

PCB 구조적 설계에 따른 LED Module의 열적 광학적 특성

이승민, 이성진, 최기승, 이종찬, 박대희
원광대학교

Optical, Thermal property by Applied PCB Structure design

Seung-Min Lee, Seong-Jin Lee, Gi-Seung Choi, Jong-Chan Lee*, Dae-Hee Park
Wonkeang University, Kumho Inc.*

Abstract - As developing the information society, Lighting Emitted diode(LED) which is light source for illumination of next generation is attracted public attention.

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.

So, many researches have continued in a illumination as LED module type. in this problem, heating problem is very important and difficult and that is caused in decreasing phenomenon of brightness and drift phenomenon of color coordinate.

so the problem of heating is urgent question for illumination of LED. In this paper, structural design of PCB changed as two type for solving the heating problem. also the properties of heating is analysed and optical properties is measured with heating image camera and spectrometer according to change in this design.

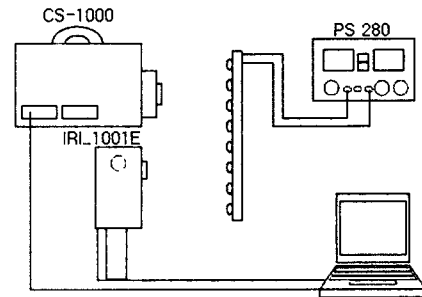
(社)의 IRI 1001E를 사용하여 비 접촉 측정 하였다. 측정시간은 상온 25℃에서 1시간동안 측정 하였다.

2.3 광학적 특성

광학적 특성은 대표적으로 단위 면적당 광도를 나타내는 휘도(brightness)와 가시광선 등의 빛이 분광기로 분해했을 때 얻게 되는 각각의 파장(spectrum), 색온도(color temperature), 연색성(color rendering) 등 어느 관점에서 빛을 분석하는가에 따라서 상기의 광학적 특성 외의 많은 광학적 특성을 분석한다.

본 논문에서는 광학적 특성을 KONICA MINOLTA社의 CS-1000 분광반사 휘도계를 사용하여 휘도(brightness)와 380 nm ~ 780 nm의 visible 영역의 파장(spectrum)을 측정하였다.

아래 그림 1은 LED Module의 측정 장비 개략도 이다.



〈그림 1〉 측정 장비 개략도

1. 서 론

발광다이오드(LED) 조명기술은 조명분야의 혁명으로 비유될 수 있을 정도로 현재 유수의 기업들이 개발에 박차를 가하고 있는 분야이다. LED는 반도체의 빠른 처리속도와 낮은 전력소모 등 장점을 가지고 있고 환경 친화적이면서도 에너지 절약효과가 높아서 차세대 조명으로 꼽히고 있다.

그러나 LED 점등시 LED칩 내부에 발열로 인해 LED의 Luminous intensity, Chromaticity coordinate, Life time등의 성능 저하 현상이 문제되고 있다. 이러한 LED의 발열문제를 해결하기위해 현재 SMD Type의 LED는 Metal PCB를 사용하지만 Through hole type LED는 적용하기가 어렵고, 또한 가격 또한 높다.

본 연구는 Through hole type High Flux LED를 사용하였고, Glass epoxy PCB(FR4)위에 Solder Mask Top Layer를 이용한 반사판을 형성시킨 PCB와 반사판을 형성하지 않은 PCB의 구조적 설계에 따른 열적 광학적 특성을 비교 확인하였다.

2. 실험 방법

2.1 LED 구동 회로 및 배치

LED 구동회로는 크게 DC를 이용한 구동회로와 교류를 이용한 구동회로, 그리고 Pulse로 구동하는 방법이 있다. LED 램프를 구동하는 방법은 이러한 회로를 기본으로 하고 있는데, DC를 이용한 구동회로는 LED 램프를 구동하는 회로는 전류 또는 전압분배를 이용하여 전원을 LED 램프가 구동할 수 있는 전압을 인가 후에 저항을 이용하여 전류를 제한하는 방법을 사용한다. 이때 정전류회로에서의 저항에 열이 발생하므로 저항의 열을 제거하기 위하여 저항 대신 DC Power supply를 이용하여 정전압원에 전류를 고정시켜 시험을 하였다.

또한 LED 연결 방식으로는 직렬연결, 병렬연결, 직병렬 혼합 방식 중 8*8 직병렬 혼합방식으로 연결하였다. 이때 모듈 설계함에 있어 모든 LED에 동일한 순방향 전류가 흐르도록 설계하는 것이 가장 중요하다.

LED의 형태별 기본 배치는 직선형, 삼각형, 사각형, 오각형, 육각형 형태로 나눈다. 이는 LED를 조명용 광원으로 사용할 때 가장 기본이 되는 형태로 볼 수 있으며, 본 논문에서는 사각형 배치를 사용하였고, LED와 LED사이의 간격은 10mm로 하였다.

2.2 열적 특성

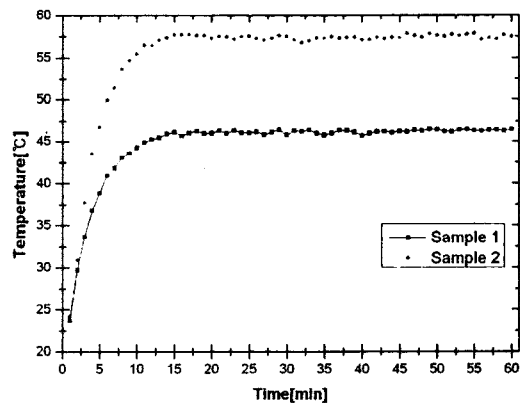
일반적으로 물질의 열적인 특성을 대표하는 물리량으로는 열전도도(thermal conductivity), 열확산도(thermal diffusivity), 비열(specific heat)등을 들 수 있다. 즉, 그 물질의 열전도 특성(thermal transport property)을 조사한다는 것은 위 물리량 중 열전도도 또는 열확산도를 측정하는 것이다. 그러나 이런 열전도도의 측정은 전기전도도(electrical conductivity)의 측정보다 까다롭고, 보다 정교한 장치를 요구한다.

측정 방법으로는 크게 나누어 정적인(static) 방법과 동적인(dynamic) 방법으로 구분할 수 있다. 정적인 방법은 온도 등의 물리량이 시간에 따라 변하지 않는 상태에서 측정하는 것이고, 동적인 방법은 반대로 온도를 변화시켜 가면서 측정하는 것이다.

본 논문에서는 동적인 방법으로 PCB의 열적 특성을 측정하기위해 IRISYS

3. 실험 결과 및 고찰

그림 2는 Sample 1 과 Sample 2의 시간에 따른 LED Module의 온도변화를 확인한 실험이다. Sample 1 과 Sample 2 모두 240(mA)의 전류가 흐를 수 있도록 power supply PS 280을 이용하여 전류를 고정 하였다.



〈그림 2〉 시간에 따른 LED module의 온도 특성

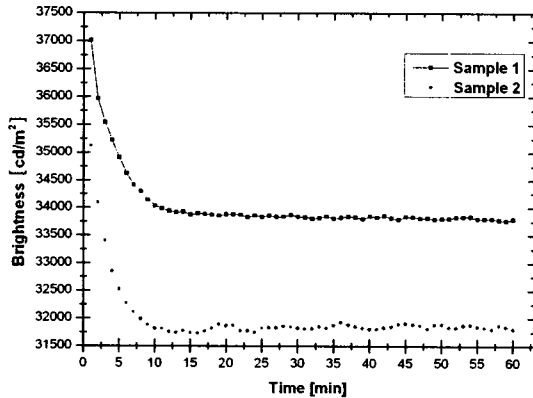
Sample 1 과 Sample 2는 약 20℃의 온도 차이가 있음을 확인할 수 있었으며, 이는 PCB 설계 시 Solder Mask Top Layer의 반사판 형성 부분이 Glass epoxy PCB(FR4)위에 구리(Cu) 동막이 압착되어 있고 동막 위에 니켈(Ni) 도금이 되어있다. 반사판이 형성되어 있는 PCB는 형성되어있지 않은 PCB에 열관용 즉, 열이 벽과 같은 고체를 통과하여 공기층에서 공기층

으로 열이 전하여 지는 차이로 인해 나타나는 결과이다.

그림 3은 시간에 따른 휘도 특성을 측정한 것이다. 이는 LED Module를 반사 특성과 온도에 따른 휘도 특성을 확인하였으며, Sample 1은 Sample 2에 비해서 약 2000 [cd/m²]의 높은 휘도 특성을 보이고 있다. LED는 주위 온도 및 LED의 발열을 포함한 Chip의 온도(T_j : 발광부인 junction temperature)에 따라서 특성이 변화한다. 발광에 r여하지 않는 전자와 정공의 재결합이 증가하기 때문이다. 아래 식은 T_j에 따른 출력광의 세기 함수이다.

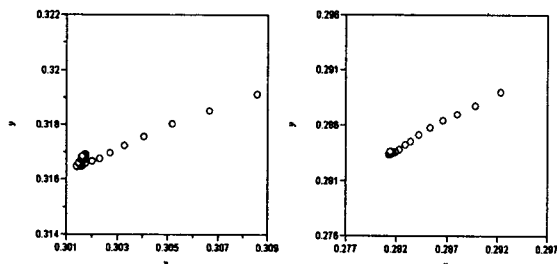
$$LOP(T_j) = \exp\left[-\frac{T_j - 25\text{ }^\circ\text{C}}{T_0}\right]$$

또한, LED Module의 반사판을 형성함으로써 형성하지 않은 PCB Sample 2에 비하여 높은 휘도를 확인 할 수 있었다.

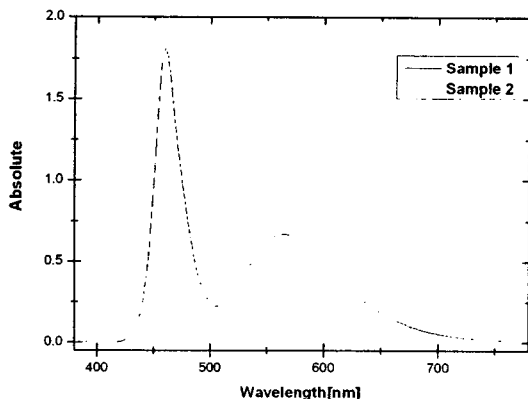


〈그림 3〉 시간에 따른 LED module의 휘도 특성

그림 4는 왼쪽 Sample 1 오른쪽 Sample 2의 색좌표 특성이며, 온도에 따른 색좌표 드리프트현상과 색차계에 의한 색좌표 드리프트 현상을 나타내고 있다. 온도에 따른 색좌표 드리프트현상은 Sample 2가 Sample 1에 비하여 x= 0.0038, y=0.0031 차이를 확인 하였고, 색차계 또한 Sample 1이 LED Lamp의 색좌표 값에 근사함을 확인 하였다.



〈그림 4〉 시간에 따른 LED Module 색좌표 특성



〈그림 5〉 LED module 파장 특성

위 그림 5는 LED Module별 Peak Wavelength를 비교한 것이다. Sample 1이 Sample 2보다 파장의 값이 높게 측정이 되었으며, 특히 457 [nm]의 파장에서 높게 측정이 되었다. 이는 온도가 변화하는 것에 의하여 반도체의 금지대폭이 변화로 인해 파장의 변화가 발생하였다.

3. 결 론

- 1) 열적 특성은 Sample 1이 Sample 2보다 약 20℃ 낮은 특성을 확인하였다.
- 2) 휘도 특성은 Sample 1이 Sample 2보다 약 2000 [cd/m²]의 높은 휘도 특성 확인하였다.
- 3) 색좌표 특성은 Sample 1이 Sample 2보다 x= 0.0038, y=0.0031 낮은 드리프트 특성을 확인하였다.

따라서 LED Module의 PCB설계에 따른 온도 및 광학적 특성을 확인함으로써 LED 온도 상승에 의하여 발생하는 비발광 재결합을 줄이기 위해서 온도상승을 줄이기 위한 PCB 구조적설계가 중요하다.

감사의 글

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

[참 고 문 헌]

- [1] 황명근, 양종민, 신상욱, “고휘도 발광다이오드(LED)의 광학적 특성에 관한 연구”, 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp, 2159~2161, 2000. 7. 17
- [2] 이주엽, “접합의 온도 변화가 LED의 출력에 미치는 영향”, 울산대 대학원, 2006년 석사학위 논문