다채널 OLED 조명 시스템 구동용 벅-부스트 컨버터 설계

곽봉우, 이진형, 김명복
한국생산기술연구원 동력부품연구그룹

Design of Buck-Boost Converter for driving Multi-channel OLED Lighting system

Bong Woo Kwak, Jin Hyeong Lee, and Myungbok Kim
Automotive Components R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology

ABSTRACT

최근 각광받고 있는 반도체 발광 소자를 이용한 고체 상태 광원(Solid State Lighting)은 기존 광원에 비해 고효율이어서 에너지 절약적 측면에서 대두되고 있다. 점광원인 LED에 비해 면광원인 OLED는 두께를 얇게 구현할 수 있고, 다양한 모양으로 광원의 구현이 가능하다. 따라서, 본 논문에서는 효율적인 OLED 조명 구동을 위해 넓은 입력전압 범위를 지니는 Buck Boost 컨버터를 제안한다.

1. 서 론

전원 LED(Light Emitting Diode)나 OLED(Organic Light Emitting Diode) 같은 반도체 소자를 사용하는 조명소스는 높은 발광 및 효율, 그리고 더 적은 에너지 손실의 조명 솔루션을 제공한다.[1] 그 중 LED 조명은 저소비전력, 반영구적 수명, 빠른 응답속도, 안정성, 환경친화성 특성들로 인해 조명업계의 고부가가치 제품으로 많이 채택되고 있다. 그러나 LED 조명은 점광원이며, 방열판을 사용하여 적당한 열처리를 고려하여야 한다. 또한, LED는 감성조명을 구현하기 어렵다.

LED와 달리 OLED조명은 표면 광원이며, 열적인 문제에서 자유롭다. OLED는 유기재료에 전계를 가하여 전기에너지를 빛으로 바꾸어주는 소자로써, 휘도 및 우수한 효율에 의해 기존의 조명을 대체할 수 있는 가능성이 높아지고 있다. 또한. 최근 제조 기술의 발전에 의해 OLED조명 대면적화는 다양한 응용분야에 사용하기 적합하다.[2]

그러나 OLED는 과전류에 취약하므로 과전류로부터 패널을 보호하기 위해 보다 정확한 전류 제어 기법이 필요하다. 뿐만 아니라. OLED의 높은 순방향 전압 때문에 기존 LED 드라이빙 회로의 다른 전압 회로가 필요하다. 따라서, 본 논문에서는 OLED 전원 회로는 넓은 입력 범위를 충족하기 위해 커플드 인덕터 벅 부스트 컨버터를 도입한다.

2. 본 론

2.1 OLED 조명 구동 기법

OLED는 유기물 박막에 양극과 음극을 통하여 주입된 전자와 정공이 재결합하여 여기자를 형성하고, 형성된 여기자로부터의 에너지에 의해 특정한 파장의 빛이 발생하는 형상을 이용한 자체발광형 디스플레이 소자이다.

이러한 OLED 구동 제어 방식에는 정전압 제어 구동 방식과 정전류 제어 구동 방식이 있는데, 정전압 제어방식은 정전압에 저항과 OLED를 직렬로 연결하여 OLED에 흐르는 전류를 제어하는 방식이며, 정전류 제어방식은 OLED에 흐르는 전류를 검출하여 제어하는 방식이다[3].

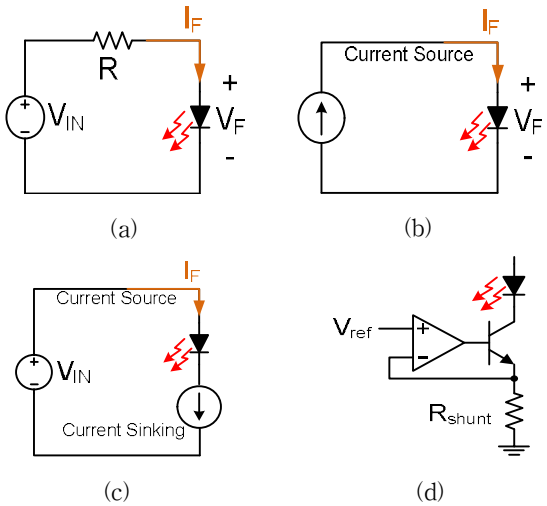

그림 1 (a) 정전압 방식, (b)정전류 방식, (c) 정전압과 전류원부하 이용 정전류 제어, (d) 전류 제어 구현
Fig. 1 (a)Constant voltage method, (b) current source method (c) current source method using constant voltage and current sinking, (d) Implementation of current control

정전압 제어 방식은 그림 1(a)와 같이 인가한 전압에 따라 OLED에 흐르는 전류가 결정되므로, 전류 전압 특성 변화에 따라 밝기 변화가 심하다. 정전류 방식은 그림 1(b)와 같이 주입된 전류에 따라 소자의 양단의 전압이 결정되므로 전류 전압 특성의 변화에 둔감하다. 하지만 정전류원은 만들기가 어려우므로 그림 1(c)와 같이 전압원과 전류원부하(current sinking)로 정전류 제어를 할 수 있으며, 그 구현 방식은 그림 1(d)와 같다. 특히 OLED는 과전류에 취약하므로, 전류를 제한시켜 동작시켜야 한다.

2.2 OLED 구동용 커플드 인덕터 벅-부스트 컨버터

그림 2은 본 논문에서 4채널 OLED 조명 시스템을 위해 커플드 인덕터 벅 부스트 회로를 사용하였다. 고효율 OLED 조명 시스템을 위해 출력전압 최소화, 최적의 전류, 넓은 입력 범

위를 얻기 위해 벅 부스트 컨버터를 사용하였다. 하지만 벅 부스트 컨버터는 출력 전압의 극성이 변하기 때문에 정전류를 만들기가 쉽지 않아 기존의 벅 부스트 컨버터와 달리 커플드 인덕터를 사용하여 출력 전압의 극성을 유지하고 OLED 패널의 정전류를 제어를 쉽게 하도록 설계하였다. OLED 조명의 밝기를 조절하기 위해 디밍 제어를 사용한다.

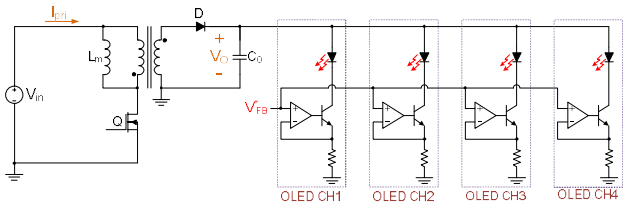

그림 2 4채널 OLED 조명용 커플드 인덕터 벅-부스트 컨버터
Fig. 2 Coupled inductor Buck-Boost Converter for 4 Channel OLED Lighting

2.3 커플드 인덕터 벅-부스트 컨버터 실험 결과

제안된 다채널 OLED 조명 구동용 벅 부스트 컨버터의 실험을 위한 전기적 사양과 회로 매개변수는 표 1과 같다.

표 1 사양 및 회로 매개변수
Table 1 Specifications and circuit Parameters

Symbol	Description	Value	Unit
V_{IN}	Input voltage	5~12	V
V_F	OLED forward voltage	6.7	V
L_M	Magnetizing Inductance	20	μH
C_O	Output capacitance	2.2	μF
n_{PS}	Turn ratio of inductor	1	
f_{sw}	Switching frequency	1000	kHz
f_{DIM}	Dimming frequency	200	Hz

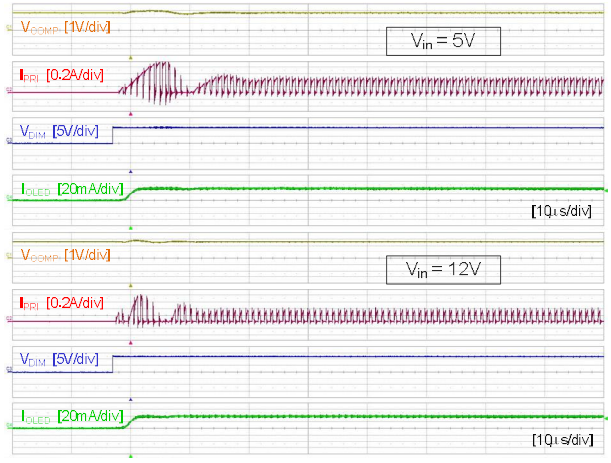

그림 3 벅-부스트 컨버터의 동작 파형
Fig. 3 Operational waveforms of Buck-boost converter

그림 3은 제안한 벅 부스트 컨버터의 피크 전류 제어모드의 보상 수준, Primary 전류, 디밍 신호, OLED 전류를 보여준다. 제안한 벅 부스트 컨버터는 디밍 신호에 따른 OLED 구동에 필요한 전류 제어, 밝기 조절 등 설계 규격을 만족함을 확인하였다.

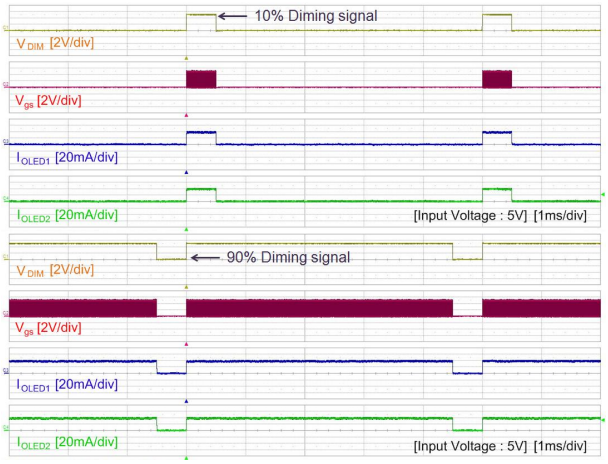

그림 4 OLED 전류 파형
Fig. 4 Current waveforms of OLED

그림 4는 디밍 신호에 따른 게이트 신호와 OLED 각 채널의 전류를 보여준다. 디밍 신호 입력에 대해 병렬로 연결된 각각의 OLED 전류는 최대 40mA로 제한하였으며, 각 채널의 OLED 전류는 거의 일정하였다. OLED의 출력전류는 밝기에 비례함으로써 OLED 각 채널의 밝기는 동일하였다.

3. 결 론

본 논문에서는 다채널 OLED 조명시스템 구동용 커플드 인덕터를 사용한 벅 부스트 컨버터를 사용하여 4채널 OLED 조명 시스템을 설계하였다. 정전류 제어를 통해 디밍 시비율 조절에 따른 OLED 밝기가 선형적으로 조절된다. 또한, 각 채널의 OLED 전류가 거의 일정하게 출력되며, 밝기 출력이 안정적으로 제어됨을 확인하였다. 커플드 인덕터를 사용한 벅 부스트 컨버터는 넓은 범위의 입력전압 범위에서 동일한 전압을 출력하는 것을 확인하여 타당성을 검증하였다. OLED 조명 시스템을 모듈화 함으로써 넓은 입력범위 내에서 소형화, 고효율, 설계 수명 향상이 기대 된다.

이 논문은 한국생산기술연구원의 “저가공정기술을 이용한 고효율 OLED 조명 제조기술 개발” 사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었슴

참 고 문 헌

[1] Y.K. Cheng and K.W.E. Cheng, “General Study for using LED to replace traditional lighting devices,” *International Conference on Power Electronics Systems and Applications*, pp.173 177, Nov. 2006. doi:10.1109/PESA.2006.343093

[2] Franky So, Junji Kido and Paul Burrows, “Organic Light Emitting Devices for Solid State Lighting,” *MRS Bulletin*, 33, pp.663 669, 2008. doi:10.1557/mrs2008.137

[3] 최진봉, 김관우, 정영국, 임영철, “플라이백 컨버터를 이용한 조명용 LED Driver의 모듈화 연구”, 전력전자학회 논문지, Vol.14 No.6, 2009.