

센서 일체형 고출력 LED전구 개발

박차훈*

*경운대학교 디지털 전자공학과
e-mail:chpark@ikw.ac.kr

Development of High Power LED Light having a Sensor

Cha-Hun Park*

*Dept. of Digital Electronic Engineering, Kyungwoon University

요 약

본 논문에서는 8W급 LED 조명등과 조명등을 제어할 수 있는 소형 콘트롤러를 제작 하였다. 고출력 LED를 사용한 LED 전구 개발은 8W 이상 출력 가능한 LED 전구를 DC로 구동, 기존의 AC 방식이 단점인 누전에 의한 화재 위험 방지 기능이 있으며, 주변의 상황을 탐지할 수 있는 센서를 장착하여 방법용으로 활용할 수 있도록 하거나 개별 점등이 가능하도록 하였다. 또한, LED의 수명 확보를 위해 적정 온도이상 상승하지 않도록 발열부를 설계하여 지능형 조명등 시스템으로 응용 가능한 조명등을 개발하였다.

1. 서론

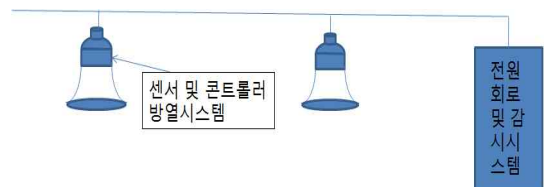
LED 조명등은 현재 녹색에너지 관련 산업 및 인프라 구축사업으로 여러 회사에서 일반등을 대체할 수 있는 수단으로 개발해오고 있어 많은 제품이 출시되고 있으나, 발열 문제를 충분히 해결하지 못해 전구 전체 수명을 단축시키거나, 발열을 시키기 위해 커다란 방열판을 부착시키는 구조로 되어 있어, 상품성이 떨어진다. 따라서 본 논문에서는 백열등의 크기와 거의 비슷하면서도 발열은 60도 이하인 제품을 개발할 필요가 있다. 전구와 같이 설계될 센서장착 부위는 시중에 출시되고 있는 온도, 근접센서와 같은 센서 장착이 용이하도록 인터페이스 부를 설계하고 이를 통신을 통해 통합제어와 연동될 수 있도록 하였다. LED의 구동은 DC로 이루어지며, 안정된 전압이 공급되지 못하면 LED의 수명이 단축된다. 따라서 안정적이고, 설치가 간편하기 위해서는 크기가 최소화 되어야 한다.

일기 위해서는 LED 개수를 늘려야하며, 이 경우 가격 상승을 피할 수 없다. 따라서 LED의 개수를 늘리지 않고 밝기를 높이기 위해서는 LED에 인가되는 전류를 높여야한다. 따라서, 허용 전류가 2A정도가 되는 소형 DC 전원을 설계해야 하여 설계된 전원은 LED 수명 유지를 위해 리플을 최소화해야 한다. 또한, LED의 발열량이 증가하고 수지 열화가 가속되어 수명이 짧아진다는 단점이 발생하므로, 이를 극복하기 위해 LED 후면에 방열판을 설치하고 그 크기가 최소가 되도록 열 해석과 구조해석을 통해 설계한다. 그리고 첨단 조명기구로 역할을 하도록 하기 위해 센서를 탑재하여 그 결과를 중계할 수 있는 기능을 탑재하여 원격제어 및 탐지가 가능한 조명기구를 개발하여 방법용, 농촌의 농작물 재배 비닐하우스 등에 설치할 수 있도록 한다.

2. 설계

2.1. 백열등설계

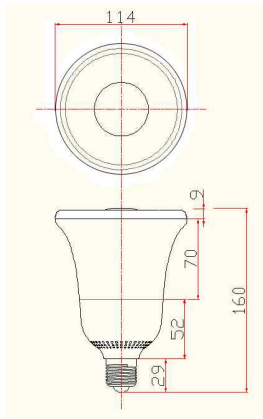
현재 LED는 백열등에 비해 가격이 지나치게 높은 편인데 단일 칩 광량이 부족해 일정 수준의 광량을



[그림 1] 개념도

2.1.1 외형 설계 및 제작

광원의 눈부심을 방지하기 및 집광 효율을 좋게 하기 위한 해바라기 형태로 전구 앞부분을 설계했다. 기존의 상용등으로 출시되고 있는 백열등과 호환성을 유지하기 위해 같은 크기의 장착크기와 구조로 설계하였다. 나팔관 형태로 국부조명에 유리하도록 형태를 디자인 하였다. 앞 부분의 캡의 형태를 다양화 하여 용도에 따라 국부 조명의 면적을 달리할 수 있도록 고려하여 설계하였다.



[그림 2] 조명등의 외형치수

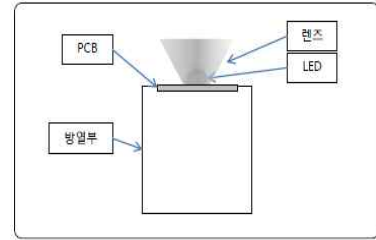
위의 그림2는 외형치수를 표시한 것으로 기존은 백열등이 설치되었던 곳이라면 쉽게 장착될 수 있다. 아래 그림3은 지금까지의 설계된 결과를 사출한 제품의 실사진이다.



[그림 3] 사출 제작한 조명등 사진

그림 4는 LED와 렌즈와 방열부 구조를 나타내는 그림이다. 상부의 LED를 제외한 LED PCB는 열전이 매체로 감싸여져서 기존의 PCB 배면을 이용한 방열 방식에서 탈피하여 LED 및 Body에서 발생하는 열기를 직접적으로 방열할 수 있는 구조이다. 방열부 내부에는 열전도가 우수한 고순도 알루미늄 방열판이 상부 LED PCB와 결합되어 있고 감싸여진 열전이 매체는 몰딩된 형태로 굳어진 상태이다. 이와 같은 열전이 매체는 전기적으로 절연성을 갖기

때문에 LED를 작동하기 위한 +,-가 서로 합선되지 않고 원활하게 작동하게 한다.



[그림 4] 렌즈와 방열부의 블럭도

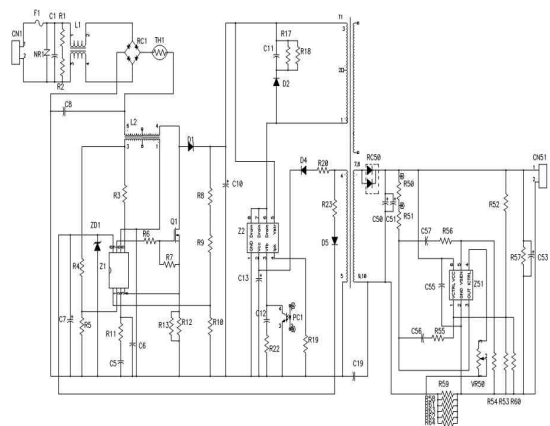
아래 그림5는 위 그림4 구조를 여러 개 연결한 하여 고출력 투광용으로 제작한 사진이다.



[그림 5] 고출력 투광등

2.1.2 회로 설계 및 제작

그림6과 7의 전원부 PCB 구조는 앞에서 설계한 전구의 방열판 후면에 장착 가능하도록 원형으로 설계하였다.



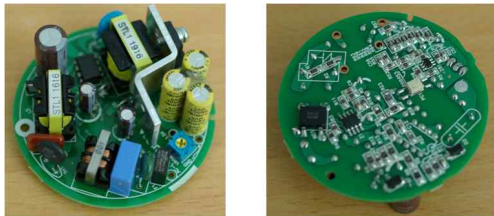
[그림 6] 전원부 회로도

전원부 회로는 램프와 일체형으로 장착할 수 있어 램프 내부에 정전압/정전류 구동회로를 내장할 수 있다. 따라서, 추가적인 AC/DC 변환기 없이 실내의 AC전원에 직접 연결하여 동작시킬 수 있다.

수 있도록 표1과 같이 제작하였다.

설계된 전원부의 사양은 다음과 같다.

- 동작 온도 : -20°C ~ 45°C 습도 : 60% ± 10% RH
- 동작 입력전압 : 220Vac
- 허용 입력전압 범위 : 100 ~ 240Vac
- 동작 입력주파수 : 50/60Hz
- 최대 부하시 90% 이상



[그림 7] 완성된 전원부 사진

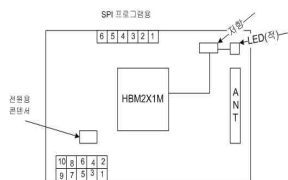
[표 1] 개발된 LED 램프의 용도별 분류

분류명	모델명	베이스	소비 전력	용도
LED램프	SLL11-E2NR SLL11-E2CL SLL11-E2PL	E27 or E26	11W	백열등 대체용

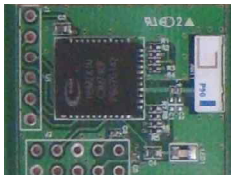
[표 2] 모델별 실사진

모델	SLL11-E2NR	SLL11-E2CL	SLL11-E2PL
실사진			

아래의 그림8은 설계한 센서인터페이스를 위한 블루투스의 모듈로 메인칩은 HBM2X1M로 블루투스 프로토콜을 탑재한 단일 칩이다. 이 칩을 사용할 경우 주변 회로 구성이 간단할 뿐만 아니라 소형화 할 수 있다. 칩의 사양에 따라 기본 적인 주변회로를 구성하고 콘트롤 보드와 장착 및 다른 용도로 사용하기 쉽도록 커넥터에 의한 탈착 구조로 설계하였으며, 프로그램 개발을 위한 spi 포트를 설치하였다. 안테나는 칩 형태로 소형 시스템 설계에 적합하도록 하였다.



[그림 8] 블루투스 모듈 블록도



[그림 9] 제작된 블루투스 모듈 사진

우측 상단의 소형적색 LED는 현재 상태 및 전원 표시용이며, 아래의 10핀은 센서의 입력으로 최대1V의 아날로그 저주파신호를 2개와 디지털 I/O가 2개 있다.

LED를 광원으로 사용하여 기존의 백열등, 형광등, 할로겐등 대체와 모든 실내조명에 다양하게 적용할

전원 공급 부 교체만으로 제품 재사용 가능해야하며 충격에 강하고 파손 위험이 낮고 냉각을 위한 냉각팬 없이 설계하였으며, 표2는 모델별 실사진이며, 표 3는 모델에 따른 사양이다.

[표 3] 모델에 따른 사양

모델	SLL11-E2NR	SLL11-E2CL	SLL11-E2PL
중량(kg)	0.46	0.46	0.46
전력소비량(W)	11	11	11
역율	>0.9	>0.9	>0.9
입력전압(V)	100~240Vac	100~240Vac	100~240Vac
주파수(Hz)	50/60	50/60	50/60
LED 색감	Pure white	Pure white	Pure white
LED 개수 (개)	10W*1	10W*1	10W*1
조명기기광효율 (lm/W)	65	65	65
색상	백색	핑크,연블루 (칼라코팅)	필혼합 칼라
베이스	E26/E27	E26/E27	E26/E27

2.1.3 내구성 시험

LED 램프를 상대 습도 95%의 캐비닛 속에 48시간 동안 둔다. 이때 내부 공기의 온도는 20°C에서 30°C 사이에 편리한 온도를 선택하고, 1°C범위로 유지한다. 절연 저항은 500V의 직류 전압을 가하여 측정한다. 측정은 전압을 인가하고 1분 후에 실시한다. 내전압 시험은 절연 저항 시험 직후 위에 측정 부위에 시험 전압 1440 Vrms를 1분간 인가한다.

서지보호 시험은 LED램프에 정격 입력 전압을 가

하여 램프를 점등한 상태에서 아래 표4와 같은 충격과 전압을 LED램프의 입력부 한 끝과 외곽 사이에 전압극성의 정부(+, -)를 각각 3회 반복하여 시험하였다.

[표 4] 구동회로 테스트 결과

측정 부위 전압 파형	입력 단자와 한 끝과 외곽 사이
무부하 전압 침투값	2500V±3%
과두 길이	1.2μs±30%
과미 길이	50μs±20%

내구성 시험으로 열충격 반복 시험은 LED램프를 주위 온도 -10℃에서 1시간 방치 후 온도를 50℃ 항온조에 넣어서 1시간 방치하는 시험을 5회 반복하였다. 개폐 반복 시험은 램프를 30초 ON, OFF의 주기로 3,000회 반복하였다.

3. 결론

개발된 조명등은 초소형으로 기존의 백열등을 쉽게 대체할 수 있을 뿐만 아니라 백열등에 비해 가격은 비싸지만 수명이 10만 시간으로 유지보수비용이 저렴하다. 센서 및 주변 기기를 제어할 수 있는 단자와 여유 공간을 확보하고 있어 센서네트워크 또는 방법용으로 응용가능하다. 그리고 DC로 전원부를 외부에 설치할 수 있도록 하여 농업시설 또는 화재에 취약한 지역에 설치가 가능하다 또한 여러 개 모듈을 결합하면 고출력 투광등으로 응용할 수 있어 개발비 절감할 수 있다.

참고문헌

- [1] 박차훈, “블루투스 방식을 이용한 멀티어학시스템 구현”, 산학기술학회 춘계학술발표논문집, 제10권, 제2호, pp. 785-788, 1월, 2009.
- [2] I.Moreno and R.I. Tzonchev, “Effects on Illumination uniformity due to dilution on arrays of LEDs,” in *Nonimaging optics nad efficient Illumination Systems*. R. Winston, R. J. Koschel, eds., Proc. SPIC 5529, 268-275, 2004.
- [3] Y. Narukawa, “White-light LEDs,” *Opt. Photo. News* 15, 24-29, 2004.