



2019 SiC 반도체 컨퍼런스

P-25

저전력 변조/복조기를 이용한 신호 절연 기능이 포함된 SiC 게이트 구동 드라이버 IC

심민섭, 김기현^a, 이경호, 김종현

Minseob Shim, Kihyun Kim^a, Kyoungho Lee, Jonghyun Kim

한국전기연구원

Abstract:

최근 다양한 형태의 전자기자동차 및 자율주행차와 같은 스마트 자동차 및 신재생에너지의 전력변환 시스템 시장의 성장으로 기존 Si 소자 대비 고전압, 고내열 성능이 우수한 탄화규소(SiC)로 구성된 전력반도체의 상용화 및 성능향상이 이루어지고 있어 이에 적합한 고속 게이트 구동 집적회로(IC) 개발의 필요성이 대두되고 있다. 게이트 구동 IC의 경우 SiC MOSFET 소자를 제어하기 위한 저전압 펄스 폭 변조(PWM) 신호를 인가 받아 SiC MOSFET 을 구동할 수 있는 고전압 신호 레벨로 승압하는 기능이 포함 되는데, 본 회로는 IC 내부에서 구현 가능하며 SiC MOSFET의 높은 차단 전압을 견딜 수 있는 신호 절연 기능이 포함된 coreless transformer 방식을 차용하여 신호 승압을 구현하였다. 하지만 크기가 수 mm²에 불과한 칩 면적에 인덕터를 집적 시킬 경우 수 백 nH 이하의 작은 인덕터만 구현이 가능하여 수 백 kHz에 불과한 PWM 신호의 경우 충분한 신호 이득을 확보하지 못 해 노이즈 특성에도 취약해 지는 문제가 발생한다. 이를 해결하기 위해 PWM 신호를 변조하여 고주파수 신호에 실어 전송하게 되는데 본 회로에서는 게이트 구동 IC에 사용되는 변조기와 복조기의 저전력 구동 및 온도, 공급전압 변화에 둔감하도록 설계 되었으며 회로 구조 역시 매우 단순화 하였다. 변조기에 사용되는 전압 컨트롤 오실레이터의 경우 커런트-스타브드 방식을 차용하여 이를 제어하는 전류 레퍼런스 회로의 MOSFET과 저항 특성을 이용, -100~100 mV 범위의 공급전압과 0~150 도의 온도 변화에도 50-100 MHz 주파수 범위의 신호를 안정적으로 출력하도록 설계 하였다. 복조기의 경우 다이오드와 출력 커패시터로 구성되어 비용과 소비전력, 면적, 신호 지연이 큰 정류기를 이용한 방식 대신, 비교기와 아홉 개의 MOSFET만으로 구현된 누설전류 기반 복조기를 새로 제안하여 0.02 mm² 이하의 작은 회로 면적과 50 MHz의 고주파수를 복조 시 1 mW 이하의 작은 소비전력을 가지며, 0-150 도의 온도 변화에서도 15 ns 이하의 신호 지연을 달성하였다. 제안된 게이트 구동 IC는 40V BCD MOS 공정으로 제작되었으며 변조기 제어부의 칩 면적은 3.9 mm², 복조기를 포함한 게이트 구동 IC의 칩 면적은 9 mm² 이다.

Keywords

SiC, Gate Driver, Integrated Circuit, Modulator, Demodulator

a. 교신저자 이메일

kihyun@keri.re.kr
