

고휘도 LED를 이용한 Edgelit 광고장치의 개발

(The Development of Edgelit Advertisement Device with High Flux LEDs)

박준석* · 송상빈** · 유용수* · 김원호* · 어인선*

*전남대학교 전기공학과 · HECS · POTRI, ** (주) 루멘텍

(*Jun-Seok Park · **Sang-Bin Song · *Yong-Soo Yu · *Wan-Ho Kim · *In-Seon Yeo)

*Dept. of Electrical Engineering · HECS · POTRI, Chonnam Nat'l Univ., **LumenTek co., Ltd.

Abstract

This paper is on the edgelit device with external control function and change of light color by dimming control of high flux LED. If the light is projected the transparent body via reflector, the mixture of light is uniform and it is proved by simulation and experimentation. To improve the light efficiency of the device, the research on reflector materials and the distortion of LED input owing to the transistor's characteristics are need.

1. 서론

LED 분야에서 생산성 향상 및 기술 발전에 의하여 백색 LED가 개발되고 LED의 고효율, 고휘도화가 가능하게 되었다. 현재 외국의 경우 실내조명 광원으로 고휘도 LED를 사용하는 등 큰 발전을 이루었으며, 국내에서도 LED를 이용한 광원이 개발되는 등 예전에는 생각하지 못했던 일들이 가능하게 되었다. 그러나 디스플레이용으로 사용되는 Edgelit의 경우 세관형 형광램프나 LED를 아크릴 등의 매체에 직접 조사하는 방식이 사용되기 때문에 색의 혼합문제에서 어려움이 있었다. 이에 발광 다이오드에서 방출되는 광을 반사판에 조사광을 혼합하여 백색광을 비롯한 다양한 광을 만들어 낼 수 있는 Edgelit 장치를 제작하였다.

2. 본론

2.1 기존 Edgelit 장치

일반적으로 종래의 Edgelit 광고장치는 대부분 세관형 형광램프(CFL)와 색필터 및 색상지를 사용하여 단색의 빛을 방출시키고, 이렇게 방출된 빛은 투명 재질의 판이나 아크릴판에 투입된다. 아크릴판 등에 투입된 빛은 표시장치를 통하여 이동하고 조각된 예지 광고문안과 인쇄문안에 대해서만 산란 및 난반사가 발생하여 시각적으로 부드러운 이미지의 광고효과를 나타내도록 한 것으로, 직접 표시장치에 광을 조사하고 정해진 파장의 광만을 방출시키기 때문에 광색변이가 불가능하였다. 또한 상기 세관형 형광램프(CFL) 대신에 고휘도 발광다이오드나 광파이버를 이용하여 3가지 이내의 광

색을 표현할 수 있는 발광다이오드를 단순히 ON/OFF 제어하여 가변색을 내는 효과를 나타내는 경우도 있다. 그러나 이러한 종래의 Edgelit 광고장치는 고정된 광색이나 수가지 광색만을 단조롭게 표현할 수 있을 뿐만 아니라 색필터를 사용하여 원하는 광색을 표현하기 때문에 발광효율이 저하되고, 광원에 대한 제어장치의 부피가 크며 가격이 높다는 단점이 있어서, Edgelit 광고장치에 대한 사용에 많은 제약을 받고 있다. 특히 형광램프의 경우에는 램프의 동작수명이 매우 짧고 저온 사용시에는 광출력이 매우 떨어지며 광원이 긴 막대모양을 하고 있으므로 표시장치의 모양이 한정되는 등의 단점이 있었다.

2.2 개발된 Edgelit 장치

개발된 Edgelit 장치는 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로써, 본 발명의 목적은 Edgelit 광고장치에 있어서 3원색(Red, Green, Blue)의 발광다이오드를 ON/OFF 및 펄스폭 제어를 통하여 각각의 발광다이오드를 ON/OFF 및 조광(Dimming) 제어 할 수 있고, 이를 사용자가 원하는 다양한 형태의 가변색 패턴 및 모드 제어를 수행할 수 있도록 프로그램 되어 있는 마이크로컨트롤러를 이용한 제어회로를 구성하는 데 있다. 또한 발생된 3파장의 광색을 투광판 및 도광판이나 기타 색필터를 사용하지 않고, 각각의 발광다이오드에서 방사된 빛을 적절히 반사 및 굴절시켜 원하는 광색으로 적절히 조합시켜 효율이 매우 높은 발광다이오드 반사판을 설계하는데 있다. 특히, 위와 같은 제어회로와 발광다이오드, 그리고 반사판으로 구성된 장치는 부피를 적고 가볍다는 장점이 있어서 아크릴이나 투명 재질의 표시장치에 부합되며, 장치에 발생된 다양한 가변 광색

과 패턴제어에 의해 표시장치의 구조와 구성 모양 등을 다양하게 할 수 있다.

2.3 개발된 Edgelit 장치의 구성

Edgelit 장치의 목적을 달성하기 위해 3가지의 주파장의 광색을 발생시키는 광원으로써 3원색 발광다이오드 모듈장치와, 사용자가 요구하는 광색이나 가변색, 패턴에 대해 프로그램 되어 있는 마이크로컨트롤러를 이용하여 발광다이오드를 ON/OFF 제어 및 펄스폭 제어를 통하여 발광다이오드 패턴 제어할 수 있는 발광다이오드 제어장치와, 발광다이오드 제어장치에 의해 발광다이오드에서 방출된 3파장의 빛을 조합하여 부드럽고 다양한 광색 및 가변색을 창출할 수 있도록 되어 있는 발광다이오드 반사판과, 발광다이오드 반사판 장치에 의해 발생된 가변색 빛이 아크릴판이나 투명재질의 판에 다양한 각도와 모양으로 조각된 광고 문안에 의해 굴절 및 반사됨으로써 부드러운 가변색 및 광색 광고효과를 나타낼 수 있는 표시장치로 구성된다.

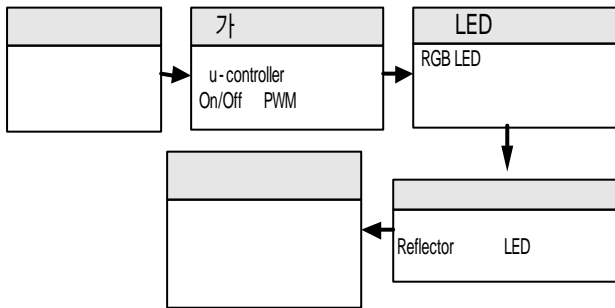


그림 1. 개발된 Edgelit 장치의 구성도

그림 1은 Edgelit 장치 대한 기본 블록도로써, 프로그램 제어가 매우 쉬운 마이크로컨트롤러를 이용하여 발광다이오드 가변색 제어회로를 구성하였으며, 마이크로컨트롤러는 외부 입력장치(수동조작, 리모콘 등)에서 입력된 입력신호에 따라 3원색의 발광다이오드 ON/OFF 및 PWM 제어 신호가 발생되도록 한다. 또한 발광다이오드 가변색 제어회로에서 발생된 신호는 3원색의 발광다이오드 모듈장치에 공급되고, 발생된 3원색은 반사판 장치에 의해 혼합 및 조합되어 표시장치에 공급된다.

2.4 반사판 설계 및 시뮬레이션

고휘도 LED를 이용한 Edgelit 광고장치의 반사판 설계에 있어서 주안점은 각각의 RGB LED의 혼합으로 백색광을 얻을 수 있어야 하며 고효율적으로 설계되어야 한다는 점이다. 그리고 반사판 설계를 하기 위해서 광학 설계프로그램인 Light Tools를 이용하였으며, 시뮬레이션 결과는 다음과 같다.

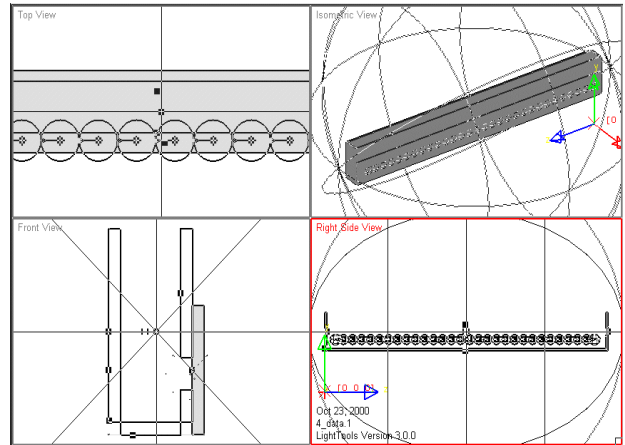


그림 2. 반사판 4면 구성도

그림 2는 기본적으로 설계한 반사판으로 외형의 크기는 250×100×30[mm]이며 반사판의 내부 코팅 물질은 알루미늄으로 반사율은 85%를 적용하였다. LED의 위치는 바닥에서 5[mm] 높이에 Red : Green : Blue = 1 : 1 : 2로 휘도비가 1 : 1 : 1를 유지하도록 대칭적으로 총 32개의 고휘도 LED를 배열하였다. 위 그림에서 설계된 반사판 둘레에 보이는 구가 다음 시뮬레이션 결과들의 검출면(for Field Receiver)이다. 이 검출면에 달는 분포가 다음과 같은 시뮬레이션 결과로 나타난다. 위에서 설계된 반사판은 기본형으로 고효율의 반사판을 설계하기 위해서는 보다 깊이 있는 설계가 이루어져야 한다.

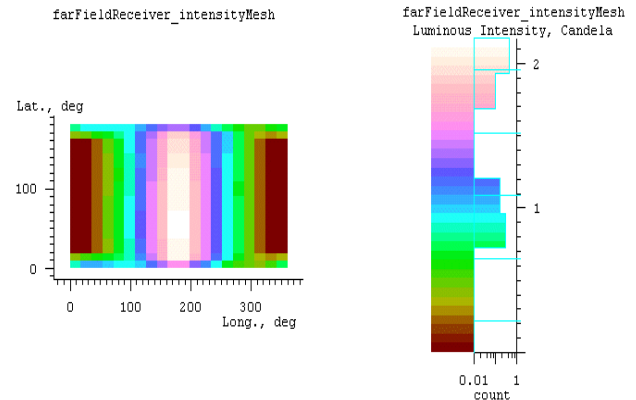


그림 3. 수평면 광도분포도

그림 3은 설계된 기본형 반사판의 시뮬레이션 결과로써 각도별 분포를 나타내고 있는데 반사판의 윗면에서 바라본 수평면 광도 분포를 나타내고 있으며 오른쪽에 있는 광도 분포는 상대적인 값으로, 출력광의 상위 180°를 기준으로 ±20° 영역에서 높은 광도 분포를 나타내고 있었으며, RGB가 혼합된 백색광을 얻을 수 있었다. 반사판의 내부 반사율을 기존의 반사율에 10% 향상된 95%를 적용하였을 경우 광도가 1[cd] 향상되었다.

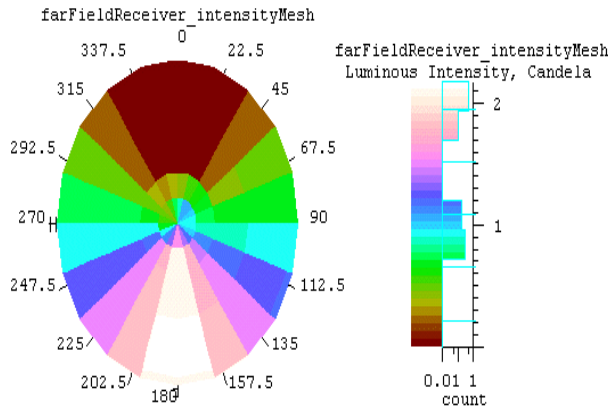


그림 4. 수직면 광도분포도

그림 4는 설계된 기본형 반사판의 수직면에서 본 광도 분포를 나타내고 있으며 그림 2에서와 같이 출력광의 상위 180°를 기준으로 $\pm 20^\circ$ 에서 높은 광도 분포를 나타내고 있음을 알 수 있다. 반사판의 바닥부분(0° 부분)으로 갈수록 광도 분포가 줄어들고 있다.

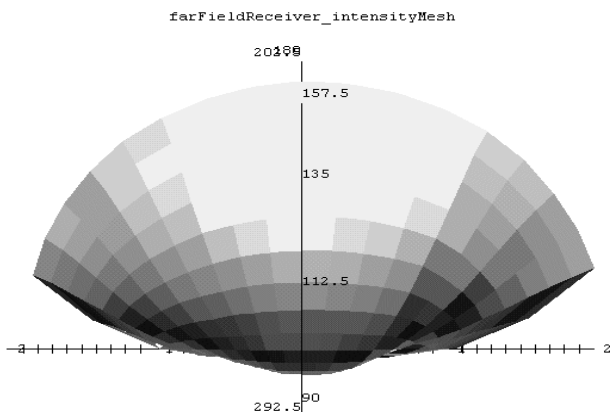


그림 5. 입체형 배광분포도

그림 3과 그림 4에서 나타내고 있는 출력단의 광도 분포를 그림 5에서는 입체형 배광분포로 나타내고 있으며 시뮬레이션 결과 좌우 대칭형을 이루고 있다. 검출면이 구형으로 이루어진 점을 감안하여 배광분포도 구형을 이루고 있음을 알 수 있다.

2.5 Edgelit 장치의 동작

발광다이오드 가변색 제어장치에서 3원색의 발광다이오드를 각각 PWM 제어하여 각각의 발광다이오드에서 발광된 빛이 조절되기 때문에 표시장치의 유입부에 발생하는 빛이 가변 된다.

3원색의 발광다이오드의 발광각이 투명아크릴판에 직접적으로 조사되지 않고 반사판에 의해 각각의 빛은 혼합하게 되며, 상기 반사판의 구조에 따라 여러 가지 형태로 빛의 굴절 및 산란이 일어나게 된다. 또한 상기

혼합된 빛은 투명 아크릴판에 조각된 광고문안에서 산란현상이 나타나게 되어 투명 아크릴판의 전반부와 후반부에서만 광고문안의 광색이 나타나게 됨으로써 부드러운 이미지의 광고효과를 나타낸다.

발광다이오드 제어장치는, 패턴 프로그램의 입력에 의하여 마이크로컨트롤러는 각각의 3원색 발광다이오드에 적합한 ON/OFF 및 PWM 신호를 발생시킨다. 발생된 신호는 직류 전원전압에 의해 발생하는 전류를 조절하는 입력전류 제어회로와 3원색 발광다이오드사이 에 있는 LED 스위칭부, 즉 PNP형 트랜지스터를 제어함으로써, 프로그램화 된 마이크로컨트롤러에 의해 3원색의 발광다이오드가 동작 제어된다.

2.6. 실험 및 측정

실험을 위하여 제작된 Edgelit 장치는 RGB 세가지의 고휘도 LED(Toyoda Gosei 제품)을 각각 1 : 1 : 2의 비율로 총 32개의 LED를 사용하였으며, 마이크로컨트롤러는 AT89C2051를 사용하여 스위칭 동작 및 조광동작을 하도록 하였다. 또한 광을 혼합하기 위하여 제작된 반사판은 시중에서 용이하게 구할수 있는 반사 썬트지를 이용하여 제작하였다.

Edgelit 장치가 어떤 광색을 발광할 때 동작을 정지시킨 후 Red, Green, Blue 세 가지 LED의 듀티비를 각각 수동제어하는 방식으로 색좌표와 휘도를 측정하였으며 그 측정값은 그림 6에 나타내었다. 그림 6에서 듀티비를 변환시킴에 따라 아크릴판에 나타나는 광의 색좌표가 변화됨을 알 수 있었다.

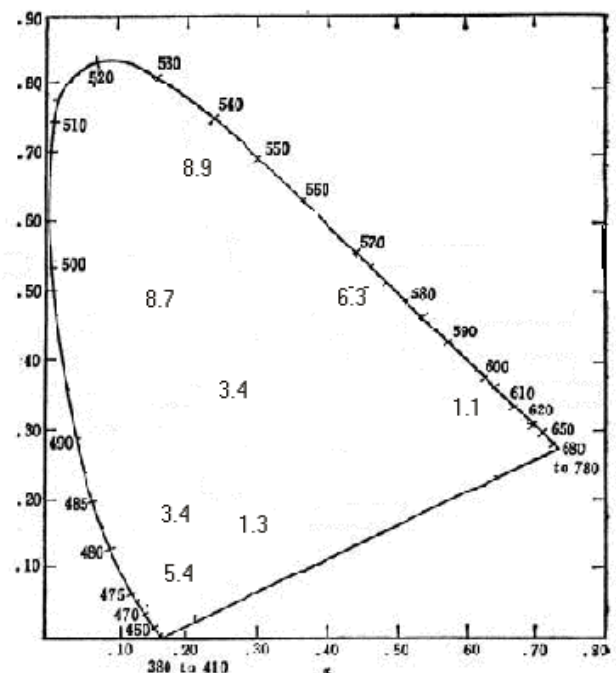


그림 6. Edgelit 광고장치의 색좌표 및 휘도

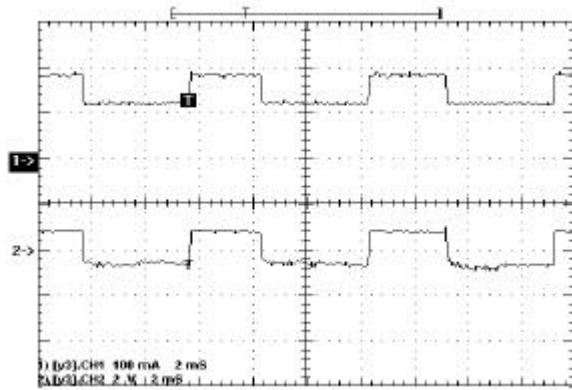


그림 7. LED 입력전압과 전류

그림 7은 트랜지스터의 출력파형 왜곡과 LED의 특성에 기인하여 발생하는 입력전류 변동을 줄이기 위하여 LED와 병렬로 커패시터를 연결하였을 경우 트랜지스터의 출력전압과 입력전류의 파형이다.



그림 8. 제작된 Edgelit 장치

그림 8은 제작된 Edgelite 장치의 사진이다.

3. 결론

고휘도 LED를 사용하여 다양한 광색 및 조광동작이 가능한 Edgelit 장치를 제작하여 LED의 방사각에 의하여 발생하는 빛의 분산을 방지하기 위하여 반사판을 설계·제작하였다. 또한, LED의 구동회로는 PWM 듀티비에 따라 광색이 균일하게 변화하도록 구성하였고, 트랜지스터의 왜곡현상과 LED특성에 의한 입력전류의 변동을 커패시터의 병렬연결에 의하여 감소시켰다.

또한, 기본형의 설계된 반사판을 설계·시뮬레이션한 결과 출력광의 상위 180°를 기준으로 ± 20 에서 RGB가 혼합된 백색광의 높은 광도 분포를 나타내고 있음을 알 수 있었으며, 입체형 배광분포에 대한 예측이 가능하게

되어 실제 제작시 오류를 미연에 방지할 수 있다.

향후과제로써 설계된 기본형을 근간으로 고효율적인 반사판의 설계가 이뤄져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] William J. Mooney, "Optoelectronic Devices and Principles", Prentice-Hall International.
- [2] William B. Eimer, "The Optical Design of Reflector", TLA Lighting Consultants.
- [3] Warren J. Smith, "Modern Optical Engineering", McGraw Hill.