

광학패턴의 세장비가 2인치 휴대폰용 도광판의 광특성에 미치는 영향 연구 : I. 광학 해석 및 설계

A Study on the Effect of Optical Characteristic in 2 inch LCD-BLU by Aspect Ration of Optical Pattern : I. Optical Analysis and Design

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

1. 서론

LCD(liquid crystal display)에 면광원을 공급해주는 BLU는 반사판, 도광판, BEF(Brightness Enhancement Film), 보호시트 등으로 구성되어 있다. 이 중에서 BLU의 구성 부품 중 도광판은 선광원인 CCFL 이나 점광원인 LED의 광을 면광원으로 만들어주는 역할을 한다. 하지만 기존의 휴대폰용 도광판은 주로 에칭에 의한 광학패턴을 이용하기 때문에 표면 조도가 낮아 표면에서 빛이 산란되어 손실되는 비율이 높다. 따라서, 본 연구는 이와 같은 기존의 도광판의 한계를 뛰어넘기 위하여, 광학설계를 통한 최적화와 도광판의 핵심 광학 기술인 광학 패턴의 생성방법을 패턴제어가 가능하고 표면 거칠기가 수 나노급으로 가공할 수 있는 UV LIGA 공정기술을 이용하여 직경 수십 마이크로급의 마이크로 렌즈 패턴을 개발함과 동시에 이와같이 만들어진 마이크로 렌즈 패턴의 세장비를 조절함으로써 도광판의 광특성에 미치는 영향을 밝히는 것을 목적으로 한다.

2. 광학해석

2인치급 도광판을 설계하기 위해서 본 연구에서는 직경이 50 μm 인 반구형 마이크로 렌즈를 적용하였고, 휘도 조절은 광학패턴의 밀도를 조절하는 방법을 사용하여 광학패턴이 설계되었다. 이와같은 설계에 의해 본 연구에 적용한 2인치급의 도광판에는 99,863개의 반구형 마이크로 렌즈가 적용되었다. 또한, 설계된 도광판의 광학특성을 평가하기 위해 광학 해석 프로그램인 OPTIS사의 SPEOS를 사용하였고, 해석 모델은 광원으로 백색 LED 3개, 0.8 mm의 일정한 두께를 가진 도광판, 배면의 반사시트로 되어있으며, 입광부는 피치 50 μm , 높이 25 μm 의 프리즘 패턴이 적용되었다. 또한, 도광판에 사용된 수지는 미쯔비시사의 H3700R로 굴절률이 1.59인 PC를 사용하였다. 해석 과정은 각각의 경우 동일한 패턴밀도와 지름은 50 μm 를 가지는 반구형 마이크로렌즈를 사용하였고, 마이크로렌즈의 높이가 각각 10 μm , 15 μm , 20 μm , 25 μm 를 가지는 음각 및 양각의 광학 패턴이 가공되는 경우를 해석하였다. 먼저 현재 부식에 의해서 만들어지는 도광판에 많이 쓰였던 광학패턴이 도광판의 양각으로 성형된 경우의 광학 해석 결과는 Table 1과 같다. 양각의 광학 패턴을 가진 도광판의 경우 세장비(aspect ratio)가 0.2로 낮은, 즉 10 μm 높이의 반구형 마이크로 렌즈 광학 패턴을 가진 경우 평균휘도가 1786 nit를 보이나, 세장비가 0.5인 높이 25 μm 의 반구형 마이크로 렌즈 광학 패턴을 적용하면 3818 nit로 2배에 가까운 평균휘도의 증가를 얻을 수 있다. 또한 도광판에 음각으로 광학 패턴을 성형한 경우는 Table 2와 같이 광 이용도 면에서는 기존의 양각 도광판보다 우수한 것을 볼 수 있다. 현 광학 패턴상에서 10 μm 의 음각 광학패턴의 경우 평균 휘도가 약 4909 nit로 세장비가 0.5인 양각 도광판

의 평균휘도를 넘어서고 있으며, 휘도 균일도도 60%로 큰 차이를 보이고 있지 않다. 하지만 음각 광학패턴의 경우 세장비가 증가하면 현재의 광학설계상태에서는 평균휘도는 올라가나 휘도 균일도가 낮은 결과를 얻었다.

3. 결론

기존에 사용되고 있는 부식에 의한 광학 패턴을 대체하기 위해 도입한 마이크로 렌즈형태의 광학 패턴의 경우 부식 패턴에 비해 세장비를 높일 수 있는 장점을 가지고 있으며, 이렇게 만들어진 높은 세장비는 기존에 설계되어 있는 양각의 도광판의 광학패턴을 대체하여 보다 고휘도의 도광판을 생산할 수 있다는 결과를 얻었다. 하지만 높은 세장비를 가지는 마이크로렌즈 형태의 광학 패턴의 경우 사출성형 공정에서 광학 패턴의 충전률이 떨어질 수 있는 문제를 가지고 있어 사출성형 공정에서 세심한 주의가 필요할 것으로 생각된다. 또한 높은 세장비를 가지는 광학 패턴의 대안으로 기존에 사용되고 있는 양각의 광학패턴보다 광 이용도가 뛰어난 음각의 광학 패턴의 도입을 통해 고휘도의 LCD-BLU개발이 가능함을 보여주었다.

후기

본 연구는 2010생산기반혁신기술개발사업 중 <기능성 고분자소재 성형용 마이크로 금형시스템 과제>의 지원으로 수행되었으며, 이에 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. Moon, S., Lee, N. and Kang, S., 2003, Fabrication of a microlens array using micro-compression molding with an electroformed mold insert, *J. of Micromechanics and Microengineering*, Vol. 13, pp. 98-103.

Table 1 Simulation result of luminance and optical quality in positive micro-lens patterned LGP

Pattern height (um)	Positive patterned LGP			
	10	15	20	25
Contrast	0.24	0.24	0.22	0.24
Average luminance (nit)	1786	3470	3641	3818
Luminance uniformity (%)	62	62	64	61
Coefficient of light utilization (%)	21	42	43	46
Viewing angle (°)	32	20	23	21

Table 2 Simulation result of luminance and optical quality in negative micro-lens patterned LGP

Pattern height (um)	Negative patterned LGP			
	10	15	20	25
Contrast	0.25	0.31	0.45	0.57
Average luminance (nit)	4909	5649	5955	6053
Luminance uniformity (%)	60	52	36	27
Coefficient of light utilization (%)	58	65	68	69
Viewing angle (°)	30	30	30	30