

LED Module의 주위 온도에 따른 전기적 광학적 특성 연구

이승민, 이성진, 양종경, 임연찬, 박대희
원광대학교

The Study on Electrical and Optical Properties in LED Module by the Environment Temperature

Seung-Min Lee, Seong-Jin Lee, Jong-Kyung Yang, Youn Chan Yim, Dae-Hee Park
Wonkwang University

Abstract -

In this paper, we manufactured high flux LED module with Through Hole type. and we measured electrical, optical and thermal properties by driving type. LED module was composed with 8*8 arrangement form by using the glass epoxy PCB. Also, we measured the most suitable driving type with static voltage driving type and static current driving type.

As a result, the LED Module of static voltage driving type showed high luminance characteristic than the static current driving type by supplying enough bias. However, the static current driving type showed more stable driving properties because of fast decreasing properties about brightness by increasing the surrounding temperature in the static voltage driving type.

Also, due to Quantum confined Stark effect from piezoelectric field, the wavelength of blue peak shifted to long wavelength direction by increasing the surrounding temperature in the static voltage driving type.

1. 서 론

조명산업과 디스플레이 분야에서 새로운 광원으로 부상하고 있는 LED 다양한 분야에서 LED 사용이 급증하면서 예상 밖의 빠른 속도로 시장이 확대되고 있다. 현재 지원대는 기술을 기반으로 범용 제품 및 전속용 조명 LED 백라이트와 같은 시장을 비롯하여 자동차 헤드램프, 신호등, 문자와 숫자 혼용 디스플레이, 간판, 대형사이즈의 비디오 디스플레이와 같은 최신퍼리케이션에 이르기까지 LED소스가 폭넓게 이용되면서 가장 일반적인 기기들도 디자인이 가속화 되고 있다[1].

LED 조명은 백열전등 형광등 등 기존 광원 대비 소비전력이 1/5밖에 안 되고 반영구적 수명으로 광원 교체가 불필요하며 형광등에 쓰이는 수은을 사용하지 않아 친환경적이며, 다양한 기술적 경제적 장점으로 인해 거의 모든 산업 분야에서 일반조명등을 대체하고 있으며, 해외 선진 각국에서 정책적으로 추진하고 있는 기술개발 분야이다. LED 조명은 간접조명 등의 특수 분야에서 일부 사용되고 있으나 일반 조명용 LED, LCD의 백라이트, 신호등, 생활용 조명등 다양한 영역에서 LED가 부각되면서 측정 데이터의 정확성, 효율 향상, 방열 특성 개선 등 기술적으로 해결해야 할 문제들이 제기되고 있다[2].

본 논문은 고효율 LED Module를 설계하기 위하여 주위 온도 변화와 구동방식에 따른 전기적, 광학적 특성을 분석을 하여 조건들 중에서 가장 이상적인 조건을 찾고자 한다.

2. 본 론

2.1 실험방법

본 논문에서는 많은 응용분야에 사용되고 있는 Through hole type High Flux LED를 사용 하였으며, LED Module의 8*8 매트릭스 구조로 설계하였다. 설계된 LED Module의 전기적 광학적 특성을 분석하기 위한 방법은 Vacuum Drying Oven을 사용하여 30 ~ 125 [°C]까지 20 [°C] 간격으로 정전류 방식과 정전압 방식으로 측정을 하였으며, 상온 20 [°C]에서 LED Module의 안정화 시간을 확인하기 위해 1시간동안 전기적 광학적 특성을 확인 하였고, Vacuum Drying Oven의 온도 오차 범위는 ±0.2 [°C]이다.

전기적 특성을 확인하기 위하여 정전류 방식에서는 240 [mA]의 정전류를 인가하였고, 정전압 방식은 28.8 [V]의 정전압을 인가하여 KEITHLEY (社) DMM 2000을 사용하여 전기적 특성 정전압과 전류를 측정하였으며, 광학적 특성은 Minolta(社) 분광방사휘도계 CS-1000을 사용하여 스펙트럼과 휘도특성을 측정하였다. 또한 정전류와 정전압의 측정은 LED Module의 전기적으로 가장 이상적인 전원 구동 특성을 확인하기 위함이다. 반복재현성을 확인하기 위해 각각 5회씩 반복 측정하여 평균값을 나타내며, 표 1.은 LED Module 제작에 사용된 LED 사양표이다.

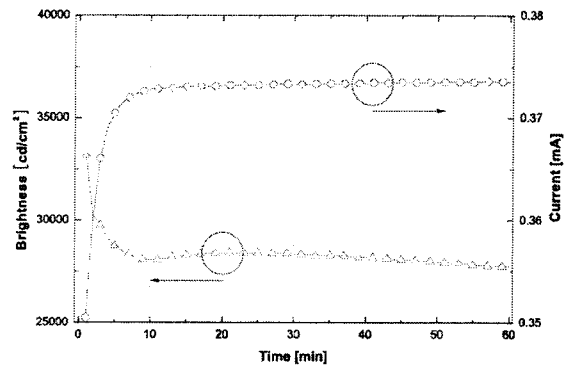
Item	Value	Unit
Luminous Flux	3.0	lm
Luminous Intensity	3000	mcd
Chromaticity Coordinate	x=0.31, y=0.31	
Forward Voltage	3.6	V
DC Forward Current	30	mA

표 1. LED Module에 사용된 LED 사양표

2.2 결과 및 고찰

그림 1.은 정전압 방식으로 28.8 [v] 인가하고 LED Module의 안정화 시간을 확인하였으며, 그림 2. 또한 정전류 방식으로 240 [mA]의 정전류를 인가하였다. 안정화시간은 LED에 전류가 인가되면 p-n접합부의 온도가 상승하게 되며 p-n접합부의 온도가 안정될때까지 광학적 특성이 변화하게 되므로 열적 평형상태에 도달할 때까지는 안정된 출력을 얻을 수 없다. 시료로 사용된 LED Module의 안정화 시간은 10 ~ 15분 내에서 안정화 시간을 확인 할 수 있었고, 전기적 광학적 특성을 모두 만족하였다. 정전류 방식보다 정전압방식이 상대적으로 높은 휘도 특성을 보이고 있다. 이는 정전류 방식보다 정전압 방식이 LED Module의 충분한 바이어스를 공급할 수 있기 때문으로 사료된다. 하지만 LED Module에 인가되는 전기에너지는 극히 일부는 빛에너지로 변환되고 대부분의 에너지는 접합부에서 발생하는 열 에너지로 변환된다. 접합에서 발생하는 시간당 열에너지 Q_E 는 인가된 시간당 전력과 같다고 가정할 수 있고, 식(1)은 접합에서 발생하는 시간당 열에너지를 나타내고 있다.

$$Q_E = P = I_F \times V_F \quad (W) \quad \text{식(1)}$$



〈그림 1〉 상온에서의 정전압 방식의 안정화

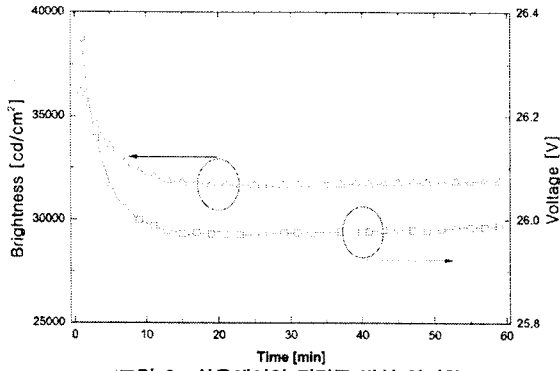
그림 3.은 구동 전원의 주변 온도에 따른 휘도 특성을 확인 하였다. 정전류 구동방식에 비해 정전압 구동 방식이 급격한 휘도 저하특성을 나타내고 있음을 확인할 수 있었고, 이는 위에서 서술한 바와 같이 접합에서 생기는 시간당 열에너지의 증가로 설명할 수 있다.

그림 3.은 구동 전원의 주변 온도에 따른 휘도 특성을 확인 하였다. 정전류 구동방식에 비해 정전압 구동 방식이 급격한 휘도 저하특성을 나타내고 있음을 확인할 수 있었고, 이는 위에서 서술한 바와 같이 접합에서 생기는 시간당 열에너지의 증가로 설명할 수 있다. 따라서 접합 온도를 T_{AJ} , 리드 프레임 T_P , 주변온도 T_A 라하고, 각 온도 사이의 열 저항을 $R\theta_{J-P}$, $R\theta_{P-A}$ 라 하면 열적 평형 상태의 다음식이 성립한다.

$$Q_{J-P} = \frac{T_J - T_P}{R\theta_{J-P}} \quad \text{식(2)}$$

$$Q_{P-A} = \frac{T_P - T_A}{R\theta_{P-A}} \quad \text{식(3)}$$

$$Q_E = Q_{J-P} = Q_{P-A} \quad \text{식(4)}$$



〈그림 2〉 상온에서의 정전류 방식 안정화

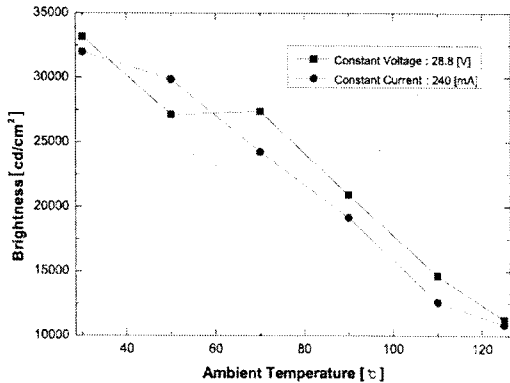
LED의 열전달은 대부분 리드프레임을 통해 열전도이므로 LED의 열 저항은 일반적으로 $R\theta_{J-P}$ 로 기술되며, 이는 전도에 의한 열전달로 평형상태에서 온도차에 비례하므로 다음 식에 의해 구할 수 있다.

$$R\theta_{J-P} = \frac{T_J - T_P}{Q_{J-P}} = \frac{T_J - T_P}{Q_E} \quad \text{식(5)}$$

여기서 Q_E 는

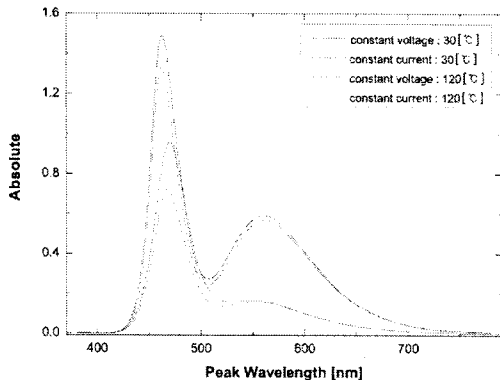
$$Q_E = I_F \times V_F \quad \text{식(6)}$$

이므로 주위 온도가 높아질수록 정전압 방식의 휘도저하는 정전류 방식의 휘도보다 기울기가 크고, 이에 따라서 LED구동회로는 정전압 방식보다 정전류 방식이 안정적인 구동 특성을 나타냄을 그림 3과 위 식을 통하여 확인할 수 있다.



〈그림 3〉 구동 전원의 주변온도에 따른 휘도 특성

그림 4는 구동전원의 주변온도에 따른 스펙트럼특성을 나타내고 있으며, 상대적으로 정전압 방식이 peak wavelength가 높음을 확인할 수 있지만, 주위온도의 따라 정전압 방식의 peak wavelength가 정전류 방식보다 우측으로 shift 된 것을 확인할 수 있었고, 560 [nm]의 peak wavelength가 정전류, 정전압 방식 모두 크게 저하됨을 확인하였다.



〈그림 4〉 구동 전원의 주변온도에 따른 스펙트럼 특성

이는 첫째, 전류가 증가 할 때 단파장으로의 이동은 band filling effect 또는 piezoelectric field 에 의한 screening effect 에 의해서 주도 적으로 나타나고, 고 전류에서는 소자에서 열이 발생해 band filling effect 와 screening effect 은 감소시키고 piezoelectric field 에 의한 Quantum confined Stark

effect의 효과로 파장이 장파장으로 이동한다. 둘째

, 주위 온도가 높아짐에 따라서 접합부분의 온도상승으로 인한 phosphor의 열화로 사료되며, 열화로 인해 구조적 변화에 따른 photoluminescence의 저하와 life time의 저하를 유발하고 사료된다.

3. 결 론

본 논문은 LED Module의 주위온도에 따른 전기적 광학적 특성을 확인하였으며, LED Module의 안정화시간은 10~15분으로 확인하였고, 전기적 특성에서는 정전압 구동방식보다 정전류 구동 방식을 사용하는 것이 LED의 전기적 광학적 특성이 안정적인 것을 확인하였다.

주위온도 변화에 따른 특성 또한 상대적으로 정전류 방식보다 정전압 방식이 휘도특성이나 peak wavelength의 광학적 특성이 높게 나타났지만, 온도의 증가에 따라서 휘도특성의 기울기의 크기가 크게 나타나고, blue peak wavelength가 정전류 방식에 비해서 오른쪽으로 shift되는 것을 확인하였다. 또한 주위온도의 변화에 따라 phosphor의 열화로 인해 red peak wavelength의 감소와 함께 LED 초기 spectrum을 상실하게 되어, 색재현성의 저하됨을 확인 하였으며, 따라서 LED Module의 구동 방식은 정전압 방식보다 정전류 방식이 전기적, 광학적 특성이 안정적인임을 확인 하였다.

감사의 글

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

이 논문은 중소기업청 시행 2006년도 산학연 공동기술사업 지원에 의해 작성되었습니다.

[참 고 문 헌]

- [1] Michael Day, Tarek Saab, Texas Instrument, "RGB 디스플레이에서 균일한 LED 광도 만들기" 電子技術. 19권 1호 통권216호 (2006. 1), pp.102-104
- [2] 안선영, "국내의 LED 시장동향 및 향후 전망", 電氣技術. 43권 3호 통권498호 (2006. 3), pp.61-66
- [3] 라현욱, "A Study on the Heat Transfer Characteristics of High Power Light Emitting Diode Package", 全北大學校 大學院, 碩士學位論文, 2005
- [4] P. Waltereit, h. Sato, C.Poblenz, D. S. Green, J. S. Brown, M. McLaurin, T. Katona, S. P. DenBaars, J. S. Speck, J.-H. Liang, M. Kato, H. Tamura, S. Omori, and C. Funaoka, Appl. Phys.Lett. 84, 2748 (2004).
- [5] Takashi Mukai, Motokazu Yamada and Shuji Nakamura, Jpn. J.Appl. Phys. Lett. 38, 3976 (1999).
- [6] Shuji Nakamura, Science. 281, (1998).
- [7] Huimin Wang, Xiaoming Tao, Edward Newton, "Thermal degradation kinetics and lifetime prediction of a luminescent conducting polymer", Polymer International, 53:20-26 (2004), DOI: 10.1002/pi.127