

프리즘 시트를 제거한 복합 도광판 설계

Design of a Prism Sheetless Integrated Light Guide Plate

이윤미, 이진아, 이준호, 전은채*, 유영은*
 국립공주대학교 광공학과, *한국기계연구원
forest555@kongju.ac.kr

차세대 디스플레이로 주목받고 있는 여러 가지 평판 디스플레이 중에서 LCD(Liquid Crystal Display)는 빛의 개폐역할만 하고 빛을 받아야만 화면을 볼 수 있는 수동 소자이다. 그래서 모든 LCD에는 LCD의 뒤에서 빛을 내는 발광체 부분인 백라이트 유닛을 필요로 한다.⁽¹⁾ 이러한 백라이트 유닛은 그 부품의 수를 줄이고 성능을 향상 시킨다면 많은 종류의 부품들이 차지하던 생산비용을 상당부분 줄일 수 있는 핵심 부품이다. 그리하여 현재에도 백라이트 유닛의 광학 필름을 줄이려는 노력으로 새로운 복합기능 도광판과 시트의 디자인 개발이 가속화되고 있다.⁽²⁾

본 연구에서는 휴대전화용 백라이트 유닛에서 2장의 프리즘 시트를 사용하지 않고도 휘도와 휘도균일도를 향상시킬 수 있는 복합 도광판을 설계하였다. 통상적인 휴대전화에 사용되는 백라이트 유닛은 LED, 반사시트, 도광판, 확산 시트, 2장의 프리즘 시트, 보호 필름, 그리고 몰드 프레임으로 구성되어 있다.⁽³⁾ 설계된 도광판의 크기 및 구성 조건은 현재 상용중인 2인치 휴대전화를 기초로 설계하였고, 광학적 해석을 통해 도광판 패턴의 크기와 분포를 조절하였다.

복합 도광판의 복합 패턴 중에서 우선 윗면의 패턴은 프리즘 시트 없이도 정면의 휘도를 높여 주기 위하여 양각의 프리즘 형상으로 설계하였다. 윗면의 프리즘 패턴이 많은 빛을 충분히 집광시키기 위해서는 패턴들의 점유율이 높아야 한다. 그래서 패턴의 점유율을 높이면서도 가공성을 고려하여 마이크로 급 패턴으로 형성하였고 패턴들 사이의 공간을 최소화 하였다. 아랫면은 특정 각도의 방향으로 집광하기 용이도록 음각 프리즘 패턴으로 설계하였다.⁽⁴⁾ 그래서 복합 도광판 아랫면은 크기가 다른 두 개의 음각 프리즘 패턴, 즉 패턴 1과 패턴 2를 형성한다. 패턴 1과 패턴 2의 각도를 각각 맞추어 광의 출사 각을 조절하고, 균일도를 맞춰주기 위해서 두 개의 프리즘 패턴을 특정 각도로 교차하여 형성함으로써 전사하는 빛의 방향에 따라 광량을 조절하도록 하였다.

여러 가지 변수들을 고려하여 광학 시뮬레이터인 LightTools를 사용해 설계 및 시뮬레이션 한 복합 도광판의 최적 설계치이다. 도광판의 크기는 가로, 세로, 높이를 각각 42mm, 33mm, 0.6mm로 설정하였고 재질은 PMMA를 갖도록 하였으며, 광원은 램버시안(Lambertian) 형태로 균일한 휘도를 갖는 4개의 백색 LED를 사용하였다. 우선 윗면의 프리즘 패턴은 밀변이 0.02mm, 밀변의 양 각이 각각 25°인 양각(Bump) 형태이고 x축 방향(LED에서 수직인 방향)으로 42mm의 길이를 가지며 y축 방향으로 간격을 두지 않고 연속적인 배치를 이룬다. 아랫면의 음각(Hole) 프리즘 패턴은 패턴 1과 패턴 2로 크기가 다른 두 개의 패턴이 형성되는데, 그 중 패턴 1은 밀변이 0.01mm이고, 양 각은 각각 15°, 50°, y방향으로 33mm의 길이를 가지며, 피치는 0.3mm로 일정하다. 또 다른 하나인 패턴 2는 밀변이 0.006mm이고, 양 각은 각각 15°, 50°, 피치는 0.18mm로 일정하게 설계하였다. 또한 패턴 1과 패턴 2는 100°의 각도를 두고 교차한다.

이렇게 최적화된 복합 도광판의 윗면의 프리즘 패턴은 패턴의 점유율을 높이고, 빛의 발산각을 조절하여 집광의 효과를 높인다. 아랫면의 음각 프리즘 패턴은 두 패턴을 교차시켜 균일도를 높이고, 각 패턴에 각도(기울기)를 주어 균일도를 높임과 동시에 가장 높은 휘도 값을 원하는 각도로 출사할 수 있도록 출사각의 분포를 조절하였다. 그 결

과 최적화된 복합 도광판은 기존의 휘도와 휘도균일도보다 높은 수치인 휘도 4361cd/m², 균일도는 84%라는 성과를 얻을 수 있었다. 이렇게 도광판의 윗면과 아랫면에 복합 패턴들을 형성함으로써 기존의 백라이트 유닛에서 2장의 프리즘 시트를 제거 하더라도 성능 면에서 떨어지지 않음을 알 수 있다. 따라서 광학 필름의 수를 줄일 수 있게 되어 초박형의 백라이트 유닛을 설계할 수 있고, 비용면에서도 원가 절감의 효과를 기대할 수 있다.

본 연구는 한국기계연구원 기본사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

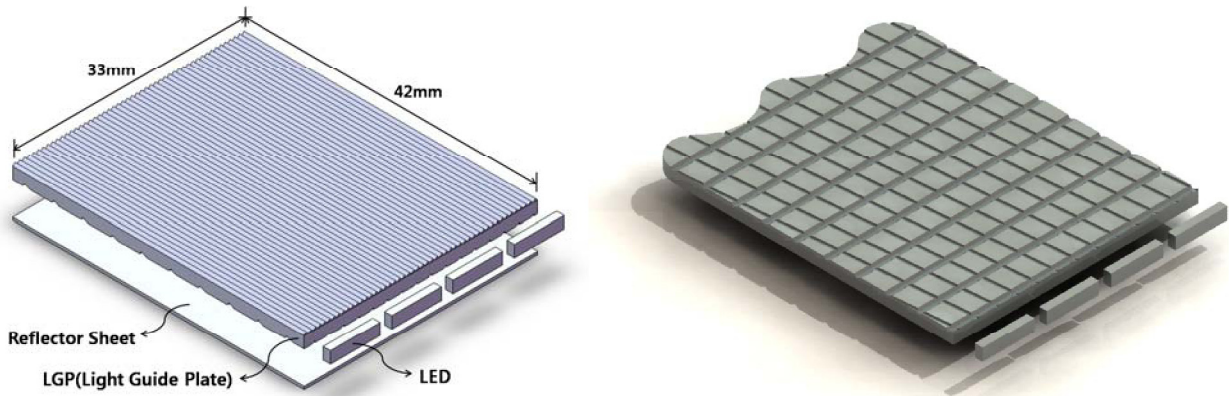


그림 1. 프리즘 시트를 제거한 복합 도광판 및 백라이트 유닛과 복합 도광판의 아랫면을 확대한 모습.

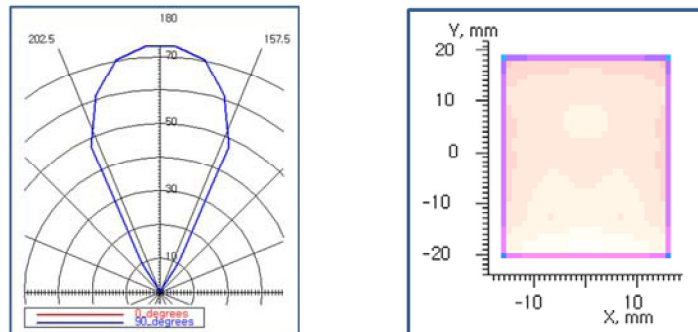


그림 2. 복합 도광판 및 백라이트 유닛을 시뮬레이션 한 Raster chart 와 Angular luminance chart.

참고문헌

1. Y. S. Kim, S. Lim, "Design of High Uniformity LED Backlight," SID International Symposium Digest of Technical Papers vol. 36 pp. 1321-1325, (2005).
2. Young Hyun Ju, Ji-Hee Park, Jeong Ho Lee, Ji-Young Lee Kie-Bong Nahm, Jae-Hyeon Ko, Joong Hyun Kim, "Study on the Simulation Model for the Optimization of Optical Structures of Edge-lit Backlight for LCD Applications," Journal of the Optical Society of Korea vol. 12, pp.25-30, (2008).
3. K. Kalantar, "Optical Design of Light-Guide Plates for Illumination Systems used in Mobile Phones and PDAs," IDW, vol. 2001, pp. 517-520, (2001).
4. 최현호, 김형주, 김성화, 황보창권, "V-형 패턴을 이용한 소형 백라이트 유닛," 한국광학회 2004 하계학술대회 논문집, pp. 90-91, (2004).