

## COB 패키지 설계를 위한 PCB 배선기판의 열특성 분석

김민성, 김진홍, 여인선, 김영우\*, 박성모\*, 송상빈\*  
전남대학교, 한국광기술원\*

### Analysis of Heat Emission Properties of Printed Circuit Boards For COB Package

Min-Sung Kim, Jin-Hong Kim, In-Seon Yeo, Young-Woo Kim\*, Sung-Mo Park\*, Sang-Bin Song\*  
Chonnam National University, Koea Photonics Technology Institute\*

**Abstract** - LED는 광학특성을 유지하기 위해서 최적의 방열설계가 요구된다. 이 논문에서는 입력FR-4의 Top Layer의 면적을 506.25[mm<sup>2</sup>]이상으로 확대함으로써, 인가 전력 0.5W 조건하에서 FR-4 PCB로 MCPCB와 유사한 방열 특성을 발휘할 수 있음을 열화상카메라를 통한 측정 및 전산모사를 이용하여 확인하였다.

실험 조건은 인가 전력 0.5W이며, 상온(25℃)에서 에이징시간은 30분으로 하고 Fluent 사의 Icepak과 FLIP사의 열화상 카메라를 이용하여 실험을 진행하였다. 열 특성은 열화상 카메라와 온도검출용 열전대를 이용하여 시간에 따른 LED의 접합온도의 변화량을 측정하였다. 또한 전산모사 프로그램을 이용하여 PCB 전체 면의 온도 분포를 확인하였다.

#### 1. 서 론

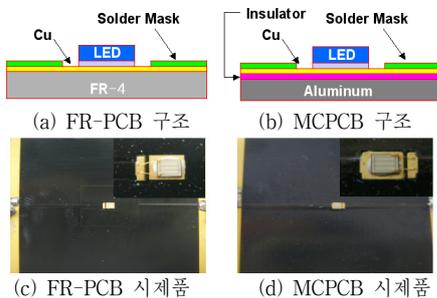
LED는 차세대 대체 조명으로 널리 주목을 받고 있다. 그러나 LED내부 활성층에 불순물이 존재하거나 전자 정공의 충돌이 심할 경우 외부로 빛을 방출하지 못하고 다른 에너지로 손실이 발생하게 된다. 이 손실의 대부분은 열로 방출된다. LED의 광추출효율 및 신뢰성을 보장하기 위해서는 방열설계를 통해 LED의 접합온도를 낮게 관리하는 것이 매우 중요하다. 이를 위하여 0.3W/m-K의 열전도도를 가지는 FR-4배선기판(FR-4 PCB)을 대체하여 2W/m-K 이상의 절연 박막을 적용한 MCPCB 위에 LED를 실장하는 구조로 연구가 이루어져왔다. 또한 저온소성세라믹(LTCC)기판을 이용한 구조 연구가 많이 이루어지고 있다. 그러나 금속방열배선기판 내에 사용되는 절연 박막은 고가이고 무게가 많이 나가는 단점이 있다. 저온소성세라믹(LTCC)기판은 충격에 약하고 제조 단가가 높은 단점이 있다.

이 논문에서는 FR-4배선기판(FR-4PCB)과 금속방열배선기판(MCPCB)의 상면 동판의 면적에 따른 방열 특성 분석하여 MCPCB를 FR-4PCB로 대체 가능성을 확인하고자 한다. 이를 위하여 열화상 카메라 및 전산모사 프로그램을 이용하여 LED접합온도와 배선기판(PCB)의 온도 분포를 측정 및 전산모사하고 LED의 접합온도 및 PCB 온도분포를 분석하였다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 시료 및 실험 방법

LED의 접합온도를 측정하기 위해서 35×35 [mm<sup>2</sup>] 크기의 FR-4 PCB와 MCPCB에 고휘력 LED를 실장하여 실험을 진행하였다.<그림1>은 실험 및 전산모사를 진행하기 위해 제작된 PCB 구조 및 실제 제작한 시료이다. 추가적으로 PCB의 상면 동판의 면적을 <표 1>의 조건으로 실험하였다.



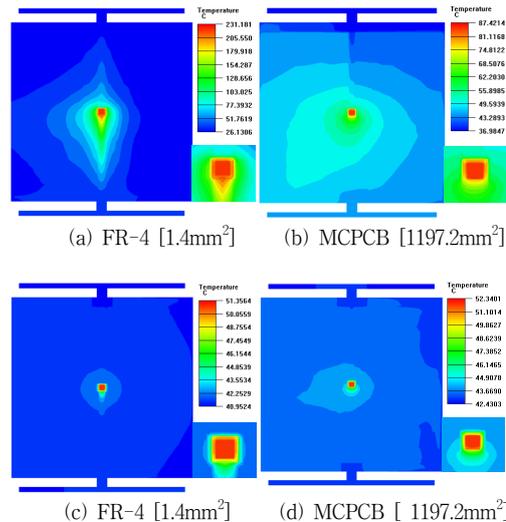
<그림 2> 실험 및 전산모사를 위해 제작된 PCB 구조 및 시제품

<표 1> PCB 상면 동판의 면적

	PCB 상면 동판의 면적[mm <sup>2</sup> ]			
FR-4 PCB	1.4	100.0	506.3	1197.2
MCPCB	1.4	100.0	506.3	1197.2

##### 2.2 배선 기판의 종류 및 상면 동판의 면적에 따른 전산모사

배선기판(PCB)의 면적을 고려한 열 방출 효과를 분석하기 위하여, 수직형 LED를 실장한 FR-4 PCB와 MCPCB의 상면동판의 면적에 대한 전산모사를 실시하였다. 실험을 위한 배선기판은 FR-4배선기판(FR-4PCB)과 금속방열배선기판(MCPCB) 2종으로 선택하였다. 상면동판의 면적은 <표 1>조건으로 하여 실시하였다. 본 실험에서 봉지재 및 형광체의 영향을 배제하기 위하여 LED 주위에 두 물질을 도포하지 않는 조건으로 실험을 진행하였다. <그림 1>은 열원을 인가전력인 0.5W로 하여 전산모사 한 결과이다.



<그림 1> 인가 전력 기준 전산모사

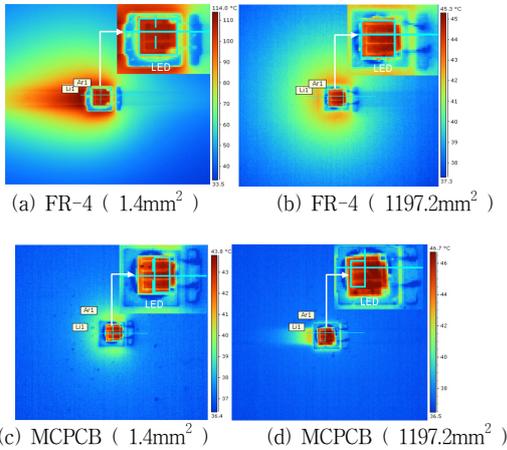
<표 2>은 인가 전력 0.5W를 기준으로 전산모사한 결과로서 LED접합온도 및 PCB 상면동판의 온도를 보여주고 있다. 전산모사 결과 FR-4에 비해 MCPCB의 LED 접합온도가 상대적으로 낮게 나왔으며, 상면 동판의 면적이 넓은 PCB의 LED 접합온도가 낮게 나오는 것을 확인할 수 있었다.

<표 2> PCB 상면 동판의 면적에 따른 전산모사

면적	1.4[mm <sup>2</sup> ]		1197.2[mm <sup>2</sup> ]	
구분	FR-4	MCPCB	FR-4	MCPCB
LED_접합온도[℃]	231.1	51.3	87.0	37.9
PCB_동판온도[℃]	230.1	50.8	78.1	37.5

### 2.3 배선 기판의 종류 및 상면 동판의 면적에 따른 열화상 카메라 측정 결과

제작한 8종의 PCB를 열화상 카메라와 온도검출용 열전대를 이용하여 시간에 따른 LED의 접합 온도 및 PCB의 온도를 측정하였다. 측정조건은 인가전력인 0.5W로 동일하다. <그림2>는 인가 전력 0.5W를 기준으로 LED의 접합 온도 및 PCB의 온도 분포를 나타내고 있다.

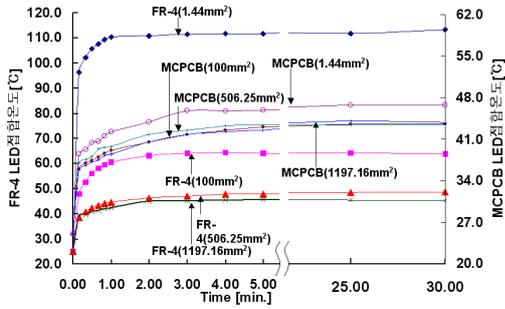


<그림 2> 인가 전력 기준 열화상 카메라

<표 2>는 인가 전력 0.5W를 기준으로 열화상 카메라를 이용한 실험 결과를 보여주고 있다. FR-4에 비해 MCPCB의 LED 접합온도가 상대적으로 낮게 나왔으며, 상면 동판의 면적이 넓은 PCB의 LED 접합온도가 낮게 나온 것으로 실험결과를 보여준다.

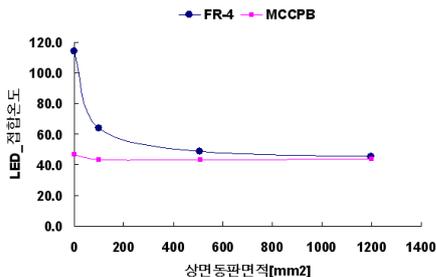
<표 2> PCB 상면 동판의 면적에 따른 열화상 카메라 결과

면적	1.4[mm <sup>2</sup> ]		1197.2[mm <sup>2</sup> ]	
구분	FR-4	MCPCB	FR-4	MCPCB
LED_접합온도[°C]	114.0	46.7	45.3	43.8
PCB_동판온도[°C]	112.9	42.6	42.2	39.6



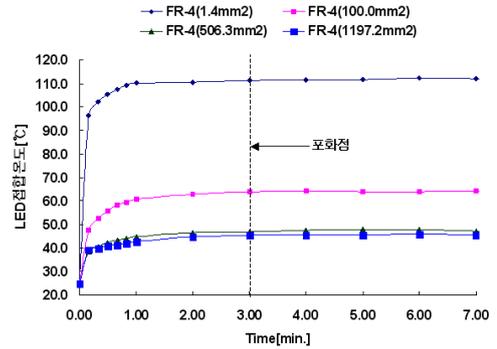
<그림 3> 인가 전력 기준 열화상카메라 결과 분석

<그림 3>은 인가 전력 0.5W를 기준으로 열화상 카메라를 이용한 실험 결과를 나타낸 것이다. 좌측 세로축은 FR-4 LED의 온도를, 우측 세로축은 MCPCB LED의 온도를 표시한다.

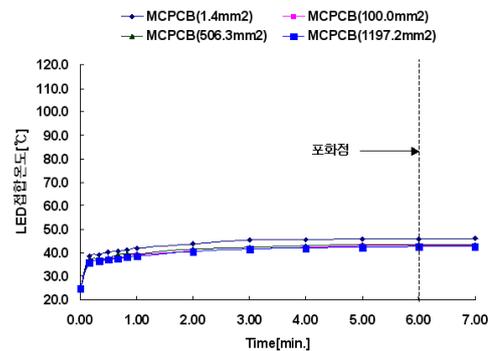


<그림 4> 인가 전력 기준 상면동판면적에 따른 LED접합온도

<그림 4>는 인가 전력 0.5W기준으로 상면동판의 면적에 따른 LED 접합온도의 변화를 실험하였고, FR-4 PCB와 MCPCB 두 종 모두 면적이 증가함에 따라 LED 접합온도의 감소를 확인할 수 있다. FR-4 PCB의 경우 동판 면적이 LED 접합온도에 큰 영향을 미치는 것을 확인할 수 있다.



(a) FR-4 PCB



(b) MCPCB

<그림 5>시간에 따른 LED접합온도

<그림 5>는 FR-4 PCB와 MCPCB의 시간에 따른 LED 접합온도의 변화를 나타낸 것이다. <그림 5(a)>는 FR-4 PCB의 시간에 따른 LED 접합온도의 변화이며, 3분 후에 안정화 되는 것을 확인하였다. <그림 5(b)>는 MCPCB의 시간에 따른 LED접합온도의 변화이며, 6분 후에 안정화 되는 것을 확인하였다.

### 3. 결론

FR-4 PCB와 MCPCB에 상면 동판의 면적을 달리하여 열 특성을 측정하였다. 각각의 성능을 비교한 결과 MCPCB의 방열 성능이 FR-4 PCB의 방열 성능보다 비교적 우수하다. LED접합온도가 안정화 되는 시간은 FR-4 PCB가 MCPCB에 비해 상대적으로 짧지만 FR-4의 1차 방열면이 되는 PCB 상면동판의 면적을 확대시키면 MCPCB와 대등한 방열 성능을 발휘할 수 있다. 이 논문에서 동일 두께의 동판의 대한 특성을 비교 평가하였지만, 추후 추가적인 실험을 통해 LED 특성에 동판의 두께가 미치는 영향에 대해 추후 비교 평가하고자 한다.

### [참고 문헌]

[1] L. Yuan, et al., "Thermal Analysis of High Power LED Array Packaging with Microchannel Cooler," ICEPT'06, pp. 1-5, 2006.  
 [2] Y.W. Kim, et al., "Design and Analysis of Thermal Vias for Ceramic Packages with High Power Light Emitting Diodes (HP LEDs)," KCS2006, pp. 381-382, 2006.  
 [3] ANSYS Corporation, Icepak 4.3.1 User's manual,