

# 고압 LED 구동을 위한 전해 커패시터리스 비절연형 역률 보상 전원 장치 설계

유재도\*, 류명효\*\*, 백주원\*\*, 김인동\*, 김흥근\*\*\*  
 부경대학교\*, 한국전기연구원\*\*, 경북대학교\*\*\*

## Design of Electrolytic Capacitorless Non-isolated PFC Power Supply for High Voltage LED driver

J.D. Yu\*, M.H. Ryu\*\*, J.W. Baek\*\*, I.D. Kim\*, H.G. Kim\*\*\*

Pukyong National Univ.\*, Korea Electrotechnology Research Institute(KERI)\*\*,  
 KyungPook National Univ.\*\*\*

### ABSTRACT

최근 각광받고 있는 LED의 긴 수명시간에 비해서 전원 장치의 짧은 수명시간 문제가 크게 대두되고 있다. 이에 본 논문에서는 전원 장치의 수명시간을 좌우하는 전해 커패시터를 대체하여 용량이 매우 작은 필름 커패시터를 사용함으로써 전원 장치의 수명시간을 연장하고 원가를 절감 하고자 한다. 또한 PFC기능을 추가하여 역률을 향상 시키고자 한다. 고압 LED구동을 위한 20W급 비절연형 부스트 컨버터와 벡부스트 컨버터 역률 보상 전원 장치를 설계 및 제작하고 실험을 통해서 제안된 토폴로지의 타당성을 검증하였다.

### 1. 서 론

현재의 LED(Light Emitting Diode)는 기존 광원에 비하여 긴 수명시간, 고효율의 특징을 가지고, 오염물질이나 유해가스 배출 등이 없는 친환경적 소재이므로 차세대 조명소자로 각광 받고 있으며, 실내 및 실외 조명에 다양하게 적용되고 있다.

LED의 수명은 지난 수년간 꾸준히 증가하여 현재 100,000시간 이상의 긴 수명시간을 갖는다. 하지만 전원 장치의 수명시간을 좌우하는 전해 커패시터는 10,000시간 이하의 짧은 수명시간을 가진다. 이에 따라 전원 장치의 수명시간 문제가 크게 대두되고 있고, 조명 업체에서는 전해 커패시터의 사용을 제한하기도 한다. LED 조명의 경우 효율적 구동을 위해서 직류 전원을 사용하고 있으며, 현재 LED 구동을 위한 전원 장치들은 기존의 SMPS에 사용하는 정전압 제어 방식보다는 정전류 제어 방식을 선호한다. 또한 역률(PF, Power Factor) 0.9 이상을 만족해야 하며, 간단하고 저가이면서 고효율의 특징을 가져야 한다.<sup>[1][2]</sup>

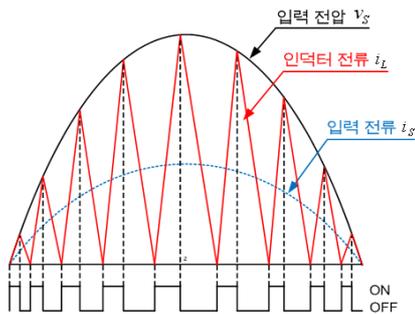


그림 1 PFC 동작 원리

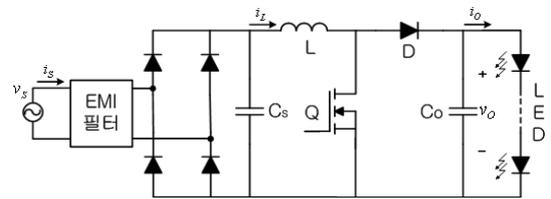


그림 2 부스트 컨버터 역률 보상 전원 장치

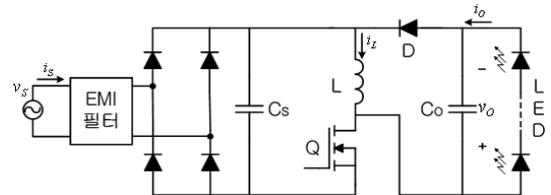


그림 3 벡부스트 컨버터 역률 보상 전원 장치

본 논문에서는 전원 장치의 수명시간을 연장시키기 위해서 전해 커패시터를 제거하고 연속적인 LED 구동 전류를 위해서 전해 커패시터의 용량에 비해서 매우 작은 용량의 필름용 필름(Film) 커패시터를 사용하였다. 또한 역률 향상을 위해서 역률 보상(PFC, Power Factor Corrector)기능을 추가하였다. 20W급 비절연형 부스트 컨버터와 벡부스트 컨버터 역률 보상 전원 장치를 설계 및 제작하고 고압 LED에 적용하였으며, 실험을 통해서 제안된 토폴로지의 타당성을 검증하였다.

### 2. 제안된 역률 보상 전원 장치

#### 2.1 역률 보상 원리

PFC 전용 IC(L6561)를 이용하여 본 논문에서 제안한 고압 LED 구동용 전원 장치에 PFC기능을 추가하여 역률을 향상시켰다. 그림 1은 PFC의 동작 원리이다. 인덕터 전류( $i_L$ )가 0이 되는 순간 스위치 온 시키고 입력 전압( $V_s$ )과 교차하는 순간 스위치 오프 시키므로 그림 1과 같이 입력 전류( $i_s$ )는 입력 전압( $V_s$ )과 동상이 되어 역률이 향상된다.

#### 2.2 제안된 전원 장치

그림 2는 본 논문에서 제안한 고압 LED 구동용 전해커패시터리스 역률 보상 전원 장치의 부스트 컨버터 타입이고, 그림3은 벡부스트 컨버터 타입이다. 각각의 전원 장치에 적용한 파라미터는 표 1과 같다.

표 1 역률 보상 전원 장치의 파라미터

	부스트	벅부스트
입력전압 $V_s$	220 [Vac]	
출력전압 $V_o$	450 [Vdc]	225 [Vdc]
출력전력 $P_o$	20 [W]	
$L$	4.3 [mH]	1.2 [mH]
$C_s$	0.2 [ $\mu F$ ]	
$C_o$	0.2 [ $\mu F$ ]	

전원 장치의 수명시간을 연장시키기 위해서 부스트 컨버터와 벅부스트 컨버터의 전해 커패시터를 제거하고 연속적인 LED 구동 전류를 위해서 기존의 전해 커패시터 20 $\mu F$ 의 1/100인 0.2 $\mu F$ 의 필름 커패시터로 대체하였다. 필름 커패시터의 수명시간은 100,000시간 이상이므로 LED의 수명시간과 비교했을 때 LED 구동용 전원 장치에 적합하다.<sup>[3]</sup>

LED의 정전류 제어를 위해서 부스트 컨버터 타입은 센싱 저항(Sensing Resistor)을 이용하였지만 벅부스트 컨버터 타입은 전류 트랜스포머(Current Transformer)를 이용하여 전류를 감지하였다.

### 3. 실험 결과

그림 5는 본 논문에서 제안한 고압 LED 구동용 전해 커패시터리스 역률 보상 전원 장치의 부스트 컨버터 타입의 주요 파형이고, 그림 6은 벅부스트 타입의 주요 파형이다. 그림 5(a)와 그림 6(a)에서 보듯이 입력 전압과 입력 전류가 동상이며, 역률은 0.99로 PFC기능을 확인할 수 있다. 그림 5(b)와 그림 6(b)의 출력 전압과 출력 전류를 통해서 용량이 작은 필름 커패시터의 사용에도 불구하고 LED의 안정적인 동작을 확인할 수 있다.

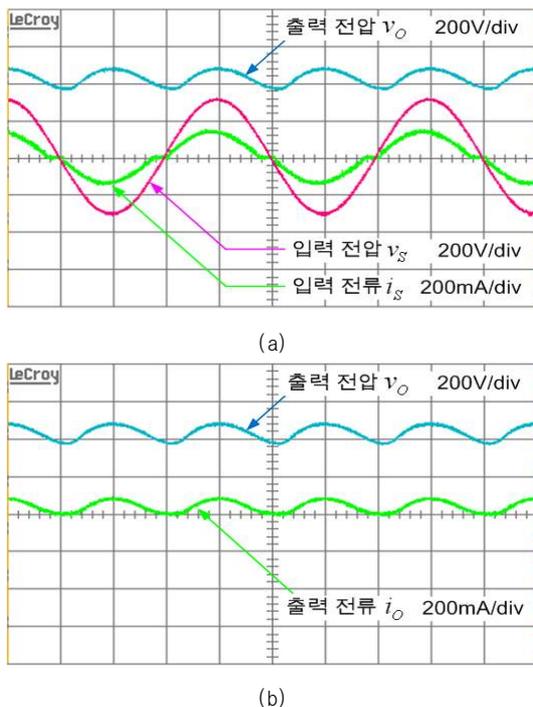


그림 5 부스트 컨버터 역률 보상 전원 장치의 주요 파형

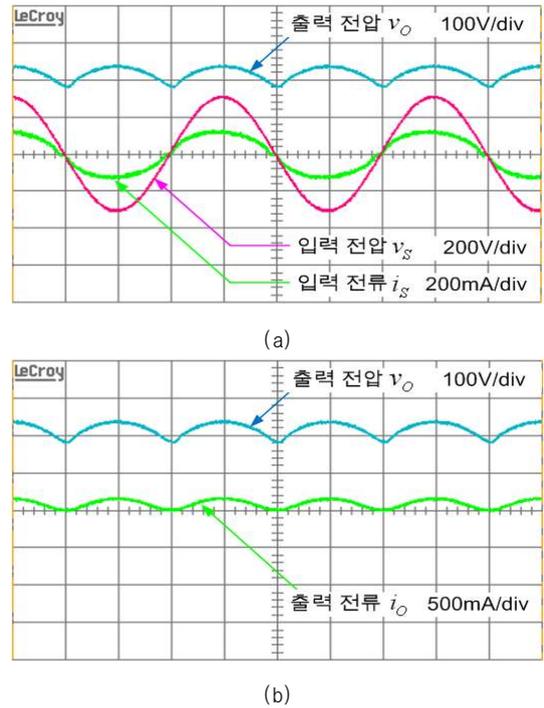


그림 6 벅부스트 컨버터 역률 보상 전원 장치의 주요 파형

### 4. 결론

본 논문에서는 고압 LED 구동을 위한 커패시터리스 비절연형 역률 보상 전원 장치를 제안하고 실험을 통해서 토폴로지의 타당성을 검증하였다. 전원 장치의 전해 커패시터를 대체하여 용량이 매우 작은 필름 커패시터를 사용함으로써 수명시간의 연장을 기대할 수 있고 원가를 절감할 수 있다. 또한 PFC기능의 추가를 통해서 0.99의 높은 역률을 가지며 정전류 제어를 통해서 LED를 안정적으로 동작시킬 수 있다. 그리고 부스트 컨버터와 벅부스트 컨버터를 이용하여 고전압 출력이 가능하고 90% 이상의 효율을 얻을 수 있다.

### 참고 문헌

- [1] 이상훈, 김준형, 이일운, 홍영근, 김진욱, 오동성, 김종선, "조명용 LED Power 기술동향", 전력전자학술대회 논문집, pp. 197-200, 2009. 7.
- [2] Beibei Wang, Xinbo Ruan, Kai Yao and Ming Xu, "A method of reducing the peak-to-average ratio of LED current for electrolytic capacitor-less AC-DC drivers", IEEE Transac. Power Electronics, vol. 25, no. 3, pp. 592-601, 2010, March.
- [3] Y.X. Qin, H.S.H. Chung, D.Y. Lin and S.Y.R. Hui, "Current source ballast for high power lighting emitting diodes without electrolytic capacitor", IEEE IECON 34th Annual Conference, pp. 1968-1973, 2008, Nov. 10-13.
- [4] In-Hwan Oh, "An analysis of current accuracies in peak and hysteretic current controlled power LED drivers", IEEE APEC 23th Annual, pp. 572-577, 2008, Feb. 24-28