

마이크로 렌즈 닙코디스크를 이용한 공초점 현미경 개발

Confocal Microscopy with Microlens Array Nipkow Disk

*#김기홍¹, 임형준¹, 이재종¹, 최기봉¹, 박현하¹, 정미라¹

*#G.H.Kim(geehong@kimmrekr)¹, H.J.Lim¹, J. J. Lee¹, K. B. Choi¹, H.H.Park¹, M.R.Jung¹

¹ 한국기계연구원 나노융합기계연구본부

Key words : Confocal Microscopy, Nipkow Disk, Microlens Array, Measurement

1. 서론

공초점 기술은 광학계의 초점을 이용하여 대상물의 3 차원 형상을 복원하는 광학기술로 레이저를 이용한 기술과 닙코디스크를 이용한 광학계로 크게 분류할 수 있다. 닙코디스크 방식은 무수히 많은 핀홀이 제작된 회전하는 디스크를 이용하여 대상물의 측정점들을 이미지 센서에서 동시에 처리하는 고속화 기술중의 하나이다. 이 방법은 초기에 개발된 공초점 기술의 하나이지만, 1~2% 정도의 낮은 광효율로 인하여 상용화에 어려움이 있었다. 최근 발달된 반도체 공정들은 닙코디스크의 낮은 광효율을 높여 상용화의 가능성을 높였는데, 최근 주목을 받는 것은 마이크로 렌즈를 이용한 닙코디스크의 개발이다. 이 방법은 닙코디스크의 핀홀에 마이크로 렌즈 어레이를 추가하여 제작하는데, 이때 개별 핀홀과 마이크로 렌즈의 광축이 정렬되도록 제작한다. 마이크로 렌즈는 조명광을 집광하여 핀홀에 통과시키고, 동시에 측정 대상물에서 반사되어 다시 이 핀홀을 통과하는 광을 이미지 센서에 입사되도록 조절하는 역할을 한다. 이러한 닙코디스크를 사용하여 광효율을 50%이상 향상시킬 수 있으며, 이를 통하여 고속 검사기 시장에서 많은 주목을 받고 있다. 이 논문에서는 이러한 마이크로 렌즈 어레이를 이용한 닙코디스크 제작과 이를 이용한 공초점 검사기 개발에 대한 내용을 설명한다.

2. 마이크로렌즈 어레이 제작

Fig.1 은 제작된 마이크로 렌즈 어레이의 모습을 보여준다. 4 인치 유리 웨이퍼에 제작되

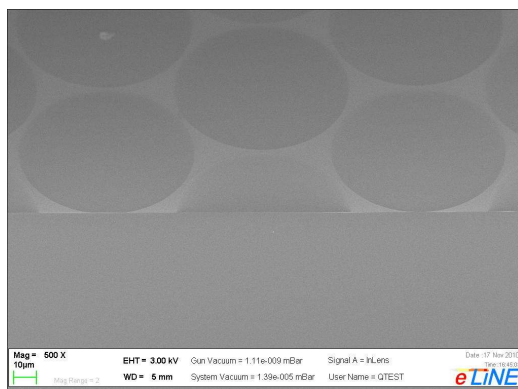


Fig. 1 Microlens array with 78um diameter on a glass wafer

었으며, 렌즈 직경은 78um, 높이는 대략 3~4um 정도이다. 먼저 포토 리지스터를 스핀 코팅한 후 노광 공정을 통하여 원기둥 모양을 패턴을 제작한다. 그리고 140℃에서 5 분 정도 리플로우 공정으로 그림과 같은 마이크로 렌즈를 제작한다.

마이크로 렌즈로 사용한 포토리지스트는 화학적, 기계적으로 불안정하므로, 보호막으로 ITO 층을 100nm 정도 코팅한다.

3. 닙코디스크 제작

이 논문에서는 포토마스크를 이용하여 닙코디스크를 제작한 후 Fig. 1 의 마이크로 렌즈 어레이를 정렬하여 접합하는 방법으로 닙코디스크를 제작하였다. 마이크로 렌즈의 초점길이가 보통 수백 um 이상이므로, 반도체 공정만으로 이 초점길이를 확보하여 핀홀을 위치시키기 어렵다. 따라서 기계적인 광학 경로를 확보하는 방법으로 제작하는 것이

효과적이다. 이 논문에서 제작한 핀홀의 크기는 8um 이며, 마이크로 렌즈의 초점 위치는 렌즈 뒷단에서 400~500um 위치이다. 두 디스크는 NOA61 광학 접착제를 이용하여 UV 접착시키고, 접착시 위치 변형을 최소화하기 위해 별도의 조립 장치를 개발하였다.

4. 공초점 이미지



Fig. 2 Confocal images of korean word on a coin.

Fig. 2 는 개발된 공초점 검사기를 이용하여 50 원 동전의 글자에서 획득한 공초점 이미지를 보여준다. 한국 동전의 경우 부조의 높이가 대략 80um 정도인데, Fig. 2 에서 보듯이 동전의 높고 낮은 영역의 가시도 차이를 분명하게 확인할 수 있다.

공초점 광학계를 구성할 때, 특히 마이크로 렌즈의 균일도가 중요한데, 영역내의 마이크로 렌즈의 곡률에 차이가 있을 때 측정면에서 초점 위치에 경사가 발생하고, 이로 인하여 측정물을 기울여야 하는 문제가 발생할 수 있다. 그러므로 마이크로 렌즈를 제작할 때, 특히 리플로우 공정에서 렌즈의 곡률이 균일하도록 공정을 설계하는 것이 중요하다.

5. 결론

이 논문에서는 마이크로 렌즈를 이용한 닙코디스크의 제작과, 이를 탑재한 공초점 현미경의 구성 및 성능에 대하여 기술하였다. 반도체 공정을 통하여 마이크로 렌즈를 제작하였고, 포토 마스크에 제작된 핀홀 디스크를 정렬, 접합하여 닙코디스크를 제작하였다. 그리고 양방향 텔레센트릭 렌즈를 이용한 공초점 광학계를 구성하고, 획득한 영상으로부터 공초점 현상을 확인하였다.

후기

이 논문은 산업융합원천기술개발사업 (Grant No. 10040225)의 지원을 받았습니다.

참고문헌

1. Pawley, J. B., 2006, *Handbook of Biological Confocal Microscopy 3rd Ed.*, Springer, USA
2. Mitsuhiro Ishihara and Hiromi Sasaki, "High-speed surface measurement using a non-scanning multiple-beam confocal microscope," *Opt. Eng.* 38(6), 1035-1040, 1999.