

임프린트 방식을 이용한 핸드폰용 양면 프리즘 도광판 개발

*김광¹, 구본석¹, 조장현¹, 김지완¹, 김주현¹, 김영일², 정미숙², 김주환², 김태경³

¹ 한국산업기술대학교 기계설계공학과, ² 한국산업기술대학교 나노공학과, ³ 한국산업기술대학교 Nano-Tic사업본부

Double-Sided Prism LGP (Light Guide Plate) for Mobile Phone Using UV Imprint Lithography

*K. Kim¹, B. S. Koo¹, J. H. Cho¹, J. W. Kim¹, J. H. Kim¹, Y. I. Kim², M. S. Jung², J. H. Kim², T. K. Kim³

¹ Dept. of Mech. Design Eng., Korea Polytech Univ., ¹ Dept. of Nano-Optic. Design Eng., Nano-Tic Center

Key words : LGP (Light Guide Panel), UV Nanoimprint Lithography, BLU (Back Light Unit)

1. 서론

LCD, PDP, OLED 등의 평판 디스플레이는 90년대 이후 시장에 상품의 주류를 이루기 시작한 이래 계속 그 응용과 범위를 넓혀 나가고 있는 추세이다. 특히, LCD 제품은 다양한 형태로 응용되어 핸드폰에서 TV에 이르기까지 다양한 제품군을 형성하고 있다. 이러한 가능성은 LCD 관련 부품의 발전이 뒷받침되었으며 특히, 백라이트(BLU: Back Light Unit)의 발전이 밑바탕이 되었다. 휴대폰의 경우 CCFL을 사용하는 모니터와 달리 소비전력과 두께를 고려해 LED를 사용하고 있다. 또한, 동영상 많이 사용하는 핸드폰의 발달로 두께와 더불어 소비전력이 화두로 제시되었다. 소비전력은 BLU의 휘도를 향상시키는 것과 관련이 있으며 도광판(LGP: Light Guide Panel)의 광특성 개선을 위한 연구[1][2], 이중패턴에 의한 연구[3]가 진행되었다. 본 연구에서는 BLU의 두께를 줄이고 휘도를 향상시키는 일환으로 임프린트 프로세스를 이용하여 서브마이크로의 프리즘 패턴을 도광판에 전사하고 패턴의 전사성과 휘도를 측정하고 특성을 비교하였다.

2. 양면 프리즘 도광판의 구조

LCD는 OLED와 같이 자체 발광을 하지 못함으로 BLU로부터 후면에서 제공된 빛을 투과시키거나 혹은 차단시키는 것으로 영상을 만들어 낸다. Fig.1(a)는 전형적인 BLU의 구조로 광원으로는 점광원인 LED를 사용하고 도광판을 이용해 광원을 평면화시킨다. 일반적으로 도트 패턴을 형성시켜 빛을 난반사 또는 산란시켜 도광판의 상층으로 나오도록 하는 역할을 한다. 또한, 하면의 반사시트를 이용해 도광판의 상면으로 출사되는 빛을 최대화시키는 역할을 한다. 도광판 상면에 수직 및 수평방향의 프리즘 시트를 위치시켜 LCD패널면에 수직인 방향의 빛만이 출사되도록 한다. 이후 확산판을 사용하여 빛을 균일화시켜 LCD에 도달하도록 하는 역할을 한다. Fig.1(b)는 본 연구에서 시도한 BLU 구조로 도광판 및 수평·수직의 프리즘 기능을 한 장의 시트에 구현한 양면 프리즘 도광판이다. 제작한 도광판의 두께는 0.8mm이하로 UV 임프린트 공정에 의해 Fig. 2와 같이 양면에 프리즘을 형성시켜 도광판의 역할 뿐만아니라 수평·수직 프리즘의 역할을 하게 된다. Fig. 2(a)는 하면의 수직 프리즘 패턴을

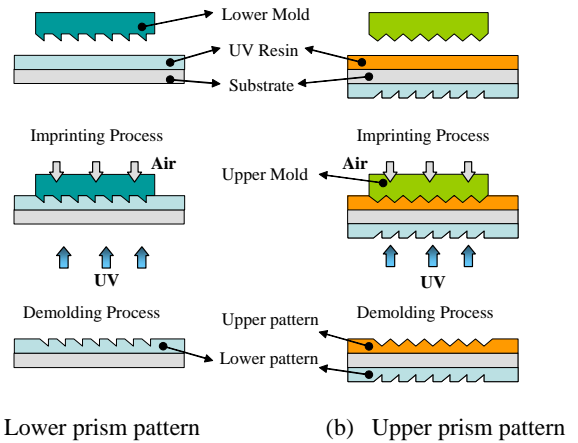


Fig. 2 Double side UV imprinting process

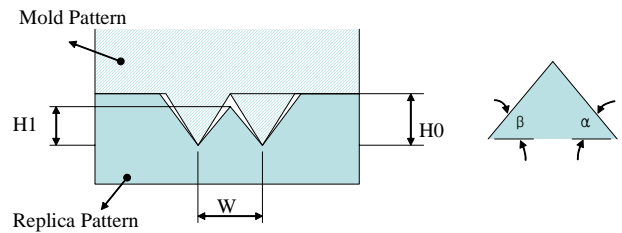


Fig. 3 Double side UV imprinting process

임프린팅하는 과정으로 제작된 Ni 금속 몰드를 UV resin이 도포된 PMMA substrate에 밀착시켜 가압한 후 UV를 조사하고 하면의 프리즘 형상을 경화시킨 후 이형한다. 상면 몰드를 UV resin이 도포된 substrate에 밀착시켜 Fig. 2(b)와 같이 가압한 후 UV를 조사하여 경화시키는 방법으로 하면의 프리즘 형상을 전사시킨다. UV resin은 6~7μl 정도 도포하고 1~1.5bar로 가압시켜 UV를 조사하는 것으로 UV resin을 경화시킨다. Fig. 3은 임프린트 프리즘 패턴의 형상으로 양면에 음각의 형태로 전사된다. 상면프리즘의 각은 40°이고 하면프리즘은 65°이다.

3. 제작과 패턴 및 휘도 측정

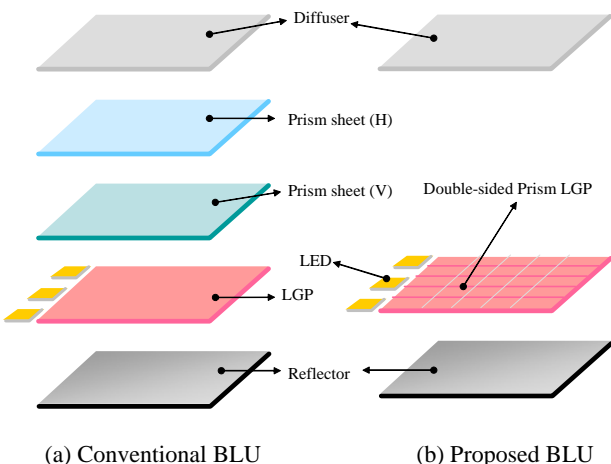
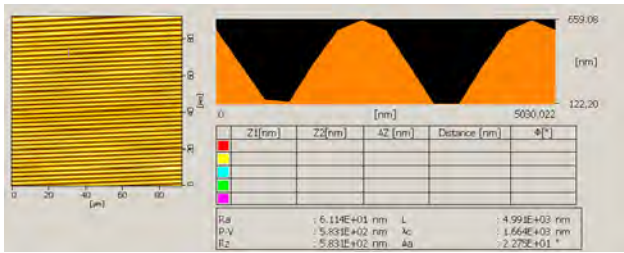


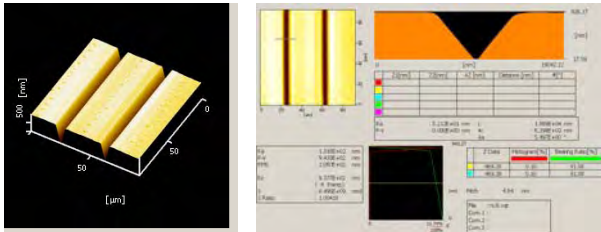
Fig. 1 Schematic of BLU (Back Light Unit)



Fig. 4 UV Imprinter for LGP



(a) Upper surface prism (Horizontal)



(b) Lower surface prism (Vertical)

Fig. 5 Double side Prism LGP pattern (AFM measuring)

Table 1 Comparison of prism pattern

| | Upper pattern (Metal mold) | Lower pattern (Soft Mold) |
|---|-------------------------------|------------------------------|
| Mold pattern (H0 : μm) | 0.646 | 1.633 |
| Replica pattern (H1 : μm) | 0.628 | 1.565 |
| Imprint Condition (volume/ pressure) | 7 μl , 1.0 bar | 6 μl , 1.5 bar |
| Replication Ratio(H1/H0 : %) | 97.2 | 95.8 |
| Contact Angle with UV resin (degree) | < 10 | 61.26 |
| Imprinted Prism Angle α / β (degree) | 35 / 35 | 65.8 / 65.8 |

Fig. 4 는 양면 프리즘 도광판을 제작하기 위해 사용한 자체 제작 UV 임프린트 장치로 몰드부의 이송은 스텝모터를 사용했고 공압으로 가압하도록 구성하였다. 상·하면의 프리즘 형상을 AFM 으로 측정해 Fig. 5 에 나타내었다. 전사된 정도는 비교적 높으나 기계가공에 의한 프리즘 형상은 공구가 갖는 라운드에 의해 패턴 형상 역시 라운드가 있음을 알 수 있다. Table 1에 측정된 프리즘 형상의 전사 결과를 나타내었다. 전사특성은 95% 이상의 높은 전사율을 보여준다. 사용된 UV resin은 점도는 60 cps , 굴절율 1.49, 투과율 90% 이상으로 5% 이내의 수축률을 갖는다. substrate 도 resin과 동일한 광학 특성을 갖는 것을 사용했다.

Fig. 6 에는 BLU의 휘도를 측정할 위치를 표시하고 있다. 3개의 LED 을 광원으로 하며 BLU 의 사이즈는 2이며, 압부와 휘선의 영향을 보기위해 측정점을 15점으로 정하였다. Fig. 6 (a) 에는 양면 프리즘 도광판의 휘도를 계산한 결과이며 Fig. 6 (b) 에는 LED를 구동시킨 상태의 BLU 사진이다. 계산결과는 전 영역에 걸쳐 비교적 일정한 휘도분포를 갖고 있으나 제작된 결과는 3개의 휘선이 뚜렷이 발생되어 LED와 일직선인 부분에서 가장 밝고 LED에서 가장 먼 곳에서 가장 밝다. 측정 결과를

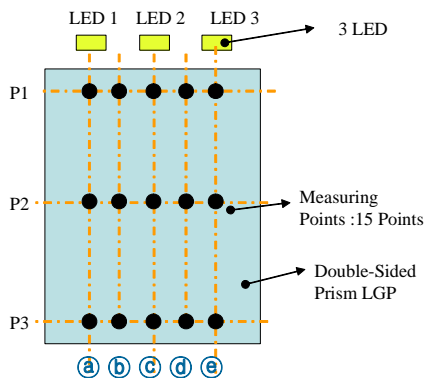
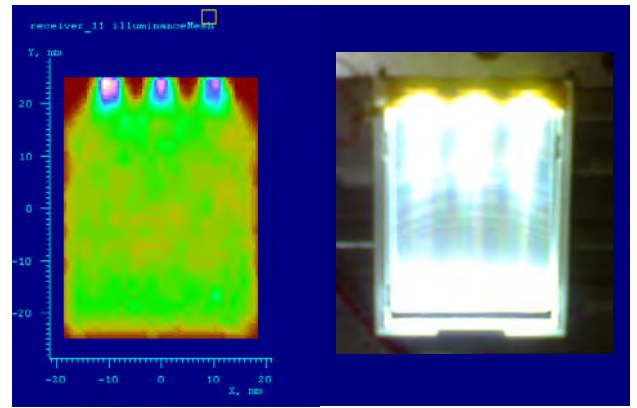


Fig. 6 Brightness measuring points on BLU



(a) Simulation (b) BLU with proposed LGP

Fig. 7 Brightness distribution on BLU

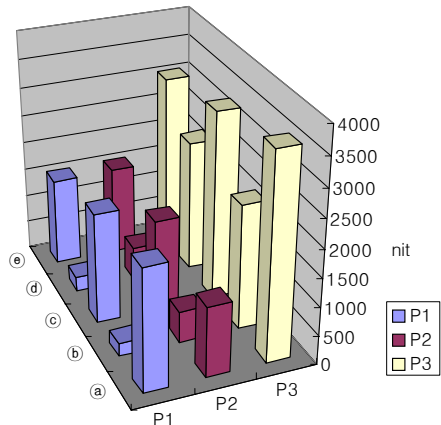


Fig. 8 Double side UV imprinting process

Fig. 8에 나타내었다. LED 빛의 진행방향의 중간 부분인 P2에서 휘도가 작으며, LED 와 LED 사이가 가장 낮은 휘도를 보여주고 있다. BLU 의 끝부분인 P3에서 가장 밝은 3600nit를 나타내지만 어두운 곳은 500nit 로 큰 휘도차를 보여주고 있어 향후 패턴 설계 개선이 필요하다.

4. 결론

BLU의 두께를 줄이고 휘도를 향상시키기 위해 서브마이크로 크기의 프리즘 패턴을 양면에 생성시킨 도광판을 설계·제작하여 전사성과 휘도를 측정하였다. 결과적으로 밝은 곳의 휘도는 향상되었지만 휘선과 압부라는 균일성의 문제가 발생했다. 또한, UV 임프린트에 의해 도광판의 양면에 수평/수직 프리즘 패턴을 전사시켜 높은 전사율을 확인하였으며 BLU 박형화 가능성을 보여주었다.

후기

임프린트 프로세스에 많은 도움을 주신 (주)미뉴타텍과 BLU 제공 및 측정에 도움을 주신 (주)옵토마인에 감사드립니다.

참고문헌

1. 김종선 윤경환 외 2명, "광학패턴의 세장비가 2인치 휴대폰용 도광판의 광특성에 미치는 영향 연구 I" 한국 광학회 하계학술발표회, 553-554, 2006.
2. 고영배 윤경환 외 2명, "음각 및 양각 광학패턴이 2인치 휴대폰용 도광판의 광특성에 미치는 영향 연구 II" 한국 광학회 하계학술발표회, 555-556, 2006.
3. 성기성, 박정호 외 4명, "LED 를 이용한 도광판의 이중 패턴에 관한 연구" 한국 광학회 동계학술발표회, 120-121, 2005.