

## MLCC 출력 콘덴서를 이용한 LED 구동드라이브 설계

韓萬勝\*, 李相勳†, 曹洙億\*\*, 朴晟濬\*\*\*

## Design of LED Drive using MLCC Output Capacitor

Man-Seung Han, Sang-Hun Lee, Su-Eog Cho, and Sung-Jun Park

## 요 약

최근 디지털 광원으로써 각광받고 있는 고효율 LED(Light Emitting Diode)는 저소비전력과 장수명 그리고 점·소등 속도도 빨라서 고효율 LED의 효율을 향상시켜 일반 조명용으로 사용하려는 노력이 두드러지고 있다. 본 논문에서는 온도변화에 따른 전압 변동분만을 출력 콘덴서에 저장함으로써 출력 측에 사용하던 전해 콘덴서를 전압용량이 작고 수명이 긴 MLCC(Multi-Layer Ceramic Capacitor) 사용이 가능한 LED 구동 드라이브를 제안하고자 한다. 제안된 LED 구동 드라이브는 기존의 부스트 DC/DC 컨버터의 기본 토폴로지에서의 출력 콘덴서를 입력 전원과 직렬로 연결하여 LED 광원의 온도변화에 따른 전압 변동분만을 출력 콘덴서에 저장함으로써 출력 콘덴서로 기존 수명이 낮은 전해 콘덴서 대신 전력 손실이 적고 수명이 긴 MLCC 사용이 가능하게 된다.

## ABSTRACT

In this paper, we proposed a LED driver that allows to use a long lifetime MLCC with small voltage capacity to replace the electrolytic condenser that has been used at the output part by storing only the voltage fluctuation due to temperature variation in the output condenser. The proposed LED driver can allow to use a long lifetime MLCC with small power loss as the output condenser instead of the conventional electrolytic condenser with short lifetime because it stores only the voltage fluctuation due to the temperature variation of the LED light source in the output condenser by connecting the output condenser with the input power supply in series in the basic topology of the conventional boost DC/DC converter. In this study, we performed a simulation to verify the conventional DC/DC converter and the proposed DC/DC converter. It was shown that the DC/DC converter proposed through the experiment allows to use MLCC as the output condenser and the efficiency can be improved.

**Key Words** : LED(Light Emitting Diode), MLCC(Multi-Layer Ceramic Capacitor), Boost DC/DC converter, Electrolytic condenser

## 1. 서 론

발광다이오드(LED)가 IT(정보기술)와 GT(녹색기술) 산업으로 각광받으면서 세계시장이 급속히 확산되고 있다. LED가 에너지를 절감하고 탄소 배출을 획기적으로 줄이는 친환경 소재로 알려지고 있기 때문이다. 기존의 조명인 백열등, 형광등은 전력소비, 납과 수은에 의한 환경오염 짧은 수명 등의 문제로 새로운 조명용 램프가 요구되고 있다. 최근 LED는 휘도 및 발광 효율이 크게 개선되면서 다양한 분야에 적용되고, 다

†교신저자 : 정회원, 한국승강기대학 전기설계과 전임강사  
E-mail : purme@kic.ac.kr

\*정회원, 고아정공 모터기술연구소 수석연구원

\*\*정회원, 서일대 전기과 조교수

\*\*\*정회원, 전남대 전기공학과 부교수

접수일자 : 2011. 4. 4                    1차 심사 : 2011. 6. 8

2차 심사 : 2011. 8. 1                    3차 심사 : 2011. 8. 17

심사완료 : 2011. 8. 31

양한 파장의 LED를 이용하여 색 온도제어 등 다양한 종류의 조명기구에 적용이 가능하고 높은 수준의 조명 디자인이 가능하다. 또한 이산화탄소 수은 등의 유해 물질의 발생이 없어 친환경적이고 5만 시간 이상 장수명, 기존 광원에 비해 빠른 응답시간 등의 특성으로 다양한 분야에 적용되고 있다. 특히 기존의 조명용 광원을 대체하는 수단으로 많은 주목을 받고 있다. 그러나 LED 조명은 앞서 살펴본 장점 이외에 다른 조명에 비해 시스템 구성을 위해 비용이 많이 드는 단점을 가지고 있다. 이에 다른 조명장치와 비교하여 경제적 가치를 높이기 위해 시스템 전체가 고효율, 장 수명을 가져야 한다.<sup>[1][2]</sup>

LED를 이용한 조명시스템의 경우 LED를 이용한 광원의 수명은 지난 수년간 꾸준한 기술성장으로 인해 제품에서 요구하는 5만 시간 이상을 충분히 만족하고 있으며 광원의 방열설계 및 공급전원의 품질에 따라 반영구적 사용이 가능하다. 하지만 LED 조명을 구동하는 전력변환기의 경우 교류 전원을 직류 전원으로 정류하는 AC/DC 컨버터와 다채널 LED 광원의 정 전류 제어를 위해 DC/DC 컨버터를 주로 사용하고 있다. 전력변환기 설계에 있어 리플이 없는 양질의 직류전원을 만들어 내기 위해서는 평활용 콘덴서를 사용하게 된다. 이러한 평활용 콘덴서로 주로 사용되는 콘덴서의 종류는 일반적으로 전해 콘덴서를 사용하게 되는데 전해 콘덴서의 경우는 콘덴서에 유입되는 전류의 리플 값에 따라 수명이 결정된다. 그러나 전력변환기의 제어 방법으로 입력 전류의 리플을 최소화 한다고 해도 다른 부품의 수명에 비해 매우 낮으며 LED 조명 제품에서 요구하는 5만 시간의 수명을 만족하지 못하여 전원 장치의 수명시간 문제가 크게 대두되고 있다. 따라서 조명업체에서는 LED 조명 시스템에 사용되는 직류 전원 장치에서 직류 전원 장치의 장 수명을 위해 전원

장치 설계 시 전해 콘덴서를 사용하지 않거나 전해 콘덴서를 최소화하려는 연구가 많이 이루어지고 있다.

본 논문에서는 LED를 이용한 조명시스템에서 가장 수명이 짧은 직류전원 장치의 수명을 연장하기 위해 부스트 컨버터를 기반으로 한 새로운 형태의 LED 구동드라이브를 제안하고자 한다. 그림 1은 다채널 구동이 가능한 조명용 LED Power 시스템을 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯 각 채널의 LED 구동 전류를 제어하기 위해서는 전류제어형 부스터 컨버터를 주로 사용한다. 본 논문에서는 현재 사용되는 부스트 컨버터의 출력측 전해 콘덴서를 제거하고 전해 콘덴서에 비해 상대적으로 수명이 긴 MLCC 콘덴서 사용이 가능한 형태의 DC/DC 컨버터를 제안하였다. 제안된 부스트 컨버터는 온도 변화에 따른 LED의 출력전류의 변동분만을 저장할 수 있는 구조의 DC/DC 컨버터를 구성하고 출력측 전해 콘덴서 대신 MLCC를 사용함으로써 LED 구동드라이브의 수명 연장이 가능하며 또한 콘덴서 손실을 저감하여 효율을 향상시켰다. 제안된 DC/DC 컨버터를 실험을 통해 그 유용성을 입증하였다.

## 2. LED 구동 드라이브 설계

### 2.1 온도 변화에 따른 LED 병렬회로의 전류 보상

LED 광원에서 온도에 따른 병렬회로의 전류편차를 줄이기 위해 병렬회로에 다양한 형태의 전류보상 방법들이 있다. 그림 2는 LED의 온도에 따른 전압-전류특성을 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이 LED는 온도에 따라 LED Junction 전압이 감소하여 정전압을 인가할 경우 온도가 증가할 때 전류가 증가하게 된다. 온도에 따른 전류 변화를 보상하기 위해서 LED 병렬회로에 직렬저항을 삽입하여 온도에 따른 전류변동을 저감하게 하는 구조가 일반적이다. 이때 정격전류는 식 (1)과 같이 정의된다.

$$I_{rate} = \frac{V_{dc} - V_{max}}{R} \quad (1)$$

$I_{rate}$  : LED 정격전류,  $V_{dc}$  : 입력전압,  $R$  : 보상저항  
 $V_{max}$  : 온도에 따른 LED 전압 최대값

온도 변화에 따른 정격전류를 형성하기 위한 전압변동은 LED 특성에 의해 결정된다. 전류변동은 식 (2)와 같다. 전류변동을 작게 하기 위해서는 저항을 키워야 하나 이로 인한 저항손실이 증가하는 단점을 가진다.

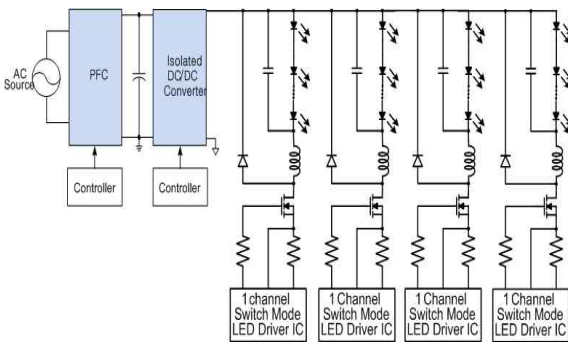


그림 1 다채널 조명용 LED Power system  
 Fig. 1 Mult-channel LED Power system

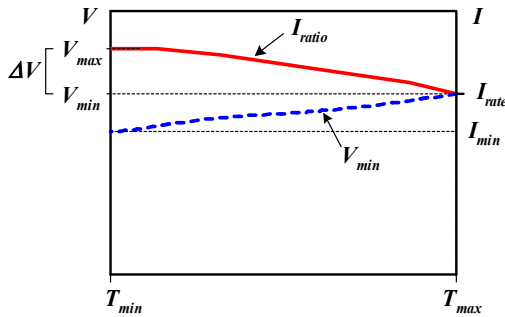


그림 2 온도에 따른 전압-전류 특성 곡선  
Fig. 2 Voltage-current characteristic curve by temperature

$$\Delta I = \frac{\Delta V}{R} \quad (2)$$

$\Delta I$  : LED 정격전류 변동분,  
 $\Delta V$  : 온도에 따른 LED 전압 변동분

온도에 따라 LED에 전압 변동율이 있는 경우 전류는 식 (3)과 같다.

$$I = \frac{V_{dc} - (V_{max} + \Delta V)}{R} \quad (3)$$

(LED 전압 변동에 따른 전류)

### 2.2 전력 변환기를 이용한 LED 구동 드라이브

온도에 따라 LED에 전압변동률이 있는 경우 정전류를 형성하기 위한 전압 변동률을 보상하기 위해서는 전력 변환기를 이용한 가변저항 특성의 LED 구동 드라이브가 필요하다. 이 때 필요한 직렬저항 값이 식 (4)과 같다. 이 때 병렬회로는 온도에 관계없이 정전류를 형성할 수 있다.

$$I = \frac{V_{dc} - (V_{max} + \Delta V)}{R - \Delta R} = Const \quad (4)$$

직렬저항 값을 전자적으로 변화하기 위해서는 스위칭 함수에 따라 등가저항을 바꿀 수 있다. 기존의 LED 구동 드라이브의 경우 정전류제어형 DC/DC 컨버터를 사용하여 온도 변화에 따른 LED의 전압 변동률을 제어한다. 그림 3은 등가 가변 저항을 구성을 위한 DC/DC 컨버터를 이용한 LED 구동드라이브를 나타낸다. 스위칭 함수에 의해 직렬저항 값을 전자적으로 변

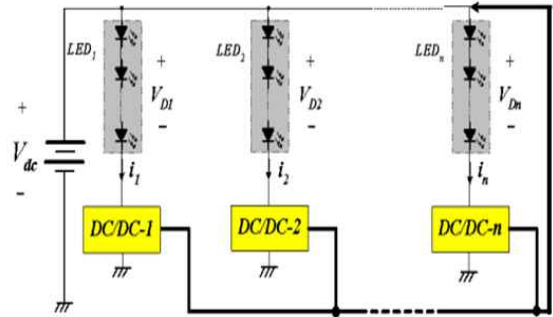


그림 3 DC/DC 컨버터를 이용한 LED 구동 드라이브  
Fig. 3 LED drive using the DC/DC converter

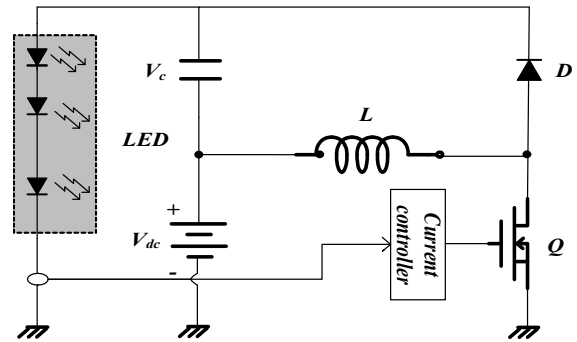


그림 4 제안된 MLCC를 이용한 LED 구동 드라이브  
Fig. 4 Proposed concept of LED drive using MLCC

화하기 위해 DC/DC 컨버터를 사용할 경우 DC/DC 컨버터의 입력전압 최대치는 정격전류 형성 시 온도변화에 따른 전압변동이 적은 값이 된다 면광원 구성을 위한 LED 직 병렬 조합의 경우 온도 변화에 따른 채널 당 전류편차로 인한 채널 밝기의 불균형을 해소하기 위해 병렬 조합 보다 직렬 개수를 늘리고자 한다. 따라서 기존 산업용 전원으로 주로 사용 되는 24V 보다 높은 전압을 요구하게 됨으로서 정전류제어가 용이하고 승압이 가능한 부스트 컨버터를 LED 구동 드라이브로 주로 많이 사용하고 있다.

### 2.3 제안된 MLCC를 이용한 LED 구동 드라이브

본 논문에서는 온도에 따른 전압 변동률을 보상하기 위해 사용하는 부스트 컨버터 형태의 LED 구동드라이브에서 출력 측 평활 콘덴서로 수명이 낮은 전해 콘덴서 대신 낮은 내전압을 갖는 MLCC 콘덴서를 이용할 수 있는 부스트 컨버터 회로를 제안 한다. 그림 4는 전압 변동률을 보상하기 위해 낮은 내전압을 갖는 MLCC를 사용한 부스트 컨버터 회로를 나타낸다. 위 회로는 온도 변화에 따른 전압 변동률 보상에 필요한

직렬저항 값을 전자적으로 변화하기 위해 비절연 타입의 승압용 DC/DC 컨버터를 기본적으로 사용하였으며, LED의 정전류를 형성하기 위해 LED 부하의 전류를 검출하여 전류제어기를 구성하였다. 위 회로는 입력전압을 기본으로 온도 변화에 따른 전압 변동 분만을 저장하면 됨으로 작은 전압 용량의 MLCC 사용을 가능하게 한다.

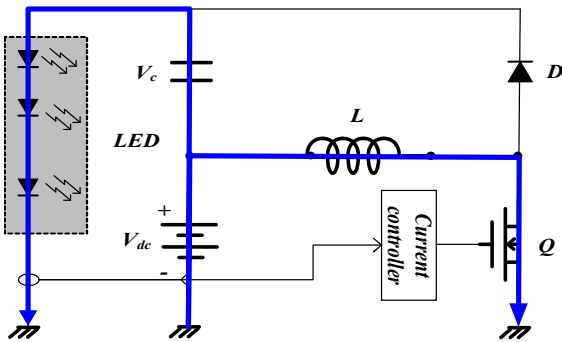
$V_c$ 에 전압 용량을 산정하기 위해 부스트 컨버터의 Volt · sec 평형조건에 출력 전압  $V_{out}$ 은 식(5)와 같다.

$$V_{out} = \frac{1}{1-D} V_{dc} \quad (5)$$

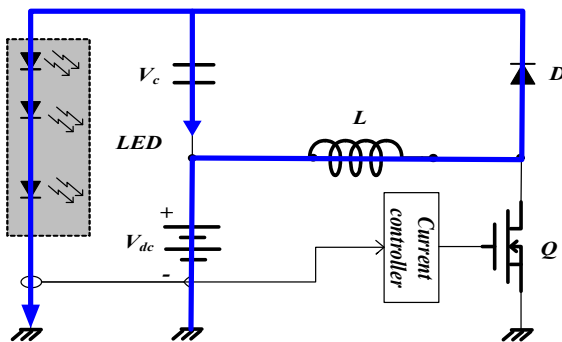
이때 출력전압  $V_{out}$ , 입력전압  $V_{dc}$ , 콘덴서 전압  $V_c$ 와의 관계는 식(6)과 같고 식(5)와 식(6)으로부터 콘덴서 전압과 입력전압의 관계는 식(7)과 같다.

$$V_{out} = V_{dc} + V_c \quad (6)$$

$$V_c = \frac{D}{1-D} V_{dc} \quad (7)$$



(a) 스위치 Q 턴 온 시



(b) 스위치 Q 턴 오프 시

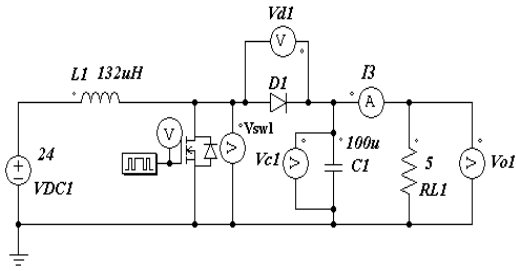
그림 5 제안된 LED 구동 드라이브 동작모드  
Fig. 5 Operation mode of proposed LED drive

식 (7)에서 알 수 있듯이 콘덴서 전압  $V_c$ 는 입력전압  $V_{dc}$ 에 대한 시비율 함수로 결정된다. 온도 변화에 따른 전압 변동률이 작아 시비율이 작으면 콘덴서 전압은 입력전압의 시비율 정도의 내압으로 충전 되기 때문에 수명이 짧은 전해 콘덴서 대신 내압이 작은 MLCC를 사용해도 무방하다.

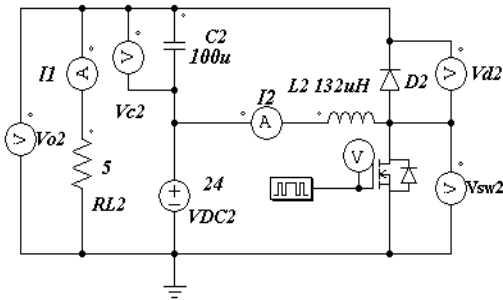
온도 변화에 따른 전압 변동률을 보상하기 위한 DC/DC 컨버터의 동작은 그림 5와 같다. 본 DC/DC 컨버터는 DC 전원을 기본 전압으로 하여 콘덴서의 전압  $V_c$ 를 더한 전압이 출력전압이 되어 LED 출력 전압을 형성한다. 온도 변화에 따른 전압 변동률 보상은 스위치 Q의 듀티비에 의해 제어하여 LED의 전류를 제어하게 된다. 그림 5의 (a)는 컨버터의 스위치 Q가 턴 온 되었을 때의 전력의 흐름을 나타낸다. 컨버터의 스위치 Q가 턴 온 될 때 콘덴서의 전압이 리액터 L에 인가되고 이 때 리액터에 콘덴서의 에너지가 저장되게 된다. 이 때 출력전압은 부스트 컨버터의 특성에 의해 떨어지게 된다. 그림 5의 (b)는 스위치 Q가 턴 오프 되었을 때의 전력의 흐름을 나타낸다. 스위치가 턴 오프 되었을 때 리액터에 저장된 에너지는 콘덴서 C와 출력 측으로 공급되게 된다.

### 3. 시뮬레이션 및 실험

제안된 전해 캐패시터리스 LED 구동드라이브에 대한 타당성을 검증하기 위하여 시뮬레이션을 실시하였다. 그림 6은 출력 콘덴서의 출력 전압을 비교하기 위한 시뮬레이션 회로를 나타내고 있다. 콘덴서의 출력 전압을 간단히 비교하기 위해 출력 부하는 출력 용량에 맞게 저항부하를 모의하여 시뮬레이션을 실시하였다. 그림 6 (a)는 기존 LED 구동 드라이브로 사용하고 있는 일반적인 부스트 DC/DC 컨버터를 이용한 LED 구동드라이브를 나타내고 있다. 그림 6(b)는 제안된 LED 구동드라이브를 나타낸다. 그림 7은 기존의 부스트 DC/DC 컨버터와 제안된 DC/DC 컨버터의 출력 콘덴서에 출력 전압을 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이 기존 부스트 DC/DC 컨버터의 경우 컨버터 출력 전압 전체가 콘덴서에 저장되는 반면에 제안된 DC/DC 컨버터의 경우 온도 변화에 따른 전압 변동분에 해당하는 출력 전압만 저장되는 것을 알 수 있다. 그림 8은 기존의 부스트 DC/DC 컨버터와 제안된 DC/DC 컨버터의 출력 전압 출력 전류를 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이 두 컨버터의 출력 전압 출력 전류의 변화는 없음을 알 수 있다.

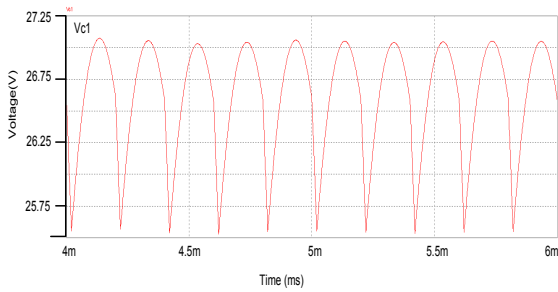


(a) 기존의 LED 구동드라이브

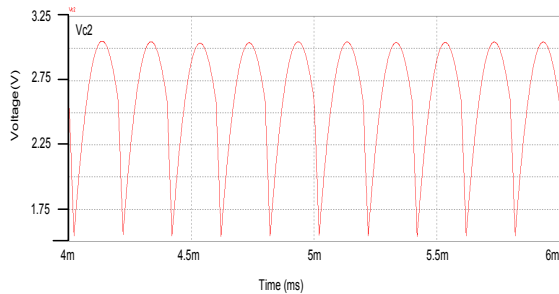


(b) 제안된 LED 구동드라이브

그림 6 시뮬레이션 회로도  
Fig. 6 Simulation circuit

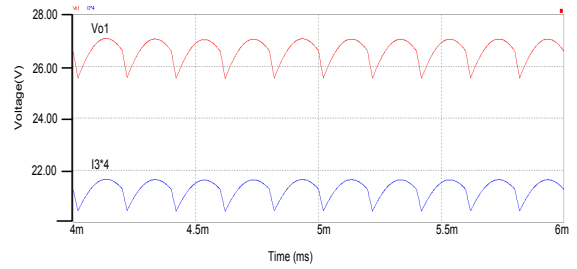


(a) 기존의 LED 구동드라이브의 콘덴서 전압

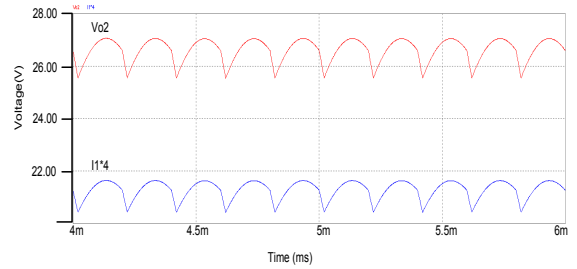


(b) 제안된 LED 구동드라이브의 콘덴서 전압

그림 7 콘덴서 출력 전압 비교  
Fig. 7 Comparison of Capacitor output voltage



(a) 기존의 LED 구동드라이브의 출력전압, 출력전류



(b) 제안된 LED 구동드라이브의 출력전압, 출력전류

그림 8 컨버터 출력 전류 비교  
Fig. 8 Comparison of Converter output current

제안된 전해 캐패시터리스 LED 구동드라이브에 대한 타당성을 검증하기 120W급 가로등용 LED 광원 및 Power System을 이용하여 실험을 실시하였다.

표 1 LED 광원 사양  
Table 1 LED light Spec.

광원 공급전력	120W
적용 LED 품명	Cree 사 XLamp
LED 정격	1.1W(350mA)
LED 직렬 개수	7 Ea
LED 병렬 회로 수	14 병렬

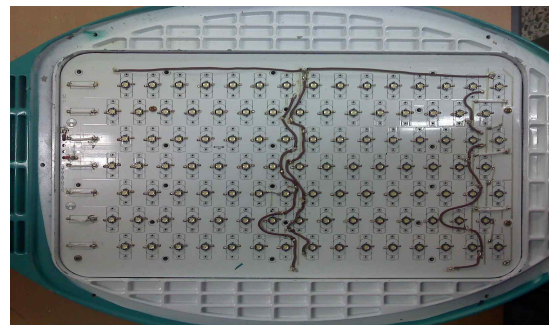


그림 9 가로등용 LED 광원  
Fig. 9 Street Light LED source

표 1은 실험에 적용된 가로등용 LED 광원의 사양을 나타낸다. 본 실험을 위해 LED 광원은 Cree 사의 XLamp(1.3W) Power LED를 사용하였으며 7직렬 14 병렬로 총 98개로 구성하였다. 그림 9는 적용된 가로등용 LED 광원을 나타낸다. 그림 10은 가로등용 LED 광원을 구동시키기 위한 제안된 LED Power System을 나타낸다. LED Power System은 AC 전원을 DC 전원으로 바꾸어 주는 AC/DC 컨버터와 온도에 따른 LED 광원의 전압 변동분을 보상해 주는 DC/DC 컨버터 회로로 구성되어 있다. 본 논문에서 AC/DC 컨버터는 전력 변환 효율이 우수한 공진형 컨버터 중 LLC 토폴로지 방식의 DC/DC 컨버터와 단위역률을 0.9 이상 유지하기 위해 부스트 방식의 단위역률 제어 회로로 구성되어 있다. 표 2는 AC/DC 컨버터 부의 사양을 나타낸다. LED 구동 드라이브 회로는 본 논문에서 제안한 출력 콘덴서를 전해 콘덴서가 아닌 MLCC을 이용한 DC/DC 컨버터를 실제 구성하였다. 그림 11은 제안된 LED 구동드라이브의 회로도를 나타낸다.

표 2 AC/DC 컨버터 사양  
Table 2 AC/DC converter Spec.

Topology	LLC 공진형
입력사양	85 ~ 264V
출력사양	22V, 5.2A
PF	0.94(@220VAC)
효율	92%(@220VAC)

그림 12는 제안된 전해 콘덴서리스 LED 구동드라이브의 출력 전류와 게이트 신호를 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이 스위칭 주파수는 20kHz로 설정하였으며 온도 변화에 따른 전압 변동분만을 제어함으로 Duty ratio는 10% 내외로 제어되고 있다. 그림 13은 부스트 DC/DC 컨버터의 인덕터 전류와 게이트 신호를 나타낸다. 그림 14는 인덕터 전류와 MLCC에 콘덴서 전압을 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이 MLCC 전압은 변동은 1V 이내이다.



그림 10 제안된 LED Power System  
Fig. 10 Proposed LED Power System

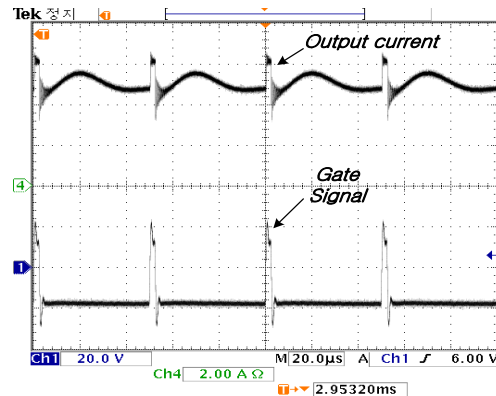


그림 12 제안된 회로의 게이트신호, 출력전류  
Fig. 12 Gate signal, output current of Proposed circuit

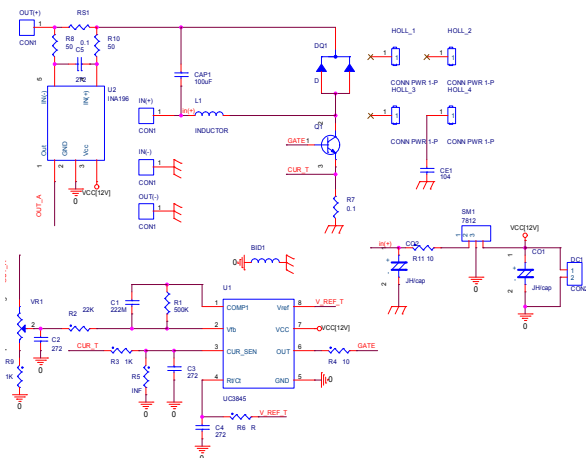


그림 11 제안된 LED 구동드라이브 회로도  
Fig. 11 Proposed LED Drive circuit

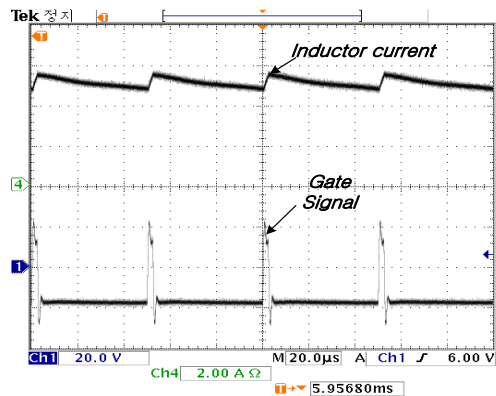


그림 13 제안된 회로의 게이트 신호, 인덕터 전류  
Fig. 13 Gate signal, inductor current of Proposed circuit

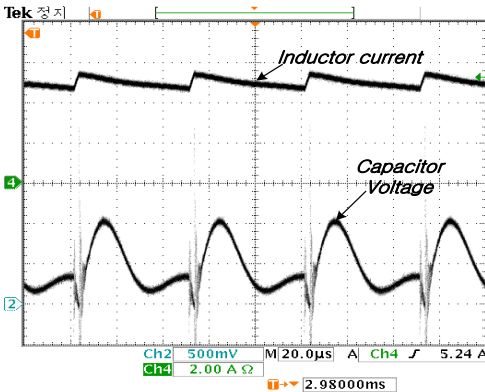


그림 14 제안된 회로의 인덕터 전류, 콘덴서 전압  
Fig. 14 Output current, capacitor voltage of proposed circuit

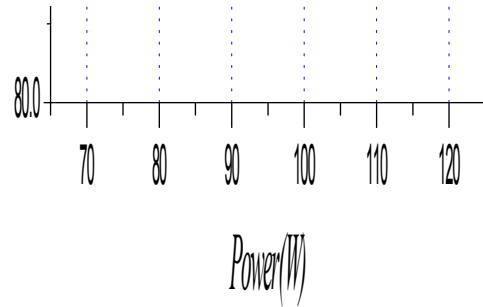


그림 17 효율 비교  
Fig. 17 Comparison of efficiency

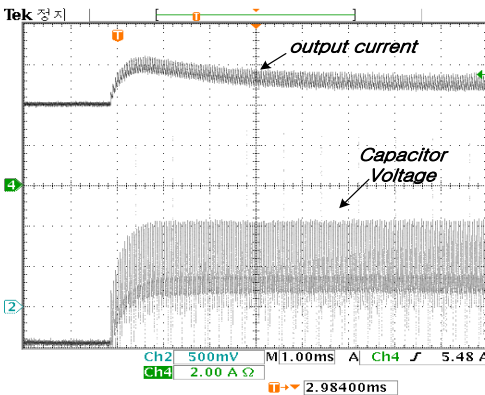


그림 15 제안된 회로의 기동특성  
Fig. 15 Operation characteristic of proposed circuit

력 콘덴서에 비해 작은 전압용량의 MLCC 사용이 가능함을 알 수 있다. 그림 15는 제안된 회로의 기동 특성을 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이 출력전류는 3ms 정도에서 정상 상태로 유지한다.

그림 16은 전해 콘덴서리스 LED 구동 드라이브 회로의 효율을 나타 내었다. 기존의 Boost 컨버터를 이용한 LED 구동 드라이브와 제안된 전해 콘덴서리스 LED 구동 드라이브 회로의 효율을 비교하기 위해 WT3000 Power Analyzer를 이용하여 제안된 전해 콘덴서리스 LED 구동 드라이브의 효율을 측정하였다. 기존의 Boost 컨버터를 이용한 LED 구동 드라이브의 경우 온도변화에 따른 LED의 전압 변동분을 제어하기 위해 입력전압 전체에 대해 전력변환 하여 출력 콘덴서에 에너지가 전달되기 때문에 콘덴서의 용량이 입력 전압보다 큰 내압을 사용해야 한다. 이는 콘덴서 내부의 ESR이 증가함으로 ESR에 따른 전력손실을 발생시키게 된다. 제안된 전해 콘덴서리스 LED 구동 드라이브의 경우 출력 콘덴서를 전해 콘덴서가 아닌 낮은 ESR의 MLCC를 사용함으로써 기존 LED 구동 드라이브에 비해 효율 개선이 가능하다.

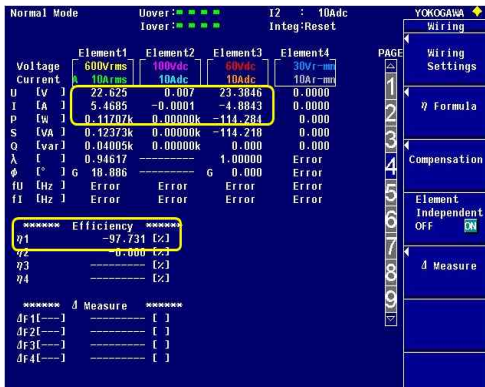


그림 16 효율 측정  
Fig. 16 Efficiency measurement

그림 17은 기존의 부스트 컨버터를 이용한 LED 구동드라이브와 제안된 출력 콘덴서를 MLCC를 이용한 LED 구동드라이브의 효율을 비교하여 나타내었다. 기존의 부스트 컨버터의 경우 Supertex사의 HV9911 Analog 제어기를 이용하고 출력 콘덴서는 NXL 시리즈의 35V 100uF의 콘덴서를 사용하였으며 Supertex사에서 제공하는 어플리케이션 회로를 기본으로 하여 회로를 구성하였다.<sup>[8][9][11]</sup> 제안된 MLCC 출력 콘덴서를 이용한 LED 구동드라이브는 앞서 설명하였듯이 UC3845를 이용하여 제어 하였으며 출력콘덴서로는

이는 온도 변화에 따른 전압 변동분이 작음을 알 수 있으며 MLCC에 저장되는 전압은 LED 광원의 온도 변화에 따른 전압 변동분만이 저장되므로 기존의 부스트 DC/DC 컨버터를 이용한 LED 구동 드라이브의 출



그림 18 가로등용 LED 광원 동작  
Fig. 18 Operation of Street light LED source

(주)삼성전기에서 제공되는 X5R 3216type 6.3V 100uF MLCC 콘덴서를 사용하였다. 그림 16에서 알 수 있듯이 정격 출력에서 기존 LED 구동 드라이브에 비해 2% 정도 개선된 97% 정도의 효율임을 알 수 있다. 제안된 MLCC 출력 콘덴서를 이용한 LED 구동드라이브를 이용하여 실제 가로등용 LED 광원을 구동시켰으며 그림 18은 구동된 가로등용 LED 광원을 나타내었다.

#### 4. 결 론

본 논문에서는 병렬회로수가 많은 대용량 조명용 LED 광원을 구동하기 위해 사용되는 LED 구동드라이브에서 온도 변화에 따른 정 전류 보상을 위한 새로운 방법을 제안하였다. 기존의 온도 변화에 따른 정 전류 보상을 위한 전력 변환기의 경우에는 Boost 컨버터를 이용한 정전류 제어를 주로 사용하였다. Boost 컨버터를 이용한 LED 구동 드라이브 설계 시 전류 검출을 위한 검출 저항을 채널에 직렬 연결하게 됨으로써 전력 손실이 발생한다. 이 전력 손실로 인해 Boost 컨버터의 효율을 95% 이상으로 설계하기는 어려우며 출력측에 전해 콘덴서를 사용함으로써 LED 조명시스템에 가장 관심이 되는 수명이 낮은 단점을 가지고 있다. 본 논문에서는 기존의 부스트 DC/DC 컨버터의 기본 토폴로지에서 출력 콘덴서를 입력 전원과 직렬로 연결하여 온도변화에 따른 전압 변동분만을 출력 콘덴서에 저장함으로써 출력 측에 사용하던 전해 콘덴서를 전압용량이 작고 수명이 긴 MLCC 사용이 가능한 LED 구동 드라이브를 제안하였다. 제안된 전해 콘덴서리스 LED 구동 드라이브 회로의 타당성을 위해

120W 가로등용 LED 광원과 고효율 LLC 공진형 AC/DC 컨버터를 설계하고 제안된 전해 콘덴서리스 LED 구동 드라이브 회로를 제작하여 실험하였다. 실험결과 출력 측 콘덴서의 충전전압을 낮춰 MLCC 사용이 가능하였으며, 기존 LED 구동 드라이브에 비해 전체 효율이 2% 정도 개선됨을 알 수 있었다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 국토교통부(주) “LED 조명” 시장동향서, 2009.
- [2] “LED 조명기술의 최신동향[하]”, 월간 전기기술, 2006.
- [3] 박규민의 3명, “전압 스트레스 저감을 위한 새로운 조명용 LED 조명회로”, *전력전자학회 논문지*, 제14권, 제3호 pp. 243-250, 2009. 6.
- [4] 정영진의 4명, “BCM PFC 플라이백 컨버터 회로의 모델링 및 설계”, *2008 전력전자학술대회 논문집*, pp. 231-233, 2008. 6.
- [5] 김응석의 1명, “파워 LED 구동을 위한 정전류 제어기 설계”, *전기학회논문지*, 제59권, 제3호, pp. 555-561, 2010. 3.
- [6] 이종규의 1명, “LED 조명을 위한 정전류 전원”, *2010 한국조명·전기설비학회 추계학술대회 논문집*, pp. 305-307, 2010. 9.
- [7] Cree XLamp MC-E LED Datasheet
- [8] 유재도의 5명, “고압 LED 구동을 위한 전해 커패시터리스 비절연형 역률 보상 전원 장치 설계”, *2010년도 전력전자학술대회 논문집*, pp. 250-251, 2010. 7.
- [9] 한수빈의 4명, “LED driver에서의 정전류 및 정전압 제어의 비교 연구”, *2010년도 전력전자학술대회 논문집*, pp. 83-84, 2010. 7.
- [10] 한수빈의 4명, “넓은 입력변화에서 불연속 전류 제어 모드로 동작하는 LED 드라이버 설계”, *2010년도 추계학술대회 논문집*, pp. 363-364, 2010. 11.
- [11] Supertex INC Application Note “Boost Converter LED Drivers using Supertex’s HV9911”, AN-H55.

#### 저 자 소 개



##### 한만승(韓萬勝)

1969년 10월 5일생. 1992년 원광대 전기공학과 졸업. 2009년 전남대 전기공학과 졸업(석사). 1996년~2009년 6월 대우일렉트로닉스 연구소 책임연구원. 2009년~현재 (주)고아정공 모터기술연구소 수석연구원. 2010년~현재 전남대 전기공학과 박사과정.





**이상훈(李相勳)**

1974년 8월 11일생. 2000년 경성대 전기 공학과 졸업. 2006년 부산대 메카트로닉스 협동과정 졸업(공박). 2002년~2004년 9월 KT전기 기술연구소 주임연구원. 2007년~2009년 삼성전기 Power 사업팀 책임연구원. 2010년~현재 한국승강기대학 승강기 전기설계과 전임강사.



**조수억(曹洙億)**

1965년 3월 20일생. 1993년 부산대 전기 공학과 졸업. 1993년 1월 LG산전 입사~2004년 11월 OTIS LG Engineering Center Power Electronics팀 Senior Engineer. 2002년 8월 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2005년 8월 동 대학원 전기공학과 졸업(공박). 2005년 8월~2006년 2월 전남대 전기공학과 겸임교수. 2006년 3월~현재 서일대 전기과 조교수.



**박성준(朴晟濶)**

1965년 3월 20일생. 1991년 부산대 전기 공학과 졸업. 1993년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(공박). 2002년 동 대학원 지능 기계공학과 졸업(공박). 1996년 3월~2000년 2월 거제대학 전기과 조교수. 2000년 3월~2003년 8월 동명대학 전기공학과 조교수. 2003년 8월~현재 전남대 전기공학과 부교수.