

LED를 이용한 엣지형 백라이트의 휘도균일도 개선을 위한 시뮬레이션 모델에 관한 연구

Study on the Simulation Model of LED-type Edge-lit Backlight for Improving Luminance Uniformity

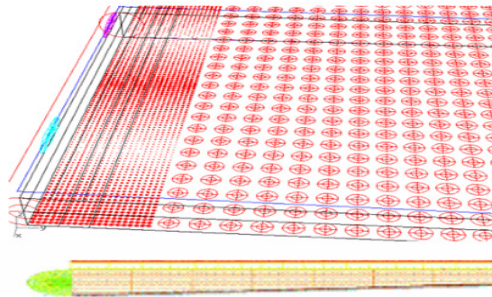
박지희, 남기봉, 고재현, 김중현*
한림대학교 전자물리학과, *삼성전자 LCD 총괄
hwangko@hallym.ac.kr (고재현)

LCD는 자체적으로 빛을 발광하지 않고, 후면으로부터 밝고 고른 백색광을 공급해 주는 백라이트 유닛을 필요로 한다. 백라이트용 광원으로는 지금까지 주로 CCFL(cold cathode fluorescent lamp, 냉음극형광램프)로 불리는 형광등을 사용하였으나 환경문제나 전력소모, 사용수명 등의 문제를 개선하기 위해 발광다이오드(Light Emitting Diode, LED)를 비롯한 새로운 형태의 광원을 개발하거나 적용하는 기술적 흐름이 전개되고 있다. 그런데 CCFL은 선광원이지만 LED는 점광원 형태이기 때문에 LED를 사용할 경우 CCFL을 이용한 엣지형 백라이트의 도광판이 가지는 광학적 구조를 개선해야 할 필요성이 생긴다. 특히 LED에 의해 발생하는 휘점(bright spots)을 제거하기 위한 광학적 구조에 대한 설계가 필요하다. 본 연구에서는 LED를 이용한 백라이트 유닛의 핵심부품인 도광판의 패턴을 새롭게 구성하여 광선추적기법을 적용한 Simulation을 통해 분석하였다.

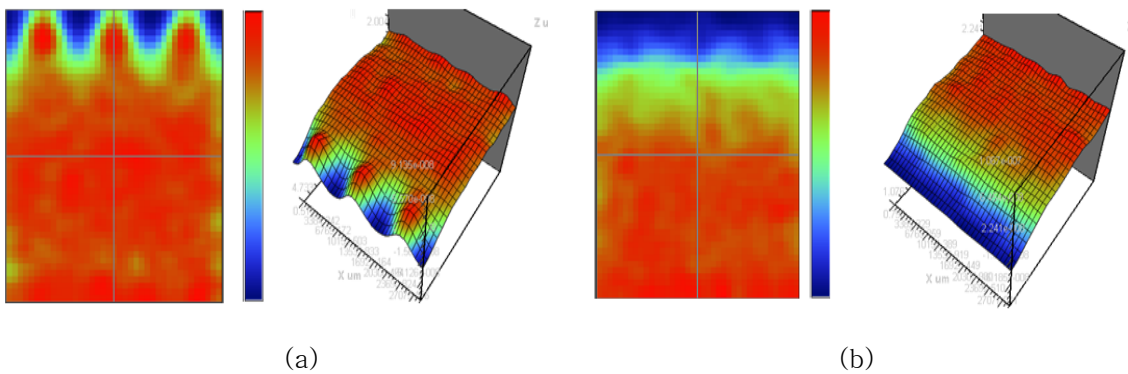
현재까지 엣지형 백라이트의 도광판에서 전반사조건을 깨기 위해 주로 사용하는 광학적 구조는 인쇄형 도트 패턴, 프리즘이나 다양한 형상의 마이크로 렌즈 패턴 등을 들 수 있다. CCFL형 엣지형 백라이트의 경우 도광판 밑면에 인쇄형 패턴의 크기나 밀도를 조절하여 도광판 전면으로 출사되는 빛을 균일하게 만드는 것이 가능하지만, LED는 점광원이기 때문에 기존의 단순한 패턴 형상으로는 휘점을 제거한 균일한 광분포를 얻기 어렵다. 우선적으로 LED로 출광된 빛이 도광판 입광부로 입사될 때 배열된 LED간의 사이사이 간격으로 인해 생기는 부채꼴 형상의 암부를 해결하는 것이 매우 중요하다.

본 연구에서는 LED를 사용할 경우 발견되는 도광판 입광부의 명부과 암부를 최소화하면서 도광판 전면으로 출사되는 빛이 균일한 광 분포를 얻을 수 있는 백라이트 유닛의 광학 구조에 관한 연구이다. 설계된 백라이트 모델의 기본 구조는 전체 면적 $39 \times 33 \text{ mm}^2$ 에 입광부의 높이가 2mm인 도광판으로 구성되어 있는데 도광판의 밑면이 반대쪽을 향해 1° 기울어져 있는 wedge형 구조로 설정하였다. 재질은 PMMA로 가정하여 굴절률을 1.49로 지정했다. 도광판의 밑면은 기존의 도트 산란 패턴이 원형으로 배치되었는데, LED 광원이 위치하는 입광부 부분의 2~4mm 영역은 동일한 성격의 도트패턴이 LED 위치에 따라 밀도 분포를 다르게 하여 배치되어 있다. 도트 패턴의 경우 밀도 조절이 가능하기 때문에 특정 구간에서 암부가 생기는 경우 밀도를 높이는 설계로 암부를 보상할 수 있는 장점이 있다. [그림 1]은 LED위치에 따른 도트패턴의 밀도 배열을 나타낸 그림이고, [그림 2]는 이러한 장점을 활용하여 구축된 모델에 대한 시뮬레이션 결과를 담고 있다. [그림 2(a)]는 입광부에 별다른 광학구조를 적용하지 않고 일반적인 도트 패턴과 함께 LED광원을 적용한 조도 분포이고, [그림 2(b)]는 입광부 쪽 국소 영역에 밀도가 조절된 도트패턴이 있는 경우의 결과를 보여준다. LED로부터 출사된 빛이 도광판의 입광

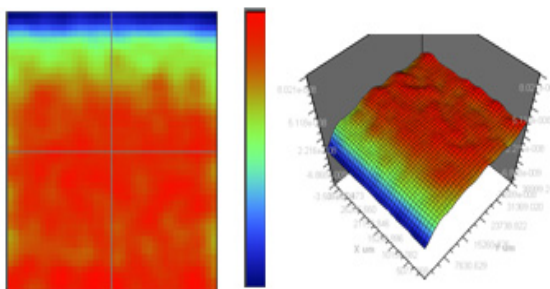
부 2~4mm의 영역을 지나면서 입사광의 광 분포가 균일화되어 이전에 문제점으로 제기되었던 부채꼴 형상의 암부 및 휘점을 제거할 수 있었다. [그림 3]은 광원이 CCFL일 경우의 시뮬레이션 결과이며 [그림 2(b)]와 비교해 볼 때, 빛은 두 가지 디자인 모두 균일화되어 나아가지만 입광부 쪽에 형성되는 암부의 폭이 CCFL일 경우보다 LED일 경우 약간 더 넓은 것을 확인 할 수 있으며, 이를 그래프로 그려보면 [그림 4]과 같다. 이 부분은 추후 반드시 개선해야할 사항이며, 도광관 밀면 뿐 아니라 윗면에 또 다른 패턴 처리를 통해 암부를 줄일 수 있을 것으로 기대된다. 이에 대한 시뮬레이션 모델 및 결과 분석에 대한 보다 상세한 설명은 학술대회발표에서 이루어질 것이다.



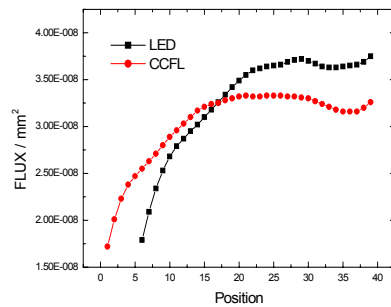
[그림 1] 본 시뮬레이션에서 연구된 LED를 이용한 엣지형 백라이트 모델



[그림 2] 일반적인 도트패턴(a)과 밀도가 조절된 도트 패턴(b)이 적용된 도광관의 조도분포



[그림 3] CCFL 엣지형 백라이트 도광관 위의 조도분포



[그림 4] LED와 CCFL을 광원으로 이용한 백라이트 도광관 위의 조도분포 그래프