

PIR 센서와 정전류 IC를 이용한 인체 감지형 POWER LED 구동 회로

박종연*, 유진완*, 최왕섭*
 강원대학교 IT특성화대학 전기전자공학전공*

A Human Body Sensing POWER LED Drive Circuit Using Constant-Current IC and PIR Sensor

Chong-Yeun Park*, Jin-Wan Yoo*, Wang-Sup Choi*
 Department of Electrical and Electronic Engineering Kangwon National University*

Abstract - 본 논문에서는 에너지 절감을 위하여 POWER LED 구동 회로를 PIR(Pyroelectric Infrared Ray) 센서를 이용하여 ON/OFF 제어를 하였다. POWER LED의 전류 특성을 설명하였으며 설명된 전류 특성을 개선하고자 정전류 유지 회로를 구성하였다. 그리고 인체 감지 센서에서 발생하는 ON/OFF 신호를 증폭시키는 구동 회로를 설계하여 정전류 유지 회로에 직접 결합하는 방식을 제안하였다. 실험한 결과는 POWER LED의 ON 상태에서 4Watt, OFF 상태에서 0.5Watt를 소비하였으며, 정전류 유지 회로에 의해 POWER LED 구동 전류의 리플이 줄어들어 안정적인 동작을 하는 것으로 나타났다.

하므로, 전류를 기준으로 LED를 구동하여야 광학적 특성을 파악하고 조절하기가 용이하다. POWER LED의 조도와 전류는 그림 2(a)와 같은 특성을 갖는다. 최대 조도를 갖는 전류 밀도 이상이 되면 조도는 감소하게 된다. POWER LED를 구동하는 에너지 중 20%는 빛 에너지로 80%는 열에너지로 방출하기 때문에 구동 시간이 지속될수록 열손실로 인한 보상 전류가 인가되며 그 전류량이 점차 증가한다. 전류를 일정하게 유지시켜야 온도에 따른 전류 증가를 제한 할 수 있으며, 순간적인 전류의 변화에 의한 조도 감쇠가 발생하지 않는다. 온도에 따른 전류 변화는 그림 2(b)와 같이 6.5mA/min로 증가한다.

1. 서 론

최근 RoHS(Restriction of Hazardous Substances)와 WEEE(Waste Electrical and Electronic Equipment Directive)가 세계화됨에 따라서 전기 전자 제품의 폐기물 처리에 관한 환경 제약이 본격화 되고 있다[1]. 국내에서도 환경성 보장제로 전기·전자제품 및 자동차의 자원 순환에 관한 법률이 2008년에 발효되어 제품 개발 및 전기·전자제품 폐기물 처리에 제약이 가해졌다. 그리고 한정된 에너지 고갈로 인한 에너지 절약과 광원의 고효율 화에 대한 관심이 높아지고 있는 추세이다. POWER LED는 과거에 보급된 형광등이나 백열 전구보다 에너지 효율과 수명이 월등히 개선되었으며, 납이나 수은과 같은 오염 물질도 방출하지 않는다는 장점을 갖고 있다. 현재 POWER LED의 가격은 타 광원의 가격에 비하여 높지만, 형광등(10,000H), 백열등(1,000H)에 비하여 비교적 긴 수명 시간(50,000H 이상)을 갖는다. 또한 내구성이 높으며, 점화 장치 없이 신속하게 구동할 수 있다[2]. 이러한 장점 중 특히 에너지 절감을 위하여 PIR 센서로 POWER LED의 구동 회로를 제어하는 인체 감지형 POWER LED 구동 회로를 설계하였다.

본 논문에서는 LED 특성을 파악하여 효율적이고 안정적인 동작을 위해 POWER LED를 정전류로 구동하였으며, PIR 센서의 신호를 정전류 유지 회로로 연결하여 ON/OFF를 제어하도록 설계하였다.

2. 본 론

2.1 전체 시스템의 블록도

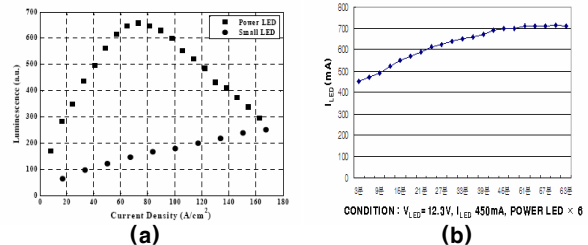
POWER LED 특성에 의하여 정전류 유지 회로를 추가한 전체 시스템의 블록도는 그림 1과 같다. 플라이백 컨버터에 의해 출력된 DC 전압은 정전류 유지 회로와 PIR 센서 구동 회로의 전원이 되어 POWER LED와 PIR 센서를 구동시킨다. PIR 센서에서 발생하는 신호는 정전류 유지 회로에 입력되어 LED 모듈의 ON/OFF를 제어한다.



<그림 1> 전체 시스템 블록도

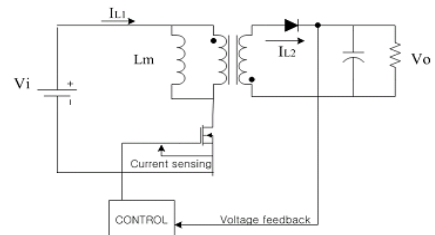
2.2 POWER LED의 특성 및 구동 방법

POWER LED는 전압에 따라 전류가 흐르므로써 발광하는 소자로서 중요하게 고려하는 것은 광량이다. 광량은 소자에 가해지는 전류에 비례



<그림 2> POWER LED 전류 밀도-조도 특성[5] 및 온도에 의한 전류 증가 그래프

플라이백 컨버터는 그림 3과 같이 전파 정류된 1차측 전압이 MOS-FET의 스위칭에 의해 2차측으로 전달된다. MOSFET 제어부는 2차측의 전압을 피드백 받는다. 이로 인해 자화 인덕턴스의 포화를 방지하며, 안정적으로 전력을 2차측으로 전달할 수 있다. 2차측 전압은 POWER LED와 정전류 유지 회로 및 PIR 센서 구동 회로의 전원으로 사용된다.

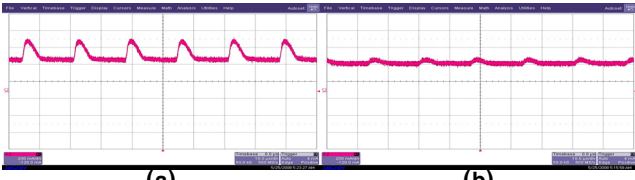


<그림 3> 플라이백 컨버터 회로도

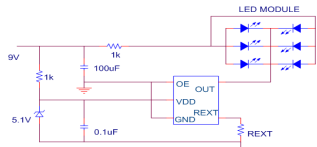
POWER LED는 삼성 전기의 Sunnix6(1Watt) 6개를 병렬 모듈로 사용하였으며, 플라이백 컨버터는 220V/60Hz의 입력 9V, 10Watt의 출력으로 설계하였다.

2.3 정전류 유지 회로

POWER LED의 V-I 특성은 일반 다이오드의 V-I 특성과 같다. LED 전압이 Threshold Voltage 이상이면 미소한 전압의 변화량으로도 전류의 양이 100mA이상 차이가 나게 된다. 그 결과 플라이백 컨버터의 MOSFET 컨트롤부의 스위칭으로 인한 약간의 리플에 의해서 2차측 출력 전류 변화가 발생된다. 이러한 현상이 과도하게 나타날 경우 LED 모듈 내에 칩 또는 와이어를 파괴할 수 있다[4]. 회로의 안정성을 위해 미소한 전압을 고정하는 것보다 전류를 고정하는 것이 안전하고, 제어하기 적당하므로 정전류 유지 회로를 구성하였으며, 정전류 제어 IC로 MacroBlock社의 MBI1801을 사용하였다. 구동 회로는 그림 5와 같다. 그림 4는 플라이백 컨버터 출력단에 POWER LED를 직접 연결한 전류 파형과 정전류 유지 회로를 이용한 전류 파형을 비교한 것이다.



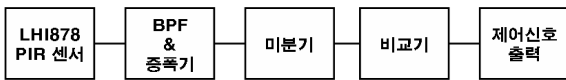
〈그림 4〉 플라이백 컨버터에 POWER LED를 직접 연결시 전류 파형(a)과 정전류 유지 회로 구성시 전류 파형(b)



〈그림 5〉 정전류 유지 회로

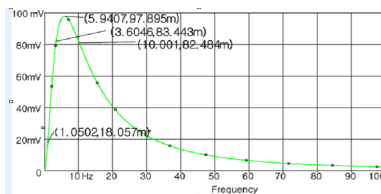
2.4 인체 감지 원리 및 Sensing 방법

인체는 9.4~10.4 μm 파장의 적외선이 방출되며, PIR 센서는 적외선의 변화를 전압의 형태로 변환시켜서 인체를 감지한다. PIR 센서의 출력 신호는 DC 전압에 수 μV 의 매우 작은 검출 신호가 중첩된 형태로 나타난다. DC 전압과 노이즈를 제거하고, 검출 신호만을 증폭하기 위해 BPF(Band Pass Filter) 및 증폭기를 구성하여야 한다. 그리고 증폭된 신호는 미분기를 통하여 인체가 감지되었을 때 출력되는 신호의 변화량을 검출하기 위해 사용된다.



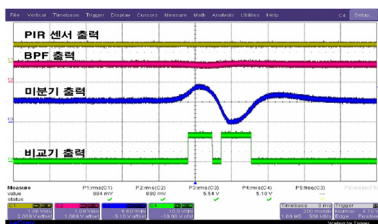
〈그림 6〉 PIR 센서 구동 회로 블록도

그림 6은 PIR 센서 구동 회로 블록도이며, 구동을 위해서 PerkinElmer社의 LHI878 PIR 센서와 RATO社의 RT1072를 사용하였다. RT1072 내부의 OP-Amp로 BPF 증폭기와 미분기를 설계하였으며, BPF의 대역폭은 1.4~10.5Hz이며 중심 주파수는 3.6Hz가 되도록 하였다. 설계한 BPF와 미분기 결합 회로의 주파수 특성은 그림 7과 같다.



〈그림 7〉 BPF와 미분기 결합 회로의 주파수 특성 시뮬레이션

그림 8은 구성된 PIR 센서 구동 회로의 출력을 측정한 파형이다.



〈그림 8〉 PIR 센서 구동 회로의 출력 전압 파형

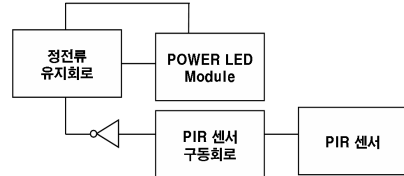
PIR 센서에서 인체 감지로 인해 발생하는 수 μV 크기의 작은 신호가 BPF와 미분기를 거쳐서 신호가 증폭되고 비교기를 통해 ON/OFF 신호로 바뀔 수 있다. RT1072는 일정 시간 이상 인체를 감지해야 ON 신호를 출력한다. 이 감도 시간을 조절하는 단자와 POWER LED의 ON 시간을 조절할 수 있는 단자가 있으므로 사용자의 필요에 의해 감도 시간과 ON 시간을 조절할 수 있다. 이러한 특징으로 인해 오작동을 최소화 할 수 있다. 미분기에서 출력된 신호는 인체 감지의 거리와 시간에 따라 전압 파형은 계속 변한다. 변하는 신호는 비교기에 의해 High와 Low 상태로 출력된다. 비교기의 출력 신호는 제어 신호의 출력부에 입력되어 사용자가 정한 시간을 적용하여 비교기 출력을 일정 시간 동안 유지시킨다. 이 기능에 의해 인체가 감지되면 POWER LED가 일정

시간 동안 ON 상태를 유지 할 수 있다.

2.5 인체 감지 신호를 이용한 POWER LED ON/OFF 제어

RT1072의 출력 단자는 인체를 감지할 경우 5V를 일정 시간 출력한다. 이 출력 전압으로 두 가지의 제어 방법이 있다. 첫 번째 방법은 POWER LED 입력단에 릴레이를 설치하는 방법이 있다. RT1072의 출력 신호로 릴레이 ON/OFF를 제어한다. 두 번째 방법은 정전류 유지 회로 MBI1801 소자의 출력을 제어하는 OE(Output Enable) 단자에 RT1072의 출력을 연결하는 방법이다. 그림 5에서 OE 단자는 접지되어 항상 정전류를 유지시켜준다. OE의 단자에 5V 전압 입력 시 POWER LED로 전류 공급이 정지된다. 이를 이용하여 인체를 감지할 경우 발생하는 PIR 구동 회로의 출력을 반전하여 OE 단자에 연결하면 ON/OFF 제어가 가능하다.

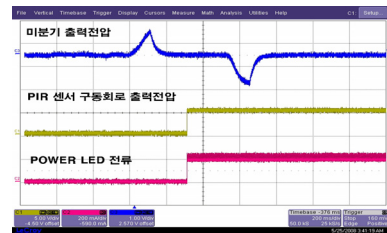
본 논문은 두 번째 방법으로 실험하였으며, 블록도는 그림 9와 같다.



〈그림 9〉 PIR 센서, POWER LED 구동 회로 결합 블록도

2.6 실험 결과

PIR 센서의 신호로 POWER LED 구동 회로의 ON/OFF 제어를 실험을 통하여 확인하였다. 그림 10은 미분기 및 PIR 센서 구동 회로 출력 전압 그리고 POWER LED의 전류 파형이다.



〈그림 10〉 PIR 센서로 인한 POWER LED 제어파형

미분기 출력 전압은 인체 감지에 의해 발생된 전압 변화량이 출력된다. PIR 센서에 일정 시간 이상 인체가 감지되면, 5V가 출력된다. POWER LED 전류 파형은 제어신호로 인해 정상적으로 ON/OFF 동작함을 확인하였다. 또한 정전류 유지 회로로 인해 리플이 감소한 POWER LED의 전류를 확인할 수 있다.

3. 결 론

본 논문은 에너지 절감을 위하여 PIR 센서로 제어되는 POWER LED 구동 회로 설계 방법을 제안하였으며, 안정적으로 POWER LED를 구동하기 위해 정전류 유지 회로를 추가하였다. PIR 센서의 신호는 정전류 유지 회로에 연결하여 ON/OFF 제어를 하였으며, 실험한 결과 ON 상태 시 4Watt, OFF 상태시 0.5Watt의 전력을 소비하는 것으로 나타났다. 정전류 유지 회로와 PIR 센서 구동 회로간의 연결로 ON/OFF 제어 가능함과 정전류 유지 회로에 의해 POWER LED 전류의 형태는 플라이백 컨버터에 직접 POWER LED가 연결되었을 때 보다 비교적 안정적인 파형으로 인가되는 것을 실험을 통해 확인하였다. 제안된 회로는 에너지 절감이 필요한 실내 조명으로 사용하기 적합하다고 판단된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 황명근, 장우진, 양승용, “환경 규제에 따른 조명 산업 발전 방안 연구” 한국조명·전기설비학회 2007춘계학술대회 논문집, 160p, 2007년
- [2] 홍창희 “고휘도 LED의 연구 개발 동향” 전기조명설비학회지 17권, 11p, 2003년
- [3] 서울반도체, “Z-POWER LED Electrical Drive Management”, 2p, 2008년
- [4] 서울반도체, “Z-POWER LED 고장 모드”, 2p, 2008년
- [5] 엄해용, 서종욱, 시명식, 이정현, 이수원, 유순재, “3차원 회로 모델을 이용한 POWER LED 분석”, 한국광학회, p428, 2007년