

LED 균일면광원 비구면 렌즈 설계

Aspherical Lens Design of LED surface source

김주환, 정미숙*, 김성우

파워옵틱스(주), *한국산업기술대학 나노광공학과

jhkim@p-optics.com

반도체 기술의 발전으로 단순표시용 소자로만 사용되던 LED(Lighting Emitting Diode)가 차세대 조명으로 급부상하고 있다. LED는 기존 조명에 비해 소비전력이 적고 중금속을 사용하지 않아 친환경적이다. 또한 사이즈가 작아 조명을 소형화하기 용이하기 때문에 그 응용분야가 다양하다. 현재 밝기는 형광등의 성능에 근접해 있으며 가격적으로 안정이 되면 본격적으로 기존 조명을 대체할 것으로 예상된다.

이러한 LED에 렌즈와 같은 광학부품을 함께 사용할 경우 다양한 응용제품에 쓰일 수 있으며 성능도 향상될 수 있다. 그러나 기존에는 거의 구면렌즈를 사용하는 경우가 대부분이어서 그 성능에 한계가 많았다.

본 연구의 목표는 최근 이슈가 되고 있는 LCD용 직하형 LED Backlight에 사용할 수 있는 LED용 비구면렌즈 설계하여 조명광학계에서의 비구면렌즈 설계기술을 확보하는 것이다.

기존의 직하형 Backlight용 Side Emitter type이나 Top Emitter type은 광효율이 떨어지거나 Backlight의 두께가 너무 두꺼워지는 단점이 있어 실제 제품에 적용하기에는 문제점이 많았다. 그래서 본 연구에서는 LED에 양면 비구면 렌즈를 사용하여 LED 자체에서 균일한 면광원이 형성될 수 있도록 하여 Backlight 상에서 LED를 단순 배열하는 것만으로 밝기와 색 균일도가 우수한 면광원이 형성될 수 있도록 하고 광효율이 높고 두께가 얇은 Backlight가 가능하도록 하였다.

본 연구에 의해 설계된 비구면 렌즈는 메니커스 타입의 양면 비구면 렌즈로서 광원에서 높이 h 인 지점에서 반경이 r 인 원반에 빛이 균일하게 조명된다. 높이 h 와 반경 r 은 사용자의 용도에 맞게 설정하여 렌즈를 설계할 수 있으며, 보통 1W급 고출력 LED는 지향각을 크게 하여 균일조명면을 넓히고, 저출력 LED는 지향각을 작게 하여 균일조명면을 줄임으로서 원

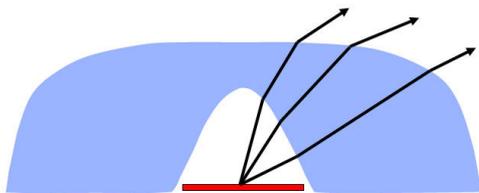


그림 1 기본 광경로

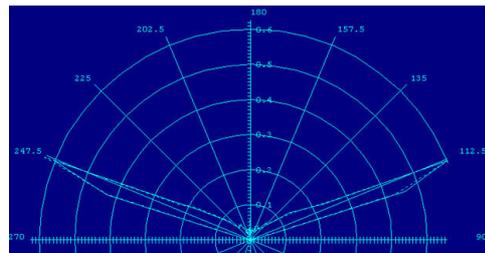


그림 2 광도분포

하는 밝기를 확보할 수 있다. 실제 설계상에서는 높이 h 를 10mm로 동일하게하고 여러 지향각으로 설계하였으며, 지향각이 120도일 때 r 은 17.3mm이며 균일조명면의 면적은 940mm²이며, 140도 일 때는 $r=27.5$ mm, 균일조명면적=2376mm², 160도 일 때는 $r=56.7$ mm, 균일조명면적=10100mm²이 된다.

현재까지 설계된 렌즈는 균일도 80% 이상이며 광원에서 나온 빛이 균일조명면에 80% 이상 입사되기 때문에 광효율 또한 우수하다. 또한 본 연구에 의한 렌즈는 LED chip 또는 LED PKG 모두 사용가능하다.

이렇게 설계된 렌즈를 직하형 backlight에 적용할 경우 R, G, B LED 각각에 렌즈를 설계할 수 있고 3 in 1 또는 4 in 1 LED같은 모듈에 사용하여 렌즈를 설계할 수도 있다. 밝기 및 색도의 균일도 측면에서 3(4) in 1 LED에 유리하다. 이것을 40" Backlight에 적용할 경우 Side Emitter type보다 LED수를 50% 정도 줄일 수 있어 Backlight의 광효율을 향상시킬 수 있다. 또한 Backlight의 광학적 두께를 15mm 정도로 슬림화할 수 있기 때문에 기존 CCFL Backlight보다 더 얇게 할 수 있으며, 이 정도의 두께라면 모니터용 LCD Backlight에도 적용할 수 있을 것이라 기대된다.

본 연구에 의한 조명용 비구면렌즈 설계기술은 Backlight용뿐만 아니라 자동차용, Flash용, 일반 조명 등 다양한 분야에 응용할 수 있을 것으로 기대된다.

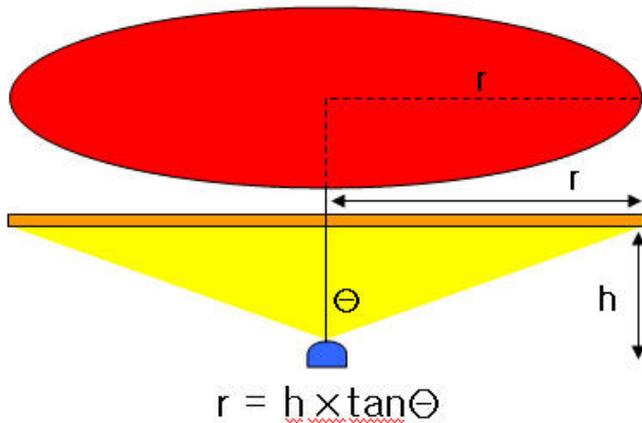


그림 3 반지향각과 높이 반경

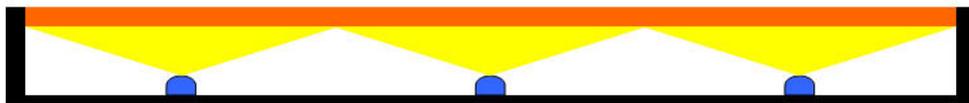


그림 4 backlight 모듈