

IT 모듈에서의 열전달 해석과 방열 특성 연구

Thermal Dissipation Study of IT Module Simulation

김원종^{1*}

Won-Jong Kim^{1*}

〈Abstract〉

In this Study, as the structure of IT module for smart phone display becomes thin to catch up with slim product trend, the reliability of display module is on the rise as a issue for product design. Especially, almost part of cellular phone should undergo thermal dissipation test. thus many manufacturers have considered design guide line using CAE and simulation for more effective usage of limited resources on the market. This test simulates the case when cellular phone slips through user's fingers while he is talking on the phone.

This paper studies a thermal simulation of display module in smart phone. This design for reliability improvements are suggested on the basis of the results of FVM Analysis and display of IT module and smart phone design.

Keywords : IT module, LED module, Thermal Simulation, Finite volume Method

^{1*} 종신회원, 금오공과대학교 대학원 기계설계공학과
박사 工博, E-mail: gcrow@hanmail.net

^{1*} Department of Engineering Science & Mechanics,
Graduate School, KIT, Ph.D

1. 서론

가전제품, 특히 소형 Display를 활용하는 스마트폰등은 점차 경량, 박형, 대면적화의 추세에 있다. 사람의 신체 특히나 얼굴과 접촉하여 사용되는 Display 제품의 경우 두께는 지속 얇아지고, 면적은 커져가고 있으며, 웨어러블 기기의 국내 시장은 '16년 약 672억 원에서' 21년에는 약 4,688억원 규모로 확대될 전망으로 연평균 30% 정도의 성장률을 예측하고 있다[1]. Display 광원의 요소로 사용되는 LED는 넓은 면적의 광휘도 및 사용자의 요구에 따라 제품에 사용하는 갯수는 늘어나는 추세이며, 그에 따라 제품에서의 발열원은 증가하여 방열의 문제가 부각되고 있다.

일반적으로 사람이 온점을 느끼기 시작하는 온도는 37도이며 44도일 경우 1시간, 50도일 경우 3분 이상 피부에 노출시 화상이 발생하는 것으로 알려져 있다. 스마트폰을 사람이 사용시에 IT기기에서 발생하는 온도 측정 결과는 Fig. 1에 나타내었다.

Display뿐만 아니라 IT제품의 사용빈도가 많아짐

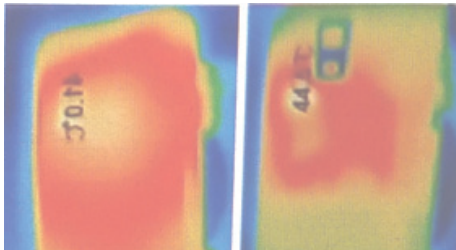


Fig. 1 Using temperature of phone

과 동시에 그 발열은 인체와 직접 접촉하는 요소로 접촉 시간이 길어질 경우 저온 화상에 대한 문제는 제품 설계시의 선행과제가 되고 있다.

IT제품의 열전달 능력은 제품의 성능, 수명, 신뢰성에 영향을 미친다.

즉, 제품 고장모드의 주요원인은 제품내의 각 소자의 열에 의해 일어나고 있으며 본 논문에서도 일반적인 방열 시험시에 사용되는 동일한 기준을 스마트폰용 Display 모듈에 적용하여 열전달 해석으로 모사 하였다.

해석결과를 바탕으로 설계상의 열적 문제점을 도출하고, 개선 설계의 방향을 제시하고자 한다.

2. 관련 이론

고출력의 LED의 경우 소비전력이 높고 이에 따라 발생하는 열원의 온도는 높아 제품 적용시 방열 설계는 필수적이다.

이에 방열 특성을 얻기 위해서 실제 제품을 열화상 카메라 및 써모커플로 측정하였고, 그 결과를 상용Tool인 Flotherm을 사용하여 비교 분석하였다[2]. 이를 통해 Simulation결과의 신뢰도를 높이고, 제품 내부의 열전달 현상을 분석 하였다. 이 결과를 활용하면 향후 적용하는 제품의 방열 특성을 모사하여 제품 설계에 활용 할 수 있다.

열전달은 전도, 대류, 복사로 이루어지며 고체에서 열전도는 분자의 격자진동파와 자유전자 유동에 의해 에너지가 전달된다.

LED Package내의 열은 주로 전도에 의해 전달되며, 단위 면적당 열전달률은 단면적에 수직인 방향의 온도 구배에 비례한다.

열 유속 q 는 전달 방향에 수직되는 단위 면적당 x 방향으로 이루어지며, 열전달율은 온도구배에 비례하여 다음과 같은 식으로 나타낼수 있다[3-5].

$$q = -k \frac{dT}{dx} \quad (\text{식1})$$

3. 모델링과 실험, 해석

3.1 Modeling과 측정

본 연구에서는 열전달 해석을 위해 상용 3D Modeling Software인 Creo를 이용하여 LED 적용 제품의 형상을 Modeling후 Flotherm을 이용하여 FVM 해석에 적합하도록 단순화 하였다. 단순화한 모델링은 Fig. 2에 나타내었다.

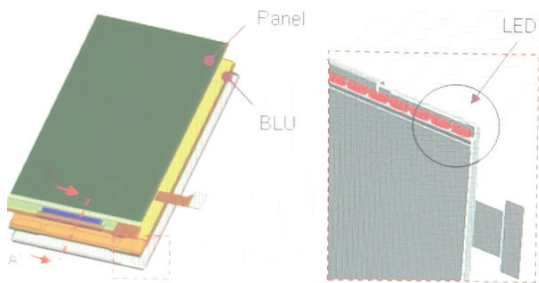


Fig. 2 3D Modeling of LED 모듈

모델링과 시뮬레이션에 앞서 열적 분포 확인을 위해 LED 모듈 적용 제품의 열화상을 측정하여 LED 수량 증가에 따른 열분포를 확인 하였고, 비교 모듈의 광량은 550nit를 기준으로 동일한 광량을 만족하기 위해 LED 소요량은 하기표와 같이 적용하였으며 4.5인치 모듈 적용시 Max 35.4도, 6인치 모듈 적용시 Max 45.8도의 온도를 확인 하였다.

열화상 카메라를 이용한 측정 결과는 하기와 같으며, 이 경우 동일 LED 모듈의 발열원 증가는 모듈 표면의 온도를 약29% 수준으로 증가시킴을 확인 할 수 있으며 그 결과는 Fig. 3에 나타내었다.

Size	4.5인치	6인치
LED 소요량	8 ea	16 ea
총전력	480 mW	960 mW

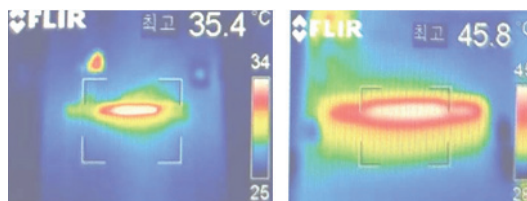
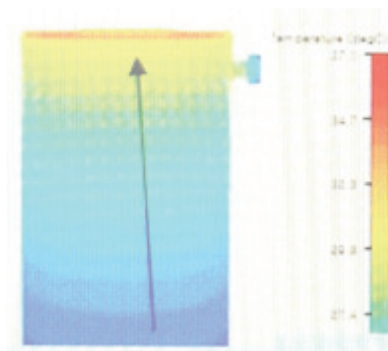


Fig. 3 Thermal imaging camera of LED 모듈

3.2 열해석과 Case Study

모델링과 열화상 정보를 이용하여 Simulation을 실시한 결과 측정 결과, 45.8도 대비 Simulation 결과 44.9도로 약 1도 수준의 오차가 발생하였다. 그 결과는 Fig. 4 와 같다.



Max 온도: 44.9도 (LED 발열원)

Fig. 4 Thermal Simulation LED 모듈

본 연구에서는 열전달 해석을 바탕으로 제품의 성능 및 저온화상 온도 이하로 제품을 설계하기 위한 방열 구조 Case Study를 실시하였다.

방열 구조는 발열원의 열원을 방사하기 위해 방열Sheet 재료를 변경하여 실시하였으며 적용 구조 및 각 재료별 열전도 계수는 Fig. 5, 6, 7에

나타내었다[6,7].

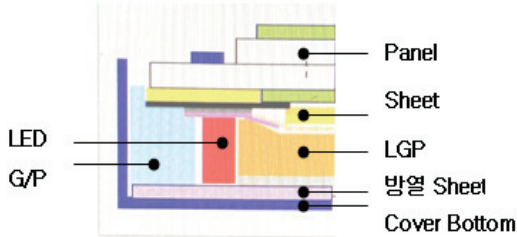


Fig. 5 Structure Case1

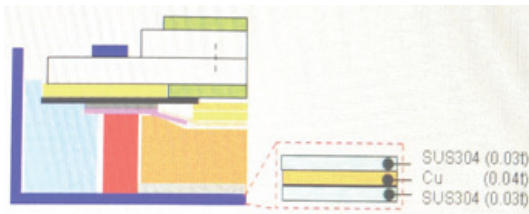
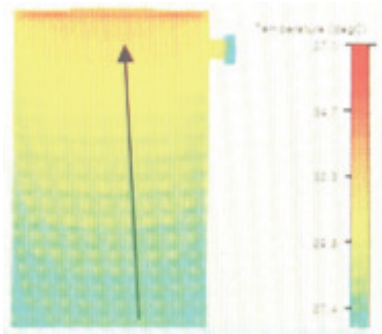


Fig. 6 Structure Case2

Table 1. heat transfer coefficient

	Thermal Conductivity
Glass	0.94
Silicon	1.5
SUS304	16
Cu	320
Graphite	1350



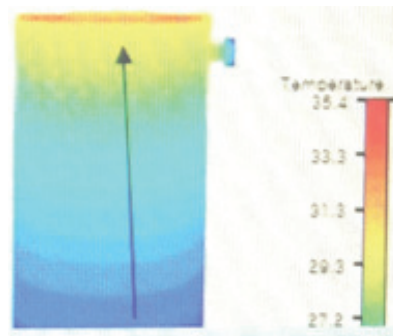
Max 온도: 37도 (LED 발열원)

Fig. 7 Thermal Simulation Case1

Case1의 경우 발열원의 하부에 Graphite Sheet 를 적용하였고, Case2의 경우 Sus-Cu-Su 적층 Sheet를 적용한 구조로 Simulation을 진행하였다.

2가지 Case 모두 초기 온도 Max 44.9도 대비 37도와 35도 수준으로 열의 방사가 이루어짐을 가시화된 결과로 확인할 수 있었다.

그 결과는 Fig. 7, 8과 같다.



Max 온도: 35도 (LED 발열원)

Fig. 8 Thermal Simulation Case2

4. 제품 적용

열적 특성을 향상 시키기 위해서는 방열성능이 우수한 재료로 구조를 적용할 수 있으나, 이는 재료비 증가라는 단점을 가지고 있으며 또한 발열원 및 제품 전체의 구조와 성능에 따른 신뢰도 향상이 추가 필요하다.

일반적인 IT제품의 경우 CPU등 전자재료의 열 확산이 상호 영향을 미치므로 단순히 한가지 발열원에 대한 열해석 만으로는 그 한계가 있다.

이에 IT제품군중 스마트폰을 대상으로 Set 단위 전체에 대한 열해석을 통한 사전검토 및 실제제품에 대한 측정을 통해 이를 검증하였다. IT 모듈의 경우 Fig. 6 Structure Case2 구조를, 스마트폰의 경우 가장 일반적인 5.5인치 구조를 적용하여 열

해석을 실시하였다. 열해석의 경우 Max 40.87도, 측정시 Max 41.9도의 결과를 확인 할 수 있었으며, LED 모듈에서 발열되는 열원은 Set의 하단 영역으로 전달되는 것을 추가 확인할 수 있었다. 열해석 및 측정 결과는 Fig. 9과 같다.

Set 전체의 구동에서 열전달은 방열Sheet의 역할로 발열원이 큰 부품에서 전체 영역으로 확산됨을 확인하였다.

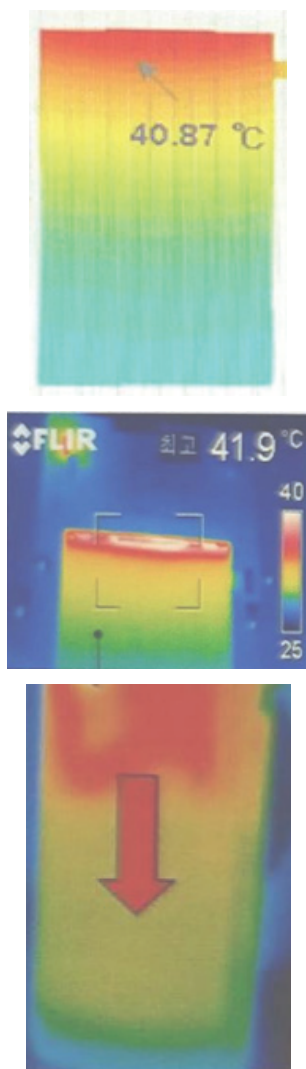


Fig. 9 Thermal Simulation & temperature

5. 결론

본 연구에서는 열해석을 통해 초기 제품 구조의 열전달 특성을 시각화 및 정량화 하였다.

기존의 제품 설계는 실제 제작 후 시험에 의해 각 부품간의 열전달을 확인하는 방법으로 시행 착오시 추가적인 비용과 시간이 필요하여 초기의 제품의 완성도를 향상 시키기에는 그 한계가 있었다.

열해석을 통해 연구 대상의 열전달을 확인하여 구조적 방열 설계를 보완 수정함으로써 제품 개발의 완성도를 높였다.

IT제품의 경우 CPU등 소비전력이 상대적으로 큰 재료에서 추가적인 방열 대책이 요구됨을 확인함과 동시에 사전 Risk 도출을 통해 각 부품 모듈 단위간의 상호 방열 기술의 교류의 목적을 명확히 할 수 있는 근거를 마련하였다.

참고문헌

- [1] TIPA, "Technology Roadmap for SME 2018-2020 -Wearable-," p.17, 2017. <http://smroadmap.smtech.go.kr/0301>
- [2] Flowtherm Version 9.0 Documentation (2016).
- [3] Streetman, Ben G.; Sanjay Banerjee (2000).
- [4] Heat and Mass Transfer (SI) 4nd; McGraw-Hill (2012)
- [5] Flow and heat transfer characteristics of magnetic nanofluids; Journal of Magnetism and Magnetic Materials, (2015)
- [6] Thermo-physical properties and thermo-magnetic convection of ferrofluid, Applied Thermal Engineering, (2015)
- [7] www.matweb.com,Material property (Copper)

(접수: 2020.03.31. 수정: 2020.04.29. 게재확정: 2020.05.15.)