

# 수중 LED 램프의 방열 구조 해석에 관한 연구

## A Study of heat radiation structure analysis for underwater LED lamp

\*박찬희<sup>1</sup>, 성경아<sup>2</sup>, 박상규<sup>2</sup>, 문준<sup>2</sup>, 이형수<sup>1</sup>, 김연술<sup>1</sup>, 이희관<sup>1</sup>, 양균의<sup>1</sup>

\*C.H.Park<sup>1</sup>, K.A.Sung<sup>2</sup> (pixthea@yahoo.com), S.G.Park<sup>2</sup>,

J.Moon<sup>2</sup>, H.S.Lee<sup>1</sup>, Y.S.Kim<sup>1</sup>, H.K.Lee<sup>1</sup>, K.E.Yang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>전북대학교 자동차부품금형기술혁신센터, <sup>2</sup>픽스테아(주)

Key words : Underwater LED Lamp, Heat radiation structure

### 1. 서론

국가 간의 무역 장벽이 줄어들어 수출입 물동량이 증가함에 따라서 선박을 이용한 해양 물동량 또한 급격히 증가하고 있어 해양 안전에 대한 관심이 높아지고 있다. 또한 주 5일 근무의 전면 시행에 따라서 생활의 일부로 해양활동을 하는 인구의 수가 증가되고, 해양 어족 자원의 고갈에 따른 양식 산업의 성장이 가파르게 진행되고 있다. 따라서 선박에 안전한 항로를 안내하여 인명과 재산을 보호하고 양식 산업에 종사하는 어민에게는 인공 어장에 대한 선박 충돌을 방지하여 재산을 보호하는 해상 경계 표시장치의 중요성이 점점 높아지고 있다. 특히, 해양에서는 야간에 이러한 위험에 크게 노출이 되어 고효율 저비용의 경계표시용 조명 장치가 절실히 필요하다.

해상용 등명기의 발광체로서 기준에 주로 사용한 백열등 또는 할로겐 램프는 짧은 수명과 생산과정 및 폐기 과정에서 발생하는 유해물로 인하여 많은 단점을 가지고 있다. 따라서 현재의 연구 개발은 전세계적으로 해상용 등명기의 발광체를 LED를 이용하여 개발하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 현재 기술에 있어서 개별 제품의 개발에 가장 큰 문제인 고효율 LED 제품의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 제품개발에 맞는 방열 설계와 정전류 구동회로의 개발은 많은 연구가 진행되지 못하고 있다. 따라서, 본 연구는 기존의 등명기와 같은 배광 성능을 갖는 저전력 고효율 LED용 렌즈 설계 및 해석 기술 개발을 통하여 해상 경계 표시 조명 장치로 활용하고자 한다.

### 2. 본론

본 연구에서 해상용 등명기 렌즈로 사용하고자

하는 LED 모듈의 렌즈는 유해한 기포, 흠, 변형 등의 결점이 없어야 하며 렌즈의 최소 두께는 5mm 이내 설계 하며 자외선에 변색되는 것을 방지하도록 코팅 등 탈색 방지제 기능이 첨가되어야 하며, 등광 및 해수의 영향에 변질되지 않도록 제작되면서 광학적 특성이 우수한 아크릴 또는 동등 이상의 제품을 연마 압축 가공하여 광학적 결점이 없고 무색투명으로 변질이 되지 않도록 하여야 한다.

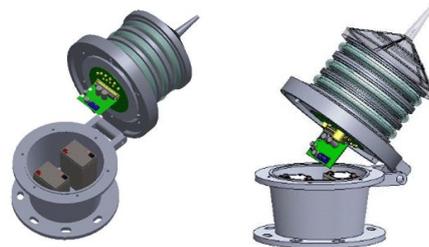


Fig. 1 3D Schematic of system

Table.1 Requirement of Light signal

| 구분   | 목적별 종류   | 섬광 부호              |
|------|----------|--------------------|
| 단섬광  | 측방, 특수표지 | F14s, F15s, F16s,  |
| 군섬광  | 측방, 특수표지 | F1(2)6s, F1(3)7s,  |
|      | 특수표지     | F1(4)8s, F1(5)20s, |
|      | 고립장애표지   | F1(2)5s, F1(2)10s, |
| 급섬광  | 북방위표지    | Q                  |
|      | 동방위표지    | Q(3)10s            |
|      | 남방위표지    | Q(6) + LF115s      |
|      | 서방위표지    | Q(9)15s            |
| 모르스광 | 안전수역표지   | Mo(A)8s            |
| 장섬광  | 안전수역표지   | LF110s             |
| 부동광  | -        | F                  |

이상의 렌즈 설계 및 가공의 적용 기준은 다음 표 1과 같은 각 항목값 이내이어야 하며, 이렇게 제작된 렌즈 상부에는 조류 방지봉을 일체화 또는 견고하게 부착되어야 한다. 또한 해상용 등명기에 장착되는

수중 LED 램프에 맞도록 방열 특성을 크게 개선하여 구동전류와 광출력을 크게 향상시킬 수 있는 LED 램프 구조를 개발해야만 한다. 이에 본 연구는 수중 LED 램프 구조개발을 위한 방열 구조 해석을 통하여 이를 설계에 반영하고자 한다.

### 3. 결과

수중 LED 램프에 사용되는 PCB 방열 해석을 위한 실험조건은 표 2와 같으며, 그림 2와 같은 PCB의 등가모델로 8개의 LED를 등방 배열하였다.



Fig 2. 3D Model of PCB

Table 2. Condition of PCB Heat radiation analysis

| Property                          | Value                  |
|-----------------------------------|------------------------|
| Dielectric material density       | 1200 kg/m <sup>3</sup> |
| Dielectric material specific heat | 880J/(kg*K)            |
| Dielectric material conductivity  | 0.3W/(m*K)             |
| Conductor material density        | 8960 kg/m <sup>3</sup> |
| Conductor material specific heat  | 385 J/(kg*k)           |
| Conductor material conductivity   | 401 W/(m*k)            |
| Heat generation rate              | 2.5 W                  |

위의 조건을 반영한 결과 그림 3과 같은 해석결과를 얻을 수 있었으며, 최대온도는 48.1 °C에서 열평형을 이루는 것을 알 수 있다. 공기의 밀도는 1기압에서 최대 0.0873 m/s로 측정되었다.

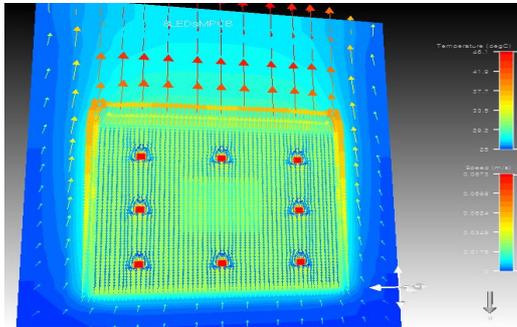


Fig 3. Result of heat radiation structure analysis

### 4. 결론

본 연구는 기존의 등명기와 같은 배광 성능을 갖는 저전력 고효율 LED용 렌즈 설계 및 해석 기술 개발을 통하여 해상 경계 표시 조명 장치로 활용하기 위한 기본 연구 결과를 도출하였다. 이 결과를 통하여 LED PCB의 최적 등가모델을 도출 하여 상용화할 수 있을 것이다.

### 후기

본 연구는 2010년 중소기업청 미래선도과제기술 개발사업 지원으로 진행 되었습니다.

【과제 번호 : S1072637】

### 참고문헌

1. N. Narendran, L. Deng, R. M.Pysar, Y. Gu, and H. Yu "Performance Characteristics of High-Power Light-Emitting Diode," Third international conference on solide state lighting, proceeding of SPIE, 2003.
2. Y.-B. Yoon and J.-W. Park, "The thermal resistance of solder joints in high brightness light emitting diode (HB LED) packages," IEEE Transactions on Components and Packaging Technologies 32, 825-831 (2009).
3. D.H.Hong, S.J.Lee, A Study on High Power LED Lamp Structures, Korean J. of Optics and Photonics, Vol 21, No 3, June 2010