

LED Driver IC를 위한 고전압 전류감지 회로 설계 A High-Voltage Current-Sensing Circuit for LED Driver IC

민준식, 노보미, 김의진, 김영석[†],
Jun Sik Min, Bo Mi No, Yeo Jin Kim, Yeong-Seuk Kim,

충북대학교 반도체공학과
Dept. of Semiconductor Eng., Chungbuk National University

Abstract : A high voltage current sensing circuit for LED driver IC is designed and verified by Cadence SPECTRE simulations. The current mirror pair, power and sensing MOSFETs with size ratio of K, is used in our on-chip current sensing circuit. Very low drain voltages of the current mirror pair should be matched to give accurate current sensing, so a folded-cascode opamp with a PMOS input pair is used in our design. A high voltage high side LDMOST switch is used between the current sensing circuit and power MOSFET to protect the current sensing circuit from the high output voltage. Simulation results using 0.35um BCD process show that current sensing is accurate with properly frequency compensated opamp.

Key Words : boost converter, LED driver, LDMOST, current-sensing circuit

1. 서 론

최근 들어 디스플레이 등에 사용되는 백라이트유닛은 기존의 CCFL 대신에 LED로 대체되고 있다. 직렬로 연결된 LED를 구동하기 위하여 배터리 전원을 부스팅하여 사용하는 부스터 컨버터가 필요한데, 주로 PWM과 PFM 방식이 있고, 이 중에서 간단한 PFM 방식을 많이 사용한다. PFM 방식에서 스위치 MOSFET의 피크 전류를 센싱하기 위하여 다양한 방법 등이 사용되고 있다. 작은 직렬 저항을 파워 MOSFET의 소스에 직렬로 연결하는 방법, 파워 MOSFET의 드레인-소스 전압을 측정하여 전류를 알아내는 방법, 트랜스포머를 사용하는 방법, 파워 MOSFET과 병렬로 전류 센싱 트랜지스터를 사용하는 방법 등이 있다. 마지막 방법을 사용하면 외부 소자 등의 사용 없이 간단하게 전류를 센싱할 수 있으나, 센싱 블록으로 파워 MOSFET의 고전압이 들어오기 때문에 주로 저전압 DC-DC 컨버터에 사용하여 왔다.

본 논문에서는 부스터 컨버터의 고전압에서도 사용할 수 있는 전류 센싱 회로를 설계하였다.

2. 결과 및 토의

온칩 전류 센싱 회로는 파워 MOSFET과 같은 소자를 사용하는 전류 미러 회로, 전류 미러 MOSFET의 드레인 전압을 일치시키기 위한 opamp 등으로 구성되어 있다. 여기서 사용한 opamp에는 아주 낮은 입력 전압이 인가되어 일반적인 구조로는 동작을 하지 않기 때문에, folded cascode 구조를 사용하였다. 전류 센싱 회로에서 전류 미러 MOSFET은 항복전압 40V의 LDMOST를 사용하였으며, opamp를 비롯한 나머지 회로는 저전압 MOSFET을 사용하였다. 그러나 전류 센싱 회로와 파워 MOSFET의 드레인 사이에는 ON시에 드레인 전압을 일치시켜야하고, OFF시에는 파워 MOSFET의 40V의 고전압을 막아야 하기 때문에 스위치가 필요한데, 고전압 MOSFET을 사용하여야 한다. 그러나 이 스위치는 ON, OFF시의 전압 변화 때문에 일반적인 고전압 LDMOST를 사용할 수가 없다. 본 논문에서는 이를 해결하기 위하여 LDMOST의 바디가 접지와 분리된 구조로 된 (high-side 용) 것을 사용하였다.

전류 센싱회로에서 파워 MOSFET과 전류 미러 MOSFET의 W의 크기를 1/10000로 하여 아주 작은 전류를 센싱 저항에 흐르게 하여 이 전압을 측정하면 전류의 크기를 측정하였다. 이 전압이 기준 전압보다 크면 비교기가 동작하여 파워 MOSFET 구동부 전에 위치한 flip-flop을 리셋하도록 하였다.

제안된 구조의 전류 센싱회로를 이용한 PFM 방식의 부스터 컨버터는 입력 전압 5V에서 출력 전압 40V, 출력 전류 50mA 규격을 만족하였다.

참고 문헌

- [1] C. F. Lee, P. K. T. Mok, IEEE J. of Solid-State Circuits, vol. 39, p. 3, 2004.
- [2] C. Y. Leung, P. K. T. Mok, K. N. Leung, IEEE J. of Solid-State Circuits, vol. 40, p. 2265, 2005.
- [3] C. Y. Leung, P. K. T. Mok, K. N. Leung, M. Chan, IEEE Trans. Circuits and Syst. II, vol. 52, p. 394, 2005.

[†] 교신저자) 김영석, e-mail: kimys@cnu.ac.kr, Tel: 043-261-3137
주소: 충북 청주시 흥덕구 성동로 410 충북대학교 반도체공학과