

# LCD-BLU용 연속마이크로렌즈 광학패턴 도광판 금형개발

## : I. 광학 해석 및 설계

### A Study on the fabrication method of LCD-BLU by continuous micro-lens : I. Optical Analysis and Design

황철진, 고영배, 김종선, 윤경환\*

한국생산기술연구원 정밀금형팀, \*단국대학교 기계공학과

cjhwang@kitech.re.kr

#### 1. 서론

LCD(liquid crystal display)의 TFT-LCD는 자체 발광능력이 없기 때문에 TFT-LCD 후면에서 면광원을 만드는 장치가 필요하다. 이와 같은 면광원을 만드는 장치를 BLU(Back Light Unit), 배면광이라 하고, BLU는 반사판, 도광판, BEF (Brightness Enhancement Film), 보호시트 등으로 구성되어 있다. 이 중에서 도광판은 선광원인 CCFL을 면광원으로 만들어주는 역할을 한다. 기존의 카 네비게이션에 많이 사용하는 7인치 도광판은 도광판 하부에 주로 부식에 의한 광학패턴을 주로 사용해왔다. 하지만 본 연구에서는 기존의 부식에 의한 도광판의 한계를 뛰어넘기 위하여, 직경 200  $\mu\text{m}$ 의 연속마이크로 렌즈 패턴을 개발하여 네비게이션용 도광판에 적용하는 것을 목적으로 하였다.

#### 2. 연속 마이크로렌즈

기존에 도광판에 사용되고 있는 개별 광학패턴의 경우 주로 에칭에 의해 만들어진 반구형태의 개별광학 패턴이 사용되고 있으나, 광학패턴의 형상제어가 어렵고 에칭공정의 특성상 세장비를 올릴 수 없는 문제를 가지고 있다. 그래서 현재 노트북이나 모니터용 도광판에 도입하고 있는 기계가공에 의한 V-그루브 패턴의 적용을 위한 연구가 진행 중이다. 하지만 V-그루브 개별 광학패턴의 경우 피치가 50-100  $\mu\text{m}$ 인 V-그루브를 4000개 가까이 가공을 해야 하기 때문에 각각의 V-그루브간의 균일성이 떨어지는 문제를 가지고 있으며, 또한 일본으로부터 수입하는 고가의 전용장비를 사용하기 때문에 가공비용도 높을 뿐더러 유연성이 떨어지는 문제를 가지고 있다. 이와같은 문제점을 극복하기 위하여 본 연구에서는 반도체 공정을 이용하여 포토레지스트를 원기둥형상으로 현상하고, 리플로우공정을 수행하면 근접한 포토레지스트들이 연결되어 연속마이크로렌즈 형상을 만들게 된다. 이와같은 연속 마이크로렌즈는 반도체 공정을 이용하기 때문에 패턴제어가 용의하고, V-그루브 패턴과 유사한 광학적 효과를 얻을 수 있다.

#### 3. 광학해석

네비게이션용 7인치급 BLU을 설계하기 위해서 본 연구에서는 직경이 200  $\mu\text{m}$ 인 연속마이크로 렌즈를 적용하였고, 휘도 조절은 광학패턴의 밀도를 조절하는 방법을 사용하여 광학패턴이 설계되었다. 기존의 도광판은 100  $\mu\text{m}$  크기의 에칭 패턴을 사용하였고, 휘도 조절은 패턴의 밀도를 조절하는 방법을 사용하였으며, 에칭 광학 패턴은 97,020개를 사용하였다. 하지만 본 연구에서 보다 고휘도의 7인치급의 BLU을 설계하기 위하여 934,751개의 연속마이크로 렌즈가 적용되었다. 또한, 설계된 도광판의 광학특성을 평가하기 위해 광학 해석 프로그램인 OPTIS사의 SPEOS를 사용하였으며, 광학해석 모델은 전체 도광판 구

조중 CCFL이 "L"자 모양으로 배치된 구조이고, 3 mm의 일정한 두께를 가진 BLU, 배면의 반사시트로 되어있다. BLU에 사용된 수지는 스피토토사의 MGSS그레이드 수지로 굴절률이 1.49인 PMMA를 사용하였다. 해석 과정은 동일한 패턴 밀도와 반경을 가지는 연속 마이크로렌즈를 사용하였고 각각의 마이크로렌즈의 높이를 조절하였으며, 또한 각각의 마이크로렌즈가 도광판에 양각으로 가공되는 경우를 모사하였다. 먼저 기존의 네비게이션용 7인치 도광판의 경우 개별광학 패턴의 높이는 15 um 로 일정하고 마이크로렌즈의 크기를 10 um로 일정한 경우로 contrast는 0.12로 휘도 균일도는 확보가 되나 평균휘도는 790 nit의 낮은 휘도 값을 보이고, 휘도 균일도는 78%이고, 광이용도는 약 24%이다. 이와같이 기존의 광학설계는 휘도균일도 확보에는 용의하고 지극히 낮은 휘도를 가지고 있다. 하지만 연속마이크로렌즈를 적용한 도광판의 경우 Fig. 1과 Table 1과 같이 광학 패턴의 높이에 따라 1897 nit에서 2768 nit의 높은 휘도를 보이고 있으며, 휘도 균일도도 62%에서 71%로 높은 수준을 유지하고 있다.

4. 결론

기존에 사용되고 있는 부식에 의한 광학 패턴을 대체하기 위해 도입한 연속마이크로 렌즈형태의 광학 패턴의 경우 부식 패턴에 비해 광 이용효율이 높으며, 기존의 에칭 패턴에 비해 높은 세장비를 얻을 수 있기 때문에 광학 설계에 보다 유연성을 부여할 수 있을 것이다. 하지만 높은 세장비를 가지는 연속 마이크로렌즈 형태의 광학 패턴의 경우 사출성형 공정에서 광학 패턴의 충진률이 떨어질 수 있는 문제를 야기 할 수 있기 때문에 이에 대한 연구를 추가로 진행하고 있다.

후기

본 연구는 2010생산기반혁신기술개발사업 중 '기능성 고분자소재 성형용 마이크로 금형시스템 과제'의 지원으로 수행되었으며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1 Hwang, C.J., Ko, Y.B., Ha, S.Y., Lee, G. H., and Heo, Y.M., 2005, "Micro Injection Mold Fabrication with modified LIGA Micro-lens Pattern and its application to LCD-BLU", *21st Annual Meeting of the Polymer Processing Society*  
 2 Wu., M. H., and Whitesides, G. M., 2002, "Fabrication of two-dimensional arrays of microlenses and their applications in photolithography", *Journal of micromechanics and microengineering*, Vol. 12, pp. 747-758

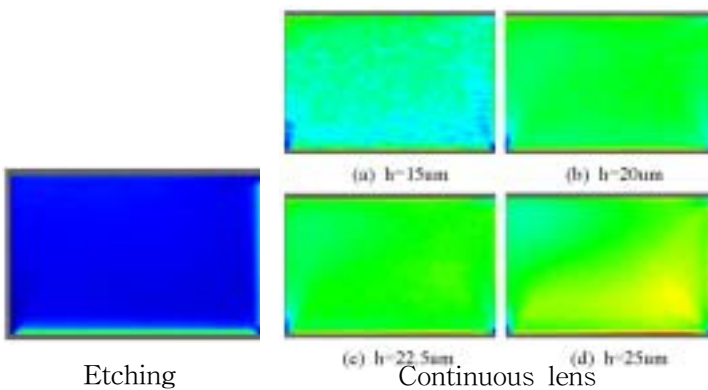


Fig. 1 A simulation result of spatial luminance in positive etching and continuous lens patterned LGP

	etching	continuous			
Pattern height (um)	15	15	20	22.5	25
contrast	0.12	0.24	0.12	0.12	0.27
Average luminance (nit)	790	1897	2320	2478	2768
Luminance uniformity (%)	78	62	79	78	58
Coefficient of light utilization (%)	24	51	61	64	71

Table. 1 A result of simulated luminance and optical quality in micro-lens LGP