

휴대폰용 도광판의 음각/양각 광학 패턴 성형성 차이에 관한 연구

A Study on the Formability Difference of Negative and Positive Optical Pattern for Light Guide Plate

김종선, 고영배, 김종덕, 윤경환*, 황철진

한국생산기술연구원 정밀금형팀, *단국대학교 기계공학과

libra74@paran.com

1. 서론

현재 모바일용 디스플레이로 많이 사용되고 있는 TFT-LCD는 광원 역할을 하는 BLU(배면광, Back Light Unit)가 꼭 필요하다. 이 BLU는 크게 광을 공급해주는 LED, 점광원을 면광원으로 만들어주는 LGP(도광판, Light Guide Plate), 마지막으로 LGP에서 출사되는 광의 광로를 조절하는 광학 필름으로 구성되어 있다. 이중 LGP는 점광원을 면광원으로 만들어 주는 핵심 역할을 하는 장치로서 주로 금형에 광학 패턴을 가공하고, 사출성형에 의해서 제조되고 있다. 이 금형에 가공 되는 광학패턴으로는 주로 에칭에 의한 방법과 레이저에 의한 직가공 방법들이 주로 이용되어 왔고, 요즘 반도체 공정을 이용하여 광학패턴을 제조 하는 방법이 대두되고 있다.¹⁾ 이와같은 광학패턴이 가공방법의 한계에 따라 주로 금형에 음각으로 가공되고, 성형품(LGP)에는 양각으로 가공되어 사용되고 있다.²⁾ 하지만 광학패턴이 성형품에 음각으로 성형될 때 양각으로 성형될 때보다 광학적으로 우수하다는 것은 많은 광학해석 결과를 통하여 알려져 있다.³⁾ 따라서 본 논문에서는 음각과 양각 광학 패턴이 사출성형 과정에서 발생하는 성형성의 차이에 따라 LGP의 휘도에 미치는 영향에 관해 초점을 맞추었다.

2. 금형제작 및 사출성형

본 논문에서는 광학패턴의 경우 마이크로 렌즈 형태를 적용하였고, 이 마이크로렌즈를 가지는 금형을 가공하기 위하여 LiGA-reflow공정을 이용하였다. LiGA-reflow공정 크게 (i)식각단계, (ii) reflow 단계, (iii) 전주로 나누어 진행된다.

먼저 (i)식각단계는 AZ9260을 스핀코팅을 이용하여 5 μm 의 두께를 갖는 PR(photo resist)을 형성한 후, 오븐에서 30분간 소프트 베이킹을 시행하였다. 이와같은 PR을 UV노광기를 이용하여 $200\text{mJ}/\text{cm}^2$ 으로 노광후 AZ400K를 이용하여 현상을 수행하여 지름이 35 μm , 높이가 5 μm 인 원기둥 모양의 PR구조물을 형성하였다. (ii) 식각단계에서 얻은 PR구조물을 유리전이 온도(T_g)보다 높은 135°C의 온도로 유지되는 오븐에 넣어 5분 동안 reflow를 시키면 표면장력과 접착력에 의해 반구모양의 마이크로렌즈가 형성된다. (iii) 마지막으로 이렇게 형성된 마이크로렌즈를 금형으로 사용하기 위하여 전주 공정을 시행하여 stamper금형을 제작하였다.

LiGA-reflow공정을 이용하여 제작된 금형을 형체력 110 ton, 최대 사출압력 2600 kg/cm^2 , 최대사출속도 350 mm/s 인 LS전선의 LGE-110D 모델의 전전동식(full electric) 사출성형기를 사용하여 LGP를 성형 하였다. 성형조건으로는 미세패턴의 충전률을 고려하여 1 cavity LGP 금형의 전체 충전시간을 0.23 sec, 사출온도(노즐부)는 315°C, 금형온도는 140°C로 설정하였고, 사용된 수지는 Mitsubishi사의 Lupilon-HL4000 의 PC(Polycarbonate)를 사용하였다.

3. 측정결과

사출성형에 의해 만들어진 음각과 양각의 광학패턴을 가지는 LGP를 3D-profiler를 이용하여 Fig. 1과

Fig. 2와 같이 LGP의 9지점을 선택하여 각각 20개씩 측정하였다. 측정 결과 양각의 stamper금형을 이용하여 음각의 광학패턴을 가지는 LGP를 성형한 경우 광학 패턴의 높이는 stamper금형과 유사하게 8 μm 를 나타내 나, 광학패턴의 지름 부분은 35 μm 인 stamper금형보다 커지는 경향을 보이고 있다. 또한 그정도는 게이트에서 멀어질수록 즉, flow-length가 길수록 지름이 46 μm 까지 커지는 경향을 보이고 있다. 이에 반해 음각의 stamper금형을 이용하여, 양각의 광학패턴을 가지는 LGP를 성형한 경우 광학패턴의 지름은 stamper금형과 유사하게 35 μm 를 나타내고 있으나, 광학 패턴의 높이는 stamper금형의 8 μm 보다 작은 7 μm 까지 줄어드는 경향을 보이고 있다.

4. 결론 및 토의

본 실험결과와 같이 양각의 광학 패턴을 가지는 LGP의 경우 사출성형중 고화층의 발생에 따라 stamper의 광학패턴을 채우지 못하여 광학패턴의 높이가 낮아지는 현상을 보이고 있으며, 이 때문에 광학패턴이 금형보다 작아지는 경향을 보이고 있다. 이에 반해 음각의 광학 패턴을 가지는 LGP의 경우 금형의 광학패턴부분과 금형면이 만나는 부분의 미충전이 발생하는 현상을 보이고 있다. 따라서 stamper보다 광학 패턴의 지름이 커져 광을 반사시키는 면적이 오히려 커지는 경향을 보이고 있다. 또한 음각과 양각의 광학 패턴의 경우 지름 및 높이가 변화하는 정도는 게이트에서 멀수록 즉, flow-length가 길수록 그 정도가 심해지는데 이것은 고온의 수지가 저온의 금형으로 충전중 수지온도가 저하되고 고화층의 형성이 빨라지기 때문이다.

이와같이 기존에 알려졌던 음각광학 패턴의 형상에 따른 광효율의 이득이외에 사출성형공정에서 발생하는 성형성 차이로 광학패턴 모양의 차이가 발생하여 LGP의 휘도에 영향을 미친다는 결과를 얻었다. 따라서 LGP의 광학패턴 설계시 성형성의 차이에 따른 영향을 고려하여야 한다.

후기

본 연구는 한국생산기술연구원 주관의 생산기술 연구사업 중 중소기업과제 ‘국부 급냉 요소적용 게이트 자동절삭 중소형 도광관 금형기술’의 지원으로 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 김종선, 고영배, 유재원, 민인기, 황철진, 윤경환, “휴대폰용 2인치 LCD-BLU의 광특성에 미치는 광학패턴 세장비의 영향 연구 : II. 금형 및 광특성”, 금형저널, vol. 261 pp. 62~66 (2006)
2. 김종선, 유재원, 황철진, 고영배, 허영무, 윤경환, “LiGA 마이크로렌즈패턴을 이용한 휴대폰용 도광관 제작”, 한국소성가공학회 추계학술대회 논문집 pp. 51~54 (2005)
3. 황철진, 김종선, 고영배, 민인기, 유재원, 허영무, 윤경환, “음각, 양각 광학패턴 적용 휴대폰용 도광관 금형 제작 및 광특성 연구”, 제1회 한국금형공학회 학술대회 논문집, pp. 111~114 (2006)

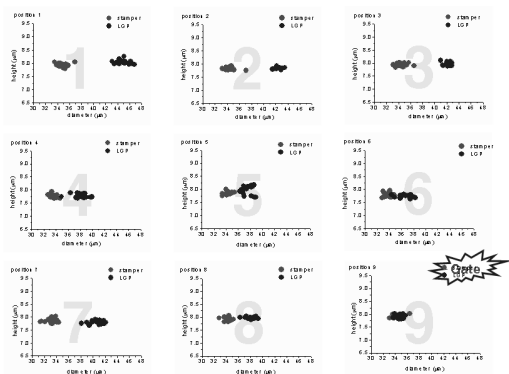


Fig. 1 Formability formation of negative LGP

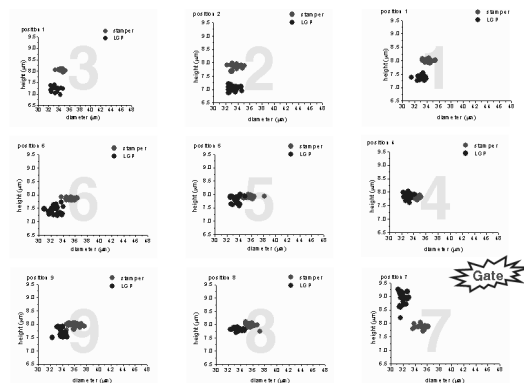


Fig. 2 Formability formation of positive LGP