

발산광을 이용한 HOE의 회절효율 측정

Measuring the Diffraction Efficiency of HOE Using A
Diverging Beam

이혁수, 최용진, 김성규, 손정영, 박승한*, V. Smirnov
한국과학기술 연구원, *연세대학교 물리학과
lehyso@kistmail.kist.re.kr

홀로그래픽 광학소자(HOE: Holographic Optical Elements)의 특성을 정의하는 값들 중에는 회절 효율, 파장선택성, 각선택성 등과 같은 것들이 있다. 필터나 영상 전시에 사용되는 결합기 또는 스크린으로 많이 사용되고 있는 반사형 HOE의 경우 파장 선택성과 각 선택성은 매우 중요한 변수 중에 하나다. 현재 이러한 값들을 측정하는 방법은, 분광기와 광 측정기를 동시에 이용하거나 스펙트로포토미터를 이용하여 회절효율을 측정하는 것이다. 이러한 방법은 입사되는 빔의 각도를 조절하기 위해서는 매우 정밀한 회전 테이블, 트랜슬레이터 등을 필요로 하며, HOE의 위치가 변함에 따라 광 검출기의 위치를 변화시켜주어야 하며, 측정을 위해 HOE에 입사되는 빔은 완전한 평행빔이 아니어서 측정오차의 유발 가능성이 크고 또한 여러 격자 벡터를 갖는 HOE의 경우는 각, 파장 선택성을 측정하기가 매우 어렵다는 이유 등으로 매우 힘든 작업일뿐아니라 소요 시간도 매우 크다.

이러한 이유들로 인해 현재의 방법으로는 제작 과정에서 HOE의 특성을 최적화 하기는 매우 어렵다. 평행빔대신 발산 빔을 이용하여 매우 간단하게 HOE의 회절효율을 측정하는 방법을 제시하였다. 일반적으로 HOE의 격자 벡터 방향과 크기는 보통의 홀로그램보다 일정한 값을 갖는다. 그러므로 Bragg조건을 이용하여 입사된 빔의 회절 방향을 예측 할 수 있으며, 만일 레이저 빔이 HOE에 직각으로 입사된다면 발산각이 매우 크게 됨을 알 수 있다. 반사형 HOE를 통과한 빔의 세기 분포가, HOE 기록시의 여러 조건에 따른 후방으로 회절에 의해 HOE를 통과한 빔은 검은 Ring패턴을 형성한다. 이러한 회절 Ring이 중심에서 어떠한 크기, 형태, 두께그리고 강도분포를 갖고 벗어 나가는가에 HOE의 파장, 각 선택성, 회절효율등에 대한 정보가 들어있다. 이러한 Ring은 우리의 눈이나 일반적인 광학장비로 관측가능하다. 투과형 HOE의 경우 각, 파장 선택성이 반사형에 비해 매우 낮으므로 적용은 매우 어렵다.

HOE의 특성 측정을 위한 구성도를 그림 1에 나타내었다. 레이저 빔의 중앙이 HOE에 직각으로 입사되도록 정렬되었다. 이 빔은 HOE의 표면과 평행하게된 렌즈의 중앙에 수직하게 입사되며, 확산판에 밝은 점으로 나타난다. 이 점이 확산판에 세기분포의 중앙을 나타내며, 판에 그려진 직사각형의 중심을 나타낸다. 레이저 빔의 다른 부분들은, 입사각에 대한 Bragg 조건을 만족하는 회절각보다 큰 각으로 나타난다. 이 확산 빔이 입사빔이다. HOE를 통과한 빔은 큰 Numerical Aperture를 갖은 렌즈열에 의해 모아진다. 렌즈에 의해 모아진 빔은 렌즈의 초점면에 놓인 확산판에 상을 만든다. 수평축에 대한 빔의 세기 분포를 그림 2에서 볼 수 있다. 세기 분포가 가우시안 형태를 갖음을 알 수 있다. 검은 Ring의 빔 세기가 21정도이고, 레이저 빔의 세기가 180이므로 우리가 측정한 HOE의 회절 효율은 약 88%임을 알 수 있다.

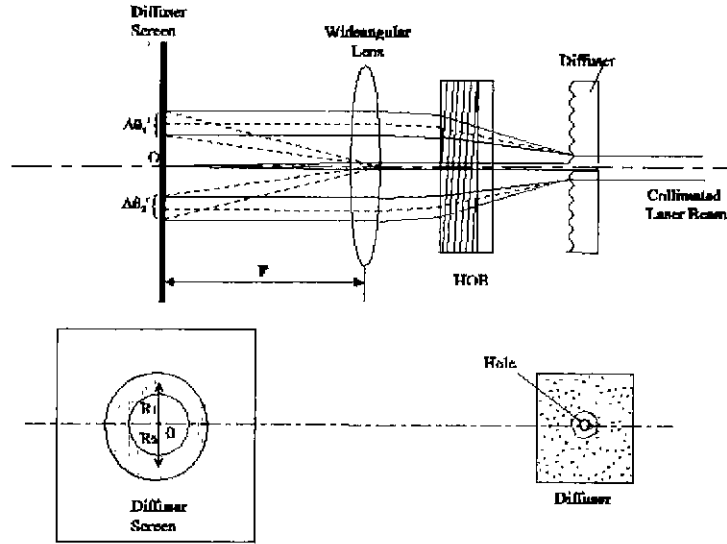


그림 1. HOL 측정 목적을 위한 구성도

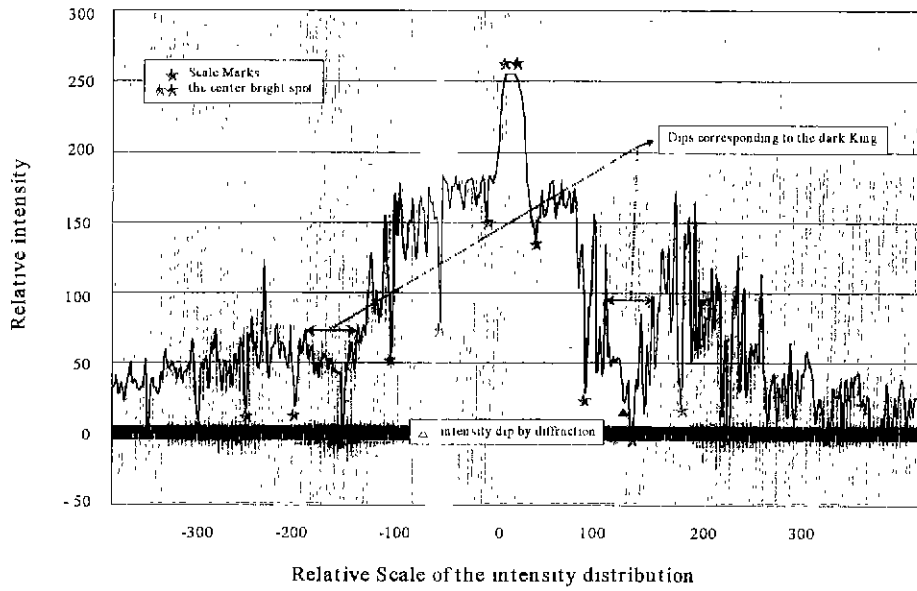


그림 2 수평 축에 대한 빔 세기 분포

