

레이저 직접묘화 방식에 의한 PIR센서용 DOE 제작

DOE for PIR sensor by laser beam direct writing method

최진하, 길상근, 박승룡*, 송석호*

수원대학교 전자공학과, 한양대학교 물리학과*

frzzasha@hotmail.com

1980년대 MIT 대학의 Garry Swanson과 Rochester 대학의 Michael Morris에 의해 활성화된 회절광학소자(DOE: Diffractive Optical Element)에 관련한 연구는 오늘날 산업기술 발전과 더불어, 미세가공기술 및 금형에 의한 대량복제 기술이 가능함에 따라 회절광학소자에 관련된 기초기술과 응용 부분이 크게 발전하여 센서, 분석장치, 광통신 시스템, 레이저 시스템, 미세광학, SWS(Subwavelength Structured) 기술, IR 시스템, 광측정 등과 같은 분야에서 광범위하게 응용되어지고 있다.⁽¹⁾⁽²⁾ 기존의 초전형 적외선센서에 사용되고 있는 프레넬 렌즈(fresnel lens)는 감지 시야각과 센서 감도를 크게 하기 위해 프레넬 렌즈 어레이를 사용하여 다른 회절광학소자에 비하여 크기가 큰 편이고 센서유닛으로부터 수cm 떨어져서 위치하므로 센서모듈은 상당한 크기를 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 얇은 플라스틱 기판 또는 필름 위에 원하는 패턴을 새겨서 제작할 수 있고, 기존의 굴절광학계에 비해 고성능, 양산성 및 집적화가 용이한 회절광학소자를 이용함으로써 센서모듈의 소형화와 센서 감도 향상을 도모한다.

이러한 회절광학소자는 홀로그래픽(holographic), 포토리소그래픽(photolithographic), 박막증착(thin-film deposit), 레이저 직접묘화(laser beam direct writing)⁽³⁾⁽⁴⁾와 같은 방법으로 제작될 수 있는데 본 연구에서는 높은 회절강도를 얻기 위해 kinoform 이나 blazed profile과 같은 연속적인 형상의 제작이 가능한 레이저 직접묘화방법을 이용하여 회절광학소자를 제작하였다. 본 연구에서 설계·제작한 회절광학소자는 초전시편(pyroelectric element)이 두 개있는 dual type용으로 두 개의 초전시편 중앙에 초점을 맞히도록 이중 초점을 갖도록 설계하였다. 설계된 회절광학소자는 그림 1과 같고 모든 점에서 $0 \sim 2\pi$ 사이의 위상 값을 가지고 있다. 이를 초전시편의 위치에서 회절패턴에 대한 모의실험을 통하여 그림 2와 같이 회절강도의 첨두치가 두 군데에 초점 맞춤을 얻을 수 있었다. 이와 같이 두 개의 초점을 갖는 회절광학소자는 442nm의 파장을 가지는 UV 레이저빔을 1 μ m 크기로 집광하여 감광성 물질 표면에 적절 형상을 그려 제작하였다.

본 연구에서 사용한 레이저 직접묘화 시스템은 442nm의 파장을 가지고 있으며, 시편을 잡고 움직이는 stage는 1 μ m의 해상도를 가지고 있다. 또한 레이저 빔은 AOM(Acousto-Optical Modulator)에 의해 광량이 조절되어 on-off 되거나 연속적인 높이를 갖는 표면을 가공할 수 있다. 그림 3은 본 연구에서 설계된 회절광학소자를 레이저 직접묘화 방법을 이용하여 제작한 것이다. 따라서 본 연구에서 설계한 회절광학소자를 레이저 직접묘화 방법으로 제작하여 위상 값에 대한 연속적인 높이를 표현함으로써 높은 회절강도를 얻을 수 있었고, 이를 이용해 전기도금과정을 거쳐 마스터를 만들고 UV embossing 이나 Hot embossing 과 같은 복제과정을 거쳐 제작하면 센서의 소형화가 가능하다.

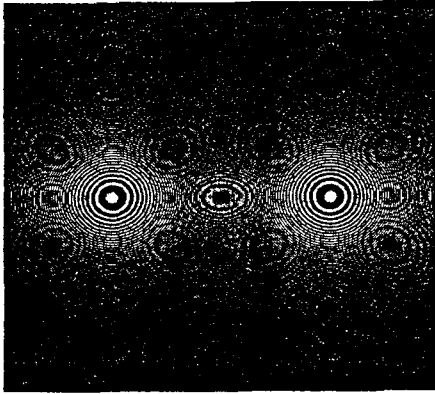


그림 1. 설계된 회절광학소자

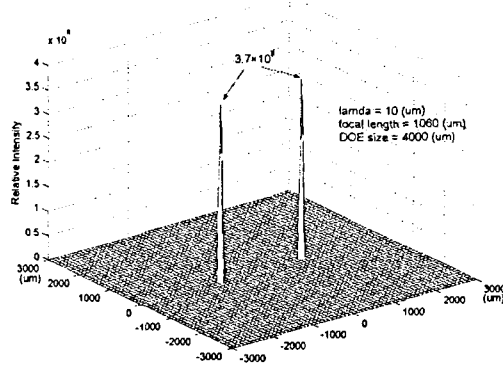
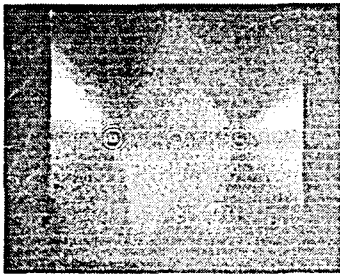
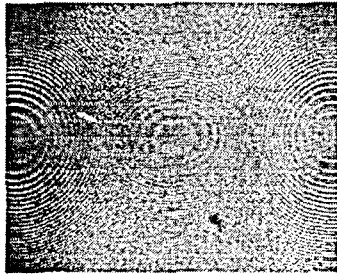


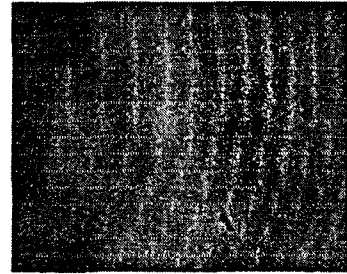
그림 2. 초전시편 위치에서의 회절패턴



(a) 40배 확대한 사진



(b) 100배 확대한 사진



(d) 800배 확대한 사진

그림 3. 레이저 직접묘화 방법으로 제작된 회절광학소자

참고문헌

1. 박성찬, 정준호, "회절광학소자를 이용한 콤팩트디지털 스틸 카메라용 광학계설계", 한국광학회지 제 11권 4호.
2. Daniel H. Raguin, "Subwavelength structured surfaces: design and applications", Diffractive optics, Vol. 11, 1994.
3. Thomas J. Suleski, Betty Baggett, William F. Delaney, Alan D. Kathman, " Emerging fabrication methods for diffractive optical elements", SPIE Vol. 3633(1999).
4. M.T. Gale, M. Rossi and R.E. Kunz, "Laser writing and replication of continuous-relief fresnel microlenses", OSA, conference edition(1994)