

16칩 LED 패키지에서 칩 크기에 따른 방열특성 연구

이민산 · 문철희*

호서대학교 디스플레이공학과, 아산 336-795

(2012년 5월 7일 받음, 2012년 7월 20일 수정, 2012년 7월 25일 확정)

Light Emitting Diode (LED) 칩의 크기는 전도를 통한 열의 방출에 있어 면적의 확대로 인한 열 밀도의 감소와 칩의 외부양자효율 변화로 인하여 LED 칩의 p-n 정션 온도와 패키지의 열 저항에 영향을 미친다. 본 연구에서는 16칩 LED 패키지에서 칩의 크기가 0.6 mm와 1 mm인 두 가지 경우에 대하여 순전압(forward voltage)을 측정하였고, 순간열분석법(thermal transient analysis)을 이용하여 정션 온도와 열 저항을 평가하였으며, 이를 LED 칩의 전기적인 특성과 LED 패키지의 구조적인 특성과 연관하여 해석하였다.

주제어 : 발광다이오드, 멀티칩, 발광다이오드 패키지, 방열, 열 저항, 순간열분석법

I. 서 론

LED (Light Emitting Diode)는 환경 친화적이고 수명이 길며 색상이 우수하다는 등의 장점으로 최근 들어 조명 분야에서는 일반조명, 야외조명, 건물 외관장식 등에 다양하게 적용되고 있으며, 디스플레이분야에서는 LCD TV의 백라이트용으로 각광받고 있고 그 밖에도 식물재배, 의료용, 자동차용, 선박용 등 날로 적용분야가 넓어지고 있다. 이와 더불어 LED에 요구되는 특성 또한 더욱 까다로워지고 있는데 특히 방열(heat dissipation) 문제는 LED칩의 고 출력화로 인하여 그 중요성이 더욱 부각되고 있다. LED 칩에 투입된 전기에너지는 p-n 정션 부위에서 빛과 열로 변환되는데 일반적으로 빛으로 변환되는 비율은 20% 이하이며 80% 이상의 에너지는 열로 변환되는 것으로 알려져 있다. 이로 인한 발열량은 소형 칩에서는 무시할 만하지만 수백 mA 이상의 전류가 인가되는 고출력 LED 칩의 경우에는 LED 칩의 p-n 접합부에서 발생하는 열을 외부로 충분히 방출해 주지 못하면 접합부의 온도가 수백 도까지 상승하여 LED의 광 효율이 저하하고 색 좌표가 변하며 [1], 심하면 패키지 내부 재료들 간의 열팽창 계수 차이로 인하여 소자의 파괴가 일어나기도 한다. 또한 고 출력을 얻기 위하여 멀티칩을 사용하는 패키지의 경우에는 LED 칩들이 작은 간격으로 밀집 배치되어 있으므로 각각의 LED 칩에서 방출되는 열이 서로 중첩되는 문제도 고려해야 한다.

LED 패키지에서의 방열 문제에 대해서는 패키지 구조 [2], 기판 재료 [3], 비아 홀 [4] 등에 대한 실험적인 연구결과와 함께 순간열분석법(thermal transient analysis)을 이용하여 열 저항 [5]과 정션 온도 [6]를 측정한 결과들이 보고되어 있다. 이들의 주장에 의하면 멀티 칩 LED 패키지의 열 저항은 패키지를 구성하는 LED 칩의 개수가 늘어날수록 감소한다고 보고되었다. 하지만 이들 결과들은 패키지 단위의 열 특성에 대해서만 거론하고 있으며 LED 칩 단위의 열 특성에 대해서는 평가 결과가 보고된 바가 없다. LED 패키지의 방열 특성을 연구하고 이를 제어하고자 하는 이유는 궁극적으로는 패키지를 구성하고 있는 LED 칩 각각의 광 특성과 신뢰성 등을 확보하기 위함이므로 멀티 칩 LED 패키지에서 이를 구성하고 있는 LED 칩 각각의 방열 특성에 대하여 연구하는 것은 매우 필요한 작업이다. 멀티 칩의 연구방법에는 다음의 두 가지 방향이 있다. 첫 번째는 칩의 개수와 상관없이 칩의 크기와 배열, 기판의 크기까지 동일한 조건을 유지하는 방법이다. 이는 주로 칩의 개수가 늘어나더라도 패키지의 출력을 동일하게 유지하는 경우 혹은 작은 폭으로의 증가만 있는 경우에 해당한다. 이 경우에는 칩의 개수가 늘어남에 따라 각각의 칩이 담당하는 출력 값이 작아지므로 동일한 패키지 구조를 사용해도 문제가 없기 때문이다. 두 번째는 칩의 개수가 증가함에 따라 이에 비례하여 패키지의 출력을 높게 사용하는 경우이다. 그러므로 칩의 개수와 상관없이 각각의 칩이 담당하는

* [전자우편] chmoon@hoseo.edu

출력 값은 일정하므로 칩의 개수가 늘어날수록 전체 패키지의 출력과 이로 인한 발열량이 비례하여 증가하며 따라서 열의 중첩으로 인한 정선 온도 증가 등이 문제가 된다. 따라서 이 경우에는 칩의 크기를 크게 하고 칩 사이의 간격도 더 넓게 하며 기판의 크기도 크게 하여 방열이 더 잘 되도록 패키지를 설계하는 것이 일반적이다. 본 연구에서는 16개의 칩으로 구성된 LED 패키지에서 칩의 크기와 간격, 기판의 크기 등을 변화시켰을 때 p-n 정선 온도와 패키지의 열 저항 미치는 영향에 대하여 살펴보고자 한다.

II. 실험방법

1. 16칩 패키지 제작

Fig. 1은 본 연구에서 사용한 16칩 LED 패키지의 단면 구조도를 나타낸 것이다. 본 연구에서는 패키지의 열 저항을 측정하기 위하여 알루미늄을 주 재료로 하는 MPCB 위에

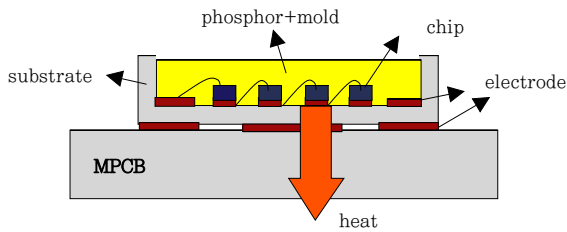


Figure 1. Schematic drawing of 16-chip package in this study.

Table 1. Comparison of the structures of the package A and B in this study.

		Package A	Package B
Substrate	Size	5×5 mm	10×10 mm
	Thickness	0.6 mm	0.6 mm
Chip	Size	24 mil (0.6×0.6 mm)	40 mil (1×1 mm)
	Distance between chips	0.4 mm	0.8 mm
Electrical connection of the chips		4 serial- 4 parallel	4 serial- 4 parallel

에 세라믹 기판으로 제작된 정사각형 모양의 LED 기판을 부착하여 실험에 사용하였다. 패키지를 구성하는 세라믹 기판 재료로서는 알루미늄을 사용하였고, LED 칩은 수직 형태의 청색 GaN LED 칩을 사용하였다. LED 칩과 세라믹 기판을 연결하는 재료인 열 계면 물질로서는 Ag 에폭시를 사용하였다. 기판의 가장자리는 1 mm 정도의 높이로 돌출되어 있어서 이 패키지 내부에 형광체와 에폭시 몰드를 혼합한 재료를 채워 넣게 된다. 16개의 칩은 4직 4병으로 연결되어 있다. Fig. 1은 직렬로 연결된 한 줄의 4개 칩을 보여주고 있으며 패키지는 동일한 모양이 4개의 줄로 반복되어 구성된다. 칩의 하부는 기판과 MPCB로 전기적으로 연결된다. Fig. 2는 본 연구에서 사용한 16칩 LED 패키지의 실제 모습을 사진으로 촬영한 것이다. Table 1은 Fig. 2에 나타낸 두 가지 패키지 A, B에 대하여 상세한 구조를 비교한 것이다.

2. 정선온도의 측정

정선온도는 LED 칩에서 p-n 정선 부위의 온도로서 전자와 정공의 재결합에 의하여 빛과 함께 열이 발생함으로 인하여 칩이 얼마나 뜨거워지는가를 나타낸다. Fig. 1에서 알 수 있듯이 LED는 패키지의 내부에 매립되어 있으므로 정선온도를 직접 측정하는 것은 불가능하다. 정선온도를 간접적으로 측정하는 방법은 정선온도가 올라갈수록 LED 칩의 순전압(forward voltage, V_F)이 낮아짐을 이용하여 순전압을 측정하여 이로부터 정선온도를 예측하는 방법을 많이 사용하고 있다. 또한 시뮬레이션을 통하여 정선온도를 예측하는 방법도 있다. 본 연구에서는 순전압을 측정하여 정선온도를 예측하는 방법을 이용하였다 [7].

본 연구에서는 이를 측정하기 위하여 Fig. 3과 같은 형태의 측정 장비(Metastystem™)를 제작하여 활용하였다.

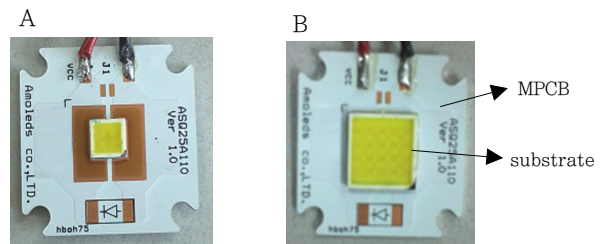


Figure 2. Photographs of the 16-chip package A and B in this study.

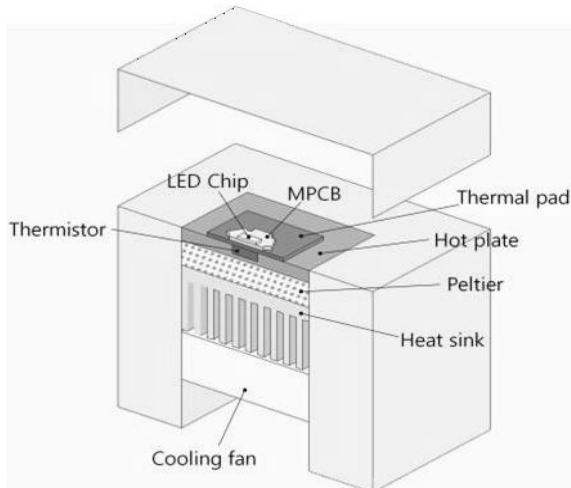


Figure 3. Thermal resistance measuring system.

이 장비는 LED 패키지가 부착된 MPCB를 접착제로 핫플레이트 위에 접착시키며, 핫플레이트는 펠티어 소자를 이용하여 원하는 온도로 가열할 수 있도록 구성되어 있다. 핫플레이트의 아래쪽에는 히트 싱크와 냉각 팬이 배열되어 있어 LED 칩의 p-n 정선부위에서 발생된 열이 일단 MPCB로 방출되기만 하면 히트싱크와 냉각 팬을 통하여 외부로 충분히 빠져나가도록 설계되었다.

이 장치를 이용하여 정선 온도를 구하는 방법을 설명하면 다음과 같다. 우선, 1 mA의 전류를 LED 칩에 가하였고 이 전류를 이용하여 LED 칩의 순전압 V_F 를 측정하였다. 일반적으로 LED 정선온도가 증가함에 따라서 밴드 갭 에너지가 낮아지므로 LED의 순전압이 낮아진다. 본 연구에서는 펠티어 소자를 이용하여 25°C, 40°C, 55°C의 3가지 온도로 핫플레이트를 가열하여 각각의 경우에 순전압을 측정하였고 이를 그래프로 나타내서 핫플레이트의 온도와 순전압 간에 직선 관계를 얻을 수 있었는데 식 (1)과 같이 그 직선의 기울기로부터 K값을 구하였다.

$$K = \frac{\Delta T_J}{\Delta V_F} \quad (1)$$

여기에서 ΔT_J 는 정선온도의 변화로서 본 연구에서는 LED에 가하는 전류가 1 mA로서 작은 값이므로 전류에 의한 LED 온도 상승은 무시할 수 있어 정선온도는 핫플레이트의 온도와 같다고 가정한다. 따라서 K값을 측정하기 위해서는 핫플레이트의 온도가 LED 칩까지 전달되어 둘의

온도가 같아지도록(즉, 열적인 평형) 충분히 오랜 시간을 기다린 후에 측정하는 것이 중요하다. 이제 LED에 높은 전류를 인가하여 LED가 점등이 되었을 때에도 그 때의 LED 칩의 순전압을 측정하면 식 (1)의 관계로부터 정선온도를 간접적으로 예측할 수 있다. 순전압 측정을 위해서는 1 mA의 전류를 LED를 소등한 직후에 공급하며 2분 동안 약 1 msec의 짧은 주기로 펄스를 공급하여 순전압을 측정하였고 이를 평균한 값을 사용하였다.

3. 패키지 열 저항의 측정

우리가 구하는 열 저항은 패키지의 열 저항으로서 열의 발생원인 칩의 정선(junction) 부위로부터 외부공기(ambient)와 접촉하여 열이 방출되는 MPCB 하단까지의 열 저항을 의미한다. 열 저항은 전기저항 R과 구분하기 위하여 R_{th} 로 표기하는데 우리의 경우에는 junction에서 ambient까지의 열 저항이라는 의미로 $R_{th, j-a}$ 로 표시할 수 있겠지만 여기서는 R_{th} 로 간략히 표기하기로 한다. Fig. 1에서 칩에서 발생한 열은 기판을 거쳐서 MPCB의 하부로 방출되는 형태이므로 칩, 기판, MPCB의 열 저항이 직렬로 연결된 형태로 볼 수 있다. 물론 그 사이에 전극과 접착제 등이 있지만 이들은 매우 얇고 열전도도가 큰 물질을 사용하므로 무시하기로 하자. 따라서

$$R_{th} = R_{\text{칩}} + R_{\text{기판}} + R_{\text{MPCB}} \quad (2)$$

패키지의 열 저항 R_{th} 은 앞에서 구한 정선 온도를 이용하여 다음의 관계로부터 구할 수 있다.

$$R_{th} = \frac{\Delta T_{J-a}}{P} = \frac{\Delta T_{J-a}}{I_F \cdot V_F} \quad (3)$$

여기에서 ΔT_{J-a} 는 정선 온도와 외부(ambient)온도의 차이로서 외부온도는 MPCB 하부의 표면온도로 생각할 수 있다. 이 식에서 우리가 알 수 있는 것은 다음과 같다. LED 칩에서 발생하는 열이 LED 패키지를 통하여 외부로 잘 방출되는 경우에는 정선 온도가 낮아져서 ΔT_{J-a} 가 작을 것이며 따라서 R_{th} 도 낮게 측정될 것이다. 반대로 LED 패키지의 방열 특성이 나쁜 경우에는 LED 칩에서 발생한 열이 외부로 빠져나가지 못해서 LED 칩에 쌓이게 되고 이로 인하

여 정선 온도가 높아져서 ΔT_{j-a} 가 크고 따라서 R_{th} 도 크게 측정될 것이다. 식 (3)에서 P는 LED 점등에 소모되는 소비 전력이다. P는 열의 형태로 소모되는 소비 전력 값인 P_{heat} 와 빛의 형태로 소모되는 소비 전력 값인 P_{opt} 의 합으로 나타나는데, 통상적인 LED 기기에서는 P_{heat} 가 전체 P의 70~90%를 차지하는 것으로 알려져 있다. P는 LED 점등 시에 계측기로부터 구할 수 있는 값인 I_F 와 V_F 를 곱하여 간단히 구할 수 있으며, P_{opt} 는 일반적으로 적분구를 사용하여 LED에서 방출되는 광자의 양을 파악하여 이를 소비 전력으로 환산하는 방법을 사용하여 구하여진다. 따라서 P_{heat} 는 다음의 식 (4)로부터 구할 수 있다.

$$P_{heat} = P - P_{opt} \quad (4)$$

식 (3)에서 열 저항을 파악하는 데 있어서는 열로써 소모되는 소비 전력을 고려해야 하므로 엄격한 의미에서는 P 대신에 P_{heat} 를 적용해야 하는데 이 값은 적분구를 사용하지 않고서 실시간으로 측정하기는 어려운 값이다. 또한 소비자들에 있어서도 눈으로 확인할 수 있는 값인 P가 실제적으로는 더 중요하며 P_{heat} 가 P의 70~90%에 해당하는 등의 이유로 식 (3)에서 P_{heat} 대신에 P값을 적용하는 것이 일반적으로 많이 사용된다. 본 실험에서도 이와 같은 이유로 식 (3)에서 I_F 와 V_F 를 곱한 값인 P를 사용하였다.

III. 실험결과 및 고찰

Fig. 4는 패키지 A와 B의 기하학적인 단면구조를 비교한 것이다. Table 1에 나타내었듯이 칩의 단면적은 패키지 B의 경우가 약 3배임을 알 수 있다. 기판의 단면적은 패키지 B의 경우가 4배이므로 패키지 B의 경우가 칩의 단면적

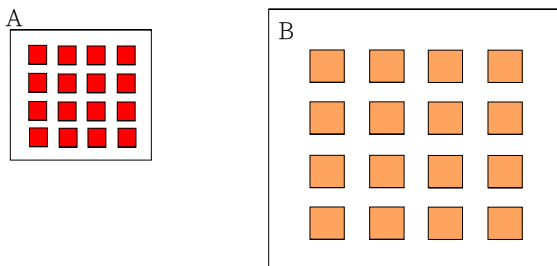


Figure 4. Schematic drawings of package A and B.

도 넓고 칩 사이의 간격도 넓어서 칩에서 발생한 열을 보다 효과적으로 방출시킬 수 있는 구조임을 알 수 있다. 식 (2)에서 패키지의 열 저항, 즉 정선에서 MPCB 하부까지의 열 저항은 칩, 기판, MPCB의 열 저항의 합이라고 하였는데, Fig. 4에서 보듯이 LED 패키지의 경우에는 칩의 면적이 넓으면 그 하부의 기판과 MPCB의 면적도 넓다고 볼 수 있으므로 패키지 B의 경우 열 저항이 그 단면적의 확대 비율만큼 더 낮을 것으로 예상된다. 또한 패키지 A, B는 각각 16개의 칩으로 구성되어 있으므로 이는 열적인 등가회로 측면에서 보면 패키지의 열 저항은 각각의 칩의 열 저항에 비하여 1/16 배만큼 작은 값으로 측정됨을 알 수 있다. 16개의 칩으로 패키지를 구성하였으므로 단일 칩에 비하여 칩의 개수가 늘어난 만큼 와트 수가 증가하므로 패키지의 열 저항이 그만큼 감소하는 것은 당연한 일이지만 여기서 주의해야 할 점은 그렇다고 칩의 열 저항이 감소한 것은 아니라는 점이다. 즉, LED 패키지에서 방열의 중요성은 정선 온도 상승으로 LED 칩의 신뢰성이 저하되는 것과 관계된다고 보았을 때 LED 칩의 신뢰성은 패키지의 열 저항이 아닌 칩의 열 저항으로 판단해야 한다.

Fig. 5는 패키지 A, B를 구성하고 있는 LED 칩에 대한 전류-전압 특성곡선을 비교한 것이다. 이는 칩 고유의 특성으로서 실온(25°C)에서 칩에 인가하는 전압과 전류와의 관계를 나타낸 것이다. Fig. 5에서 패키지 A를 구성하고 있는 0.6 mm 칩보다 패키지 B를 구성하고 있는 1 mm 칩의 경우가 순전압이 낮음을 알 수 있으며 예를 들어 200 mA를 동일하게 인가해 주더라도 0.6 mm 칩에는 약 3.65 V가, 1 mm 칩에는 약 3.2 V가 걸리게 되므로 칩에 인가되

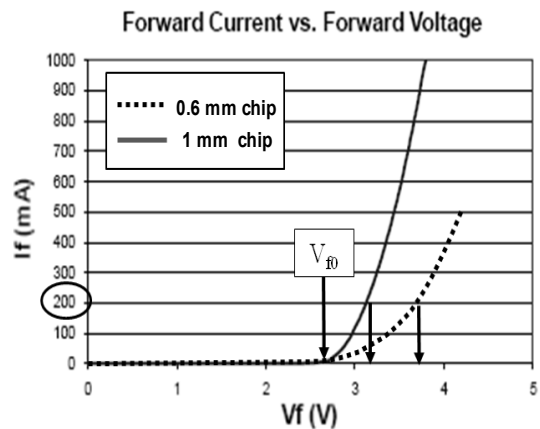


Figure 5. Comparison of the I-V characteristics of the two chips in package A and B.

는 와트 수도 다르게 됨을 알 수 있다. 주변 온도가 상승하거나 LED 칩의 발열로 정선온도가 달라지는 경우에는 Fig. 5의 특성곡선이 전반적으로 좌측으로 이동하게 된다.

Fig. 6은 주변 온도를 25°C, 40°C, 55°C의 3가지 온도로 달리하며 1 mA에서의 순전압을 측정한 결과이다. 여기서 주의할 점은, 실험에서는 4직 4병으로 구성된 패키지를 사용했으므로 측정된 순전압은 개별 칩의 순전압보다 4배인 값이 측정된다는 점이다. Fig. 6의 순전압 측정값을 보면 온도에 따라서 직선적으로 감소하고 있으며 패키지 B의 경우가 순전압이 낮고 기울기는 더 경사가 큼을 알 수 있다. 물론 16개의 칩의 특성이 동일하다고 볼 수 없지만 본 실험에서는 이들이 동일하다는 가정 하에 Fig. 6의 직선관계를 이용하여 LED 칩의 정선온도 변화를 평균적으로 예측하였다. Fig. 7은 패키지 A와 B에 대하여 칩당 인가전류를 일정하게 변화시켰을 때 정선온도의 변화량을 Fig. 6의 관계를 이용하여 예측한 것이다. 그림에서 패키지 A의 경우가 패키지 B에 비하여 정선온도가 약 2배 정도 높음을 알 수 있다. 200 mA의 경우를 예를 들면 이는 패키지 전체적으로는 3.2 W의 전력을 인가해주었음을 의미하며 이 때 패키지 A의 정선온도는 실온에 비하여 50°C 높은 데 비하여 패키지 B의 정선온도는 실온에 비하여 23°C 높음을 알 수 있다. 여기에 대해서는 다음과 같이 해석할 수 있다. LED에 전기에너지의 형태로 공급된 전력 W_e 는 약 80% 정도가 열에너지인 W_h 로 바뀌게 되며 나머지 20% 정도가 빛에너지

인 W_{opt} 로 바뀌게 되는데, 이 때 W_{opt} 와 W_e 의 비율을 외부 양자효율(external quantum efficiency, EQE) η 로 표시하며 이들 사이의 관계를 정리하면 다음 식 (5)와 같다.

$$R_{the} = \frac{\Delta T}{W_e} = \frac{\Delta T}{W_h} \cdot \frac{W_h}{W_e} = \frac{\Delta T}{W_h} \cdot \frac{W_e - W_{opt}}{W_e} = R_{thr} \cdot (1 - \eta) \quad (5)$$

식 (5)에서 R_{the} 는 ΔT 를 공급전력 와트 수인 W_e 로 나눈 열 저항 값이며, R_{thr} 은 ΔT 를 열로 변환된 와트 수인 W_e 로 나눈 열 저항 값인데 이 두 열 저항 값은 다음과 같은 차이가 있다.

R_{thr} 은 패키지에서 발생한 열이 어떻게 흐르느냐를 나타 내주는 값이므로 LED 칩의 광 효율과는 직접적인 연관이 없으며 순전히 패키지 재료의 열 저항 값과 모양에 의존하는 값이다. 본 연구에서 R_{thr} 은 칩뿐만 아니라 칩 하부로 연결되는 기판과 MPCB까지 직렬로 연결되었다고 볼 수 있는데, 패키지 B의 경우 칩의 단면적뿐만 아니라 이와 접촉하고 있는 기판과 MPCB까지 단면적이 패키지 A의 약 3배이므로, 패키지 B의 R_{thr} 은 패키지 A의 약 1/3의 값을 가진다고 볼 수 있다. 물론 LED 칩에서 발생한 열이 반드시 Fig. 1과 같이 수직방향으로 아래로만 향하는 것은 아니다. 예를 들어 칩의 측면으로 방출되는 열에 대해서는 패키지 A를 구성하는 0.6 mm 칩과 패키지 B를 구성하는 1 mm 칩의 방출 단면적은 0.6 : 1 만큼의 차이가 발생한다. 또한 칩에서 발생한 열이 아래 방향으로 흐를 때 수직 방향이 아닌 옆쪽의

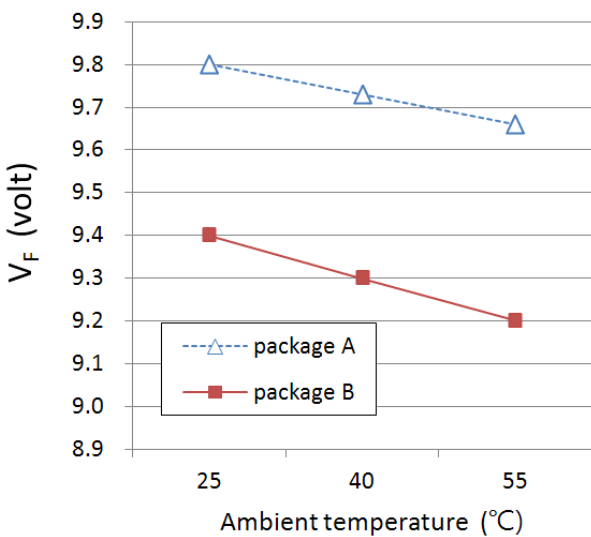


Figure 6. Relationship between the ambient temperature and the package forward voltage.

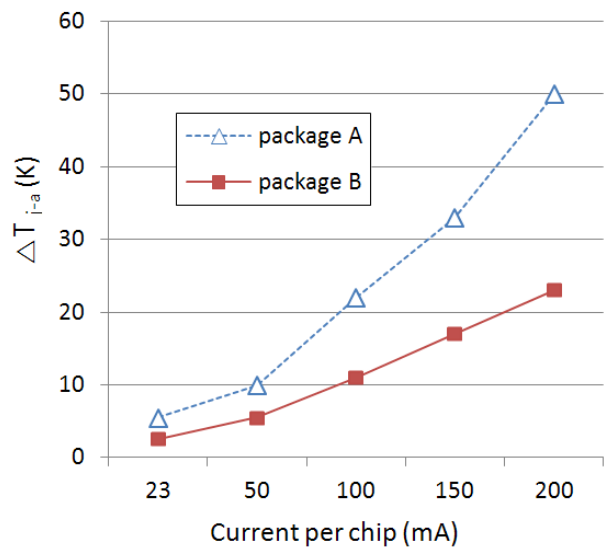


Figure 7. Comparison of the junction temperature of package A and B.

기판과 MPCB를 통해서 흐르는 양도 존재할텐데 이 부분도 마찬가지로 패키지 A와 패키지 B에서 0.6 : 1의 비율만큼의 차이가 있다. 즉 단순히 수직방향으로의 단면적만 고려하면 패키지 A와 패키지 B에서의 R_{thr} 값의 비가 3 : 1이 되겠지만 다른 경우까지 고려한다면 이보다는 다소 작은 차이가 발생할 것이다.

여기에 비하여 R_{the} 는 식 (5)에서 알 수 있듯이 R_{thr} 에 $(1 - \eta)$ 를 곱한 값이므로 LED 칩의 광 효율까지 고려한 값이다. η 는 외부양자효율(external quantum efficiency, EQE)로서 LED 칩에 공급된 전력이 얼마나 빛으로 바뀌는지를 나타내는 값인데, 일반적으로 칩의 크기가 커지면 η 값이 작아지는 것으로 보고되고 있다. 여기에 대해서는 다음과 같이 생각할 수 있다. 외부양자효율 η 는 내부양자효율 $\eta_{internal}$ 와 광추출효율 $\eta_{extraction}$ 의 곱인데, 내부양자효율은 LED 칩에 공급된 전력이 p-n 정선에서 전자와 정공의 재결합에 의하여 포톤으로 얼마나 변환되는가를 의미하며 광추출효율은 p-n 정선에서 변환된 포톤이 LED 모듈 밖으로 얼마나 방출되는가를 나타내는 지표이다. 패키지 A와 패키지 B를 이루고 있는 LED 칩은 단면적이 1 : 3 만큼 차이가 나므로 여기에 동일한 전류를 인가한 경우 전류밀도는 3 : 1 만큼 차이가 난다. 전류밀도가 높아서 전자와 정공의 재결합이 포화상태에 이르게 되면 칩의 단면적이 넓은 것이 내부양자효율에 도움이 되는데 이는 실제로는 큰 값의 차이를 보여주지는 않는 것으로 보고되었다 [8].

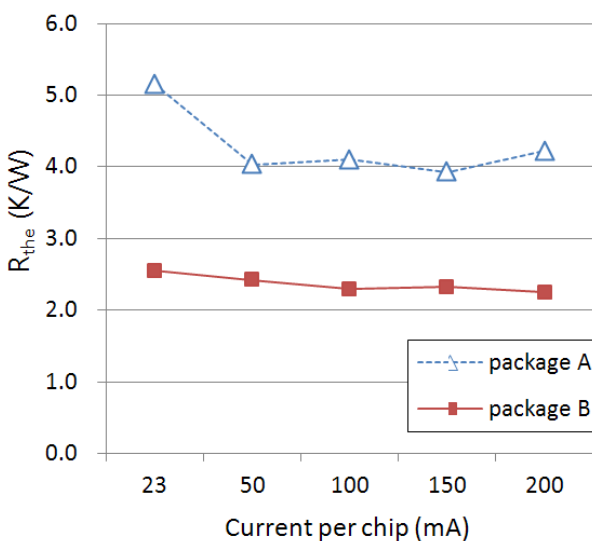


Figure 8. Comparison of the thermal resistance of package A and B.

다른 한 편 패키지 B의 단면적이 3배라는 것은 p-n 정선에서 생성된 포톤이 외부로 빠져나가기 전에 LED 칩 내부에서 투과와 반사와 굴절에 의하여 격자로 흡수되는 양이 많음을 의미하므로 패키지 B는 패키지 A에 비하여 광추출효율이 낮을 것으로 판단된다. 따라서 패키지 B의 경우가 패키지 A보다 외부양자효율 η 이 낮아지는 것으로 설명할 수 있다 [9].

마지막으로 고려할 점은 Fig. 5의 I-V 특성곡선에서 보았듯이 200 mA를 동일하게 인가해 주더라도 0.6 mm 칩에는 약 3.65 V가, 1 mm 칩에는 약 3.2 V가 걸리게 되므로 칩에 인가되는 와트 수가 다르다는 점이다. 이는 약 11%의 전력 차이를 가져오므로 식 (5)에서 패키지 B의 경우는 W_e 값이 작아서 다른 조건이 동일하다면 ΔT 가 그만큼 작아지게 된다. 이상의 모든 것들이 합쳐져서 Fig. 7에서 패키지 A와 패키지 B의 정선온도 상승폭이 2배 정도 차이가 나는 것으로 해석할 수 있다.

Fig. 8은 패키지 A와 B에 대하여 R_{the} 값을 비교한 것이다. 패키지 A는 약 4°C/W, 패키지 B는 약 2.4°C/W의 R_{the} 값을 보여주고 있는데 이는 Fig. 7에서 패키지 A와 패키지 B의 ΔT 값이 2배 이상 차이가 났었음을 고려할 때 상대적으로 차이가 작다. 여기에 대해서는 R_{the} 값은 ΔT 를 W_e 로 나눈 값이므로 Fig. 7에서의 차이보다 작게 나타나는 것으로 이해할 수 있다. Fig. 8에서 나타낸 R_{the} 값은 패키지 전체에 대한 값이므로 LED 칩 각각에 대한 신뢰성을 파악하고자 할 때에는 여기에 16을 곱한 값을 사용하는 것이 의미가 있다 [10].

IV. 결 론

각각 0.6 mm와 1 mm 크기의 칩으로 구성된 16칩 LED 패키지 A와 B에 대하여 외부온도와 순전압과의 관계를 이용하여 정선온도 상승량 ΔT 와 열 저항 R_{the} 을 평가하였다. 그 결과로는 패키지 B의 경우가 패키지 A에 비하여 ΔT 는 50% 정도 감소하였으며 R_{the} 는 40% 정도 감소하였다. 그 이유로는 R_{the} 는 R_{thr} 에 $(1 - \eta)$ 를 곱한 값인데 다음과 같은 결과들이 합해진 것으로 해석할 수 있다.

첫째, 1 mm 칩의 단면적이 0.6 mm 칩보다 3배 정도 크므로 R_{thr} 은 패키지 A가 3배 가까이 크다.

둘째, 외부양자효율 η 의 경우에는 단면적이 작은 칩으

로 구성된 패키지 A의 η 값이 크므로 $(1-\eta)$ 는 패키지 B가 더 크다.

셋째, 1 mm 칩의 경우에는 0.6 mm 칩에 비하여 같은 전류가 인가되었을 때 순전압이 작게 걸리므로 LED에 공급되는 와트 수가 작다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신 인력양성사업으로 수행된 연구결과임

참고문헌

- [1] S. H. Han, Y. J. Kim, J. H. Kim, J. Y. Jung, H. C. Kim, and G. S. Cho, J. Korean Vacuum Soc. **21**, 164 (2012).
- [2] M. Y. Tsai, C. H. Chen, and C. S. Kang, Electronic Components and Technology Conference 1812 (2008).
- [3] C. J. Weng, Int. Commun. Heat. Mass. **36**, 245 (2009).
- [4] Y. W. Kim, J. P. Kim, J. B. Kim, M. S. Kim, J. M. Sim, S. B. Song, and N. Hwang, IEEE Trans. Compon. Packag. Technol. **28**, 45 (2009).
- [5] L. Kim and M. W. Shin, IEEE Trans. Compon. Packag. Technol. **30**, 632 (2007).
- [6] S. I. Lee, J. K. Yang, and D. H. Park, J. KIEEME **23**, 973 (2010).
- [7] S. H. Han, Y. J. Kim, J. H. Kim, D. J. Kim, J. Y. Jung, S. I. Kim, and G. S. Cho, J. Korean Vacuum Soc. **20**, 280 (2011).
- [8] P. F. Ji and C. H. Moon, Journal of Information Display **13**, 1 (2012).
- [9] J. H. Youk, D. W. Hong, and S. J. Lee, Korean J. Opt. Photon. **22**, 141 (2011).
- [10] B. H. Kim and C. H. Moon, Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers **25**, 34 (2011).

Study on the Thermal Dissipation Characteristics of 16-chip LED Package with Chip Size

Min-San Lee and Cheol-Hee Moon*

Department of Display Engineering, Hoseo University, Asan 336-795

(Received May 7, 2012, Revised July 20, 2012, Accepted July 25, 2012)

p-n junction temperature and thermal resistance of Light Emitting Diode (LED) package are affected by the chip size due to the change of the thermal density and the external quantum efficiency considering the heat dissipation through conduction. In this study, forward voltage was measured for two different size LED chips, 24 mil and 40 mil, which consist constitute 16-chip package. p-n junction temperature and thermal resistance were determined by thermal transient analysis, which were discussed in connection with the electrical characteristics of the LED chip and the structure of the LED package.

Keywords : Light emitting diode, Light emitting diode chip, Light emitting diode package, Heat dissipation, Thermal resistance, Thermal transient analysis

* [E-mail] chmoon@hoseo.edu