

고출력 광원의 방열특성 개선에 대한 연구

이한명, 김영우, 천우영, 김용현, 김진홍*
한국광기술원 LED연구사업본부 LED융합연구센터*

A study on the improvement of thermal characteristics of high power light source

Han-myung Lee, Young-woo Kim, Woo-young Chun, Yong-hyung Kim, Jin-hong Kim*
KOPTI / LED R&D Sector / LED Convergence Research Center*

Abstract - 현재 전력난에 의해 에너지 절감이라는 말은 가정 및 산업 현장 곳곳에서 들을 수 있다. 에너지 절감 대책 중 하나가 몇 년전 정부에서 발표한 백열등 수입 및 유통금지가 있다. 그 효과로 LED 산업이 각광 받게 되었다. 다양한 LED 산업 및 기술에서도 신뢰성 및 성능 분야는 항상 진화하고 많은 기업들이 집중하고 있다. LED에서 중요한 요소인 방열성능을 개선시키기 위해 많은 연구를 행하고 있다. 그리고 광원 개발분야에서도, 반도체 광원의 LED PKG의 다량 실장으로 고출력을 행하는 것 보다는 기판위에 Blue Chip을 실장하여 제작하는 고출력 광원의 기술로 집중되고 있다. 이 논문에서는 고출력 광원인 COB(Chip On Board) LED의 방열성능 개선을 다루었다. 기판의 구조 변형으로 방열특성 개선 대안을 제시하였다. Via hole과 Cavity를 이용한 구조를 제안하였다. 그에 대한 해석 방법으로는, 구조적인 해석과 수치적인 해석을 활용하였다. 그 결과로는 약 13~40%의 방열성능 개선을 나타내었다.

2.2 구조적 분석

표2에서 각 PCB구조를 Polishing 기법을 활용하여 나타내었다. 각 구조적으로 확인하였다. Metal PCB의 경우에는 동판과 Al 기판 중간에 절연층이 있음을 확인할 수 있다. 그리고 우측에 Cavity의 경우에는 FR-4 PCB 적층을 확인할 수 있으며, Al 기판위에 LED chip이 실장되어 있음을 확인할 수 있다. 그리고, FR-4와 Via hole은 재질은 동일하나, Hole 형성의 차이를 확인할 수 있다. 추가적으로, 동판위에 실장되어 있는 LED Chip이 밑면의 동판으로 연결되어 있음을 확인할 수 있다. 추가적으로, Via hole의 경우에는 형광체의 밑면으로 유출을 방지하기 위해 PSR(Photo Solder Resistor)의 막이 형성되어 있음을 보여준다.

1. 서 론

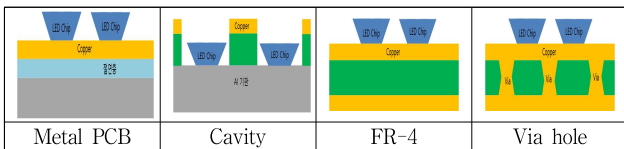
COB LED의 일반적인 구조는 설계 및 제작된 PCB 기판위에 LED Chip의 고집적화 된 구조이다. 고집적화된 구조로 인하여, 발열량이 증가한다. 그리고 발열량이 증가로, 신뢰성 및 성능에 영향을 가하게 된다. 이 원인 중 대표적으로, 일반적인 COB LED에서 사용하는 Metal PCB의 구조에 있다. 이 PCB의 구조 중 절연층이 열방출 장애의 원인이다. 절연층의 낮은 열전도도로 인하여 방열성능에 비효율적인 영향을 발생한다. 이 절연층의 낮은 열전도도를 개선하는 기술로는, PCB의 구조를 변경하는 대안을 제안하였다. 그 대안으로 2가지를 제시하였다. 그리고, 본 논문에서는 구조적인 해석과 수치적인 해석으로 방열특성을 분석하였다.

2. 본 론

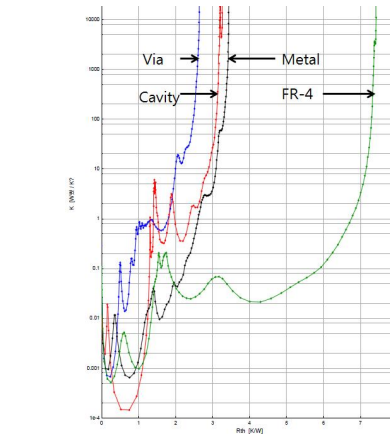
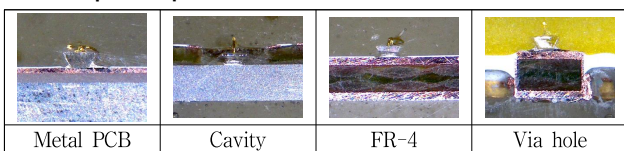
2.1 PCB 구조 제안

서론에서 제기된, 절연층의 열방출의 문제점을 개선하기 위해 PCB를 설계 및 제작하였다. 첫 번째 대안으로는, 저가형 기판의 FR-4에 via hole을 형성하는 구조로 제작하였다. LED chip에서 발생하는 열을 동판을 타고 밑면으로 열을 전달하는 구조이다. 이 FR-4기판의 Via hole 차이 여부를 확인하기 위해 via hole 형성되지 않은 기판을 추가적으로 제작하였다. 두 번째 대안으로는, Metal PCB의 Al기판을 이용한다. 여기서 차이점은 배선이 형성된 FR-4 기판을 적용한다는 것이다. 이 구조는 LED Chip에서 발생한 열이 절연층없이 Al 기판으로 열방출을 행한다는 것이다.

〈표 1〉 제안된 각 PCB 구조



〈표 2〉 각 PCB 구조



〈그림 1〉 열저항 결과본 - Structure Function

2.3 열저항 분석

T3ster(Thermal Transient Tester)를 이용하여, 열저항을 분석하였다. 측정된 결과, 그림1과 표3의 값을 나타내었다. Via hole 구조의 경우에는, Metal PCB 대비 약 40%의 개선과 FR-4 구조 차이 대비로 약 80%의 개선을 나타내었다. 그리고, Cavity 구조는 Metal PCB 대비 약 14%의 개선을 나타내었다.

〈표 3〉 각 PCB의 열저항 값

	Metal PCB	Cavity	FR-4	Via hole
Thermal Resistance [K/W]	2.06	1.78	5.88	1.24

3. 결 론

본 논문에서는 PCB의 구조의 차이에 따라 고출력 광원인 COB LED의 방열특성을 확인하였다. 기존의 Metal PCB의 구조보다 제안된 PCB 구조들로 성능이 개선됨을 확인하였다. 이는 절연층의 낮은 열전도도를 극복할 수 있는 대안들이 고비용의 절연층 소재 개발보다 효율적으로 방열성능을 개선할 수 있는 대안들이 있다는 것이다. 그리고, Via hole 구조를 구성된 FR-4 PCB는 기존의 Metal PCB 대비 저가형의 기판으로써 생산성을 증가할 수 있다. 결론적으로, 단순한 구조 변경으로 성능을 개선시킬 수 있다는 것이다. 차후 제안된 광원 구조의 기술로 LED가 제작이 된다면, 저가형 및 고신뢰성으로 소비자들과 LED 산업 전반적으로 영향을 줄 것을 예상한다.