

Display 특성 향상을 위한 MLA 광소자 개발 연구

정한옥*, 김광열*, 이공수*, 신성욱², 박홍진², 최병덕^{1*}

성균관대학교*, (주)LTS²

Abstract : Recently, polymeric microlens arrays have become important elements in many applications. Microlens arrays have been used to enhance luminance efficiency and luminance power efficiency of light-emitting diodes (LEDs) and organic LEDs. Many processes for fabrication of microlens array are studied. Though the MLA has been fabricated by electroformed mold, LIGA process and reflow method, these methods were required masks, multiple process steps and post processing. In this paper, we proposed rapid and direct UV laser direct fabrication process using colorless liquid photopolymer, NOA60 for polarization activated microlens. The microlens arrays are formed on the NOA60 on glass, after the focused laser energy was irradiated to the material. The diameter of MLA was varied from 42 to 88 μm , and the height from 0.9 to 1.6 μm . The MLA fabricated using NOA60 shows more than 85% transmittance as well as good hardness for optical module.

Key Words : MLA(Microlens array), NOA60, UV laser

1. 서 론

수십, 수백 마이크로 미터의 직경과 높이를 가진 렌즈들이 어레이 형식으로 배열된 것이 마이크로렌즈 어레이(Microlens array, MLA)라고 한다. 최근에는 display의 광효율을 올리기 위해서 MLA 개발을 많이 하고 있다[1]. MLA를 제작하는 방법에는 reflow 그리고 LIGA 등 방법이 있다. 하지만 이런 방법들은 마스크 공정 과정이 필요하여 복잡하고 비용이 비싸다. 또한 MLA를 만들기 위해서 폴리머, 실리콘 또는 글라스 등 다양한 재료가 사용된다[2].

본 논문에서는 UV 레이저와 투과율이 좋은 광 폴리머인 NOA60을 이용하여 적은 비용과 단순한 공정으로 MLA를 제작 하였다.

2. 실험

실험에 사용된 광 폴리머 NOA60 (Norland Optical Adhesive 60)은 높은 광 투과성을 가진 투명 액체이며 UV가 조사되면 경화가 일어나는 물질이다. 레이저는 355 nm UV 펄스 레이저로 펄스 반복률 40 kHz, 펄스폭 30 nsec로 출사빔은 가우시안 에너지 분포로 조사 하였다. 실험은 그림 1.과 같은 순서로 진행하였다.



그림 1. MLA 제작 과정.

다양한 마이크로 렌즈를 만들기 위해 UV 레이저를 표 1. 과 같은 조건으로 조사하였다.

표 1. UV 레이저 조사 조건

| | |
|--|----------------------|
| Laser beam spot size (μm) | 30, 40, 50 |
| Fluence (J/cm^2) | 0.06, 0.1, 0.14 0.17 |

NOA60의 표면에 열팽창만을 유도하고 NOA60의 ablation이 일어나지 않는 fluence에서 레이저를 조사하였다.

3. 결과 및 검토

NOA60의 표면에 열팽창만을 유도하기 위하여 문턱값 보다 낮은 에너지를 조사하였다. NOA60의 문턱값은 0.177 J/cm^2 으로 실험을 통하여 알 수 있었다.

레이저 플루언스를 문턱값 이하로 조사하였을 때, 그림 2.와 같이 NOA60 표면에 균일하게 형성된 MLA를 확인 할 수 있다.



그림 2. NOA60 위에 균일하게 제작된 MLA

본 연구를 통하여 레이저의 플루언스가 높아질수록 마이크로렌즈의 지름과 높이가 증가함을 알 수 있었다. 또한 레이저의 빔 스팟 사이즈가 커질수록 마이크로렌즈의 지름은 넓어진다. 하지만 같은 레이저 플루언스에서 빔 스팟 사이즈가 변화하더라도 높이는 오차범위 내에서 같은 값을 가졌다.

4. 결 론

본 연구에서는 투명한 광폴리머인 NOA60 과 355nm UV 레이저를 이용하여 국부적인 열팽창을 이용하여 균일한 MLA를 제작 하였다. OLED 소자에 같은 전류밀도를 인가한 경우, MLA를 적용한 OLED에서 더 큰 효율 개선을 얻을 수 있었다[1]. 또한 레이저의 플루언스와 빔 스팟 사이즈를 변경하면서 필요한 마이크로렌즈 사이즈를 만들 수 있다. 마이크로 렌즈는 지름 42 ~ 88 μm , 높이는 0.9 ~ 1.6 μm 로 레이저의 조건에 따라 다양하게 제작이 가능하다.

참고 문헌

- [1] M.K Wei e.t., J.Micromech. Microeng., Vol. 16, p. 368, 2006
- [2] S.M. Kuo and C.H. Lin, J.Micromech. Microeng., Vol. 18, 2008.