

고휘도 LED의 열 저항 측정 시스템 제작

The Thermal Resistance Measurement System for the High Brightness LED

이상훈, 박춘만, 김창호, 김순규*, 양삼룡*, 김두희*

서남대학교 물리학과, *(주)원 반도체

shlee@seonam.ac.kr

AB_xC_{1-x} 형태의 3요소(ternary) 혹은 A_xB_{1-x}C_yD_{1-y} 형태의 4요소(quaternary) III-V족 화합물로 이루어진 고 휘도 LED는 높은 에너지 효율, 낮은 제조 원가, 발광 색깔의 다양성 그리고 긴 수명 시간을 갖는 특성으로 인해 그 수요가 급격히 증가하고 있어 차세대 광원으로 각광받고 있다. 이와 같은 높은 시장성을 갖는 고 휘도 LED의 연구 개발은 발광 특성을 높이기 위한 칩 자체의 개발과 광 지향성의 향상을 위한 기하 광학적 디자인 설계 그리고 고 효율과 내구성의 향상을 위한 패키지 재료 선택 및 패키지 디자인 설계 등 다양하게 나뉘어져 연구되고 있다. 이 중에서 LED의 열적 내구성 향상을 위한 패키징 연구에 있어 중요한 변수중 하나가 그 효율과 수명에 직결되는 발열에 관련된 것이다.

본 연구에서는 제조된 LED에 일정 전류를 가하였을 때 junction의 온도 변화를 실시간으로 관측하며 LED의 junction과 pin 그리고 pin과 ambient사이에서의 열 저항 값을 추정해내는 것을 목적으로 하였다.

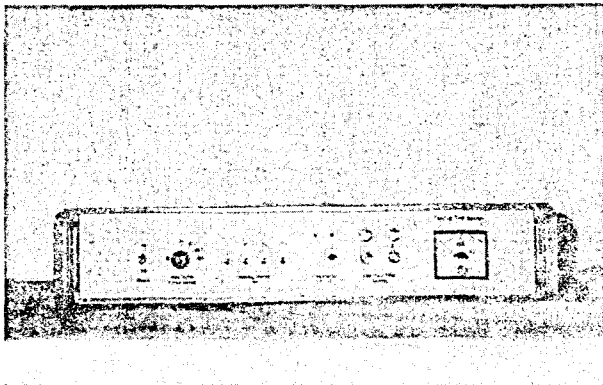


그림 1. 제작된 열 저항 측정 장치

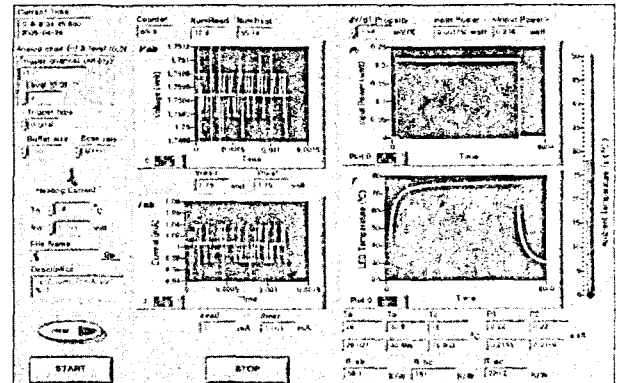


그림 2. 실행된 열 저항 측정 윈도우

LED에 일정 전류를 흘리게 되면 junction에 열이 발생하여 이 부분의 온도가 올라가게 된다. 이와 같이 상승된 온도는 주위와의 온도 차이에 의해 lead frame과 패키지 외부로 열이 전달되어 나가게 되며 이 양은 온도 차이가 발생하는 접점을 중심으로 한 열 확산 방정식을 고찰하면 된다. 그러나 상승된 junction의 온도는 직접적으로 온도 센서를 이용하여 측정하기는 불가능하다. 따라서 상승된 junction의 온도를 측정하기 위해서는 직접적인 방법보다는 간접적인 방법을 써야 한다. 전류가 junction에 흐르게 되면 흐르는 전류와 junction에 걸리는 전압이 시간에 따라 변하게 된다. 이것은

T
B

전류에 의해 junction의 온도가 상승하게 되고 이러한 온도의 상승은 다시 junction에 걸리는 전압에 변화를 일으키며 따라서 전류 또한 변하기 때문이다. 이러한 점을 고려하여 다음과 같은 순서로 junction의 온도 및 열 저항을 측정하였다. 첫 번째로, LED를 오븐 속에 넣어 일정 온도로 변화-유지시키면서 junction의 온도 T_j 에 따른 reading 전류(1mA)에 대한 junction의 전압 변화 자료를 얻었다. 두 번째로, t_H 시간(99.0~99.9ms) 동안에는 일정 DC 전류(heating 전류)의 값(25~175mA)과 t_L 시간(0.1~1.0ms) 동안에는 reading 전류의 값(1mA)을 갖는 주기 100ms의 전류 펄스 발생기를 제작하여 LED에 가하였다. 이때 reading 전류에 의해 걸리는 junction의 전압 변화를 읽음으로서 DC 전류(heating 전류)에 의해 상승된 junction의 온도 T_j 를 실시간으로 살필 수 있었다. DC전류를 계속 흘려 junction의 온도가 평형상태에 이르러 일정 온도가 되면 이때 가해준 전기적 일률과 온도 증가량으로부터 junction과 ambient사이에서의 열 저항 값 R_{j-a} 을 얻을 수 있었다. 그리고 처음 100ms 동안에는 junction과 pin사이에서 이미 열평형 상태임을 이용하여 junction과 pin사이에서의 열 저항 값 R_{j-p} 또한 동시에 얻을 수 있었다. 이와 같이 얻은 LED의 열 저항 값은 또 다른 열 저항 측정 방법인 미분 구조 함수(differential structure function)를 이용하여 얻은 값과 비교하였을 때 오차 범위($\leq 10\%$)내에서 일치함을 확인하였다.

DC 전류 (mA)	Input Power (mW)	R_{j-p} ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)	R_{j-a} ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)	T_j ($^{\circ}\text{C}$)
25	46.2	8.38	136.1	31.9
50	92.8	6.8	128.5	37.9
75	141	7.08	122.9	43.1
100	193	6.58	117.7	49.1
125	244	6.72	118.4	54.4
150	296	6.65	116	59.9
175	348	6.6	113.7	65.6

표1. Input Power 에 대한 LED(정격:250mA)의 열 저항 및 junction의 온도 T_j 의 변화

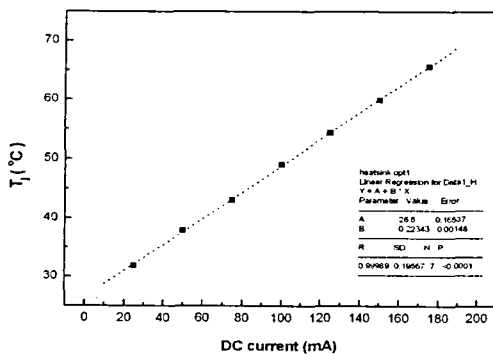


그림 3. DC 전류에 따른 junction의 온도 변화

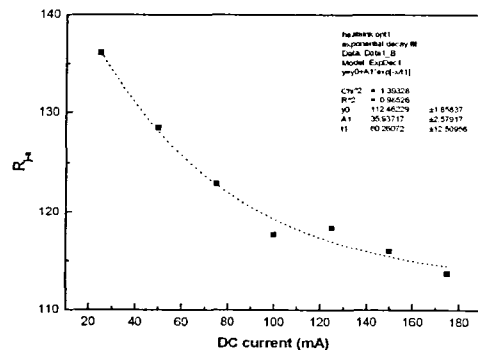


그림 4. DC 전류에 따른 junction-ambient 사이에서의 열 저항

감사의 글

본 연구는 중소기업청에서 시행한 2004년도 중소기업기술혁신개발사업의 기술개발결과의 일부입니다.

참고문헌

[1] John W. Sofia, "Analysis of Thermal Transient Data with Synthesized Dynamic Models for Semiconductor Devices", IEEE Trans. on Comp. Pack. & Manuf. V.18, No.1, pp3947 (1995)