

프리즘 시트를 제거한 복합 도광판 및 이를 이용한 백라이트 설계

Prism Sheetless Integrated Light Guide Plate and Back Light Design

*이윤미¹, 이진아¹, #이준호¹, 전은채², 유영은²*Y. M. Lee¹, J. A. Lee¹, #J. H. Lee(jhlsat@kongju.ac.kr)¹, E. C. Jeon², Y. E. Yoo²¹국립공주대학교 광공학과, ²한국기계연구원

Key words : LCD, LGP(Light Guide Plate), BLU(Back Light Unit)

1. 서론

평판 디스플레이는 전기전자 및 이동통신 뿐만 아니라 우리가 주변에서 흔히 마주하는 생활기기에 이르기까지 하루라도 그 입김이 미치지 않는 날이 거의 없다고 해도 과언은 아닐 것이다. 이렇듯 오늘날 평판 디스플레이는 우리나라 전자산업수출의 신동력으로 급부상 하고 있다.

차세대 디스플레이로 각광을 받고 있는 여러 가지 평판 디스플레이 중에서 LCD(Liquid Crystal Display)는 소형 표시판부터 대형 LCD TV까지 많은 부분에 이용되고, 정보 표시 기술에서 차지하는 비중 또한 매우 크다. 바야흐로 이제 국내의 LCD는 휴대폰, 노트북, 컴퓨터 모니터 및 TV 등에 있어서 세계 1위 생산국이 되었다.[1,4]

LCD는 스스로 빛을 내지 못하고, 빛을 받아야만 화면을 볼 수 있는 수광 소자이기 때문에, 모든 LCD에는 백라이트(backlight)를 필요로 한다.[4] 백라이트는 LCD 뒤에서 빛을 내는 발광체 부분이다. 소형 디스플레이에서 광을 공급하고, 가독성을 높이기 위해서, 아니면 컴퓨터 디스플레이나 LCD 텔레비전에서 CRT와 같이 빛을 내기 위해 사용된다.

백라이트는 LCD의 휘도, 균일성, 광효율, 중량, 초박형 및 원가 등의 전반적인 부분에 영향을 미치는 핵심 부품이며 여러 종류의 부품으로 인해 원가 구성에서 차지하는 비율이 상당하다.[2] 그러므로 경쟁력을 갖기 위해서는 고효율, 저가격의 백라이트 개발을 필요로 한다.

본 연구에서는 빛의 집광 및 확산을 위해 필요한 별도의 광학 필름을 사용하지 않고도 휘도를 향상시키고, 휘도의 균일도 또한 향상시키는 백라이트 및 도광판(LGP)을 설계하였다. 그리고 Simulation을 통해 결과 값을 얻고, 패턴 형상의 특성분석을 하였다.[3]

2. 복합 도광판의 설계

본 연구에서는 최근 초박형에 대한 요구가 날로 증가하고 있는 휴대전화의 백라이트를 설계하였다.

휴대전화에 사용되는 백라이트는 LED, 반사 시트, 도광판, 확산 시트, 2장의 프리즘 시트, 보호 필름, 그리고 몰드 프레임으로 구성되어 있다.[5]

도광판의 크기 및 구성 조건은 현재 상용중인 휴대전화를 기초로 설계 하였고, 광학적 해석을 통해서 도광판 패턴의 크기와 분포를 조절하였다.

광원은 LED를 사용하였고, 도광판의 Top면(윗면)에는 Prism(프리즘) 패턴을 형성하였으며, Bottom면(바닥면)에는 사다리꼴 패턴과 Pyramid 패턴을 설계하였다.

여러 가지 변수들을 고려하여 설계한 결과 최적의 설계치이다. Top면의 Prism 패턴은 밑변이 0.002mm, 밑변의 양각이 40°이고 높이가 0.00084mm인 삼각형 단면을 형성하며 x축 방향으로 42mm의 길이를 갖는다. Bottom면의 사다리꼴 패턴은 Bump(양각) 형태로 윗변이 0.1mm, 양 각이 35° 이고 높이가 0.01mm 인 사다리꼴 단면을 형성하며 x축 방향으로 42mm의 길이를 갖는다. Pyramid 패턴은 Hole(음각)형태로 사각뿔을 형성하고, 사각뿔의 사각형에서 단변이 0.1mm, 단변의 양각이 30°이며 장변이 0.03mm, 장변의 양각이 각각 20°, 45°이다.

Top면에서 빛을 많이 집광시키기 위해서는 패턴들의 점유율

이 높아야 함으로 nm급 패턴을 형성하여 패턴의 크기를 줄이고 패턴들 사이의 공간을 최소화하였다. Bottom면은 방향성과 시야각을 고려해 μ m급 패턴을 형성하였다. (Fig. 1)

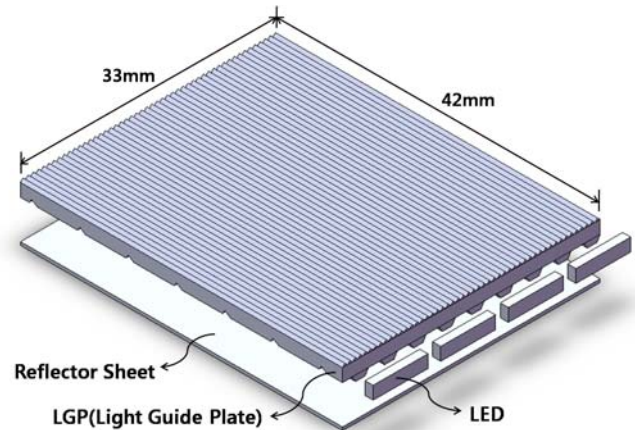


Fig. 1 Integrated LGP(Light Guide Plate) and BLU(Back Light Unit) design

Prism 패턴은 연속적으로 배치되고, Bottom면의 사다리꼴 패턴과 Prism 패턴의 간격과 크기는 서로 다르지만 각각의 패턴끼리의 간격은 서로 일정하게 설계하였고 이 패턴들은 복합 패턴을 이룬다. (Fig. 2, Fig. 3)

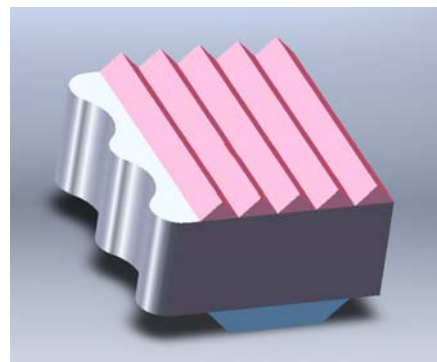


Fig. 2 Prism pattern of top plane

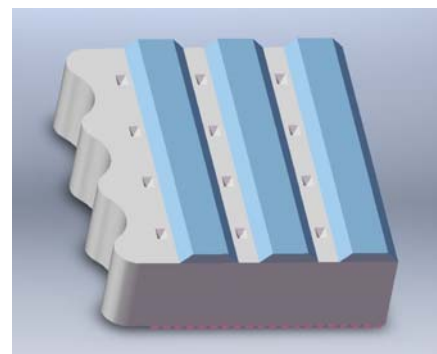


Fig. 3 Trapezoid pattern and pyramid pattern of bottom plane

3. 시뮬레이션 및 결과

설계된 도광판을 시뮬레이션 해본 결과 사다리꼴 패턴은 빛이 사다리꼴 바의 경사진 면(옆면)에 맞았을 경우에 빛을 위로 올려주는 역할을 하며 바닥면을 맞았을 경우에는 빛을 옆으로 전사시키는 역할을 한다. Pyramid 패턴은 빛이 피라미드의 앞면을 맞아 전반사가 일어날 경우에는 빛을 위로 올려주는 역할을 하고, 임계각보다 작은 각으로 입사할 경우에는 피라미드 안으로 빛이 입사되어 피라미드의 뒷면으로 출사한다. 이 경우에는 빛을 뒤로 전사시키는 역할을 한다. Prism 패턴은 도광판의 Top면으로 출사하는 광을 수직 방향(z축 방향)으로 유도한다. 그 결과 도광판의 Illuminance는 7675lx 이고, 균일도는 94%라는 결과를 확인 할 수 있다. (Fig. 4)

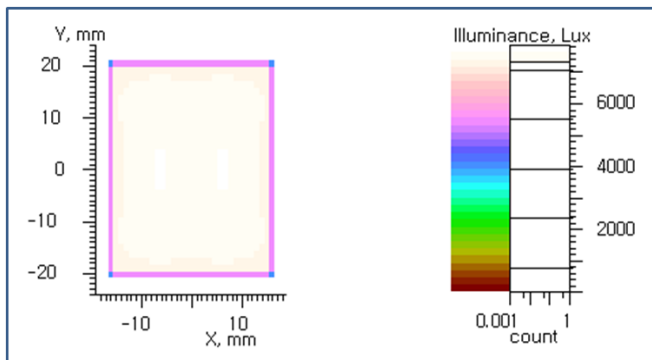


Fig. 4 Raster chart of BLU

이렇게 설계된 도광판의 패턴들이 프리즘 시트 없이도 프리즘 시트의 역할을 충분히 수행 할 수 있는지를 시뮬레이션 하였다. 도광판과 함께 프리즘 시트가 있는 경우와 없는 경우를 각각 비교하기 위해 시뮬레이션을 수행하였다. (Fig. 5, Fig. 6)

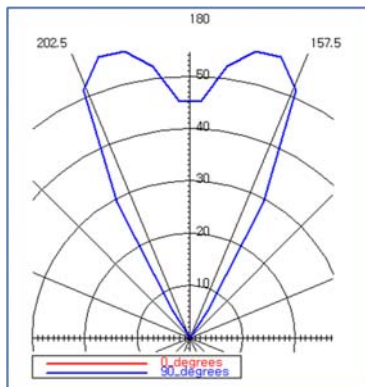


Fig. 5 Angular luminance chart of BLU with prism sheet

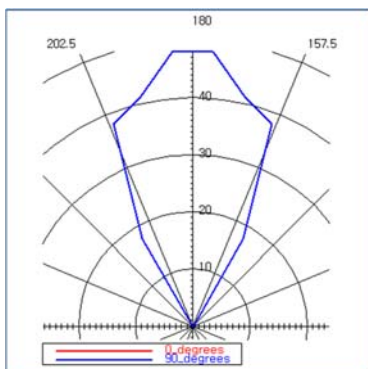


Fig. 6 Angular luminance chart of prism sheetless BLU

균일도는 1%도 차이가 나지 않을 정도로 거의 차이를 보이지 않음을 알 수 있고, 휘도나 방향성은 프리즘 시트가 있는 경우에 더 좋지 않음을 확인할 수 있다.

그러므로 기존의 2장이나 사용되었던 프리즘 시트를 줄일 수 있어 원가절감의 효과를 기대 할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서 설계한 도광판 Bottom면의 사다리꼴 패턴과 Pyramid 패턴은 LED에서 입사되는 광을 넓게 퍼지게 하는 역할을 하여 휘도의 균일도를 향상시키고, 시야각과 방향성도 좋게 한다. 또한 Top면에 형성된 Prism 패턴은 집광 효과를 향상시키는 역할을 함으로 반사되는 광을 정면으로 향하게 하여 휘도를 높이는 효과가 있다.

도광판의 Top면과 Bottom면에 각각의 변수를 고려하여 패턴들을 형성함으로써 최적의 복합 도광판을 설계하였다. 이 복합 도광판은 휘도와 균일도 향상을 위해 사용하는 프리즘 시트, 확산 시트 등의 광학 필름을 제거하는 효과가 있다. 따라서 초박형의 백라이트를 설계할 수 있고, 광학 필름을 제거함으로써 비용면에서도 원가 절감의 효과를 가져와 가격경쟁력을 높일 수 있다.

후기

본 연구는 한국기계연구원 기본사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. 임성규, "액정 디스플레이 백라이트," 단국대학교 출판부, 5-6, 2005.
2. 유영은, 김태훈, 김성곤, 서영호, 제태진, 최두선, "미세 패턴 응용 도광판 제작에 관한 연구," 2006.
3. 윤석주, 성기성, 박정호, 이호범, 하수용, 이규현, "LED를 이용한 도광판의 입광부 패턴에 따른 휘도특성 분석," 레이젠(주) 기술연구소, 2005
4. 신두식, 이준호, 이치원, 장원석, 유영은, 최두선, "복합패턴을 이용한 도광판(LGP) 설계," 공주대학교 석사학위논문, 2007
5. 유재성, 정만호, "Micro Fresnel Lens Array를 이용한 Backlight Unit 설계," 한국광학회지, 16, 3, 2005