

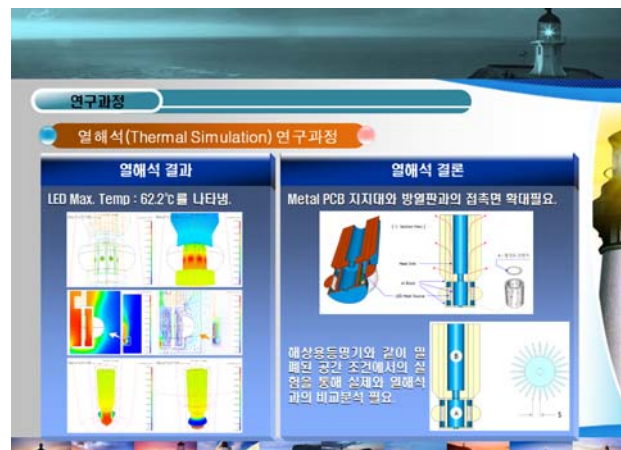
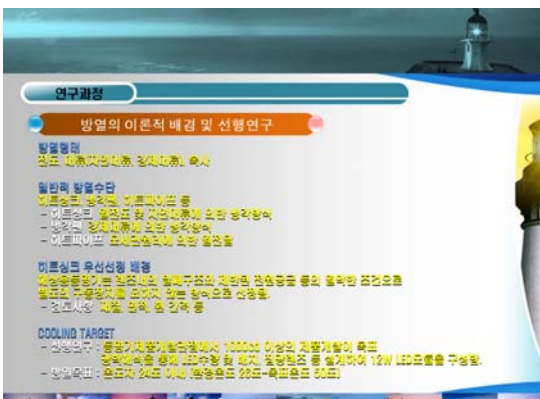
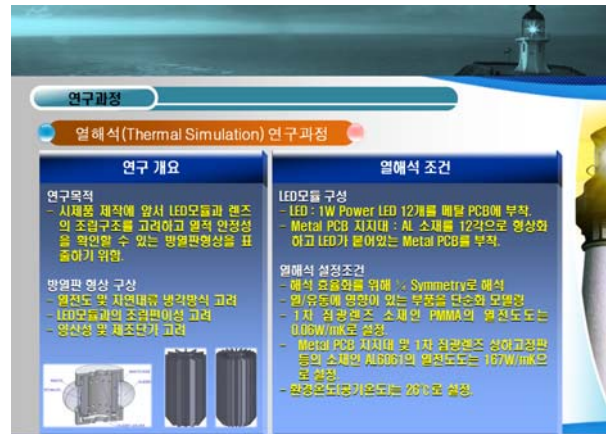
고휘도 엘이디 섬광기를 적용한 해상용 등명기의 방열 특성에 관한 연구

임민석*, † 정태권

*뉴마린엔지니어링 대표이사, 한국해양대학교 항해학부 교수

요 약 : 종래의 전구식 등명기의 경우 중량이 많이 나갈 뿐만 아니라 전구의 교체시기가 짧고 전력소모가 심하다는 문제가 있었다. 또한 5mm 포탄형 저휘도 LED램프의 경우에는 수명이 길고 저전력이라는 장점이 있으나, 근래에는 해상 배후광이 높아져 개당 소비전력이 1W(와트) 이상인 고휘도 파워 LED를 광원으로 채택하는 등명기가 등장하고 있는 실정이다. 그런데, 이러한 고휘도 파워 LED의 경우 종래의 포탄형 LED에 비하여 광도는 매우 높으나, 소비전력이 상대적으로 매우 높으며, 그에 따라 발열이 심하다는 문제가 있다. 따라서, 고휘도 파워 LED를 채용하여 등명기의 광도를 높이는 경우에는 반드시 방열 문제를 고려해야 한다. 그렇지 않으면, 고휘도 파워 LED의 발열로 인하여 제품이 안정적으로 구동할 수 없으며, 결국에는 관련 부품의 고장이나 파손으로 이어지기 때문이다. 본 연구는 종래의 전구식 램프나 저전력 포탄형 LED램프를 대체하여 고휘도 파워 LED램프를 광원으로 적용함에 있어, 등명기의 중량을 증가시키지 않는 구조로서 보다 효과가 우수한 방열기술을 개발하기 위한 것이다.

핵심용어 : 고휘도 LED, LED 방열, 전구식램프, 포탄형 램프, 배후광, 광도



wkang99@hanmail.net

† 교신저자: tgjeong@hhu.ac.kr

연구과정

방열실험 연구과정

실험조건 및 장치

실험조건

- 영온 챔버 사용 : 환경 온도 26°C
- 실험 시간 : 3시간
- 실험 Data 샘플링 시간 : 1개/2초당
- 정류 상태 : 0.1°C/2min, NIST Std.

실험 장치

온도 측정 Point 및 결과

온도 측정 Point

T/C #3과 T/C #5의 온도차가 12% 정도 집중역적이 되어 열전달이 잘 이루어지지 못하고 있음

T/C (Thermocouple) Temperature [°C]					
LED Module W	LED SSB Back W	Heat Sink W	TC #3	TC #5	평균 온도
TC#1 49.3	TC#3 50.7	TC#5 42.2	TC#3 39.8		
TC#2 49.8	TC#4 51.8	TC#7 41.2			
TC#6 49.8	TC#8 50.8	TC#9 38.8			

주요 결과

환경 온도 26°C인 T/C #2와 T/C #5의 온도차는 8% 정도인 반면 온도차를 12% 이상으로, 이는 높은 온도에서 LED 모듈이 열전달이 이루어진다는 의미로 LED 모듈의 열전달 효율이 낮음.

연구과정

강제대류 냉각 구조기술 연구과정

LED 모듈 지지대 구조 고안

LED 모듈 방열 모식도

연구과정

방열실험 연구과정

방열실험 결론

실제 해상용 LED 등명기의 적용을 고려하였을 때 LED 모듈은 등명기의 밀폐된 공간내에서 동작하여야 한다. 따라서 방열판과 자연대류에 의한 열해소와 실험을 통하여 보았듯이 장시간에 걸쳐 높은 온도에서 안정성을 보여 방열요소에 연계를 나타내었다.

※ 1.5시간 후와 3시간 후의 값에 큰 차이는 없음

연구과정

강제대류 냉각 제어기술 연구과정

연구개요

연구목적

- 강제대류 냉각방식의 단점으로 LED 모듈 정동에 소비되는 소비전력 이외에 냉각팬을 구동하기 위한 별도의 소비전력이 필요하게 된다.
- 이 단점을 보완하고자 온도센서의 온도변화에 따라 냉각팬을 ON/OFF 제어함으로써 소비전력을 최소화하고자 함 (동결기).

실시간 온도감응 기능
냉각팬 자동 ON/OFF 제어 기능

실시간 온도감응 기능

온도센서 (NTC 100KD)
온도제어프로그램

연구과정

강제대류 냉각 구조기술 연구과정

연구개요

연구목적

- LED 모듈의 구조와 밀폐형의 등명기 구조 특성으로 방열판과 자연대류방식의 한계를 방열판의 크기 및 배치조절과 Heat Pipe를 적용한 열전달 개선으로 극복하고자 하였으나, 중량 증가와 LED 모듈 구조형상 제한으로 적용이 불가하여 대체 기술 개발 연구

강제대류 냉각기술을 위한 LED 모듈 조립구조 고안
LED 모듈 지지대 구조 고안

LED 모듈 조립구조 고안

연구과정

강제대류를 고려한 방열판 구조 설계 기술

기술의 개요

해상용 등명기의 구조는

- 방진방수 구조로 완전밀폐 되어있고,
- 자연대류가 거의 발생되지 못하며,
- LED의 방열에 열악한 조건이다.
- 이 단점을 냉각팬에 의한 강제대류로
- LED가 부착되어 있는 내부 방열판과 외부 방열판을 동시에 냉각시킴으로 냉각효율을 극대화 할 수 있는 구조 설계 기술.

기술 내용

연구과정

강제대류 냉각 제어기술 연구과정

실험조건 및 장치

실험조건

- 암실 : 환경온도 26℃
- 실험시간 : 3시간 10분
- 실험 Data 샘플링시간 : 1개/10분당
- 정류상태 : ± 0.1℃/2min, NIST Std.

실험장치

1. 정류기: 12V, 43A

온도측정 Point

온도측정 Point

Thermocouple T/C#1을 LED모듈이 조립된 상태에서 LED와 가장 근접하고 실제 온도센서가 부착되는 곳과 동일장소에

1. LED 제어회로기판
2. 냉각방열제어회로기판
3. LED등명기판

연구과정

자동 방열 제어기술 실험 연구과정

실험결과-2

냉각팬 ON상태 (자동방열제어기술적용) : 광도는 약 1,400cd, 안정화시간 약 30분 소요.
 냉각팬 OFF상태 : 광도는 약 1,340cd, 안정화시간 약 110분이상 소요.

황색 실험 **광도변화**

Time (min)	냉각팬 (On) [cd]	냉각팬 (Off) [cd]
0	1400	1400
10	1380	1400
20	1370	1400
30	1365	1400
40	1360	1400
50	1355	1400
60	1350	1400
70	1345	1400
80	1340	1400
90	1340	1400
100	1340	1400
110	1340	1400
120	1340	1400
130	1340	1400
140	1340	1400
150	1340	1400
160	1340	1400
170	1340	1400
180	1340	1400
190	1340	1400

연구과정

자동 방열 제어기술 실험 연구과정

실험방법

- 시간에 따른 온도와 광도변화 주기를 측정 및 기록.
- 냉각팬이 있을 때와 없을 때 온도와 광도변화를 비교분석 실험.
- 앞서 영온챔버에서 실험한 것과 달리 실제 등명기 내부에 LED모듈 및 제어기판을 설치하여 실험을 원인으로써 신뢰성을 높임.

결론

구분	자연냉각 (히트싱크)	강제대류 (냉각팬)
T/C#1	열해석 결과	62.2℃
	실제 실험결과	57.5℃
안정화소요시간		110분
		30분
광도	1340cd	1400cd

연구과정

자동 방열 제어기술 실험 연구과정

실험결과-1

냉각팬 ON상태 (자동방열제어기술적용) : T/C#1의 온도는 약 43℃, 안정화시간 약 30분 소요.
 냉각팬 OFF상태 : T/C#1의 온도는 63.5℃, 안정화시간 약 110분이상 소요.

황색 실험 **온도변화**

Time (min)	냉각팬 (On) [°C]	냉각팬 (Off) [°C]
0	25	25
10	35	45
20	40	55
30	42	60
40	43	62
50	43	63
60	43	63.5
70	43	63.5
80	43	63.5
90	43	63.5
100	43	63.5
110	43	63.5
120	43	63.5
130	43	63.5
140	43	63.5
150	43	63.5
160	43	63.5
170	43	63.5
180	43	63.5
190	43	63.5

결론

방열 설계 시간 단축

보다 출력이 높은 Power LED소자적용과 LED모듈의 확장에 도움이 될 수 있고 더 높은 방열효과를 얻기위해 현재 제시된 다양한 방열 기술들의 조합이 가능함을 제시하고 있다.

LED 등명기의 수명연장

효과적인 방열로 인해 LED 등명기불안정적으로 구동할 수 있어 수명을 연장시킬 수 있다.