

휴대폰용 2인치 LCD-BLU의 광특성에 미치는 음각 및 양각 광학패턴의 영향 연구 : I. 광학 해석 및 설계

황철진*, 고영배, 김종선 (한국생산기술연구원 정밀금형팀), 윤경환 (단국대학교 기계공학과)

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

C. J. Hwang, Y. B. Ko, J.S. Kim (Precision Mold Team, Korea Institute of Industrial Technology, KITECH),
K. H. Yoon (Dept. of Mechanical Eng., Dankook Univ.)

ABSTRACT

LCD-BLU (Liquid Crystal Display - Back Light Unit) is one of kernel parts of LCD unit and it consists of several optical sheets(such as prism, diffuser and protector sheets), LGP (Light Guide Plate), light source (CCFL or LED) and mold frame. The LGP of LCD-BLU is usually manufactured by forming numerous dots with 50~200 μ m in diameter on it by erosion method. But the surface of the erosion dots of LGP is very rough due to the characteristics of the erosion process during the mold fabrication, so that its light loss is high along with the dispersion of light into the surface. Accordingly, there is a limit in raising the luminance of LCD-BLU. In order to overcome the limit of current dot patterned LGP, optical pattern design with 50 μ m micro-lens was applied in the present study. Especially, the negative and positive micro-lens pattern fabricated by modified LiGA with thermal reflow process was applied to the optical design of LGP. The attention was paid to the effects of different pattern conditions to the brightness distribution of BLU with micro-lens patterned LGP. Finally, negative micro-lens patterned LGP showed superior results to the one made by positive in average luminance.

Key Words : LCD-BLU (LCD 배면광), Light Guide Plate (도광판), Injection Molding (사출성형), LiGA

1. 서론

LCD(liquid crystal display)는 휴대폰용 디스플레이 시장을 대부분 차지하고 있다고 해도 과언이 아니다. 이와 같은 LCD는 크게 액정 패널, 구동회로, BLU(Back Light Unit)으로 구성되고, 이중 액정 패널은 컬러필터, 배향막, 액정층, TFT(Thin Film Transistor), 액정용액 등으로 되어 있으며, BLU는 Fig. 1-1과 같이 반사판, 도광판, BEF(Brightness Enhancement Film), 보호시트 등으로 구성되어 있다. 이중에서 BLU의 구성 부품 중 도광판은 선광원인 CCFL이나 점광원인 LED의 광을 면광원으로 만들어주는 역할을 한다. 기존의 휴대폰용 도광판은 도광판 하부에 확산 dot를 인쇄하거나 주로 에칭에 의한 광학패턴을 주로 사용해왔다.

하지만 Fig. 2와 같이 기존에 사용되고 있는 에칭패턴은 그 제작공정의 특성상 dot의 표면이 매우 거칠기 때문에 표면에서 빛이 산란되어 손실되는 비율이 높아, LCD-BLU의 효율을 높이는데 한계가 있으며, 에칭 공정의 특성상 도광판에 양각의 에칭패턴만이 가능하다. 또한, dot의 크기 등 형상의 균일도 문제 때문에 dot패턴의 정밀한 제어

를 통한 고휘도의 도광판 개발이 힘들다는 사실은 아주 잘 알려져 있다.

따라서, 본 연구는 이와 같은 기존의 도광판의 한계를 뛰어넘기 위하여, 광학설계를 통한 최적화와 도광판의 핵심 광학 기술인 광학패턴의 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 패턴을 도광판에 음각과 양각으로 적용하여 그 영향을 밝히는 것을 목적으로 한다.

2. 광학해석

2인치급 도광판을 설계하기 위해서 본 연구에서는 직경이 50 μ m인 반구형 마이크로 렌즈를 적용하였고, 휘도 조절은 광학패턴의 밀도를 조절하는 방법을 사용하여 광학패턴이 설계되었다. 이와 같은 설계에 의해 본 연구에 적용한 2인치급의 도광판에는 99863개의 마이크로 렌즈가 적용되었다. 또한, 설계된 도광판의 광학특성을 평가하기 위해 광학 해석 프로그램인 OPTIS사의 SPEOS를 사용

하였으며 광학해석 모델은 Fig. 3 과 같은 전체 도광판 구조중 백색 LED3 개, 0.8 mm 의 일정한 두께를 가진 도광판, 배면의 반사시트로 되어있으며, 입광부는 피치 50um, 높이 25 um 의 프리즘 패턴이 적용되었다. 또한, 도광판에 사용된 수지는 미쯔비시사의 H3700R 로 굴절률이 1.59 인 PC 를 사용하였다. 이와같은 조건을 바탕으로 Fig. 3 과 같은 SPEOS 도광판 해석 모델이 완성되었다.

해석 과정은 동일한 패턴 밀도와 반경을 가지는 마이크로렌즈를 사용하였고 마이크로렌즈가 도광판에 음각과 양각으로 가공되는 경우를 모사하였다. 모사결과는 photometry 관점에서 Fig 4(a)와 같이 단위면적을 통과는 radiation flux 를 측정하는 spatical Luminance(휘도) 와 Fig. 4(b)와 같이 시야각을 볼 수 있는 angular Luminance 를 모사하였다.

해석결과는 Fig. 5 (a)와 같이 15 um 의 양각 마이크로광학패턴을 적용한 도광판의 경우 contrast 는 0.24, 평균휘도는 3470 nit 를 보이고, 휘도 균일도는 62%이고, 광이용도는 약 42%이다. 마지막으로 시야각의 분포도 약 20 도를 보이고 있다.

그에 반해 Fig. 5 (b)와 같이 15 um 의 음각 마이크로광학패턴을 적용한 경우 contrast 는 0.31, 평균 휘도는 5649 nit 를 보이고, 휘도 균일도는 52%이고, 광이용도는 약 65%이다. 마지막으로 시야각의 분포도 약 30 도를 보이고 있다.

4. 결론

본 해석결과에서 알 수 있듯이 기존에 사용되고 있는 양각의 광학 패턴 보다 음각의 광학 패턴이 광학적으로 우수함을 알 수 있다. 하지만 단순히 기존의 양각의 광학 패턴을 음각의 광학 패턴으로 대체하여서는 원하는 광학적 특성을 얻을 수 없으며 음각의 광학패턴을 위한 독자적인 광학 패턴의 설계가 필요함을 알 수 있었다.

후 기

본 연구는 2010 생산기반혁신기술개발사업의 기능성 고분자소재 성형용 마이크로 금형시스템 과제 의 일환으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Wu, M-H and Whitesides, GM., 2002, "Fabrication of two-dimensional arrays of microlenses and their applications in photolithography", J. of Micromechanics and Microengineering, Vol. 12, pp. 747-758.
2. Kim, D.S., Yang, S.S., Lee, S-K, Kwon, T.H and Lee, S.S., 2003, "Physical modeling and analysis of microlens formation fabrication by a modified LIGA

process", J. of Micromechanics and Microengineering, Vol. 13, pp. 523-531.

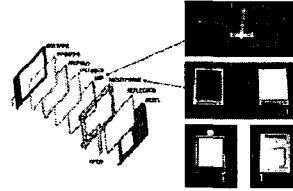


Fig. 1 A schematic diagram of LCD-BLU

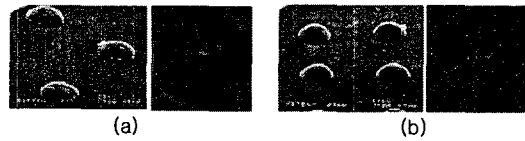


Fig. 2 Microscope images of (a) etched dot- and (b) micro-lens patterns



Fig. 3 A simulation model of micro-lens patterned LGP by SPEOS.

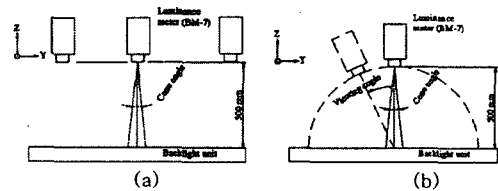


Fig. 4 A measurement method of (a) spatial luminance and (b) angular luminance

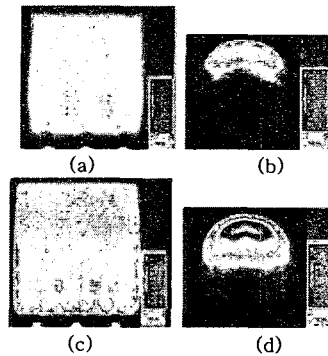


Fig. 5 A simulation result of (a), (c) spatial luminance and (b),(d) angular luminance in (a), (b) positive and (c) (d) negative micro-lens patterned LGP (h = 15 um)