

## Photoresist Thermal Reflow를 이용한 Aperture Microlens Array 제작

황성기, 백상훈, 김영규, 박경주, 이종훈, 권진혁, 박이순\*  
 영남대학교 물리학과 Display Lab, \*경북대학교 고분자공학과  
[jhkwon@ynu.ac.kr](mailto:jhkwon@ynu.ac.kr)

액정표시장치(liquid crystal display, LCD)는 비발광소자이기 때문에 별도의 광원인 backlight unit(BLU)이 필요하다. BLU에서 광을 모아주는 기능으로 프리즘시트와 microlens array(MLA) 시트가 사용되고 있는데, 본 연구에서는 프리즘 시트를 대체할 만한 MLA 시트를 사용하는 엣지타입 방식(edge-type method)의 BLU를 설계하여 시뮬레이션 하였다. 그리고 PET 필름 위에 photoresist(PR) thermal reflow를 이용하여 MLA 시트를 제작하였다. 본 연구에서는 DNR-L300-40이라는 negative용 PR을 사용하였으며, 스피너의 RPM과 PR reflow의 온도와 시간을 변수로 두어 최적의 MLA를 제작하였다. align 방식으로 필름의 윗면에는 MLA를 아랫면에는 개구를 만들었다.

MLA를 만드는 공정은 스피너 코팅, 소프트 베이킹, 노광, PEB(post exposure baking), 현상, 하드 베이킹의 6가지 과정으로 이루어 진다. 150°C의 reflow 과정에서 발생하는 PET 필름의 수축효과를 상쇄하기 위하여 먼저 150°C에서 PET 필름을 10분정도 pre-baking을 하였다. 250 RPM으로 1분 동안 스피너 코팅을 한 후 110°C의 가열판에서 13분 동안 소프트 베이킹을 하였다. 노광기의 윗면에 MLA용 포토마스크를 진공으로 고정시키고, 아랫면에 PR이 발린 기판을 올려 50초간 노광을 한다. 노광을 한 후 기판을 다시 110°C의 가열판에서 2분 30초간 PEB를 하고, DPD-200 현상액이 골고루 묻도록 필름을 돌리면서 현상을 한다. 150°C의 오븐에 수분간 가열하면 photoresist가 녹아서 구형의 MLA가 형성된다. 이어 MLA가 만들어진 반대면에 하드 베이킹을 제외한 공정을 실시하여 개구를 만든다.

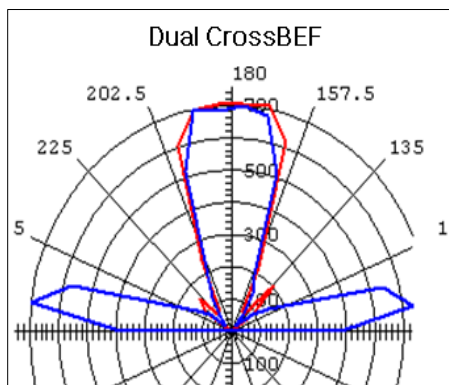


그림 1. 교차된 프리즘시트의 각 휘도 프로파일의 시뮬레이션 결과

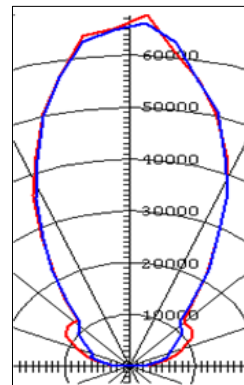


그림 2. MLA시트의 각 휘도 프로파일의 시뮬레이션 결과.

그림 1은 2장의 교차된 프리즘시트의 각 휘도 프로파일의 시뮬레이션 결과이다. 시야각은 수평, 수직 방향 모두 약 40.5°이고, 수직 방향으로부터 80°의 각에서 강한 side light가 보이는데 이것은 contrast

ratio를 떨어뜨리는 불필요한 광이다. 또한 수직 방향으로부터 20°지점에서 매우 가파른 빛의 감소가 보인다.

그림 2는 개구를 포함한 MLA 시트의 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다. 설계상의 변수는 육각형 모양에서 피치는 0.15×0.13mm, MLA 간격은 10um, MLA의 지름은 140um, 개구면의 반사율은 95%, MLA의 높이는 30um, 개구의 지름은 80um, HR=0.43이다. HR 값은 MLA의 반경에 대한 높이의 비율이다. 표준 휘도는 2장의 프리즘시트와 거의 같고, 시야각은 side light 없이 약 50°이다.

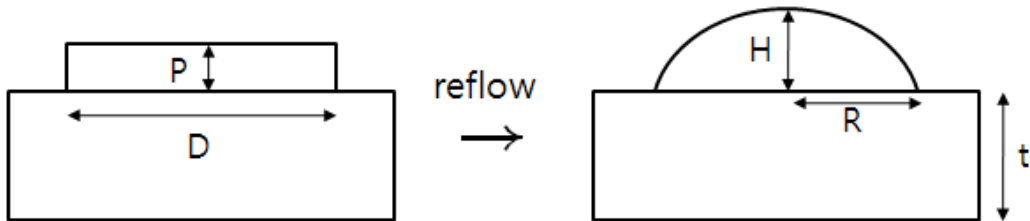


그림 3. reflow를 통한 원기둥에서 MLA로 변화되는 과정의 개념도

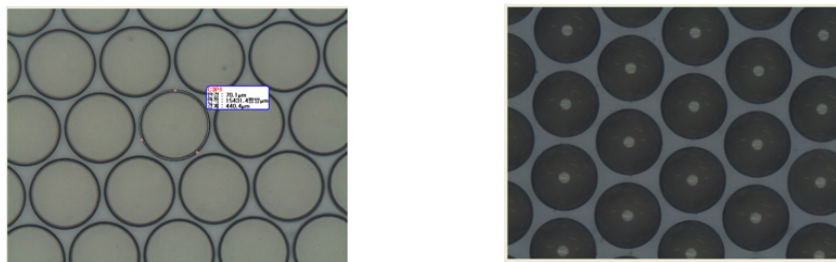


그림 4. (a) 육각형의 원기둥모양

(b) MLA 모양

그림 3은 thermal reflow를 통하여 직경 D, 높이 P의 PR 기둥이 반경 R, 높이 H의 MLA 모양으로 변화되는 과정을 나타내는 개념도이다. thermal reflow가 일어나는 과정에서 온도가 너무 높거나, 시간이 길어지면 점성이 낮아지고, 유동성이 높아져서 MLA가 반구형으로 되는 경향 때문에, 적절한 온도와 시간이 중요하였다. 본 연구에서는 150°C 온도에 5분간 thermal reflow를 하여 MLA 직경이 원기둥 직경의 90% 이상이 유지되도록 하였다.

그림 4는 육각형의 원기둥 모양과, PR thermal reflow 방법으로 제작된 MLA의 사진이다.

따라서 이 개구를 포함한 MLA 시트의 사용으로 광 효율을 높일 수 있고, 기존에 사용하던 2장의 프리즘 시트를 대체할 수 있어 BLU의 원가 절감과, 더욱 얇은 BLU를 기대할 수 있다.

참고문헌

1. T. R. Jay and M. B. Steen, 'Preshaping photoresist for refractive microlens fabrication', *Proc. SPIE*, p. 275, 1993.
2. 동진췌미켄, 'Alkali Development Negative Resist For Life-off Process, DNR-L300'.
3. 박경주, 'LCD Backlight Unit의 구조 분석 및 Angular Luminance의 최적화', *영남대학교 석사학위논문*, p. 14, 2005.