

시뮬레이션을 이용한 반사판 재질에 따른 LED Module의 광학적 특성

윤보민, 이성진, 최기승, 이종찬*, 박대희
원광대학교, 금호전기(주)*

Optical property of LED Module along reflector material by Simulation

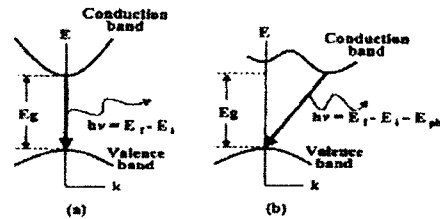
Yoon Bo Min, Lee Seong Jin, Choi Gi Seung, Lee Jong Chan, Park Dae Hee
Wonkwang University, Kumho Electric, INC

Abstract - LED have many problem as narrow light view angle, high price, drift phenomenon of color coordinate, high heating problem for lower power, lower weight and small size. But, with the development of blue LEDs and the improvement of LED brightness, color variation are becoming more and more popular as lighting and application devices in this page, I used the Light Tools which was a simulation program in order to recognize optical a few characteristic of LEDs arrangement along reflector material and designed LED Arranged 5 phi LED in 5mm interval in the square that was 10x10 And designs a reflection board on pcb, structural design of PCB changed as five type. - Aluminum, Gold, Chromlum, Nickel, Copper,

결합하는 전자와 홀은 Non-Radiative 재결합과 Radiative 재결합을 한다. 홀과 전자가 Non-Radiative 재결합을 하게되면 격자진동적인 phonon으로 발생하게 되면 열로 변환되는 것이고, Radiative 재결합을 하게 되면 빛으로 나오게된다. 빛의 색깔은 각 반도체들의 band gap에 따라 결정된다.[5]

1. 서 론

반도체 기술의 혁신적인 발전에 의하여 조명 분야에서도 새로운 광원의 개발과 함께, 반도체 광원에 대한 연구개발이 활발하게 진행되고 있다. 그중 대표적인 것으로서 일렉트로루미네선스를 이용한 광원의 일종인 발광 다이오드(LED)와 EL은 고체 발광소자로서 저출력, 저회도 등의 특징 때문에 표시소자 등에 국한되어 이용되어 왔으나, 최근 고회도 LED에 대한 연구개발이 활발히 진행중이며, LED의 문제점들이 일부 개선되어 제품으로 판매되고 있다.



< 그림 2 > 에너지 전이 (a) Radiative 재결합 (b) Non-Radiative 재결합

2.2 시뮬레이션 설계

반사판 재질에 따른 LED 배열의 광학적 특성을 알아보기 위하여 모의시험 프로그램인 Light Tools를 이용하여 LED 설계를 하였다. 그림 3 에서 보는 것과 같이 8x8, 64개의 LED를 100x100mm인 기판에 배열하였다.

최근 고회도 청색 LED의 개발과 함께 빠르게 개선되는 LED의 휘도는 LED를 일부 조명용으로 이용할 수 있는 가능성을 보여주고 있으며, 고회도 RGB LED를 이용한 응용제품에 대한 연구와 제품화가 이루어지고 있다.[1-2]

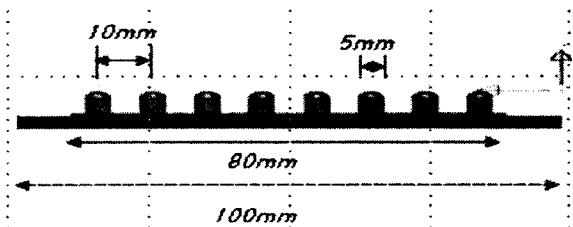
φ 5 LED 8개를, LED 중심을 기준으로 10mm간격으로 배열하였다. 그리고 LED가 배열된 80mm부분에 LED의 점등시 자체적인 후발광(back emitting light)과 LED에서 발광된 빛이 반사되어 뒷부분으로 전달되는 빛을 전방으로 반사되게끔 고려하기위해 PCB기판 자체에 반사판을 설계하였다. 반사판의 재질은 알루미늄, 크롬, 니켈, 구리, 금등으로 다양하게 변화될수 있다. 측정은 두부분에서 이루어졌는데 그 중 하나는 반사판 표면으로서, 얼마만큼의 빛이들어왔는지 측정하기위하여 설계하였다. 다른 하나는 100mm 떨어진 위치에 LED에서 빛이 얼마만큼 도달하는지 확인하기 위하여 설계하였다.

따라서 이 논문에서는 LED를 pcb기판에 배열함에 있어서 LED의 발광효율을 높이기 위하여 pcb기판의 재질에 따른 특성을 파악하고자한다. 먼저 PCB 자체에 반사판을 설계하고 LED를 배열하는 방식으로, PCB기판에 코팅된 재질의 특성을 변화시켜가면서 LED Module의 특성을 광학 시뮬레이션 프로그램인 Optical Research Associates사의 LightTools를 사용하여 비교하고자한다.

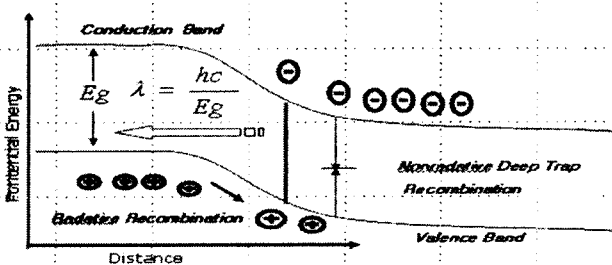
2. 본 론

2.1 LED의 발광 원리

LED는 기본적으로 p-n 접합의 원리이다. 즉 N-type과 P-type의 반도체를 접합시키고 순방향 바이어스를 걸어주었을 때 N-type에는 전자가 주입되고 P-type에는 홀이 주입된다. N-type쪽은 전자가 주입됨에 따라 Fermi level이 전도대쪽으로 올라가게되고 농도차에 의한 확산이 일어나 P-type쪽으로 전자가 주입된다. 또한 그 역으로 P-type쪽에서는 홀이 N-type쪽으로 주입된다. 이러한 홀과 전자를 소수캐리어라하며 기존에 있던 N-type에서의 전자들이나 P-type의 홀들은 다수캐리어라고 한다. 이러한 소수와 다수캐리어들이 p-n junction의 공핍층근처에서 재결합하게된다. [4]



< 그림 3 > LED 설계



< 그림 1 > LED 발광원리



< 그림 4 > 8x8 LED 배열 및 Receiver 측정위치

2.3. 시뮬레이션 결과

2.3.1 Illuminance

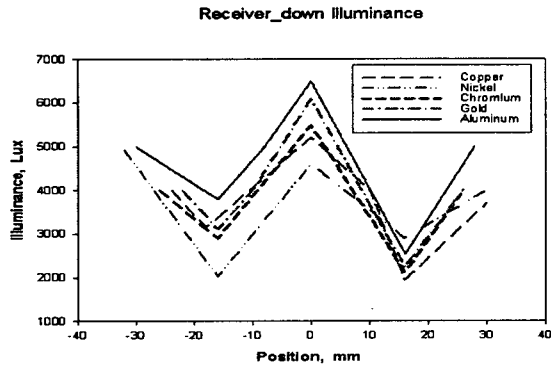
반사판의 재질에 따른 조도의 변화량을 확인하기 위해 시뮬레이션을 한 결과 동일한 LED에서 나오는 빛의 양에는 반사판의 재질에 따라 차이가 있었다.

먼저 바닥에서 측정된 결과를 보면 니켈, 구리, 크롬, 금, 알루미늄의 순서로 빛의 조도 변화를 확인할 수 있었다.

측정된 최대값으로는 알루미늄 6487.7247, 금 6085.5187, 크롬 5487.1094, 구리 5202.5636, 니켈 4918.5677의 값을 갖는다.

이것은 각각의 금속의 특성에서 찾을 수 있다.

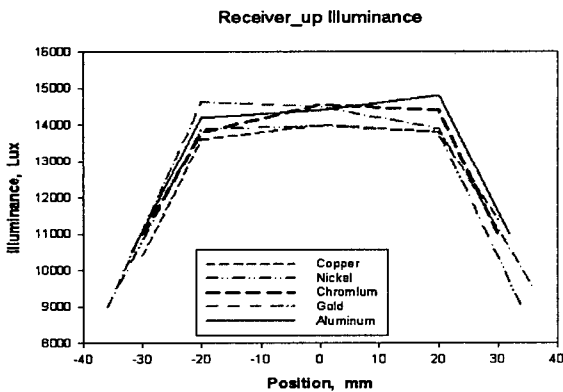
금속의 특징중 하나인 광택은 물체 표면의 구성물질·거칠기·형상에 의존하는데 이 경우에는 반사율이 파장에 따라 다르기 때문에 각 금속에 특유한 광택색이 나타난다. 그 광택색에 의해 표면에서의 반사율이 달라짐을 알 수 있다.[4]



< 그림 5 > 바닥면에서의 조도 측정 결과

윗면에서의 조도 측정결과 또한 비슷한 결과로서 바닥면에서의 반사효율이 좋은 금속이 윗면에서 측정된 조도의 결과 값도 높다.

측정된 최대값으로 LED의 점등시 자체적인 후발광(back emitting light)과 LED에서 발광 빛이 반사되어 뒷부분으로 전달되는 빛을 전방으로 모아주었기 때문이다



< 그림 6 > 윗면에서의 조도 측정 결과

2.3.2 조도 균일도

시뮬레이션 결과 값들을 최소값, 최대값 그리고 평균값으로 정리한 것이 표1과 표2값이다.

먼저 조도 균일도란 작업면상의 최소 조도 E_{Min} 과 평균 조도 E_{Ave} 와의 비 E_{Min}/E_{Ave} 또는 최소조도 E_{Min} 와 최대조도 E_{Max} 와의 비, E_{Min}/E_{Max} 로 계산한 값이다. 이를 이용하여 계산한값들을 표3에 나타내었다.

< 표 1 > 바닥면에서의 조도 측정표 [Lux]

	Nickel	Copper	Chromium	Gold	Aluminum
Min	2025.8025	1936.2151	2113.4463	2229.1130	2516.9090
Max	4918.5677	5202.5636	5487.1094	6085.5187	6487.7247
Ave	3263.3273	3309.2887	3391.1879	3846.0415	4093.8093

< 표 2 > 윗면에서의 조도 측정표 [Lux]

	Nickel	Copper	Chromium	Gold	Aluminum
Min	3890.5381	3535.1739	3676.7427	3924.2806	3733.6824
Max	13974.368	1400.9223	14547.029	14630.905	14805.643
Ave	9143.6737	9108.6903	9124.6600	9136.3709	9203.8409

< 표 3 > 윗면에서의 조도 측정된 균일도 계산값 [%]

	Nickel	Copper	Chromium	Gold	Aluminum
균일도	42.55	38.82	40.29	42.95	40.57

표를 보면 평균값들은 대체적으로 구리에서 알루미늄값으로 갈수록 증가하는 것을 볼 수 있으나 균일도값을 계산해보면 그 값이 일정하게 증가하지 않는다. Gold가 가장 크고 Nickel, Aluminum, Chromium, Copper 순이다. 이것은 코팅된 금속 표면의 매끄러운 정도에 따라 난반사하는 양이 다르거나 또한 옆면에 반사판을 설치하지 않아서 많은 양이 옆으로 빠져나가기 때문에 빛의 균일도가 떨어진 것으로 사료된다.

LED를 BLU의 광원으로 응용하였을 때 균일도는 매우 중요하다. LED의 배치에 따라 중앙부분은 광량이 많기 때문에 빛이 고르게 방출하지만 가장자리 부분은 광량이 적기 때문에 빛이 고르지 못하다.

이러한 정량적인 데이터는 균일도(Uniformity)로 표현을 하고 단위는 [%]이다. 이러한 균일도의 양상을 위한 광학모듈 설계의 중요성은 LED BLU의 중요성과도 같은 것이다.[6]

즉, LED의 배치 및 광학적설계는 BLU의 균일도에 큰 영향을 주는 것으로 사료된다.

3. 결 론

본 논문에서는 반사판 재질에 따른 LED 배열의 광학적 특성을 알아보기 위하여 모의시험 프로그램인 Light Tools를 이용하여 LED를 배열하고, 여러 가지 금속으로 변화를 주며 그에 따른 결과를 확인하였다.

- (1) 윗면과 아랫면에서의 조도 측정 결과 Aluminum, Gold, Chromium, Nickel, copper 순으로 조도의 변화를 확인할 수 있었다.
- (2) LED에서 나온 빛의 양이 반사판의 재질에 따라 흡수하고 반사하는 효율이 다름을 알 수 있었다.
- (3) 조도의 평균값은 대체적으로 구리에서 알루미늄순으로 증가를 하나 조도균일도의 값은 금이 가장 크고 니켈, 알루미늄, 크롬, 구리순으로 나타났다.

금속의 반사율은 금속의 온도에 따라 민감하게 변하는 성질이기 때문에 반사율 측정을 통해 금속의 온도를 측정할 수 있고, 이 값으로부터 열전도도를 결정할 수 있는 중요한 요인이다.

그러므로 향후 LED를 조명에 응용함에 있어서 LED의 조명 효율을 높이는 데 기여할 수 있을 것이다.

감사의 글

이 논문은 산업자원부에서 시행하는 대학전력연구센터 육성, 지원사업 (I-2004-0-074-0-00)에 의해 작성되었습니다.

[참고 문헌]

- [1] D. Braun. "Crosstalk in passive matrix polymer LED displays." Synthetic Metals. 92. pp.107-113. 1992
- [2] R.F. Karlicek. JR. M.G. Brown. I. Eliashevich. A. Gurary. M. Schurman. and R. Stall. "Mass production of high brightness blue and green LEDs by MOCVD." pp.91-98. 1999
- [3] 송상민, "Design of a Multi-Color Lamp Using High Brightness RGB LEDs", KIEE, Vol. 52C, No.2. 2003
- [4] 황명근, "The Design and Analysis of General Light Source Using White LED", 인하대학교, xvi, 141 p, 2004
- [5] 조경신, "White LED spectrum measurement & CT.CRI calculation & substitution scheme", 忠南大學校 大學院, iii, 46p, 2002
- [6] 정찬성, "기하학적 구조물을 이용한 LCD TV용 LED Backlight Unit 설계 및 해석", 단국대학교, III,53장, 2005