

COMSOL을 이용한 14[W]급 LED 모듈 방열 설계

한 철, 어익수
 호남대학교 전기공학과

Design of 14[W] LED Module Radiation by using COMSOL

Chul Han, Ik-soo Eo
 Honam University

Abstract - 본 논문에서는 알루미늄 재질로 된 방열판과 PCB에 1[W]급 LED 14개를 모듈 방열 설계 하여 COMSOL Multiphysics로 시뮬레이션을 통한 결과, 경계면 온도는 약 80℃, Max.온도141℃, Min.온도20℃까지 변화로 실 제작에 근접한 온도 확인이 가능함을 확인 할 수 있었다.

1. 서 론

LED(Light Emitting Diode)는 타 광원에 비해 빛에너지로의 전환율이 상당히 낮지만, 전기에너지를 빛에너지로 전환시키는 효율이 높아 최대 90%까지 에너지를 절약 시킬 수 있는 반도체 소자이다. LED의 응용범위가 근래에 이르러 다양한 부문으로 확산되면서 기술적인 문제로 방열 문제가 이슈화되고 있다. 방열문제가 이슈가 되는 원인은 전기적 에너지의 거의 모든 부분이 열에너지로 방출되고 15~25% 정도만 빛에너지로 변환되기 때문이다. LED의 개발방향에서 방열비율을 줄이고 광 효율을 높일 수 있는 연구가 진행 중에 있다. COMSOL은 편미분방정식의 조작으로 다양한 물리현상을 CAD 환경 하에 모델링하여 시뮬레이션 할 수 있는 소프트웨어로, 내장된 지배방정식을 다양한 물리현상에 맞게 설정하여 모델링할 수 있는 프로그램이다[1]. 방열판은 반도체의 방열을 외기로 옮기고 반도체 접합부의 온도를 일정 온도 이하로 유지하는 작용을 한다. 방열판의 방열을 생각할 때 열 저항의 개념을 사용한다. 이것은 단위가 「℃/W」로 표시되며 물체에 1[W]의 열을 가했을 때 상승온도를 나타낸다. 방열기와 장치내 환경 조건의 차이는 매우 많은 불확정 요소를 포함하고 있다. 본 논문에서는 COMSOL을 이용하여 14[W]급 LED 모듈 방열 설계하여 활용 및 시뮬레이션을 통한 결과를 분석한다.

2. 본 론

2.1 열 해석 지배식

COMSOL에서 사용하는 지배식은 2가지이며, 비등온유체식과 열전달식이며 다음과 같다.

$$\rho u \cdot \Delta u = \Delta \cdot [-pI + \eta(\Delta u + (\Delta u)^T) - (2\eta/3)(\Delta \cdot u)I] + \rho g$$

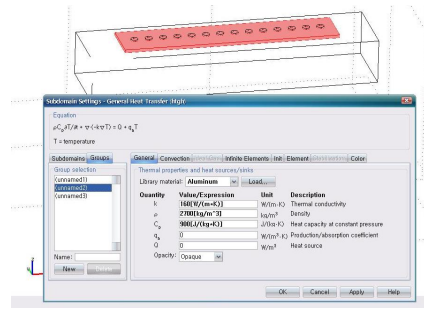
$$\Delta \cdot (\rho u) = 0 \tag{1}$$

$$\Delta \cdot (-k\Delta T + \rho C_p T u) = 0 \tag{2}$$

수식의 η : 점도{kg/(m·s)}, u : 속도벡터(m/s), ρ : 밀도(kg/m³), p : 압력(Pa), k : 열전도도{W/(K·m)}, C_p : 열용량{J/(kg·K)}이다.

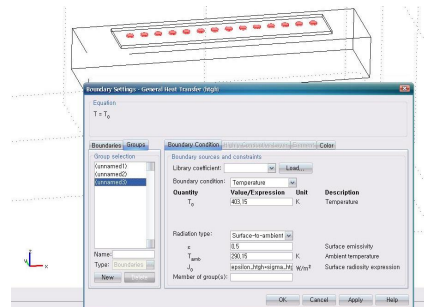
2.2 실험과정

LED 모듈에서 PCB는 알루미늄 재질로서 가로 150mm, 세로 30mm, 높이 5mm이고, 방열판은 알루미늄 재질로서 가로 200mm, 세로 50mm, 높이 30mm로 선정하였다.



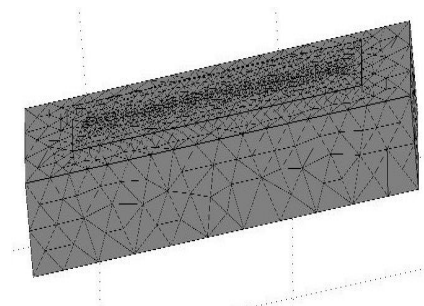
<그림 1> Sub-domain setting

<그림 1>의 Sub-domain setting은 PCB와 LED의 기본 재질을 설정하는 과정이다. 기본 설정 값은 고정 Data를 입력한다. PCB와 LED의 재질은 알루미늄 재질로써 열전도도 160(W/(K·m)), 밀도 2,700(kg/m³), 열용량 900(J/(kg·K))으로 설정하였다[2].



<그림 2> Boundary setting

<그림 2>의 Boundary setting은 모듈의 IN-PUT, OUT-PUT의 입력온도와 출력온도 값을 입력하고 특성을 설정한다.

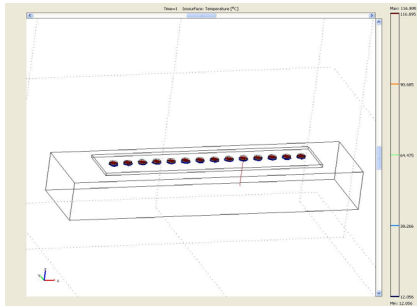


<그림 3> Mesh

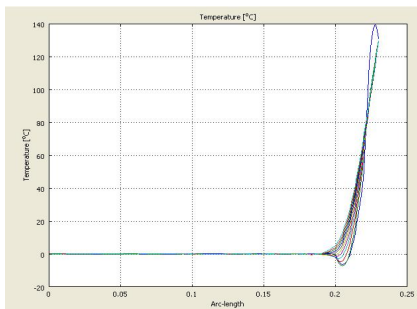
<그림 3>의 Mesh는 Sub-domain setting과 Boundary setting 후 시뮬레이션 전의 모듈 열 해석을 하기 위한 단위 및 면적을 정하는 단계이며 기본 설정은 Triangle이다[3].

2.3 실험결과

실험의 결과 값으로 아래의 <그림 4>는 Iso-surface plot으로서 전원을 ON 시켰을 때 LED와 PCB 사이의 1초 동안의 열 분자의 흐름에 따른 모듈의 표면 온도분포를 나타낸 것이다. Max.온도는 약 117℃이고 Min.온도는 약 12℃까지 확인되었다.

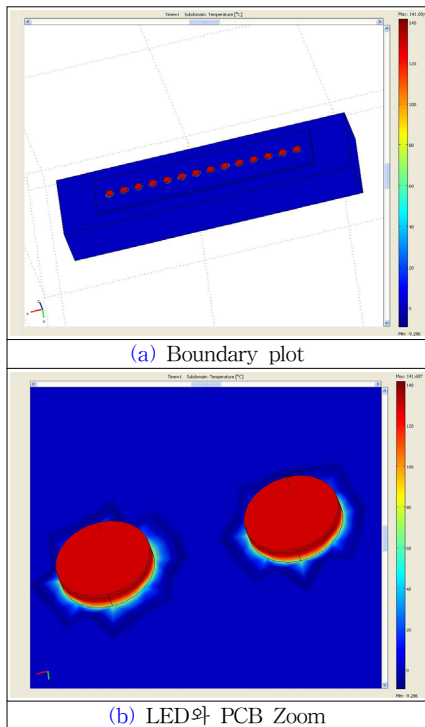


<그림 4> Iso-surface plot



<그림 5> 온도변화 특성 곡선

<그림 5>는 Arc-length를 나타낸 것이다. 시뮬레이션에 가상곡선을 그렸을 때 좌표에 따라 온도변화를 그래프로 만든 것이다. 모듈의 0.2 부근에 온도가 변하고 경계면의 온도는 약 80℃로 확인되었다.



<그림 6> Boundary plot

<그림 6>의 Boundary plot은 LED, PCB, 방열판의 경계면을 나타낸 것이며, LED의 Max.온도는 141℃, LED와 PCB의 경계면 온도는 약 80℃로 확인되었다.

3. 결 론

본 연구에서는 COMSOL을 이용하여 1[W]급 LED 14개를 모듈 방열 설계를 하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 시뮬레이션에서는 입력 온도 값을 Max.온도130℃, Min.온도0℃를 설정하였고, 시뮬레이션을 통한 결과를 분석한 결과 Max.온도 141℃, Min.온도 20℃이고, LED와 PCB의 경계면 온도는 약 80℃이다.
2. 실질적인 온도와의 차이가 존재하는 것을 확인하였으며, 실 제작 시에는 이를 반영하여야 정확한 온도계산이 이루어짐을 알 수 있다.
3. 옥외용의 경우 먼지나 습기, 기타 불순물로부터 보호하기 위해 밀폐형 구조로 제작되므로 방열방식이 제한적이고 태양복사열에 의한 내부온도 상승도 고려해야 한다.

[참 고 문 헌]

[1] (주)알트소프트, "COMSOL Multiphysics", Modeling Guide, October, 2007.

[2] A.Dani, A. Cockx and P. Guiraud, "Mass Transfer from Single Spherical Bubble with the Presence of Chemical Reaction: the Effect of Interface Contamination at Low Reynolds Number", Excerpt from the Proceedings of the COMSOL Users Conference 2007 Grenoble, 2007.

[3] Petr Kucera, "Thermal-mechanical Analysis of Concrete Structure Exposed to High Temperature", Excerpt from the Proceedings of the COMSOL Users Conference 2007 Grenoble, 2007.