

태양광 전원을 이용한 조명용 LED 구동회로 설계

변문걸*, 박정국*, 최석조*, 장용해**, 이성길***, 백형래*, 조금배*
*조선대학교, **고창기능대학, ***광주보건대학

The design of illumination LED drive circuit using photovoltaic electric power

W.J. Bian*, Z.G. Piao*, S.J. Choi*, Y.H. Jang**, S.G. Lee***, H.L. Baek*, G.B. Cho*
*Chosun University, **Gochang Polytechnic College, ***Kwangju Health College

ABSTRACT

The introduction of high brightness LEDs with white light and monochromatic colors have led to a movement towards specialty and general illumination applications.

Because drive circuit of illumination LED has an effect on efficiency and life, research about the drive circuit following LED characteristic is needed.

This paper proposed a implementation of the stand-alone LED lighting system using battery from photovoltaic power generation.

1. 서 론

발광다이오드(LED)는 조명기술에서 최후수단의 광원으로 LED기술은 지난 20년 동안 반도체 성장기술의 발달로 빛의 출력이 매 10년마다 10배 크기로 발전해 왔다. 최근에 백색 LED가 개발되면서 LED의 조명효율이 백열전구를 능가하게 됨에 따라 조명 광원으로의 사용이 가능하게 되었다. 따라서 정보 디스플레이나 자동차 조명에 사용되고 있던 LED가 일반 조명 및 고효율 조명 시장으로 침투되고 있으며, 실외조명과 광색가변 및 색온도 제어 감성조명, 그리고 경관조명, 다리조명, 분수조명 등 장식용 조명으로 각광을 받고 있다.

LED광원은 효율이 높고 수명이 길며, 색상 및 조광제어가 용이하다. 그러나 고효율 LED는 자체 발열과 밀폐된 공간에 의하여 LED 칩의 접합온도가 상승하여 광출력 감소 및 스펙트럼의 변화를 초래하며 고효율 LED는 공정상 복잡하고 수율이 낮아서 기존 광원보다 가격이 높고 LED의 안정적인 특성을 위하여 금속심 인쇄 회로기판과 정밀하고 복잡한 구동제어 회로 및 냉각팬 등이 필요하게 되어 기존 전통 조명제품보다 약 10배 이상의 가격을 나타낸다.

고출력 LED에 대한 구동회로를 구성할 경우 다양한 종류의 구동회로를 구성할 수 있으나, 구동회로는 사용 용도와 LED 구동 특성, LED 배열의 구성 등에 따라 구동회로의 효율 및 LED의 수명 등에 많은 영향을 미치므로 LED의 특성에 따른 구동회로에 대한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 설치가 용이하고 상용화가 되고 있는 태양광발전시스템을 고효율 LED의 전원으로 이용하여 하나의

독립적인 조명시스템을 구성하고 그 출력 특성을 분석하고자 한다.^{[1],[2]}

2. 태양전지를 이용한 구동회로

2.1 LED의 구성

조명용 LED는 표시용 및 디스플레이 조명과 달리 주로 넓은 배광을 요구하는 장소에 사용되기 때문에 빔이 크고 광출력이 균일해야 한다. 특히 온도에 대한 특성 변화가 적어야 하고, 30lm/W 이상의 고효율과 동시에 비교적 가격이 저렴하여야 한다.

또한, 현재 대부분의 LED 램프는 단일 LED로 구성되는 것이 아니고 LED array로 구성된다. array 중 직렬로 연결된 LED의 수에 따라 순전류 조절과 전체 전력소비에 대해 큰 영향을 주게 되고 회로 구성방안과 설계 전류가 그 array내의 LED의 순전류 변화를 결정하게 되는데 LED array의 어떠한 구성을 하더라도 모든 LED에 동일한 순전류가 흐르도록 설계하여야 하는 것이 중요하게 된다.^{[3],[4]}

LED의 전압, 전류특성은 실제로 연결방식에 따라서 변화를 받게 됨을 파악할 필요가 있다. 한줄에 연결되는 LED의 수에 따라 입력전압이 어떠한 영역에 걸쳐서 변화하기 때문에 순전류의 변화가 초래된다. 일반적으로 구성되는 줄의 수가 증가함에 따라 순전류의 변화는 커지게 된다. 또한 입력전압이 $y \cdot V_F$ (LED의 공통전압)보다 작은 경우 각 LED에 흐르는 순전류는 거의 0이 되고 직렬연결 수인 y 값이 증가할수록 threshold 전압은 증가한다. 직렬로 연결된 수가 많을수록 순전류의 변화가 가장 크고 또한 threshold 전압도 가장 크다. 또한 온도에 대한 순전류의 변화가 약간 더 있게 된다.

고정된 전체 LED의 수에 대해서 줄당 LED를 많이 사용할수록 전체 줄수는 줄어들게 되고 전체 공급전류는 줄어들게 된다. 전체 공급전류는 줄수가 많아질수록 커지게 됨을 주의하여야 한다. 따라서 한줄당 LED의 수는 입력전압의 변화에 대한 순전류의 조절측면과 전체 LED의 공급전류사이에서 균형점을 찾아 결정하여야 한다.

본 연구에서는 Lumimicro사의 LMPTWH556TL의 1W 소비전력에 43lm 높은 광속의 고효율 백색 LED를 선정하였으며 표 1은 선정된 LED의 파라미터를 나타내고 있다. 선정된 LED는 6직렬 5병렬로 연결하여 30W LED array를 구성하였다.

Table. 1 Parameter of LED

Parameter	Symbol	Rating Value			Unit
		Min.	Typ.	Max.	
Forward DC Current	IF-1	-	-	350	mA
Forward Voltage	VF	3.0	3.4	3.9	V
Forward Pulse Current	IPF-1	-	-	1000	mA
Reverse Voltage	VR-1	-	-	5	V
LED Junction Temperature	TJ-1	-	-	135	°C
Storage Temperature	TST	-	-	-40 to +120	°C
Total Flux Characteristics	LX	25.0	43.0	-	lm
Peak Luminous Intensity Characteristics	IV	20.0	50.0	-	cd

2.2 구동회로 설계

그림 1은 고효율 LED를 구동하기 위한 정전압 및 정전류 구동방식의 블록다이어그램을 나타낸다. 태양전지에서 DC전력을 생산하여 충방전제어부를 통하여 축전지에 충전된다. 충전된 축전지에서 DC전원을 입력받아 PWM 제어장치를 이용하여 출력전압 및 전류를 일정하게 유지하며, LED array의 전류 변화에 따른 출력전압 및 출력전류 변동을 피드백 회로를 통하여 검출하고 검출된 신호를 PWM 제어장치가 받아서 스위칭부의 스위칭 듀티비율을 조절하여 일정한 전류를 유지하는 방식으로 구동된다.

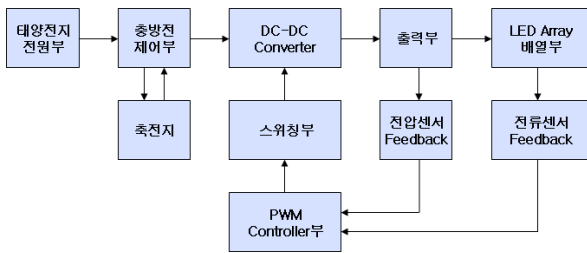


Fig. 1 Block Diagram of Constant Voltage & Current Control

그림 2는 정전압 및 정전류 구동방식에 의한 LED array의 출력특성을 관찰하기 위하여 설계 제작된 정전압 구동회로이다. LED array는 6직렬로 되어 있으므로 구동전압은 20.4V 되어야 한다. 따라서 태양전지에서 생산된 전력을 축전지에 충전하고 축전지에서 DC전압을 입력받으면 DC Chopper를 통하여 21V로 승압되어 LED array에 공급하게 되며 전압 및 전류 Feedback 회로를 통하여 전압 및 전류 파동을 검출하여 스위칭 듀티비율을 조절하여 일정전압 및 일정전류로 제어하도록 되어 있다.

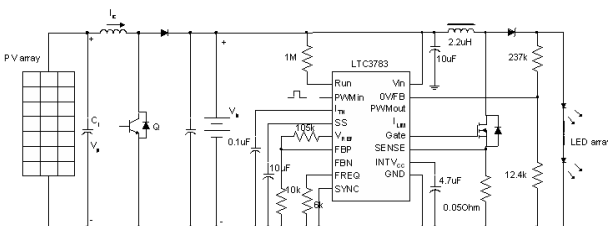


Fig.2 Drive Circuit of Constant Voltage & Current Control

그림 3은 설계 제작된 정전압 및 정전류 구동회로의 출력 파형으로 채널 1은 N-MOSFET의 Gate PWM Pulse 신호를 나타내고 채널 3는 LED array에 인가되는 출력전압을 나타내며 채널 4는 LED array에 공급되는 출력전류를 나타내고 있다. 출력전압은 21V, 출력전류는 220mA로 비교적 안정적임을 알 수 있다.

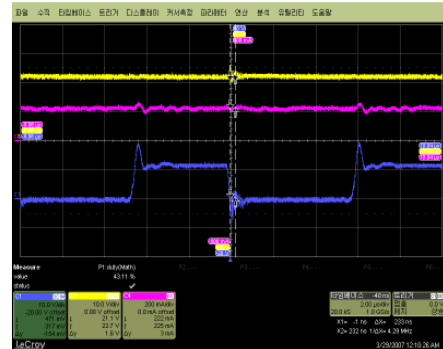


Fig.3 Operating Current, Voltage and PWM Pulse Waveform Constant Voltage & Current Control

3. 결 론

본 논문에서는 태양광발전시스템을 조명용 LED의 구동전원으로 이용하는 전력계통이 필요 없는 독립형 조명시스템을 구성하고 그 출력특성을 분석하였다.

Lumimicro사의 LMPTWH556TL의 1W 소비전력에 43lm 높은 광속의 고효율 백색 LED를 선정하여 6직렬 5병렬로 LED array를 구성하였고 LED array의 구동 전압은 정격 21V, 소비 전류는 220mA로 비교적 안정적으로 구동됨을 알 수 있었다.

앞으로 고효율 LED의 온도특성에 따른 전압, 전류 특성변화에 대한 제어 및 고역률을 구현하기 위한 연구가 필요하다. 또한, 연속구동 뿐만 아닌 펄스구동에 관한 연구와 LED array의 방열 및 구조 설계 프로세서를 바탕으로 다양한 LED 응용분야의 동작 특성에 부합되는 콤팩트한 구동회로의 설계 개발에 관한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 송상빈, "방열특성과 구동방식을 고려한 다운라이트용 LED 전구의 개발", 2006.
- [2] Alliance for Solid-State Illumination Systems and Technologies (AS-SIST). (2005) ASSIST Recommends: LED Life for General Lighting [Online] Available: <http://www.lrc.rpi.edu/programs/solidstat/assist/recommends.asp>.
- [3] Kelvin Shih, "LED Junction Temperature Measurement and its Applications to Automotive Lamp Design," SPE international, pp.25-28, 2004.
- [4] G. J. Sheu, F. S. Hwu, S. H. TU, etc., "The heat dissipation performance of LED applied a MHP," Proc. of SPIE, Vol.5941, pp.594131N-1-8, 2005.