

One-Step Wet Etching 방법에 의한 Microlens 제작 및 광점 측정

The measurement of optical spot of microlens fabricated by one-step wet etching method

이재광, 정희숙, 송기봉, 조두희, 정상돈, 정명애
 한국 전자통신 연구원 반도체 원천 기술 연구소 정보저장소자팀
ikthomas@etri.re.kr

최근 광 정보 저장 장치의 눈부신 기술 개발에 의해 많은 연구자들에게 관심의 대상이 되고 있는데 그 기술 개발의 추세는 크게 두가지 갈래로 크게 나뉘고 있다. 첫째는 광 정보 저장 밀도가 높아지는 고밀도 연구 방향과 나머지 하나는 광 픽업 장치의 소형화로 볼 수 있다. 고밀도 저장을 위해서는 광 매체의 개발 및 픽업헤드 구조적 개선이 이루어져야 하고 장치의 소형화를 위해서는 광 픽업헤드의 집적화 및 구동 장치의 소형화가 선행되어야 한다.⁽¹⁾ 최근 모바일 통신 및 기타 장치들이 개발됨에 따라 특별히 광 저장 장치의 소형화가 기술 개발이 관심을 모으는 가운데 광 픽업헤드의 집적화 기술이 광 정보 저장 장치의 보다 안정화된 기술 확보 면에서 연구 접근되었다.

마이크로 렌즈 가공 기술은 광 픽업헤드의 집적화에 필수적인 연구 개발 기술로서 현재까지 많은 연구자로부터 연구되어왔다.⁽²⁾ 마이크로 렌즈의 연구분야는 물질의 형상을 제어하는 방법과 물질의 굴절률 변화를 주는 방법으로 나뉘는데 제작 과정에서 저가 대량 생산의 경우, 렌즈의 표면 형상을 조절하는 방법이 장점이 있다. 또한 마이크로 머머시닝 기술이 새롭게 주목받음에 따라 마이크로 머머시닝 기술을 응용함으로써 마이크로 렌즈의 표면 가공이 용이해졌고 재현성 및 저가 대량 생산의 효과를 기대할 수 있다.

본 연구는 마이크로 렌즈를 one-step 에칭을 통해서 제작하였다. 제작된 마이크로 렌즈의 광점은 근접장 측정 장치를 이용하여 그 광점을 측정하였다. 또한 광점의 크기 및 위치를 예상하기 위해 광 분포 계산 프로그램을 이용하여 계산하였다. 측정된 광점의 크기 및 분포는 렌즈의 매질의 굴절률과 렌즈의 곡률 반경과 관련하여 분석 및 토의하였다.

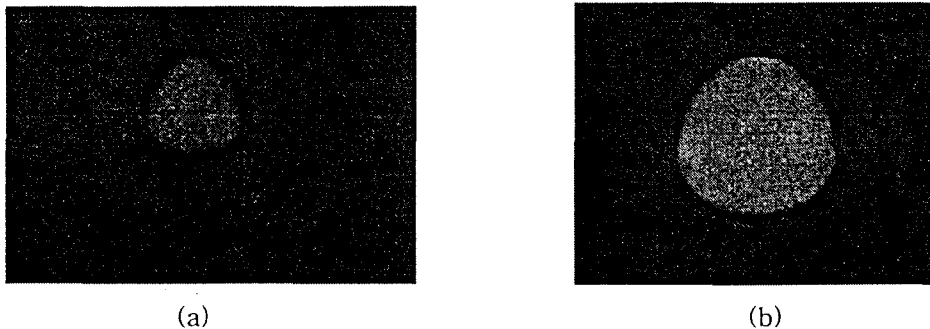


그림 1 (a)(b) 모두 완성된 동심원의 마이크로 렌즈를 보여주고 있다. 지름은 각각 50 μ m, 100 μ m이다.

마이크로 렌즈의 제작은 GaP substrate에 SiN를 PECVD 방법으로 200nm 이상 도포한 후 수 십 μm 크기의 동심원으로 패턴을 표준 광 리소그래피와 RIE를 통해서 제작하였다. 마이크로 렌즈의 곡면은 $\text{HBr}_2:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}$ 의 혼합 에천트를 이용하여 형성 제작하였다. 그림 1은 제작된 동심원 구조의 마이크로 렌즈를 보여주고 있다. 완벽한 동심원으로 제작되지 않은 것은 substrate의 축방향이 [111]의 한 비대칭성으로 보인다. 위와 같이 제작된 렌즈의 광 특성을 측정하기 위해 근접장 광학 현미경을 이용하였다. 실제로 시료와 탐침 사이의 거리 조절이 수십 nm 이하이기 때문에 거리 조절 영역에서는 사용할 수 없으나 탐침이 200nm 크기이므로 마이크로 렌즈로 인해 형성되는 광점을 측정하기엔 충분한 분해능을 가지기 때문에 근접장 광학 현미경을 사용하였다. 650nm의 반도체 레이저 빛살을 NA가 0.45 인 대물렌즈를 통해서 마이크로 렌즈로 입사하였다. 입사된 빛살은 마이크로 렌즈에 의해서 초점화 되어 광점이 형성되고 형성된 광점은 광섬유 탐침에 의해 $35\mu\text{m} \times 35\mu\text{m}$ 영역에서 주사되어 측정되었다. 그림 2(a)은 측정된 광점을 보여주고 있다. 광점의 모양이 동심원이 아닌 것은 이미 앞서 언급되었던 것처럼 마이크로 렌즈 형성이 동심원으로 되지 않았기 때문에 생기는 것으로 판단된다. 초점화 된 광점 주변의 빛살은 입사 빛살과 마이크로 렌즈의 misalign 인해 생기는 빛살 퍼짐으로 보여진다. 측정된 광점의 단면의 profile이 그림 (b)에서 보여지고 있다. 이 때 측정된 광점의 FWHM은 가로축, 세로축 각각 $8\mu\text{m}$, $9\mu\text{m}$ 였다. 세로축인 경우 Peak 값을 중심으로 오른쪽 부분이 왼쪽 부분보다 더 높은 값을 갖게 되는데 이는 입사 광과 마이크로 렌즈의 align이 한쪽으로 조금 치우쳐 있음을 보여준다.

측정되어진 값들은 다양한 Beam Propagation Method의 계산 프로그램에 의해 비교 분석되어지고 토의 되어졌다.

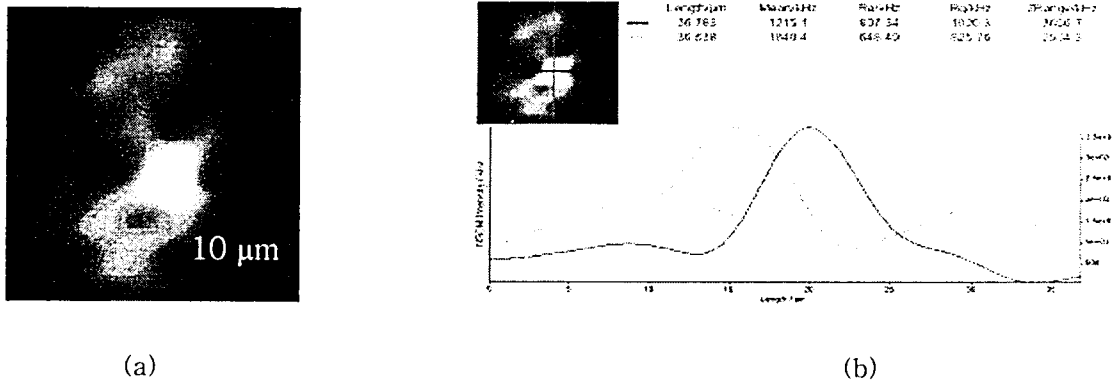


그림 2 (a) 650nm 반도체 레이저 빛살을 마이크로 렌즈로 NA 0.45 인 대물렌즈에 의해 입사 되었을 때 마이크로 렌즈로 의해 형성된 광점. (b) 마이크로 렌즈에 의해 형성된 광점의 가로축과 세로축 profile. 형성된 광점의 FWHM은 가로축 $8\mu\text{m}$, 세로축 $9\mu\text{m}$ 였다.

Reference

1. Sookyung Kim, et al., "Design of optical flying head for near field recording," Transaction of Magnetics Society of Japan, Vol.2, No.4, 2002
2. Yu-Sik Kim, et al, Semiconductor Microlenses Fabricated by One-Step Wet Etching", IEEE Photon. Technol. Lett., vol 12, No. 5, 507-509