여러 분야에서 다양한 광학부품을 요구하고 있다. 픽업(pickup) 렌즈를 비롯한 고밀도 광저장 매체에서는 정보의 저장량을 늘이기 위해서 고수치경(High Numerical Aperture) 렌즈를 개발하고 있으며, 그 일환으로 기존의 렌즈 위에 회절소자가 복합된 복소렌즈(hybrid lens)를 연구 중이다. 한편 인공위성용 망원경을 포함한 대형 망원경을 제작하기 위해서는 CGH(computer generated hologram)⁽¹⁾와 같은 Null 광학부품이 반드시 필요하다. 반도체 장비 업체에서 실리콘 웨이퍼의 내부 결함을 검출하기 위해서 적외선 결함 검출기를 개발하였는데, 이 적외선 결함 검출기의 좌표를 보정하기 위해서는 직경 300 mm 크기의 실리콘 웨이퍼 위에 100 nm 수준의 위치정밀도로 일정한 패턴을 올린 기준 웨이퍼(reference wafer)가 요구된다. 이상의 예에서 보듯이 최근 산업계와 연구현장에서는 기존의 광학 가공 방식으로 제작할 수 없는 첨단 광학부품을 요구하고 있으며, 이러한 광학부품의 크기는 300 mm 이상 대형이고, 정밀도는 수백 나노미터 이하를 구현해야 한다. 본 논문에서는 이와 같은 요구에 부응하기 위해서 direct laser writing system을 개발하였다. 그리고 이 system으로 각종 DOE(Diffractive Optics Element)와 CGH, zone plate, 실리콘 웨이퍼 결함 검출을 위한 기준 웨이퍼 등을 제작하였다.

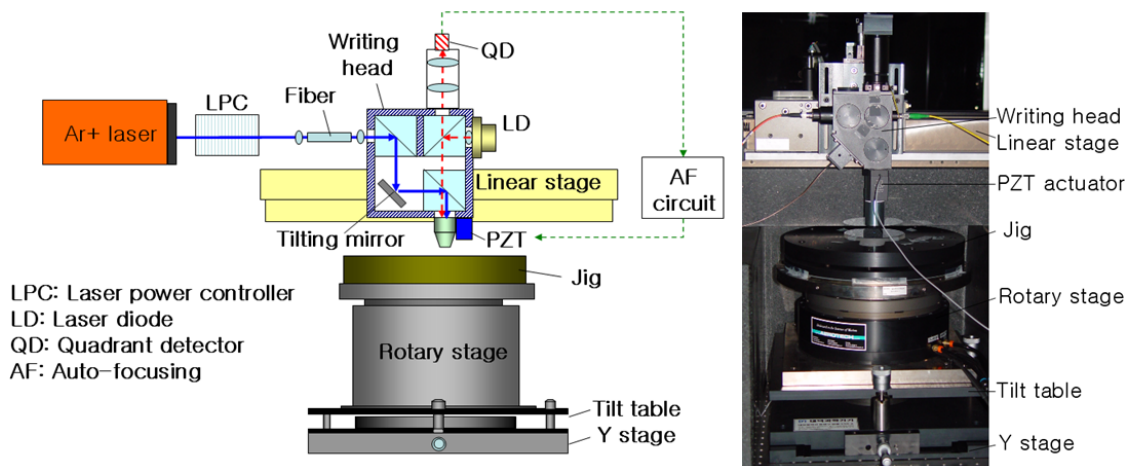


그림 1. Configuration of the direct laser writing system.

그림 1은 본 연구에서 개발한 direct laser writing system을 보여준다. 광원인 Ar+레이저에서 출발한 빔은 광 세기를 일정하게 안정화 시킨 다음 writing head로 들어간다⁽²⁾. 한편 Writing head에 입사된 광은 100X 대물렌즈를 통해서 노광면 위에 초점을 맺는데, 이 초점 위

치가 노광면 위에 일정하게 유지되어야 고른 패턴을 제작할 수 있다. 따라서 대물렌즈와 노광면 사이의 거리를 일정하게 유지시키는 자동초점조절(auto-focusing) 기능이 반드시 요구된다. 본 연구에서는 두 장의 원통 렌즈를 이용해서 astigmatism 수차를 발생시키고, 이를 이용해서 초점 위치를 조절하는 방법을 이용하였다. 그 결과, 최대 400 mm 영역에서 1 μm (PV value) 이내로 초점 위치가 유지되는 것을 확인하였다. 또한 자동초점조절의 속도는 최대 150 Hz인데, 이 값은 대물렌즈를 z축 방향으로 구동하는 PZT의 최대 속도와 같다. 이상과 같이 제작된 writing head를 그림1과 같이 linear stage에 장착하고 노광 샘플을 rotary stage위에 올려놓고 구동하면서 패턴을 새기면 다양한 광학부품을 제작할 수 있다.

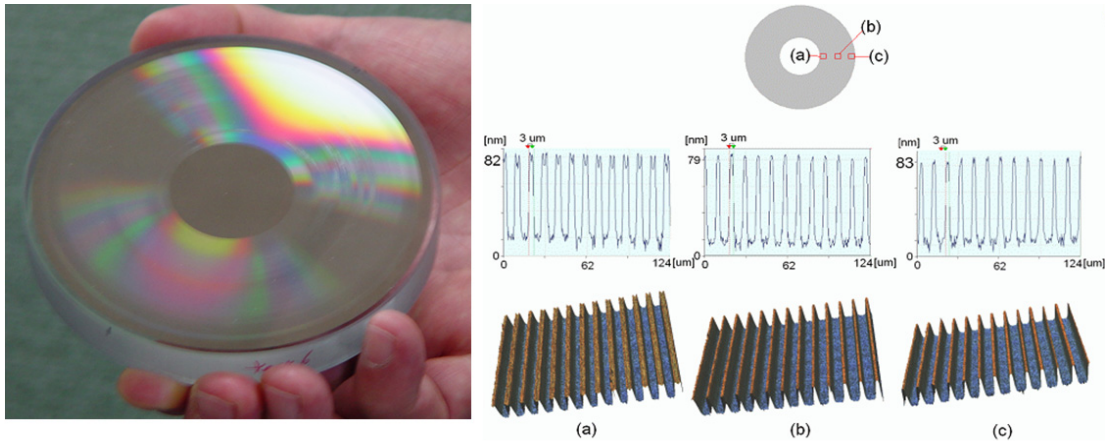


그림 2. 100 mm Circular grating with 2 μm line width.

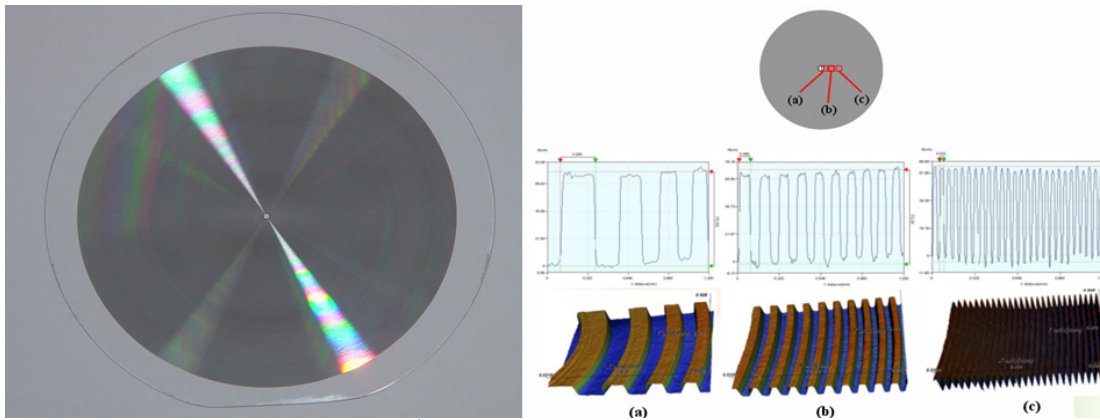


그림 3. 100 mm zone plate.

그림 2는 본 연구에서 개발한 system으로 만든 원형 격자(circular grating)이다. 직경은 100 mm, 선폭은 2 μm , 주기는 7 μm 로 제작하였다. 그림 3은 Fizeau 간섭계의 시준(collimator) 렌즈를 대체할 수 있는 100 mm 직경의 운대판(zone plate)을 제작한 결과이다.

참고문헌

1. H.G. Rhee, J.B. Song, D.I. Kim, Y.W. Lee, and K.S. Ha, "Diffractive optics fabrication system for large optical surface testing," J. Kor. Phy. Soc. 50, 1032-1036 (2007)
2. D.I. Kim, H.G. Rhee, J.B. Song, and Y.W. Lee, "Laser output stabilization for direct laser writing system by using an acousto-optic modulator, " Rev. Sci. Instrum. 78, 103110/1-103110/4, (2007).