

UV 처리 광학 접착제를 이용한 마이크로 광소자의 제작과 그 응용에 대한 연구

Study on Fabrication of Micro-Optical Elements using UV-Curable Optical Adhesive

이현행, 홍준희, 김재훈, 최 호, 김도형, 박시현⁺, 박종락, 김현수, 김진태, 무 영¹, 박옥란¹,
조 훈¹, 정 탁¹, 김상묵², 백종협²

조선대학교 광기술공학과, ¹조선대학교 응용화학소재공학과 ²한국광기술원 LED소자팀*

⁺sihyun_park@chosun.ac.kr

요 약

UV 처리 광학 접착제를 가지고 단일 포토리소그래피 공정을 사용하여 마이크로 렌즈를 제작하였다. 먼저 유리판 위에 자외선 처리 광학 접착제를 코팅 한 후 UV 노광하고 아세톤에서 현상 후 핫플레이트에서 유리전이 온도 이상에서 열적 재흐름이 일어나도록 하여 마이크로 렌즈를 만드는데 성공하였다 이를 실제 LED 소자 위에서 마이크로 렌즈를 만들어 보고 LED의 외부 추출 효율이 높아지는지를 실험하였다. 또한 기존의 UV 처리 광학 접착제에 나노 입자를 첨가하여 굴절률을 더 높여 마이크로 렌즈를 만드는 실험을 하였다.

1. 서 론

마이크로 렌즈는 빔 형상화, 스위칭, 커플링 등의 광학 분야에서 응용되고 있다.⁽¹⁾ 이러한 마이크로렌즈의 제작 방법으로 감광막 재흐름 방법, 레이저 절제 방법, 새도 마스크 방법 등이 기존에 알려져 있다.⁽²⁻⁵⁾ 그런데 이 방법들은 마이크로렌즈 제작 시, 2단계 이상의 제작 공정을 거친다. 우리는 포토리소그래피 한 공정만으로, UV 처리 광학 접착제를 사용하여 마이크로 렌즈 제작을 실험하였고, 또한 LED 소자 위에서 마이크로 렌즈를 제작하여 마이크로 렌즈가 집적된 LED의 광학적 특성에 대해서 조사하였다. 또한 나노 입자를 첨가하여 굴절률을 더 높인 UV 처리 광학 접착제를 사용하여 마이크로 렌즈를 만들어 광학적 특성을 조사하였다.

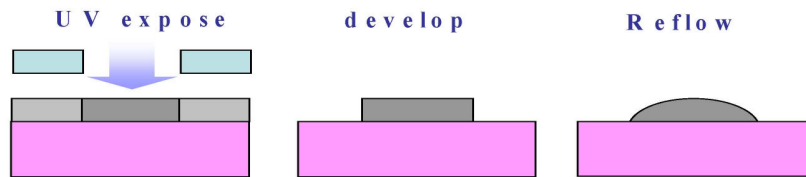
2. 마이크로 렌즈 재료

우리가 마이크로 렌즈의 재료로 사용한 UV 처리 광학 접착제는 기본적으로 다음과 같은 특징을 가진다. 첫 번째로 점성을 가지는 물질이다. 두 번째로 1.56의 굴절률 값을 갖는다. 세 번째로 광학적으로 투명하여 350nm~1300nm의 파장대역에서 99% 이상의 투과율과 1900cP의 점성을 갖는다. 네 번째로 UV 처리 광학 접착제는 스핀코터로 코팅할 수 있는 물질이다. 다섯 번째로 104℃의 유리전이온도를 가지고 열적 재흐름이 일어나는 물질이다. 여섯 번째로 UV에 노광 되지 않은 상태에서는 아세톤에 의해 제거 되지만 UV가 일정량 이상 노광 되면 아세톤에 제거 되지 않는다. 일곱 번째로 UV 처리 광학 접착제는 포토리소그

라피 과정에서의 네거티브 감광액과 같이 작용한다.

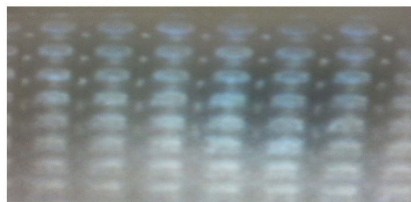
3. 마이크로 렌즈 제작

우선 유리판(또는 LED 칩)위에 UV 처리 광학 접착제를 스핀코터를 이용 코팅한다. 90°C에서 3분간 소프트 베이킹 한 후에 마스크 얼라이너를 이용하여 마스크와 함께 UV에 노광한다. 아세톤에서 3분 이상 현상하여 노광 되지 않은 부분을 제거하여 마스크의 패턴과 반대의 패턴을 만든다. 만들어진 패턴을 130°C의 핫플레이트에서 5분간 하드 베이킹을 하면 최종적으로 마이크로 렌즈의 형상을 얻을 수 있다.



UV 처리 광학 접착제를 사용한 마이크로 렌즈 제작 공정

이렇게 얻어진 마이크로 렌즈는 광학 현미경, 전자현미경 그리고 알파스텝 장비를 이용하여 렌즈의 형태를 시각적으로 형상화 하였고, 프로파일러메타의 측정 데이터를 통한 렌즈의 곡률반경과 초점거리를 계산하였다.



제작된 마이크로 렌즈의 광학 현미경 사진

4. 결 론

우리는 UV 처리 광학 접착제와 거기에 나노 입자를 첨가하여 더 높은 굴절률을 가지는 UV 광학 접착제를 이용하여 단일 포토리소그라피 공정만으로 마이크로 렌즈를 만들 수 있음을 보였다. 이는 UV 광학 접착제가 네거티브 감광액과 같은 성질을 가지므로 가능했다. 또한 300nm~1300nm 파장영역에서 99%투과하고 광학적으로 투명하기 때문에 마이크로 렌즈로 응용할 수 있었다.

참고문헌

- (1) Dan Daly, Micro Arrays, Taylor & Francis, P. 7 - 25, 2001
- (2) D. Daly, R. F. Stevens, M. C. Hutley, and N. Davies, The manufacture of microlenses by melting photoresist, J. Phys. E1, pp. 759 - 766, 1990.
- (3) E. M. Stzelecka, G. D. Robinson, M. G. Peters, F. H. peters, and L. A. Coldren, Monolithic integration of vertical-cavity laser diodes with refractive GaAs microlenses, Electron. Lett. 31, pp. 724-725, 1995
- (4) S. Mihailov and S. Lazare, Fabrication of refractive microlens arrays by excimer ablation of amorphous Teflon, Appl. Opt. 32, pp. 6211 - 6218, 1993
- (5) R. Grunwald, U. Griebner, and R. Ehlert, Microlens arrays for segmented laser architectures, in Micro-Optics/ Micromechanics and Laser Scanning and Shaping, M. E. Motamedi and L. Beiser, eds., Proc. SPIE 2383, pp. 324 - 333, 1995