

휴대폰용 도광판의 도트패턴 가공방법에 따른 금형 및 성형품의 표면특성연구 : 레이저가공, 부식, LiGA - reflow 방법

A Study on the surface characteristics of mold and injection molded part depending on mold fabrication methods of dot pattern of LGP of cellular phone : Laser Ablation, Chemical Etching, LiGA-Reflow method

도영수^{***}, 김종선^{*}, 고영배^{***}, 김종덕^{*}, 윤경환^{**}, 황철진^{*#}

^{*}한국생산기술연구원 정밀금형팀, ^{**}단국대학교 기계공학과

cjhwang@kitech.re.kr

1. 서론

TFT-LCD는 자체 발광능력이 없기 때문에 반드시 후면에서 면광원을 만들어 광원을 공급하는 장치가 요구된다. 따라서, BLU (Back Light Unit)가 TFT-LCD Panel의 배면광원(Back Light)의 역할을 하게 된다. 본 연구에서는 BLU의 핵심부품인 도광판을 제작하기 위하여 (1)레이저가공(laser ablation), (2)부식(chemical etching), 및 (3)LiGA - reflow 세가지 공정을 이용하여 도광판 금형을 제작하고, 사출성형공정을 이용하여 2.2인치 휴대폰용 도광판을 성형하였다. 이와 같이 세가지 광학패턴 제작방식을 통해 얻어진 금형 및 성형품의 동일 위치에 있는 패턴을 선정하여 형상 및 표면거칠기를 서로 비교하여 현재 제작되고 있는 도광판의 광학패턴 형상에 따른 광학적 효과에 대해 알아보려고 한다.

2. 금형제작 및 사출성형

2.2인치 휴대폰용 도광판을 설계하기 위해 본 연구에서는 지름이 35 μm , 높이가 8 μm 인 반구형의 마이크로렌즈를 적용하여 광학설계 및 금형가공을 하였고, 휘도 균일도의 향상을 위하여 도광판의 입광부 광학패턴의 밀도는 작게, 대광부 광학패턴의 밀도는 크도록 광학설계를 진행하였다. 이와 같은 설계에 의해 본 연구에 적용한 2.2인치 도광판에는 145,870개의 반구형 마이크로렌즈 광학패턴이 적용되었으며, 레이저가공, 부식 및 LiGA - reflow방법 모두 동일한 위치에 마이크로렌즈 위치를 설정하여 금형가공을 실시했다. 또한 전주공정을 통해 양각의 금형을 제작하여 초기 제작한 음각의 금형과 비교 하였다.

본 실험에 사용된 사출기는 형체력 110 ton, 최대 사출압력 2600 kgf/cm^2 , 최대사출속도 350 mm/s 인 LS 전선의 LGE-110D 모델의 전전동식(full electric) 사출성형기를 사용하였고, 수지는 Mitsubishi사의 Lupilon- HL4000 의 PC(Polycarbonate)를 사용하였다. 성형조건으로는 미세패턴의 충전률을 고려하여 2.2인치 2 cavity 도광판 금형의 전체 충전시간을 0.2 sec, 사출속도는 금형 캐비티(cavity) 부분에서 255.2 mm/s 으로 설정하였다. 또한, 사출온도(노즐부)는 315 $^{\circ}\text{C}$, 금형온도는 140 $^{\circ}\text{C}$ 로 설정하여 사출성형을 통해 도광판을 제작하였다.

3. 측정결과

세가지 공정을 통해 제작된 음각패턴 금형의 경우 Table 1의 프로파일러(Profiler) 이미지 측정결과에 나타난 바와 같이 레이저가공에 의한 패턴은 원추 형태로, 부식에 의한 패턴은 원기둥에 가까운 형태, LiGA - reflow 공정을 이용한 패턴은 반구형의 형태를 갖는 것으로 나타났다. 표면거칠기는 레이저가공을 이용하여 제작된 패턴의 Ra 값이 Table 1, Table 2, Table 3 에서 보듯이 음각패턴 금형 40 nm, 양각패턴 금형 38 nm,

그리고 사출성형품(도광판) 31 nm로 가장 높게 나타났으며, 부식을 이용하여 제작된 패턴의 Ra 값은 음각패턴 금형 25 nm, 양각패턴 금형 24 nm, 그리고 사출성형품(도광판) 22 nm 로 났다. 그리고 LiGA - reflow 공정을 이용해 제작한 경우, 음각패턴 금형 5 nm, 양각패턴 금형 5 nm, 그리고 사출성형품(도광판) 4 nm 로 가장 낮게 나타났다.

4. 결론 및 토의

본 실험을 통해 현재 휴대폰용 도광판에 사용되고 있는 (1)레이저가공(laser ablation), (2)부식(chemical etching) 및 (3)LiGA - reflow를 통한 광학패턴의 특성을 검증하여 보았다. 현재 광학 해석에 사용되고 있는 광학해석 프로그램들은 거의 반구형태의 광학패턴에 표면 상태 정보만을 넣을 수 있기 때문에 레이저가공이나 부식에 의해 제작된 광학 패턴은 그 형태의 차이와 표면 상태의 불균일성 때문에 정확성이 떨어질 수밖에 없다. 따라서 기존의 레이저가공이나 부식가공을 사용하여 휴대폰용 도광판을 설계할 때 이와 같은 차이를 반영하여 설계를 하여야한다. 또한 LiGA-reflow 공정을 이용해 제작된 광학패턴은 형상정밀도와 표면조도가 좋기 때문에 광학해석과 가장 유사한 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 향후 각 광학패턴을 적용한 도광판을 실제로 제작하여 각 광학패턴의 형상 및 표면 광학물성의 정확성을 높일 수 있는 방법을 연구할 예정이다.

후기

본 연구는 한국생산기술연구원 주관의 생산기술 연구사업 중 중소기업과제‘국부급냉요소 적용 게이트 자동절삭 중소형 도광판 금형기술’및 서울시가 주관하는‘차세대 감성형 디지털 정보 디스플레이 혁신 클러스터 구축과제’의 지원으로 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. M. H. Wu and G. M. Whitesides, "Fabrication of two-dimensional arrays., Journal of Micromechanics and Microengineering", Vol.12, pp 747-758 (2002)
2. D. S. Kim, H. S. Lee, B. K. Lee, S. S. Yang and T. H. Kwon, "Replications and analysis of microlens., Polymer Engineering & Science", Vol.46, Issue 4, pp. 416~425 (2006)

	(a) Laser Ablation	(b) Chemical Etching	(c) LiGA - Reflow
Profiler Image			
Roughness	Ra = 40 nm Rmax = 203 nm	Ra = 25 nm Rmax = 135 nm	Ra = 5 nm Rmax = 19 nm

Table 1: Pattern surface of negative-pattern molds.

	(a) Laser Ablation	(b) Chemical Etching	(c) LiGA - Reflow
Profiler Image			
Roughness	Ra = 38 nm Rmax = 207 nm	Ra = 24 nm Rmax = 136 nm	Ra = 5 nm Rmax = 20 nm

Table 2: Pattern surface of positive-pattern molds.

	(a) Laser Ablation	(b) Chemical Etching	(c) LiGA - Reflow
Profiler Image			
Roughness	Ra = 31 nm Rmax = 53 nm	Ra = 22 nm Rmax = 133 nm	Ra = 4 nm Rmax = 16 nm

Table 3: Pattern surface of injection-molded negative-pattern of LGP's