

# LED 대형등명기 제어반 특성 연구

† 유용수 · 여지민\* · 한주섭\* · 김종욱\*

†,\* 항로표지기술협회

**요 약 :** 기존 육지초인용으로 사용되는 전구식 회전형 대형등명기는 고압방전등을 사용하고 있어 고장발생 빈도가 높고 긴급수리에 장시간이 소요되어 기능 유지가 어려우며, 제품 가격이 높아 신규 설치 및 등명기 교체 시 비용 부담이 가중되는 문제점이 대두되고 있다. 따라서 기존 광원(메탈할라이드 램프 또는 텅스텐할로겐 램프)의 문제점을 개선하고, IALA에서 권고하는 규격을 만족하는 효율성과 안정성을 확보한 LED 대형등명기 개발이 국·내외에서 활발하게 수행되고 있다. 이러한 LED 대형등명기는 LED 모듈을 안정적으로 구동하는 LED 드라이버와 정확한 등질구현을 위한 모터제어회로가 필요하다. 또한 LED 모듈 및 LED 드라이버 고장 시 예비장치로 전환이 가능한 회로설계 및 교체유지관리가 용이한 제어반 기구개발 및 특성연구가 필요하다.

**핵심용어 :** 항로표지, 고출력 LED, LED 대형등명기, LED 드라이버, 절환

### 목 차

- 1 국내 LED 대형등명기 개발 개요
- 2 LED 대형등명기 제어반 회로 및 기구부 개발
- 3 LED 등명기 제어반 특성 측정 및 분석

### LED 대형등명기 개발 개요

기구설계

**방열설계 및 회전기구 설계**

❖ 방열설계

- 대면적 오실레이팅 히트파이프 적용
- 지름 : 600mm



❖ 회전기구설계(단면도)



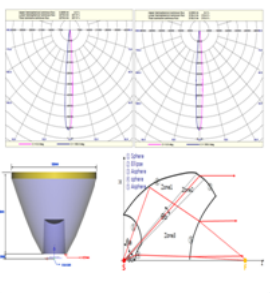
- 회전부 상부 (회전부)
- OO모터
- 회전부 하부 (고정부)
- [고정부] Heat Sink 지지 pipe
- 높이 조절 Frame
- Base Frame

### LED 대형등명기 개발 개요

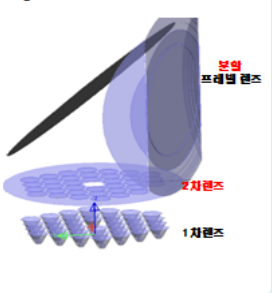
광학설계

**광학설계 및 시뮬레이션**

❖ 광학 시뮬레이션



❖ 광학계 설계



- 본형 프레임 렌즈
- 2차 렌즈
- 1차 렌즈

### LED 대형등명기 개발 개요

기구설계

**LED 대형등명기 광학기구설계**

❖ 광학기구 설계



- 광학/방열부 분해도
- 2차 광학렌즈
- 2차 렌즈슬더
- 1차 광학렌즈
- 1차 렌즈슬더
- LED 광원 및 PCB
- 오실레이팅 히트파이프
- 방열부 지지대
- 회전부 모터
- 등명기 지지대



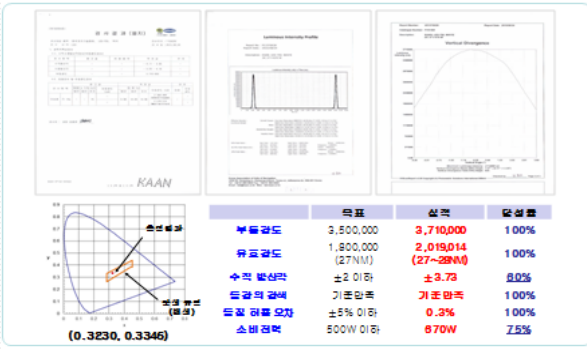
- 회전체 및 모터 무어를 고려한 프레임지지구조
- 조립 및 유지보수 용이성을 고려한 설계

† 교신저자 : dragew@naver.com

## LED 대형등명기 개발 개요

광역특성

### 광역특성 측정



## 회로 및 제어부 개발

회로 설계

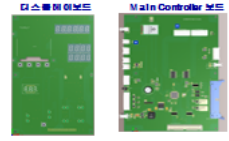
### 주제어기 개발(디스플레이 보드+주제어기 보드)

#### LED 드라이버 보드 시제품



- LED 드라이버 보드 구성
  - 1) LED 드라이버 칩셋 : 60W 12채널
  - 2) Size : 180x180mm, 1EA
  - 3) LED 드라이버 칩셋 칩 : LED Display
  - 4) LED 드라이버 제어 마이크로 프로세서 : 1EA
  - 5) RS232 통신 : 1EA
  - 6) A/D 컨버터 기준 전원 : 1채널 (모니터링 전용도 포함)
  - 7) LED 드라이버 보드 영구 : 박스레퍼블릭(고급형 포함)

#### 주제어기 설계



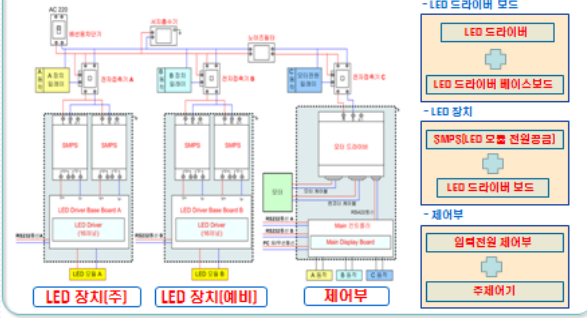
- Main Controller
  - 1) LED 드라이버 장치 (A과치 [주], B과치 [에비]) 통신 (RS232) 및 제어 (온-오프 및 Analog 조광제어)
  - 2) Size : 디스플레이 보드 (180x224mm) Main Controller 보드 (144x224mm)
  - 3) Motor 드라이버 통신 및 제어 (RS422)
  - 4) PC통신을 통한 모니터링 (통신 : WiFi, 유선 : RS485)
  - 5) GPS, CD6를 적용한 내부시간 동기화 및 일광조기
  - 5) 리지전속기 제어용 블루 안광적인 인버전전제어

## 회로 및 제어부 개발

회로 설계

### LED 대형등명기 제어반 제어시스템 구성

#### 제어반 블록 다이어그램

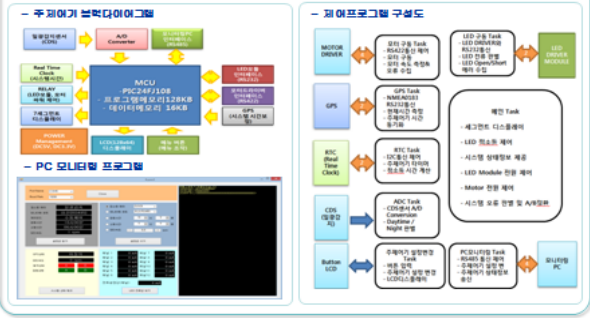


## 회로 및 제어부 개발

제어프로그램 설계

### 제어반 제어프로그램

#### 제어 및 모니터링 프로그램 구성

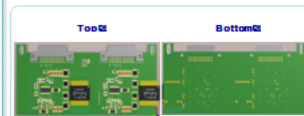


## 회로 및 제어부 개발

회로 설계

### LED 드라이버 보드 설계(LED 드라이버+LED 드라이버 베이스보드)

#### LED 드라이버



- LED 드라이버
  - 1) Buck-Boost DC/DC Controller
    - 인버전전 : 24Vdc to 80Vdc
    - 출력전압 : 28Vdc, Max 1.8A
  - 2) 드라이버 설계 : 60W(20W) PKG 3개
    - 1채널\*2채널 일체형 설계
  - 3) LED 온도 조광
    - Analog 조광제어
  - 4) LED 온도 모니터링
    - 드라이버 베이스 보드에 LED 온도 상태정보 전송
    - LED 모듈의 Open, Short, 출력전류 모니터링

#### LED 드라이버 베이스보드



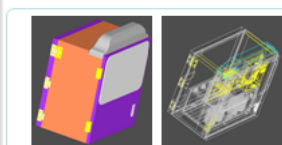
- LED 드라이버 베이스보드
  - 1) LED 드라이버 12채널 출력제어
    - LED 모듈 출력상태 데이터 수신
    - LED 드라이버 12채널 개별 및 전체 조광제어
  - 2) LED 온도 조광 및 온도드라이버 제어
    - Analog 조광제어 방식 및 RS232 통신 제어
  - 3) LED 드라이버 모니터링
    - Main Controller와 RS232 통신
    - LED 드라이버 과열 방지 및 출력상태 모니터링

## 제어반 기구부 개발

기구부설계

### LED 대형등명기 제어반 기구 설계 및 제작

#### 제어반 기구부설계



- 제어반 기구부설계
  - 1) 제어반 기구부설계
    - LED 모듈 구성용 고정밀 설계
  - 2) 제어반 구성 : 인버전전부, Main Controller, LED 드라이버장치(A과치 [주], B과치 [에비]), 모터드라이버
  - 3) 외장 : 590x380x590mm(가로\*세로\*높이)
  - 4) 외장 : 외부(스틸레스스), 내부(알루미늄), 방열도파
  - 5) 모터 드라이버 고정밀 기구부설계
  - 6) LED 드라이버 장치 고정밀 기구부설계

#### 제어반 3D 모델링

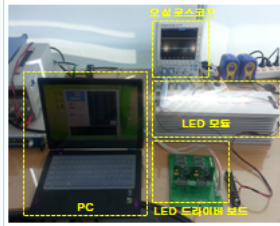


## LED 드라이버 특성 시험

특성분석

### LED 드라이버 특성 측정 및 분석

#### LED 드라이버 동작 특성시험



- DC Power Supply : 기구수어(PWK 1500ML)
- 오실로스코프 : 요코가와(DM2054)

#### 측정 조건

- LED 베이스 드라이버 보드에 LED 드라이버를 연결하고 PC에서 제어하여 전기적 특성 측정
- 오실로스코프를 사용하여 입력 및 LED 모듈의 전압/전류 측정
- PC와 RS232 통신으로 채널별 LED 모듈 제어
- LED 드라이버 특성 분석
  - LED 드라이버 인/출력 효율 측정
    - 측정 방법 : LED 모듈을 정격전압 및 전류에서 동작하도록 설정하고 인/출력 전압/전류 측정
  - LED 드라이버 조정되어 된 채널 30여 측정
    - 측정 방법 : PC에서 LED 드라이버 보드를 제어하여 LED 모듈의 조정되어 된 채널 제어 특성 측정

## 제어반 특성 시험

특성분석

### 제어반 내부회로 동작 및 특성 측정

#### 온도 측정

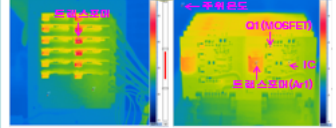


- 온도 측정 : 열과상카메라(CR300)
- 측정 위치 : 파워모드, 드로스트로머, OI(MOSFET), LED드라이버 IC

#### 상부 측정



1시간점동



## 제어반 특성 시험

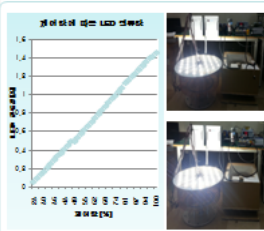
특성분석

## LED 드라이버 특성 시험

특성분석

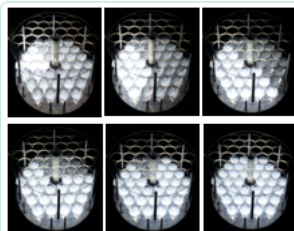
### LED 드라이버 조광제어 및 채널 제어 특성 측정 결과

#### LED 드라이버 조광특성 측정



- 제어반에 따른 LED 출력 전류의 측정결과
- LED 모듈 정격전류에 도달하기까지 선형적인 제어특성을 나타냄

#### LED 드라이버 채널 제어 특성 측정



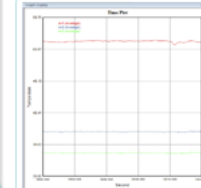
- LED 드라이버의 개별 채널별 결선 제어 및 조광제어 시 결과와 양적으로 일치함

### 동작온도 범위/동작전압/무부하전류

#### 무부하 전류 측정 결과

- 측정 결과
  - 입력전압 : 220[Vac], 60[Hz]
  - 무부하전류 : 33.5[ma]
  - 입력전력 : 7.2[W], 역률 : 0.4
- 분석결과
  - 무부하 전류 측정 결과 입력전류가 33.5[ma] 측정됨
  - 무부하 시 A광치[주], B광치[여비], 모드드라이버의 입력부 전압전류가 OFF되어 주회로를 제외한 내부회로 전원 차단

#### LED 드라이버 온도 측정 결과(1시간점동)



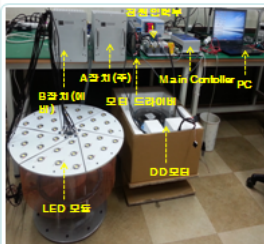
- 측정 결과
  - 1시간점동
    - 주회로 온도 : 29.0°C
    - 드로스트로머 : 29.18°C
    - OI(MOSFET) : 29.01°C
    - IC : 29.05°C
  - 1시간 주
    - 주회로 온도 : 31.50°C
    - 드로스트로머 : 55.29°C
    - OI(MOSFET) : 48.39°C
    - IC : 45.88°C
- 최대 출력부온(드로스트로머) 온도 55.29°C 측정됨

## 제어반 특성 시험

특성분석

### 제어반 내부회로 동작 및 특성 측정

#### 제어반 내부회로 특성 시험



- 오실로스코프 : 요코가와(DM2054)
- 전력 분석기 : 요코가와(WT330)

#### 측정 조건

- 제어반 내부회로(A광치[주], B광치[여비], 모드드라이버, 정형인력부, Main Controller)를 연결하고 LED 모듈과 DD모터 연결
- 주회로가 및 PC로 출력전류 주 특성 분석
- 제어반 특성 분석
  - 무부하 전류 특성 측정
    - 측정 방법 : 회로에 상용전원(220[Vac])을 연결하고 무부하(LED 모듈 및 DD모터 OFF)시 전류 측정
  - LED 드라이버 출력온도 측정
    - 측정 방법 : LED 모듈(즉 1시간 동안 출력 주 LED 드라이버 보드 PCB 표면온도 측정(열과상 카메라))

## LED 대형등명기 시제품

### LED 대형등명기 시제품 측정 및 시험

#### 최종시제품 측정 및 시험

