

비구면 LED Lens를 이용한 LCD TV용 Backlight Unit 설계

Backlight Unit Design for LCD TV Using Aspherical LED Lens

박성찬*, 한미진

단국대학교 물리학과

scpark@dankook.ac.kr

최근 LCD 산업은 대형화, 슬림화 및 저가격화로 LCD TV 시장의 성장이 더욱 가속되고 있다. 더불어 친환경적인 노력과 고화질화의 경향이 두드러지면서 RGB LED를 이용한 LCD TV의 개발을 위한 노력이 가속화 되고 있다. 또한 BLU의 unit 수를 줄여 비용을 줄이고 두께를 줄이는 노력도 활발히 일어나고 있다. 이러한 시점에서 본 논문은 비구면 LED lens를 이용하여 대형 LED backlight unit의 최적 설계를 통해서 경량화 및 박형화, 비용절감, 고화질화, 고 효율화를 구현하여 RGB LED 백라이트의 기술적인 진보와 경쟁력을 확보 할 수 있을 것이라 예상된다.

본 논문에서는 LED를 광원으로 사용한 대화면 LCD TV용 backlight unit을 설계하였다. Lambertian 특성을 갖는 고효율 LED chip에 비구면 lens를 적용하여 지향각 특성을 바꿔 기존의 side emitter 방식보다 RGB color mixing과 균일도가 향상된 결과를 얻었다. 그리고 diffuser sheet(1)의 bottom면에 특정한 optical property를 지정한 패턴을 배열하여 uniformity와 RGB color mixing을 최적화 하였으며 기존의 diffuser plate를 제거 하면서도 uniformity가 우수한 BLU를 설계하였다. 또한 높이 변화에 따른 시뮬레이션 결과를 분석하여 가장 슬림한 두께(18mm) 최적의 BLU를 구현할 수 있었다. 시뮬레이션 결과로서 조도와 휘도 균일도가 각각 85.67 %, 와 80.10 %를 얻었다.

연구 방법으로는 LCD TV에 사용할 LED 광원에 대해 정확한 모델링을 하였다. 그리고 color mixing에 필요한 이상적인 광원의 지향각 profile을 구하고 원하는 지향각이 나올 수 있도록 LED lens의 비구면 계수를 조절 하여 비구면 lens를 완성하였다.

47인치 LCD TV의 제품 사양을 바탕으로 8.5인치로 초기 설계를 하였다. 비구면 렌즈를 이용하여 시뮬레이션을 실시하였고 기존의 side emitter방식의 BLU를 설계하여 비교 분석 하였다. 비구면 렌즈를 이용한 47인치 RGB LED BLU는 기존의 side emitter 방식에 비해 illuminance uniformity는 약 10% 증가 했으며, luminance uniformity는 약 5 %가 증가 되었다. 비구면 LED 렌즈의 설계를 통해 광선의 반치각을 120°으로 구현하여 color mixing 거리를 확보하여 두께가 18mm인 슬림한 BLU를 얻을 수 있었다. 또한 diffuser sheet의 bottom면에 pattern처리를 하여 diffuser plate를 제거하고도 만족스런 uniformity와 color mixing을 얻었다.

1W의 고효율 LED chip을 이용하여 630개의 LED를 사용하였다. 기존의 RGB LED BLU에서 2000개가 넘는 LED를 사용한 것에 비해 비용절감 효과에도 큰 기여를 하였다.

설계 결과

RGB LED BLU는 패턴 처리한 sheet와 최적의 높이인 18mm로 47인치BLU를 시뮬레이션을 실시하여 최적화 설계를 완성하였다. 좀 더 정확한 시뮬레이션 결과를 얻기 위해서 1000만 개의 광선으로 시뮬레이션을 실시 하였다.

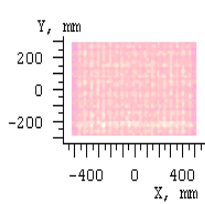


그림 1. 최적 설계된 47인치 BLU illuminance chart

| | Illuminance |
|------------|--------------|
| min | 15955.77 lux |
| max | 18624.62 lux |
| ave | 16672.53 lux |
| max-min | 2668.855 lux |
| uniformity | 85.67 % |

표 1. 최적 설계된 47인치 BLU illuminance 측정 결과

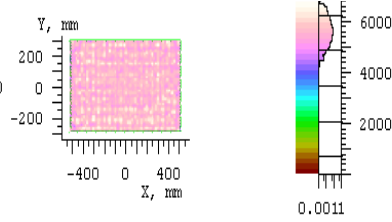


그림 2. 최적 설계된 47인치 BLU luminance chart

| | Luminance |
|------------|--------------|
| min | 5214.256 nit |
| max | 6509.311 nit |
| ave | 5594.37 nit |
| max-min | 1295.056 nit |
| uniformity | 80.10 % |

표 2. 최적 설계된 47인치 BLU luminance 측정 결과

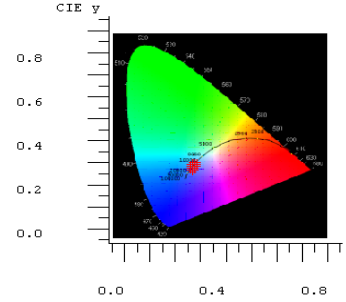


그림 3. 최적 설계된 47인치 BLU color triangle chart

| Color Coordinate value | | |
|------------------------|----------|--------|
| | X | Y |
| min | 0.2661 | 0.2749 |
| max | 0.2807 | 0.3021 |
| ave | 0.271 | 0.284 |
| max-min | 0.0146 | 0.0273 |
| Δxy | 0.030927 | |

표 3. 47인치 BLU CIE 색 좌표계

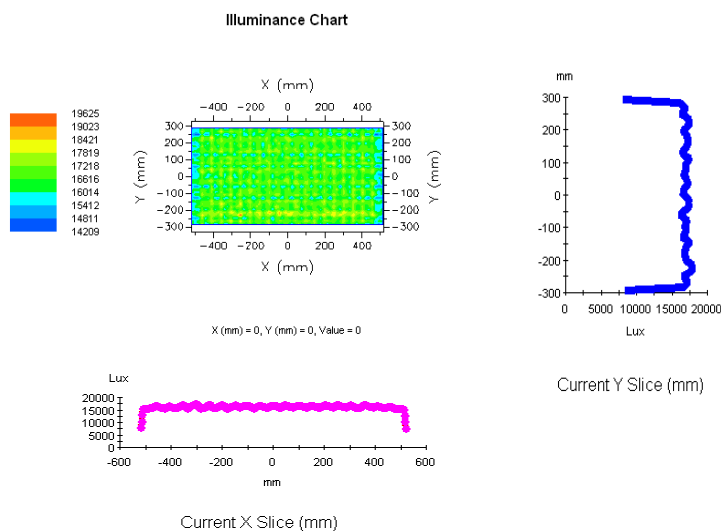


그림 4. 최적 설계된 47인치 BLU의 illuminance chart