

서지전압 및 단락 보호 기능을 갖는 250kW IGBT Stack 개발

오필경, 명홍재, 허운영, 안경필, 김희중
LS산전

Development of a 250kW IGBT Stack with over-voltage surges and short-circuit protection

Pilkyoung Oh, Hongjae Myung, Woonyoung Heo, Kyungpil Ahn, Heejung Kim
LSIS Co., Ltd

ABSTRACT

태양광 인버터는 시장에 따라 주택용, 상업용, 발전용으로 구분될 수 있는데 최근에는 발전용 시장에 적합한 250kW 이상의 대용량 계통연계형 태양광 인버터에 대한 수요가 증가하고 있다.

본 논문에서는 LS산전에서 개발한 250kW 대용량 태양광 인버터에 적용된 IGBT Stack의 서지전압 및 단락보호 기능에 대한 동작원리를 고찰하고 실험을 통해 서지전압 및 단락보호 성능을 확인하였다.

1. 서 론

대용량 태양광 인버터는 PV 모듈에서 DC입력을 받는 입력부, DC를 AC로 변환하는 인버터부 그리고 계통으로 연결되는 출력부로 구성된다.

LS산전에서 개발한 대용량 태양광 인버터의 경우 인버터부에는 확장성 및 유지보수의 용이성을 위해 IGBT Stack을 사용하여 구성하였다. 그림1과 같이 IGBT stack은 DC link capacitor, IGBT Module, IGBT gate driver, Fan, Heat sink를 Electrical, Mechanical, Thermal 성능을 고려하여 그림2와 같이 최적화된 Frame내에 배치하여 구성하였다.

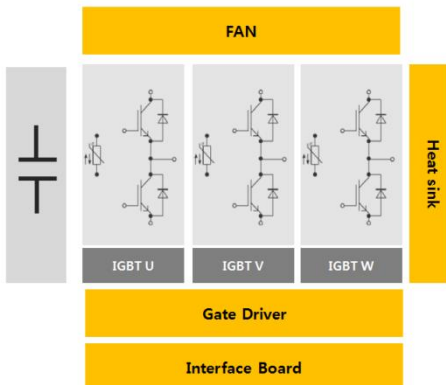


그림1. IGBT Stack의 Block Diagram

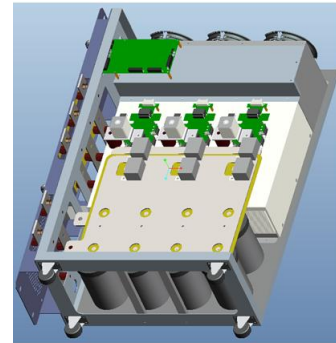


그림2. 3 phase leg의 250kW IGBT Stack

본 논문에서는 LS산전에서 개발한 3 phase leg의 250kW IGBT Stack의 안정성을 확인하기 위해 주요한 보호기능으로 서지전압 및 단락보호에 대한 동작원리를 고찰하고 실험을 통해 그 성능을 확인하였다.

2. 본 론

2.1 절 서지전압 보호(Over voltage surge protection)

과부하 전류 또는 단락전류가 발생하면 IGBT가 turn off 할 때 collector current, I_c 의 di/dt 와 stray inductance의 영향으로 IGBT의 collector와 emitter 양단(V_{ce})에는 그림3에서 보는 바와 같이 서지전압(V_{cep} , Over voltage surges)이 발생한다. 이 서지 전압이 IGBT의 항복전압(breakdown voltage) 이상으로 초과되면 IGBT는 파손된다.^[1]

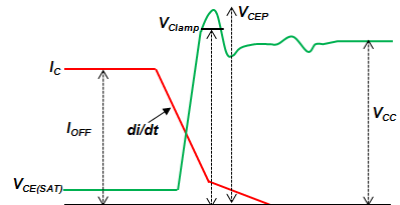


그림3. Over voltage surges

이 서지전압으로부터 IGBT를 보호하는 방법 중의 하나가 그림4에서 보는 바와 같이 collector-emitter clamping이며 이를 Active clamping이라 한다.^[1]

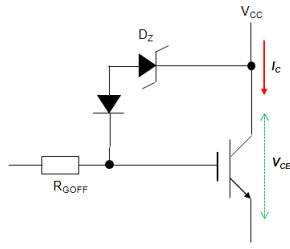


그림4. Active clamping circuit

2.2 절 단락보호(Short circuit protection)

250kW IGBT Stack에 사용된 IGBT는 12개의 IGBT가 병렬로 연결되어 있는 1200V IGBT Module로 그림5는 12개중 1개의 IGBT에 대해 실측한 output characteristics를 나타낸다.

단락전류에 대한 보호는 IGBT의 collector 전압을 detect하여 기준전압 이상일 경우 IGBT를 turn off 시키고 fault 신호를 발생하도록 하는 방식을 사용한다. Fault를 발생시키는 기준전압은 그림5에서 보는 바와 같이 민감도를 감안하여 10V로 설정하였다.

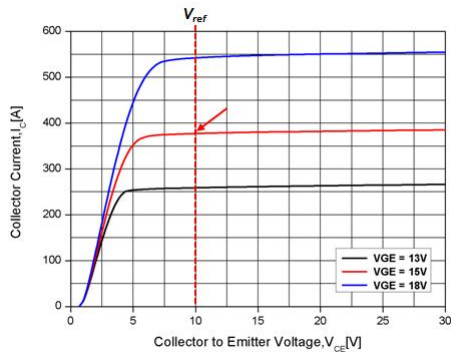


그림5. IGBT output characteristics and Vref

2.3. 서지전압 및 단락전류 보호 실험 결과

DC link 전압은 1000V로 설정하고 IGBT Stack의 1 phase leg에 있는 upper/lower side의 IGBT는 동시에 turn on하고 turn off시는 lower side의 IGBT가 먼저 turn off 하도록 PWM 신호를 발생시켰다. 이때 lower side의 IGBT에 대한 단락전류 및 fault 신호, 게이트 전압, collector 전압을 확인하였다. 그림6은 실험세트를 나타내며 그림7은 실험결과 파형을 나타낸다. 그림7에서 보는 바와 같이 collector 전압은 1067V에서 제한되었고 단락전류는 10us 이내에서 차단되고 정상적인 fault 신호가 발생하였다.

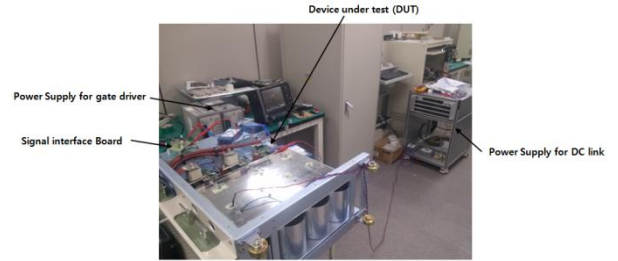
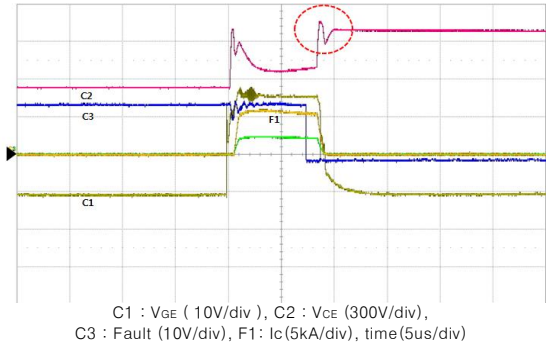


그림6. 서지전압 및 단락전류 보호 실험



C1 : V_{GE} (10V/div), C2 : V_{CE} (300V/div), C3 : Fault (10V/div), F1: I_c(5kA/div), time(5us/div)

그림7. 실험 파형

3. 결론

본 논문은 LS산전에서 개발한 250kW 대용량 태양광 인버터에 적용된 IGBT stack의 안정성을 확인하기 위하여 주요 보호 기능으로 서지전압 및 단락전류 보호의 동작원리를 고찰하고 실험을 통해 보호기능이 정상적으로 동작하는 것을 확인하였다.

참고 문헌

- [1] IGBT Modules Technologies, Driver and Application, First Edition, 2011 published by Infineon Technologies AG. pp. 256-257.