

## HDU를 이용한 적외선 LED CCTV의 LED 수명 향상을 위한 방열설계에 관한 연구

이동규<sup>1</sup>, 김형진<sup>1</sup>, 곽준섭<sup>1,a</sup>

<sup>1</sup> 순천대학교 인쇄전자공학과

### A Study on Design of a Heat Dissipation to Improve the LED Lifetime for IR LED CCTV Using the HDU

Dong Kyu Lee<sup>1</sup>, Hyeong Jin Kim<sup>1</sup>, and Joon Seop Kwak<sup>1,a</sup>

<sup>1</sup> Department of Printed Electronics Engineering, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

(Received July 21, 2014; Revised August 28, 2014; Accepted September 11, 2014)

**Abstract:** In this paper, thermal analysis of HDU (Heat Dissipation Unit) for infrared CCTV is performed by using SolidWorks Simulation (Thermal analysis) package, in order to change the part materials and HDU shape is optimized. Furthermore, HDU disperses the aggregated heat around the LED inside the housing. The junction temperature of infrared LED checked by HDU check was 65.83°C, 42.02°C, respectively. In addition, the Thermoelement by changing the shape of the HDU was possibly designed and equipped with. Comparison with simulation and prototype measurement results, without HDU model was 65.83°C, 61.99°C, respectively. In addition to with HDU model was 42.02°C, 39.01°C, respectively. Only HDU mounted into infrared CCTV is usable in the ordinary house or outdoors. Also HDU with thermal element, fan mounted into infrared CCTV is usable in a blast furnace workplace or high temperature workplace.

**Keywords:** IR CCTV, CCTV, IR LED, Thermal dissipation

#### 1. 서론

적외선 LED CCTV를 알기 전 CCTV의 역사를 살펴보면, 1세대부터 3세대까지 나눌 수가 있다. 1세대는 VTR 방식의 CCTV가 사용되었고, 2세대는 DVR 디지털 영상 저장장치를 사용면서 보다 좋은 화질을 사용하였다. 3세대 들어와서는 메가픽셀급 고화질 카메라를 사용하는가 하면 녹화장비 없이도 감시 가능

하며 IP카메라가 등장하기 시작 하였다.

하지만 일반 CCTV는 조도가 낮은 지역이나 야간에는 촬영을 할 수 없는 단점이 있는 반면, 적외선 CCTV는 조도가 낮은 지역이나 야간에도 영상을 보존할 수 있는 장점이 있다. 우리가 흔히 알고 있는 적외선은 리모콘, IrDA (근거리 무선통신), 센서 등에서 많이 사용되고 있다. 현재 적외선 LED CCTV에서 사용되는 적외선 LED는 소형 전구 (bulb) 타입이면서 저전압인 GaAs LED를 사용하고 있다. 이러한 저전압 적외선 LED를 사용할 경우 전기가 적게 든다는 장점이 있지만, 출력이 낮아 적외선 빛이 멀리가지 못하는 단점도 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 적외선 LED의 출력을 향상시키고 있지만, 적외선

a. Corresponding author: [jskwak@sunchon.ac.kr](mailto:jskwak@sunchon.ac.kr)

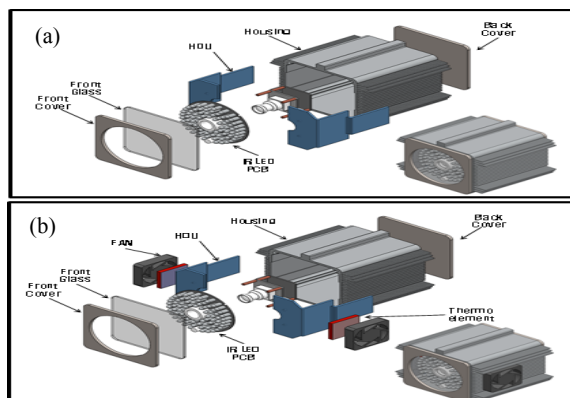
LED의 열에 대한 문제를 고려하지 않고 사용되고 있다. 기존의 적외선 LED CCTV는 제한된 면적 내에 다량의 적외선 LED가 집적화 되기 때문에 방열문제를 고려하지 않고 설계되어 LED의 수명저하 및 광출력 감소의 원인이 되고 있다 [1-4]. 방열설계에 대한 선행 연구로는 접합 온도 감소를 위해 방열핀의 개수와 형상 각도에 대한 연구 [5], 냉각팬을 사용한 열 유동 해석을 통해 유속 변화와 냉각 성능의 상관관계에 관한 연구 [6], 진동형 히트파이프를 사용하여 방열구조 설계에 관한 연구가 [7] 진행되고 있다.

본 논문에서는 적외선 LED CCTV의 제한된 공간에서 적외선 LED에서 발생하는 열 응집 현상을 해결하고자 HDU를 설계하였다. 설계요소는 HDU의 유무, 형상에 따라 온도 분포도를 분석하여 최적화 형상을 이루고자 하였다. HDU는 적외선 LED PCB와 적외선 LED CCTV의 하우징을 연결하여 적외선 LED의 발생 열 응집 현상을 완화하고자 할 뿐만 아니라, 열전소자를 손쉽게 장착할 수 있게 설계하였다.

## 2. 실험 방법

### 2.1 적외선 CCTV의 하우징 및 HDU설계

본 논문에서는 그림 1과 같이 적외선 LED CCTV의 모델을 시뮬레이션에 사용하였다. HDU의 설계는 적외선 LED의 응집되는 열을 하우징으로 전달하기 위해 두 개의 ‘L’ 형태를 이어 설계하였고, 이는 HDU에 열전소자를 손쉽게 장착하기 위함이다.



**Fig. 1.** Product group of infrared LED CCTV. (a) the drawing of normal infrared LED CCTV and (b) the drawing of high-quality infrared LED CCTV.

**Table 1.** Applied to properties in simulation.

	Density [kg/m <sup>3</sup> ]	Conductivity [W/mK]	Specific Heat [J/kg °C]
Al 6063-T5	2,700	209	900
PCB	1,120	10	1,400
Glass	2,180	1.38	750

그림 1(a)는 HDU만 장착하여 가정집이나 건물 옥내외용으로 사용 가능한 보급형으로 설계되었고, 그림 1(b)는 보급형보다 더 낮은 온도를 유지 되도록 HDU, 열전소자, 팬을 사용하여 고로 작업장이나 고온 작업장에서 사용 가능한 고급형으로 설계되었다.

적외선 LED CCTV의 각 파트를 설계하기 위해 SolidWorks 3D모델링을 통하여 설계하였다. 설계된 HDU는 유무, 재질, 형상에 따라 온도 분포도를 확인하였다.

### 2.2 시뮬레이션 조건

SolidWorks 3D모델링 프로그램을 사용하여 적외선 LED CCTV의 하우징은 가로 100 mm, 세로 112 mm, 높이 90 mm, HDU는 가로 37.5 mm, 세로 75.5 mm, 높이 70.4 mm 크기로 설계하였고, 열 해석은 SolidWorks Simulation (thermal analysis)을 활용하였다.

표 1은 열 해석에 적용된 재료들의 물성치를 나타내고 있다. 하우징, 전면 커버, 후면 커버, HDU는 Al 6063-T5 물성치를 적용하였고, 전면 유리는 glass 물성치를 적용하였고, 적외선 LED PCB는 PCB 물성치를 적용하였다. 주변 온도는 298.15 K (약 25°C), 열전달계수는 4 W/m<sup>2</sup>·K, 적외선 LED는 별브타입의 LED로 총 78 ea를 사용하였고, 소비전력은 적외선 LED 1 ea 당 0.1 W로 총 7.8 W의 소비전력을 조건으로 설정하였다. 단, 카메라 모듈 PCB와 전원공급 모듈에서 발생하는 열은 배제하였다. 또한, 열전소자와 팬은 시뮬레이션 적용에서 제외하였다.

### 2.3 시제품 측정 방법

시제품으로 제작된 적외선 LED CCTV의 온도 특성 평가는 25°C와 고온 40°C chamber에서 수행하였다. 온도 분포도 측정은 Yokogawa사의 MV-2000으로

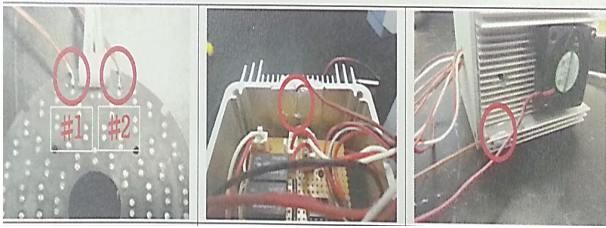


Fig. 2. Produced IR LED PCB, HDU, heat sink of housing and temperature measuring point.

접촉식 온도계 (thermocouple)를 사용하였다. 온도 분포도 측정은 적외선 LED (junction temperature) 2곳, HDU 1곳, 적외선 LED CCTV 하우징의 방열핀 1곳 등 총 4곳의 온도를 지정 후 2초 단위로 1시간 동안 측정하였다.

열전소자 및 팬의 소비전력은 Agilent사의 N6701A DC power supply를 사용하여 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 HDU의 유무와 형상에 따른 온도 분포도

그림 3은 주변 온도가 약 25°C에서 HDU 유무에 따른 시뮬레이션 결과의 최고 온도를 비교하였다. 단, 이때 한 개의 ‘L’ 형태로 설계된 HDU를 적용하였다. HDU가 없는 모델의 경우 최고 온도는 65.83°C, HDU가 있는 모델의 경우는 35.17°C로 HDU가 없는 모델보다 약 30°C의 큰 차이로 낮은 온도 특성을 보였다. HDU가 없는 모델의 경우 적외선 LED에서 발생하는 열이 전달되지 못하고 적외선 LED와 PCB에 열이 응집되는 현상이 일어났다. 하지만, HDU가 있는 모델의 경우는 HDU가 적외선 LED PCB와 하우징에 접촉되어 적외선 LED에 응집되어 있는 열을 HDU를 통해 하우징으로 전달시켜 높은 방열 특성을 보였다.

그림 4는 주변 온도가 약 25°C에서 형상이 다른 두 HDU에 따른 시뮬레이션 결과의 온도 분포도를 보여 주고 있다. HDU 형상의 온도 분포는 35.17°C, 42.04°C로 각각 나타났다. 그림 4(a)의 시뮬레이션에 적용된 HDU는 한 개의 ‘L’ 형태로 설계하였다. 이 HDU는 적외선 LED PCB 뒤에 장착되어 적외선 LED에서 발생하여 응집된 열을 하우징으로 전달되게 설계되었다. 그림 4(b)의 시뮬레이션에 적용된 HDU는 두 개의

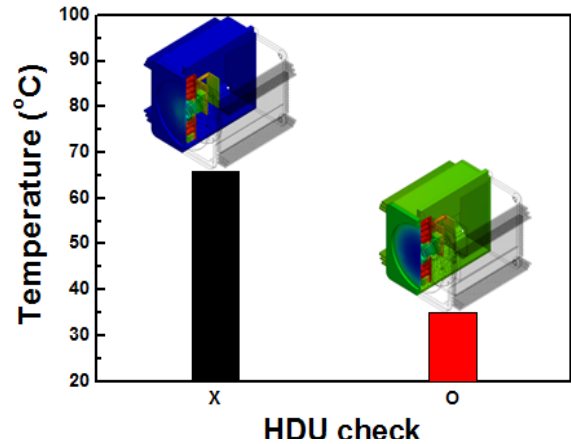


Fig. 3. Comparison of without HDU and with HDU of simulation results for infrared LED CCTV in RT(25°C).

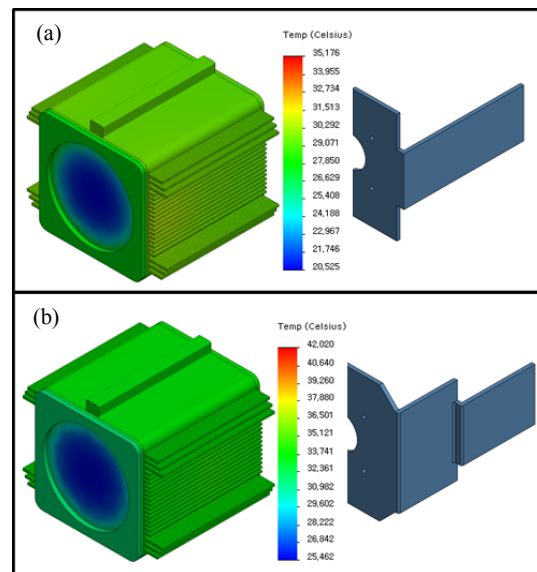


Fig. 4. Temperature contour of the two different types of HDU shape in RT. (a) ideal HDU and (b) transformed ideal HDU.

‘L’ 형태를 이은 형태로 설계하였고, 별도로 열전소자가 장착 가능하도록 설계하였다. 이와 같이 두 개의 ‘L’ 형태를 이은 HDU보다 약 7°C 정도 높은 온도 특성을 보였다. 이는 열전소자를 장착하기 위해 두 개의 ‘L’ 형태를 이으면서 하우징과 접촉되는 면적이 줄어들어서 약 7°C 정도 차이가 나는 것을 확인하였다.

**3.2 시뮬레이션 결과와 시제품 측정 결과 비교**

그림 5는 시뮬레이션과 시제품의 HDU 유무에 따른 측정 결과를 비교하여 보여주고 있다. 시뮬레이션 결과 HDU가 없는 경우 최고 온도는 65.83℃를 보였고, 시제품 측정 결과는 61.99℃로 시뮬레이션 결과로 약 4℃ 정도 낮은 온도 특성을 보였다. 또한, HDU가 있는 경우의 최고 온도는 42.02℃를 보였고, 시제품 측정 결과 39.01℃로 시뮬레이션 결과보다 약 3℃ 정도 낮은 온도 특성으로 시뮬레이션과 시제품 측정 결과를 비교하였을 때, 약 4℃ 정도 오차가 있음을 확인하였다.

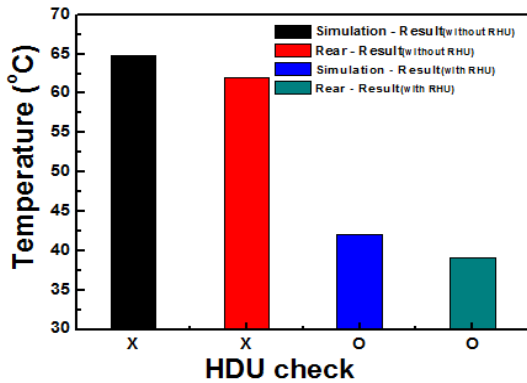


Fig. 5. Comparison with simulation result and prototype measuring result at RT.

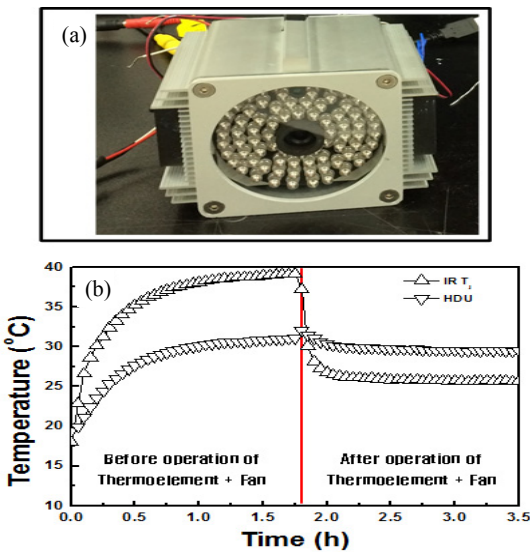


Fig. 6. Prototype picture and measurement result. (a) prototype picture and (b) before and after operation of thermoelement and fan.

그림 6(a)는 시제품의 사진으로서 그림 2에 보인 것 같이 접촉식 온도계를 연결 후 조립한 사진을 보이고 있고, 그림 6(b)는 시제품을 측정한 결과를 보여주고 있다. 가운데 선을 기준으로 왼쪽은 열전소자와 팬을 작동시키기 전 포화온도를 나타낸 것이고, 오른쪽은 열전소자와 팬을 작동시킨 후 포화온도를 측정하였다. 시제품 측정 시 열전소자와 팬의 소비전력은 각각 6.75 W, 1.75 W 소비전력을 사용하였다. 열전소자와 팬의 소비전력을 높이면 더 높은 온도 특성을 나타낼 수 있지만, 위의 소비전력만으로도 적외선 LED의 적정한 junction 온도를 만족할 수 있었다.

**4. 결론**

본 논문에서는 CCTV의 제한된 공간에서 적외선 LED에 발생되는 열 응집현상을 해결하기 위해 HDU를 설계하였다.

각 시뮬레이션 결과, 적외선 LED CCTV 하우징에 HDU를 장착함으로써 65.83℃에서 42.02℃로 적외선 LED와 적외선 LED PCB의 열 응집현상을 개선하였다. 또한 HDU 형상을 ‘L’에서 두 개의 ‘L’를 이어서 열전소자가 장착 가능하게 설계하였다. 그로 인하여 하우징과 접촉 면적이 감소하여 약 7℃ 정도 온도가 상승하였지만 열전소자를 적용하면 더 낮은 온도를 기대할 수 있었다.

HDU만 장착된 적외선 LED CCTV는 일반 가정이나 건물 외관에 설치하여 사용이 가능하고, HDU, 열전소자와 팬을 장착한 적외선 LED CCTV의 경우는 고로 작업장이나 용광로 작업장 등 고온 작업장에서 사용이 유용할 것으로 사료된다.

이와 같은 연구는 LED를 사용한 열 설계 시 참고자료가 될 것으로 사료된다. 향후 방열 소재를 고전도성 플라스틱 등을 사용하여 무게 감소 및 방열 성능이 향상된 LED기구를 연구할 계획이다.

**감사의 글**

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2013년도 산학연협력 기술개발사업 (C0115919), 지역혁신센터사업 (RIC)와 ‘전남과학연구단지 기초·원천연구개발지원사업’의 지원으로 수행된 연구 결과물임을 밝힙니다.

## REFERENCES

- [1] S. J. Lee, *Opt. Eng.*, **45**, 1 (2006).
- [2] *Korea Electronics Association, 2008 LED the Run of The Market*, 9 (2009).
- [3] D. W. Hong and S. J. Lee, *OSK*, **21**, 118 (2010).
- [4] G. T. Ren, K. L. Pan, W T. Zhu, and J. P. Wang, *Advanced Materials Research*, **199**, 152 (2011).
- [5] J. H. Kang, *KSPE*, 421 (2010).
- [6] M. S. Ko, *KSME*, **33**, 947 (2009).
- [7] J. W. Jang, *KSME*, 1379 (2009).