

LED Backlight Unit의 Color Mixing 특성

Color Mixing Characteristics of LED Backlight Unit

박경주, 김영규, 이종훈, 권진혁

영남대학교 물리학과

jhwon@ynu.ac.kr

디스플레이 분야에서 LCD와 PDP, OLED, flexible display는 나날이 빠른 발전을 보이고 있다. 특히 LCD는 앞선 기술을 바탕으로 높은 경쟁력을 확보하고 있지만 고품질의 필수 요소인 색 재현성을 향상시킬 필요가 있다. 따라서 좀 더 발전된 backlight unit(BLU)의 요구가 시급한 상황이다. LED backlight는 LCD-TV에 주로 사용되는 직하형과 모니터, 노트북, 모바일 등에 주로 사용되는 edge-type BLU로 나눌 수 있다. 특히, edge-type의 경우 좁은 공간 내에서 R, G, B 삼색의 광을 mixing⁽¹⁾하여 백색 광을 구현하기야 하는데, LED 특성상 휘점(hot spot)을 제거하고 충분한 color mixing을 구현하는 것이 쉽지 않다. 기존의 LCD는 광원으로 CCFL을 사용하고 있는데 색영역(color gamut)이 작아 높은 품질의 영상 구현에 한계가 드러나고 있다. 그러므로 이를 해결하기 위해 BLU의 광원을 CCFL에서 LED로 전환할 필요가 있다. LED는 100,000시간 이상의 긴 수명과 소비 전력이 낮고 직류 5V에서도 작동하므로 별도의 인버터를 필요로 하지 않는다. 또, NTSC대비 110% 이상의 넓은 색 재현성 및 μs 정도의 빠른 응답 속도를 가짐으로써 dynamic backlight control이 가능한 것 등의 많은 장점을 가지고 있다.⁽²⁾ 또, 수은을 사용하지 않음으로써 친환경적인 측면에서 효용이 높다.

따라서 본 연구에서는 simulation을 통해서 위의 문제점들을 해결하고자 하였다. Fig. 1은 Light Tools를 이용한 simulation model을 보여준다. LED에서 나온 광은 light guide panel (LGP)에서 전반사를 일으키고 reflector에서 반사되어 diffuser sheet를 지나 집광력이 강한 BEF, 최종적으로 DBEF를 통과하게 된다. Fig. 2와 Fig. 3에서 보는 바와 같이 R, G, B 각각의 색에서 강하게 보이는 hot spot이 나타나고 충분한 color mixing이 이루어지지 않음을 보여준다. Edge-type color LED BLU에는 single chip LED 또는 multi chip LED를 사용하게 되는데 single chip LED의 경우 hot spot과 color mixing이 어렵다. Multi chip LED는 single chip LED와 달리 color mixing에는 유리하지만 hot spot 문제는 여전히 남아 있다. 이 때문에 chip과 light guide panel과의 거리를 띄우면 hot spot은 약해지지만 light coupling 효과가 떨어짐을 알 수 있다. Fig. 4는 휘점을 제거하고 color mixing이 잘 이루어지도록 한 color mixing bar를 보여준다. color mixing bar는 M-type의 구조물을 이용해 LED에서 나온 빛을 $\pm 90^\circ$ 반사시켜 color mixer 내에서 일차적으로 R, G, B 3색을 혼합하여 hot spot을 제거하고 color mixing이 잘 이루어지도록 한 후 LGP에 넣어 주는 역할을 한다. Fig. 5는 color mixing bar를 사용한 simulation의 결과로 hot spot이 사라지고 color triangle에서도 x, y 모두 0.3에 분포함으로써 color mixing이 잘되고 있음을 보여준다.

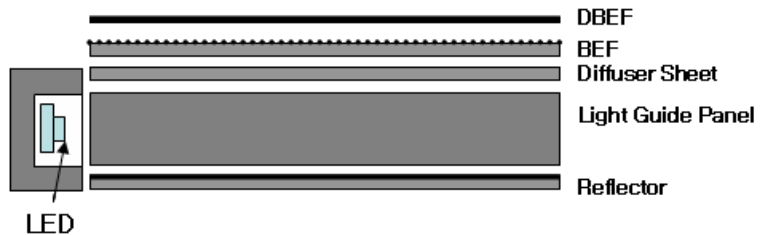


Fig. 1. Edge-type LED BLU의 기본 구성

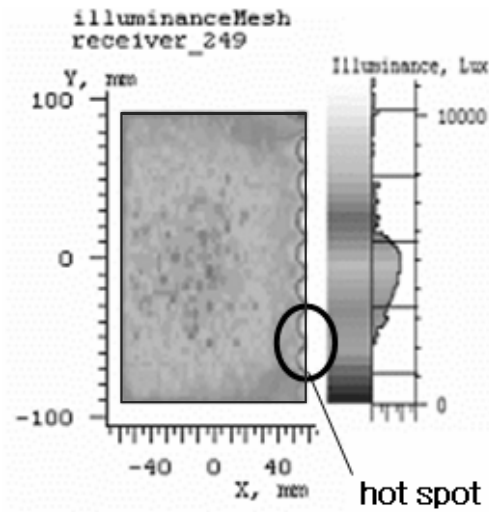


Fig. 2. Color LED의 hot spot

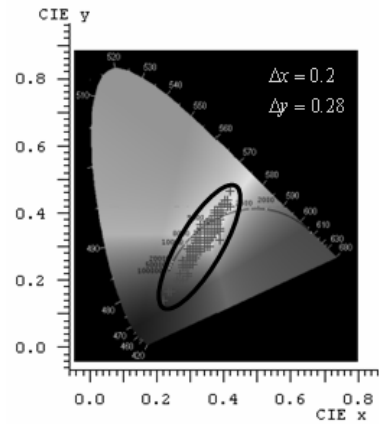


Fig. 3. Color mixing이 되지 않은 상태의 color triangle

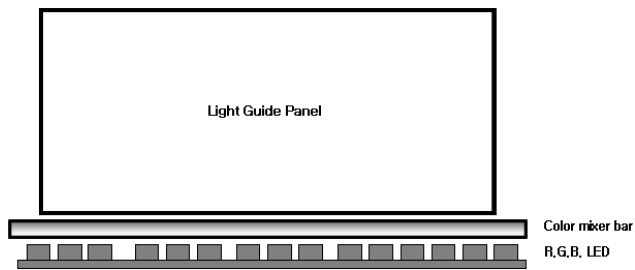


Fig. 4. Color mixing bar가 부착된 edge - type LED

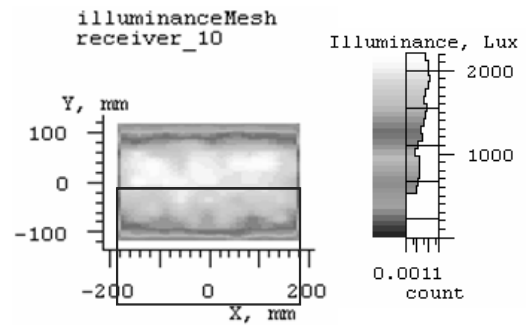


Fig. 5. Color LED의 color mixing

참고문헌

1. Roy s. Berns "Principles of color technology" John Willy&Songs, Inc pp.151-161(2000).
2. T. Shirai, et. al., SID 06 Digest, 1520(2006).
3. C. M. Ju, US patent 6,871,973 (2005. Mar. 29).
4. S. Siltonen, et.al., Appl. Opt. 43, pp5631-5636(Oct. 2004).