

# 광학패턴의 세장비가 2인치 휴대폰용 도광판의 광특성에 미치는 영향 연구 : II. 금형 및 광특성

## A Study on the Effect of Optical Characteristic in 2 inch LCD-BLU by Aspect Ration of Optical Pattern : II. Mold and Optical Characteristics

김종선, 고영배, 윤경환\*, 황철진  
한국생산기술연구원 정밀금형팀, \*단국대학교 기계공학과  
libra74@paran.com

### 1. 서론

최근까지 휴대폰용 LCD-BLU의 도광판에 사용되어온 에칭에 의한 광학 패턴보다 광학적으로 우수하다고 알려진 마이크로렌즈 광학 패턴을 도광판에 적용하기 위하여 본 연구에서는 UV-LiGA공정을 이용하여 마이크로 패턴을 가지는 금형을 제작하고, 제작된 마이크로 패턴 금형을 이용하여 도광판을 사출성형하여 광학패턴의 세장비에 따른 휘도의 영향성을 비교하는 것을 목적으로 한다.

### 2. 마이크로 금형의 제작

본 연구에서 응용된 금형 가공방법은 LiGA 공정을 변형한 LiGA-reflow를 이용하였으며, 금형 제작공정은 (i) 식각 단계, (ii) reflow 단계, (iii) 전주단계 (또는 도금단계) 등의 세 단계로 구성된다. 먼저 (i) 식각단계는 수 um에서 수백 um 정도의 두께를 갖는 PR(photo resist)을 노광시킨 후 현상액을 이용하여 현상하여 원하는 구조물을 만드는 단계이다. 노광을 위해 UV를 잘 투과시키는 부분과 잘 흡수하는 부분으로 되어 있는 mask를 활용한다. 본 연구에서는 film mask를 활용하였고, 이렇게 빛에 조사된 부분과 mask에 의해 조사되지 않은 부분의 차이에 의해 분자구조가 변한 PR 부분이 특정 화학약품에 쉽게 용해되는 특성을 이용해 현상하는 공정을 통해 PR 구조물을 얻는다. 만들어진 PR구조물은 높이가 17.445 um, 지름이 46.2 um의 원기둥형상을 가지고 있다. (ii) 식각 단계에서 얻은 PR 형상은 reflow 공정을 위해서 주로 원기둥 모양을 가지게 되는데, 이를 유리전이 온도(Tg)보다 높은 140°C의 온도로 유지되는 오븐에 넣어 30분 동안 reflow를 시키면 표면장력에 의해 반구형 마이크로렌즈 형상으로 가공된다. 이러한 LiGA-reflow 공정은 다른 공정과 달리 마이크로렌즈 형상을 가공하는 간단한 방법이지만 수 나노 정도의 표면거칠기를 갖게 되는 우수한 표면 특성을 가지고 있다. 이와 같은 LiGA-reflow공정을 통해 반구형 마이크로렌즈가 제작된다. Reflow공정을 통해 만들어진 마이크로렌즈형상은 높이가 19.54 um, 지름이 46.1 um을 가지고 있다. (iii) 이와 같이 LiGA-reflow 공정을 통해 얻은 마이크로렌즈 형상의 PR구조물을 이용해 마이크로 패턴을 그대로 복제하는 초정밀 전주공정을 통해 전주된 금형을 얻을 수 있다. 이 금형은 직경은 50 um이고, 높이는 각각 15um와 20um의 반구형 마이크로렌즈 패턴을 가지고 있어 마이크로렌즈의 높이를 직경의 비로 정의 되는 세장비 (aspect ratio)가 각각 0.3과 0.4가 된다.

### 3. 사출성형 및 휘도평가

LiGA-reflow 공정과 초정밀 전주공정을 통해 만들어진 높이 20 um와 15 um의 반구형 마이크로렌즈 광

학패턴 금형을 이용해 제품을 성형하기 위하여 사용된 사출성형기는 FANUC사의 ROBOSHOT i 50톤을 사용하였으며, 미세사출성형을 위한 성형조건으로는 2인치 2-cavity 도광판 금형의 전체 충전시간을 0.4초로, 사출속도를 금형 캐비티(cavity) 부분에서 100 mm/s으로 설정하였다. 또한 미세패턴의 성형성에 가장 크게 영향을 미칠 것으로 예상한 사출온도(노즐부)는 315℃, 금형온도는 110℃로 설정하였다. 이와 같은 조건으로 사출성형을 실시하여, 2-cavity 도광판을 사출성형했다. 사출성형된 도광판을 포함한 LCD-BLU의 휘도는 spatial luminance (휘도)를 측정하였으며, 측정기로는 BM7을 사용하였다. 또한 측정 지점은 일반적으로 많이 사용하는 9점 평균 휘도를 사용하였으며 각 측정점의 위치는 Fig. 1과 같다. BM7을 이용한 휘도 측정 결과, 반구형 마이크로렌즈의 높이가 15 um인 경우 9점 평균휘도가 2859 nit, 20 um인 경우 3104 nit를 얻었다. 하지만 광학설계와 다르게 입광부에 비해 입광부에서 먼부분이 휘도가 높은 것은 사출성형시 금형의 게이트(gate)가 입광부의 반대방향에 위치해 마이크로 렌즈 광학패턴의 전사성(replicaton quality)이 떨어지기 때문이다.

4. 결론

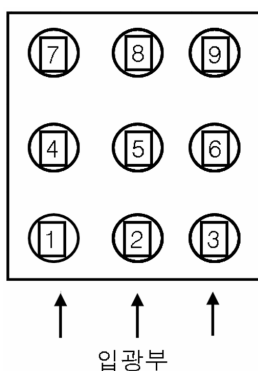
반구형 마이크로 렌즈 광학패턴을 적용한 LCD-BLU에 양각 패턴의 도광판이 적용했을 때, 반구형 마이크로렌즈의 직경과 높이의 비인 세장비가 증가할수록 평균 휘도가 증가하는 결과를 얻었다. 하지만 사출성형 공정 최적화가 이루어지지 않아 마이크로 광학 패턴의 전사성이 떨어져 휘도 균일도가 떨어지는 결과가 발생하였다. 따라서 사출성형공정의 최적화를 통한 마이크로 렌즈 광학패턴의 전사성 확보가 요구된다.

후기

본 연구는 2010생산기반혁신기술개발사업 중 <기능성 고분자소재 성형용 마이크로 금형시스템> 과제의 지원으로 수행되었으며, 이에 관계자분들께 감사드립니다.

참고문헌

1. Wu, M-H and Whitesides, G.M., 2002, "Fabrication of two-dimensional arrays of microlenses and their applications in photolithography", *J. of Micromechanics and Microengineering*, Vol. 12, 747-758.
2. Su, Y. C., Shah, J. and Lin L., 2004, Implementation and analysis of polymeric microstructure replication by micro injection molding, *J. of Micromechanics and Microengineering*, Vol.14, pp. 415-422



|         | Height : 15 um<br>(nit) | Height : 20 um<br>(nit) |
|---------|-------------------------|-------------------------|
| 1       | 2510                    | 2763                    |
| 2       | 2463                    | 2866                    |
| 3       | 2513                    | 2785                    |
| 4       | 3005                    | 3081                    |
| 5       | 2898                    | 2979                    |
| 6       | 3009                    | 2926                    |
| 7       | 3124                    | 3488                    |
| 8       | 3089                    | 3550                    |
| 9       | 3124                    | 3499                    |
| Average | 2859                    | 3104                    |

Fig. 1 Measurement locations of spatial luminance. Table 1 Result of luminance measurement (9 points).