

## 리플렉터 일체형 50W급 AC 직결형 엔진개발에 관한 연구

\*

A study on the development of 50W AC direct type engine  
with integrated reflector starting

Seok-Geum Son\*

**요약** 본 논문은 고효율 리플렉터 일체형 50W급 AC 직결형 엔진을 개발하여 SMPS 사용하지 않고 제품의 소형화 및 경량화를 구현하여 소비자가 편리하게 사용하고, AC Driver의 취약한 부분을 보완하기 위해 다단 바리스터 회로를 설계하여 전자 부품 수량 감소를 통한 원가절감 전해 콘덴서를 사용하지 않는 회로 구성으로 고신뢰성을 구현 하여 LED수명을 증대시켰다. 또한 AC 직결형 구동장치를 IC 반도체로 제작하여 리플렉터 일체형으로 AC 직결형 구동장치를 적용 하여 제작 그 수명을 LED의 온전한 수명을 모두 사용할 수 있는 장치와 발광 다이오드 조명 장치의 제어 회로에 하나 이상의 발광다이오드를 포함하는 여러 개의 발광 다이오드 채널이 직렬로 구성되는 광원을 정류 전압으로 구동하는 발광 다이오드 조명 장치의 제어회로를 제안하였다.

**Abstract** In this paper, We developed a high efficiency reflector integrated type 50W AC direct connection type engine to realize miniaturization and weight reduction of product without using SMPS and to design a multistage varistor circuit Reduced costs by reducing the number of parts High reliability is achieved by using a circuit structure that does not use an electrolytic capacitor, thus increasing the lifetime of the LED. In addition, it is possible to manufacture an AC direct-coupled type driving device by using an IC semiconductor and apply an AC direct-coupled type driving device integrated with a reflector so that the lifetime of the device can be fully utilized for the lifetime of the LED, A light source having a plurality of light emitting diode channels including a plurality of light emitting diode channels arranged in series is driven with a rectified voltage.

**Key Words** : AC Direct Type, High Efficiency LED, LED Lighting, Reflector Integral Type, Lighting Control

## 1.

세계적으로 환경보호 추세에 따라 친환경 및 고효율 제품의 개발 및 생산이 활발하게 이루어지고 있다[1]. 조명분야에서도 추세에 따라 형광램프와 다르게 유해물질이 전혀 사용되지 않고, 저효율적인 백열전구 보다 고효율적이며 친환경적이고 긴 수명을 가지는 LED(Light Emitting Diode)를 사용한 조명 개발이 활발히 진행 중이며, 시중에 판매되고 있다[2].

종전에 광원으로 많이 사용하였던 레이저 및 할로겐 램프 등은 특정 파장을 이용하기 위해 광필터 및 복잡한

시스템이 필요하고 소형화가 불가능하며, 비싸기 때문에 자외선 영역에서 사용이 제한되었으나, 기술발전으로 자외선 LED는 대체광원으로 부가되고 있다[3].

따라서 LED 조명의 급속한 발전으로 조명의 품질과 가격 경쟁력이 LED조명 선정의 중요한 요소가 되고 있다. 최근에는 인간 중심화라는 환경 변화에 따른 조명, 사용자 중심의 인간심리, 생리적 특성 등을 고려한 인간 중심의 특화된 조명 분야가 확대된 것으로 기존 광원에 비해 고효율 및 저 전력화를 이룰 수 있을 뿐만 아니라 다양한 구조 및 배광 표현, 감성조명, 광색가변, 높은 색 재현

This work was performed by the 2017 year, school funding Osan University.

\*Corresponding Author : Department of Electrical, Osan University(skson@osan.ac.kr)

Received August 01, 2018

Revised August 02, 2018

Accepted August 15, 2018

성 등의 장점을 가지고 있다[2,3,4].

일반조명, 디스플레이, 자동차, 의료, 농업 등 다양한 분야에 광학, 열, 회로, 시스템 및 디자인 설계 등 LED 조명의 기술요소를 융합함으로써 신개념의 응용제품을 창출할 수 있는 기술이라고 할 수 있다 [3,4].

광원부를 구동하는 회로부는 SMPS를 이용하여 LED 모듈에 전류를 공급으로 인해 두께가 두껍고 중량이 무거우며 소비전력도 크다는 단점이 있었다[5,6]. 또한 기존에 사용하는 LED 조명등도 220[V] 교류전압을 낮은 직류전압으로 변환해주는 SMPS가 필요해 추가적인 구동회로가 복잡해지면서 전력소비도 증가하게 되어 LED의 수명을 단축시키는 원인이 되었다[7,8].

본 연구에서는 리플렉터 일체형 50W급 AC 직결형 엔진을 개발하여 SMPS 사용하지 않고 제품의 소형화 및 경량화를 구현하여 소비자가 편리하게 사용하고 LED 모듈의 수명을 증대시켰다. 또한 다단 바리스터 회로로 설계하여 전자 부품 수량 감소를 통한 원가절감 전해콘덴서를 사용하지 않는 회로 구성으로 고 신뢰성을 구현하였으며, AC 직결형 구동장치의 IC는 반도체로 제작 그 수명은 LED와 같은 시간으로 LED의 온전한 수명을 모두 사용할 수 있는 장치를 제안하여 하나 이상의 발광다이오드를 포함하는 여러 개의 발광 다이오드 채널이 직렬로 구성되는 광원을 정류 전압으로 구동하는 발광 다이오드 조명 장치의 제어회로를 제안하였다.

## 2.

### 2.1 AC

AC 직결형 LED 조명장치에서는 얼마의 에너지를 받아 어느 정도 출력하여 동작하는가가 매우 중요하다. 그래서 대표적으로 고려하는 동작스펙에는 역률과 에너지 효율, 고조파함유율(THD)가 있다[9,10].

역률은 입력 피상전력에 대한 입력 유효전력의 비율로 식(1)으로 표현하면 다음과 같다.

$$PF = \frac{\text{유효전력}}{\text{피상전력}} = I(t) \cdot V(t) \cdot \cos\theta \quad (1)$$

LED조명기기에서 효율은 크게 두 가지 경우를 고려한다. 전력 효율과 광 효율이다.

첫째 전력 효율은 해당 조명기기가 고효율 에너지로 입력된 전력에 대한 LED 소비전력의 비로 식(2)으로 표현하면 다음과 같다.

$$\text{전력효율}[\%] = \frac{\text{LED 소비 전력}}{\text{입력전력}} \times 100 \quad (2)$$

둘째 광 효율은 광원에서 소비된 전기에너지가 빛으로 변환하여 방출되는 에너지와 열로 방출되는 에너지의 비로 광 효율을 식(3)으로 표현하면 다음과 같다.

$$\text{광 효율} [lm/W] = \frac{\text{LED 총 광속}}{\text{입력전력}} \quad (3)$$

THD(Total Harmonics Distortion)는 전 고주파 왜곡률로, 기본파 전류 성분에 대한 고조파 전류 성분의 비율로 식(4)으로 표현하면 다음과 같다.

$$THD = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 \dots + I_n^2}}{I_1} \quad (4)$$

AC 직결형 방식은 구조적인 특성으로 인해 위의 세 가지 주요스펙 중에서 에너지 효율 면이 제일 중요하다 할 수 있다. 입력전원이 부하로 직결되기 때문에 이러한 간단한 구조로 인해 역률이나 노이즈 문제에 따른 THD는 어느 정도 보장이 되기 때문이다.

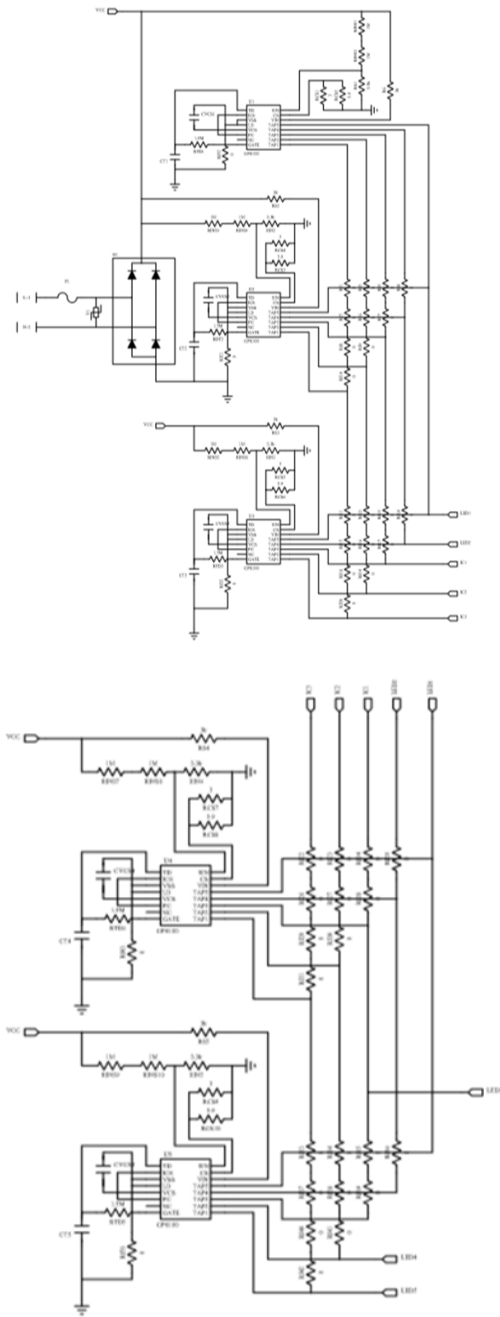
### 2.2 SMPS AC

LED를 구동하기 위해서는 반드시 구동장치가 필요하다. 현재 조명의 대부분은 SMPS와 같은 컨버터를 사용하는 구조이다. LED의 수명은 10만 시간 정도이다. 하지만 LED를 적용한 조명의 수명은 LED 구동장치의 수명에 의존할 수밖에 없다.

2014년 미국 에너지청에서 조사한 결과에 따르면 LED의 불량률의 절반 이상이 SMPS 즉 LED구동장치에서 일어난다는 것을 알 수 있다[9,11].

AC 직결형 LED 조명장치에서는 얼마의 에너지를 받아 어느 정도 출력하여 동작하는가가 매우 중요기 때문에 [그림 1] AC 직결형 회로를 설계하였다.

[그림 1] AC직결형 회로는 IC 5개를 병렬 연결하여 UV LED 365nm, VF 3.5V, Dowa 278nm, VF 8[V]로 5



1. AC

Fig. 1. AC Direct Connection Type Circuit Design

0W급 UV LED AC 직결형 엔진을 제작하였다. LED VF가 낮으면 LED에서 소비하고 남은 잉여전압이 구동 회로부에서 열로 소비하기 때문에 발열이 많고 시스템 효율이 낮게 된다. 반면 LED VF가 너무 높으면 미 점등 구간이 발생되고 입력전압이 변하더라도 출력 전류가 일정하게 출력되는 라인 레귤레이션 기능을 동작할 수 없어 LED 조명의 품질을 저하시키는 주된 원인이 된다. 하지만 입력전압을 LED에서 모두 소비하기 때문에 시스템 효율은 높아진다. 따라서 LED 광원부를 설계 시 광학적 특성과 전기적 특성을 모두 고려하여 LED VF가 입력전압의 최대 85% 수준으로 설계하여 실험 및 고찰을 실시하였다.

### 3.

#### 3.1 50W AC

AC 직결형 모듈개발은 [표 1]과 같이 총 6개를 개발하였다. 먼저 1번 순차 5단 구현회로는 GP8100Q IC를 사용하여 전력 21.2[W], 전압 220.7[V], 역률 99.2 [%], THD 13.2[%], LED 효율 125.0 [lm/W], 효율 0.91[%], 전류는 파형에서 전체 97[mA], 파형1-29[mA], 파형2-64 [mA], 파형3-89[mA], 파형4-110[mA], 파형5-125 [mA]로 측정되었다.

2번 동시 2단 구현회로는 GP8110E8Q IC를 사용하여 전력 23.0[W], 전압 220.6[V], 역률 98.6[%], THD 16.9[%], LED 효율 125.0 [lm/W], 효율 0.79[%], 전류는 파형에서 전체 101[mA], 파형1-87[mA], 파형2-132 [mA]으로 측정되었다.

3번 순차 4단 구현회로는 AN-8W5909 IC를 사용하여 전력 22.4[W], 전압 220.1[V], 역률 99.3[%], THD 12.7[%], LED 효율 125.0 [lm/W], 효율 0.88[%], 전류는 파형에서 전체 103[mA], 파형1-43[mA], 파형2-84 [mA], 파형3-105[mA], 파형4-170[mA]로 측정되었다.

4번 순차 4단 구현회로는 AN-8W5909 IC를 사용하여 50[W]실험 중 파손되어 실패하였다.

5번 동시 3단 구현회로는 GP8110E8Q IC를 사용하여 전력 51.2[W], 전압 220.3[V], 역률 99.2[%], THD 13.6[%], LED 효율 115.0 [lm/W], 효율 0.79[%], 전류는 파형에서 전체 234[mA], 파형1-99[mA], 파형2-232 [mA], 파형3-307 [mA]으로 측정되었다.

6번 동시 3단 구현회로는 GP8110E8Q IC를 사용하여 전력 22.1[W], 전압 220.0[V], 역률 99.3[%], THD 13.0[%], LED 효율 125.0 [lm/W], 효율 0.77[%], 전류는 파형에서 전체 101[mA], 파형1-42[mA], 파형2-96 [mA], 파형3-131 [mA]으로 측정되었다.

AC 직결형 모듈을 개발하여 측정한 결과 1번 순차 5 단 회로에서 광 효율이 가장 높은 것으로 분석되었다.

[표 1] 50[W]급 AC 직결형 모듈 개발은 실험한 결과를 측정하고 구현 회로별 전류파형과 제작모형을 나타내고 있다.

1. 50[W] AC  
Table 1. Developed AC Direct Connection Type Module

회로 번호	병렬 수	파형 이미지	제작모형 이미지
1	5		
2	2		
3	4		
4	4		
5	3		
6	3		

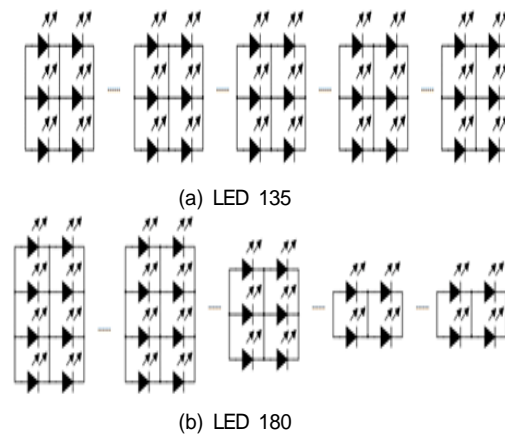
3.2

LED 수량에 의한 효율은 3단 동시 점등 회로에서 LED 수량이 80개와 3단 동시 점등 회로에서 LED 수량 88개를 비교하고, 5단 순차점등 회로에서 80개와 5단 순차점등 회로 90개 일 때 광효율을 측정하여 [표 2] LED 수량별 효율로 정리하였다.

2. LED  
Table 2. Efficiency by LED Quantity

	3		5	
LED	80	88	80	90
[lm]	5278	5096	5015	5098
[%]	0.99	0.99	0.99	0.99
[W]	54.1	50.3	49.3	48.6
[lm/W]	97.56	101.25	101	109

또한 LED 직·병렬 변경 및 수량별 효율은[그림 2] LED 연결 회로도 (a)에서와 같이 5단 회로(직렬 9개× 병렬 3개)를 이용하여 LED 135개 직병렬을 측정하여 총광속이 9,048 [lm], 전력이 105[W], 광효율 86[lm/W]로 측정되었다.



2. LED  
Fig. 2. LED Connection Schematic

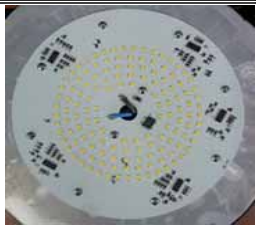
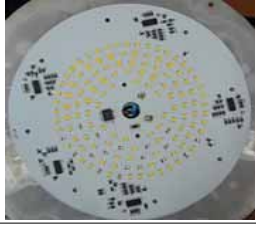

[그림 2] LED 연결 회로도 (b)에서와 같이 1단, 2단 회로(직렬 9개× 병렬 5개), 3단 회로(직렬 9개× 병렬 4개), 4단, 5단 회로(직렬 9개× 병렬 3개)를 이용하여 LE

D 180개 직병렬를 측정하여 총광속이 12,179[lm], 전력 103.5[W], 광 효율 118[lm/W]로 측정되었다.

#### 4. AC

##### 4.1 LED

[그림 3]은 AC 직결형 구동기를 장착한 제품을 나타낸다. [그림 3]의 제품을 [그림 2] LED 연결 회로도 (a)를 적용하여 제품 I과 제품 II를 제작하고 (b)회로를 적용하여 제품 III를 제작하였다. (a)회로를 적용한 제품 I, 제품 II는 입력전압을 220.36[V], 입력전류 0.48[A], 입력전력 105.0[W]에서 역률 0.996 [%], 전광선속 9,048[lm], 광 효율 86 [lm/W]로 측정되었으며, 제품 III는 입력전압을 220.39 [V], 입력전류 0.47[A], 입력전력 103.5[W]에서 역률 0.996[%], 전광선속 12,179 [lm], 광 효율 118 [lm/W]로 측정되었다.

구분	제작 모형
제품 I (LED 135개 사용)	
제품 II (LED 135개 사용)	
제품 III (LED 180개 사용)	

3. AC  
Fig. 3. Prototype with AC Direct Drive

#### 5.

LED의 효율을 크게 향상되면서 조명분야, 의료기기, 디스플레이 분야에서 많은 발전을 하고 있어 LED의 장점인 저 전력, 긴 수명의 특성을 갖고 폭넓은 분야에서 다양하게 사용하고 있다.

따라서 본 논문은 고효율 리플렉터 일체형 50W급 AC 직결형 엔진을 개발하여 SMPS 사용하지 않아 제품의 소형화 및 경량화 구현하여 소비자가 편리하게 사용하고 LED 모듈의 수명을 증대시켰다.

추가적으로 AC Driver 보호를 위한 다단 바리스터 회로 설계를 사용하여 전자 부품 수량 감소를 통한 원가절감 전해콘덴서를 사용하지 않는 회로 구성으로 고 신뢰성 구현하였으며, AC 직결형 구동장치의 IC는 반도체로 제작되어 있기 때문에 그 수명은 LED와 같은 시간으로 AC 직결형 구동장치를 적용한 LED 조명은 LED의 온전한 수명을 모두 사용할 수 있는 장치를 제안하고 회로구성이 간단하고 효율을 높일 수 있어 저렴한 가격의 고 신뢰성 제품 개발에 유리할 것이다. 리플렉터 일체형 AC 직결형의 경우 플리커와 발열 때문에 발생하는 문제점은 향후 해결해야 할 것이다.

#### REFERENCES

- [1] Yeo jung Kyu, "Analysis of the thermal characteristics due to component change of aluminum and optimization of 25W LED engine heat design" Pukyong National University Master Engineering, pp1-2, Feb, 2015
- [2] Kim Seong in, Kim Yong Duk "LED heat dissipation technology using graphene new material", The Proceedings of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, Vol. 27, No. 3, pp. 3-10, 2013
- [3] Lee Sang Young, "A Study in improving the efficiency of the AC Direct LED Lighting System" Kunsan National University Doctor of Engineering pp1-3, Feb, 2016
- [4] Shin Dong Ick, " A Study on Design of Illumination Lamp by Using LED Lights" Hanyang University Master Engineering, pp 1-2, Aug 2011
- [5] Cho Hyun Min, "LED technology overview and

development trend” Electronic Components Researcher, 2010

[6] Park Sung Mi, “AC LED Lighting Control IC Research Trend” KIEEME, Vol 27, No. 4, 2013

[7] Kim Ki Won, “AC Direct LED Driving System” Chonnam National University Master Engineering, pp1-2, Aug, 2015

[8] Yoon Kwan, “Design of AC input LED Driver using ADC & XOR logic” Inha University Master Engineering, pp34-35, Feb, 2013

[9] Kim Sae Joon, “A Study on design direction of LED lighting fixture by development of LED lighting technology” Hongik university Master Engineering, pp26 -28, Feb 2018

[10] “LED”, KISTI, 2009, p7

[11] “Main Failure of LED bulb lamp”, US Department of Energy, 2014

(Seok-Geum Son)

[ ]



- 1969 8 10
- 2012 2 ( )
- 
- 2014 2 :

< >