

# SiC 소자를 이용한 태양광 인버터의 효율 향상

이진목, 오승훈, 고광수, 권혁일, 박경훈, 한경식  
LS산전 자동화제품연구소

## High-efficiency PV Inverter using SiC

Jinmok Lee, Seunghun Oh, Kwang soo Koh,  
Hyuuk il Kwon, Kyung hun Park, Kyung sik Han  
Automation R&D Center. LSIS Co., Ltd.

### ABSTRACT

일반적인 승압 컨버터와 H bridge 인버터로 구성되는 비절연 계통연계형 태양광 인버터 시스템의 효율을 높이기 위해 H bridge의 스위칭에 적합한 Unipolar 스위칭 방식을 선정하고, 또 SiC 다이오드를 사용함으로써 전체 효율을 향상시켰으며 이를 시뮬레이션과 실험으로 보여준다.

### 1. 서론

기후온난화와 자원의 고갈로 인해 전세계적으로 신재생에너지에 대한 관심이 매우 높다. 그 가운데서 태양광 발전은 가정용과 산업용으로 더욱더 그 비중이 높아지고 있다. 이러한 태양광 인버터의 세계 시장 규모는 그림 1에서 보는 것과 같이 2009년에 29억달러에서 2010년 56억달러로 102.2%가 성장했다. 해마다 설치용량이 증가하여 2010년에 약 15GW였으나, 2014년에는 25GW정도가 설치 될 것으로 예상된다.<sup>[1]</sup>

지금까지 설치된 태양광발전 시스템은 독립운전형이 아닌 대부분 계통연계형이다. 이 계통연계형 인버터는 크게 전기절연방식과 비절연방식으로 나눌 수 있다.<sup>[2]</sup> 전기절연방식은 저주파나 고주파 변압기를 사용해 계통에 전력을 공급하는 방식으로 안정성이 뛰어난 것이 장점이다. 반면에 비절연방식은 변압기를 사용하지 않고 계통과 연결하는 방식으로 보통 1~2%의 효율을 높일 수 있으며 크기와 무게를 줄일 수 있는 장점까지 있다. 그러나 비절연방식은 사고에 취약하고 DC성분이 계통에 유입될 수 있기 때문에 DC성분을 제어해야 한다.<sup>[3, 5]</sup>

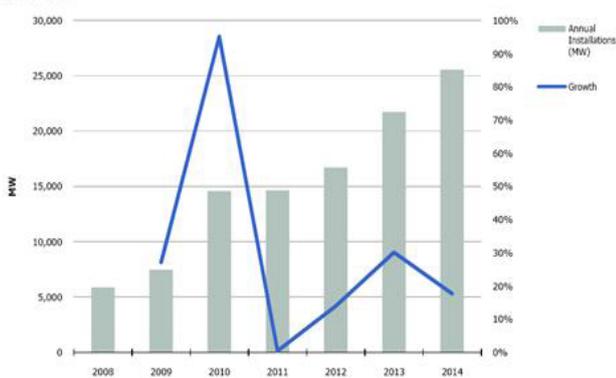


Fig. 1 The world market for photovoltaics

비절연방식의 단상인버터는 변압기가 없기 때문에 일반적으로 태양광 어레이의 낮은 전압을 높이는 승압 컨버터와 승압된 직류전원을 계통의 교류로 변환하는 인버터로 구성된다. 승압 컨버터와 H bridge 인버터로 구성되는 시스템은 그림 2와 같다. 그 외에도 H5와 HERIC과 같은 하드웨어 토폴로지가 있다. 특히 H5와 HERIC은 누설전류를 줄여서 전체 효율을 높일 수 있다.<sup>[6, 7]</sup> 그러나 이러한 방법은 일반적으로 적용할 수 없는 한계가 있으므로 일반적인 H bridge 회로에서 Unipolar 스위칭을 적용해 전체 스위칭 횟수를 줄여 손실을 줄였으며 전류가 역방향으로 흐를 경우에 손실을 줄이기 위해서 SiC 다이오드를 사용해 전체 효율을 높였다.

### 2. 본론

#### 2.1 단상 계통연계형 인버터 시스템

승압 컨버터와 H bridge 인버터로 구성되는 단상 계통연계형 인버터의 스위칭 패턴은 일반적으로 Bipolar와 Unipolar 방식이 있다. 논문에서는 스위치1과 3은 저주파로 스위치2와 4는 고주파로 스위칭하는 Chopping Unipolar방식으로 스위칭한다. 이를 효과적으로 사용하기 위해 스위치 2와 4는 MOSFET를 사용했으며, IGBT의 역방향 다이오드를 SiC를 사용해 효율을 높였다. Chopping Unipolar 스위칭 상태는 표1과 같으며 이를 Matlab을 이용해 시뮬레이션한 결과가 그림 3과 같다. 각 스위치의 신호와 출력전압을 보여준다. 이러한 방법으로 실험을 실시한 결과가 그림 4와 같으며 스위치1과 스위치2의 게이트 전압을 보여주고 있다. 그림 5는 DC링크의 전압과 출력전압을 나타낸다.

단상 태양광 인버터의 정격 출력 효율은 표 2와 같다.

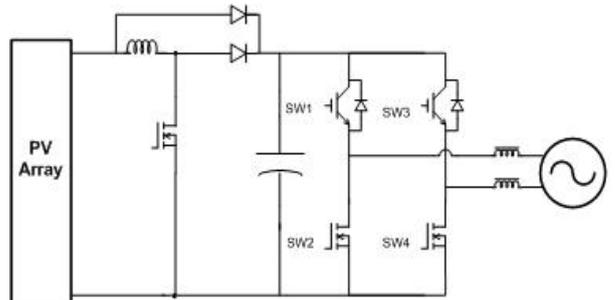


Fig. 2 A Single phase grid-connected PV inverter

Table 1 Switching states for one phase chopping unipolar switching scheme

Switching State	Switches	Junction Voltage
1	S1, S4	+Vdc
2	S1, S3	0
3	S2, S3	Vdc
4	S1, S3	0

Table 2 Efficiency of the PV inverter

Input power[%]	10	20	30	50	100
Efficiency[%]	92.5	96.0	97.5	97.0	96.6



Fig. 5 Experimental waveforms of DC-link voltage(C1) and junction voltage(C2)

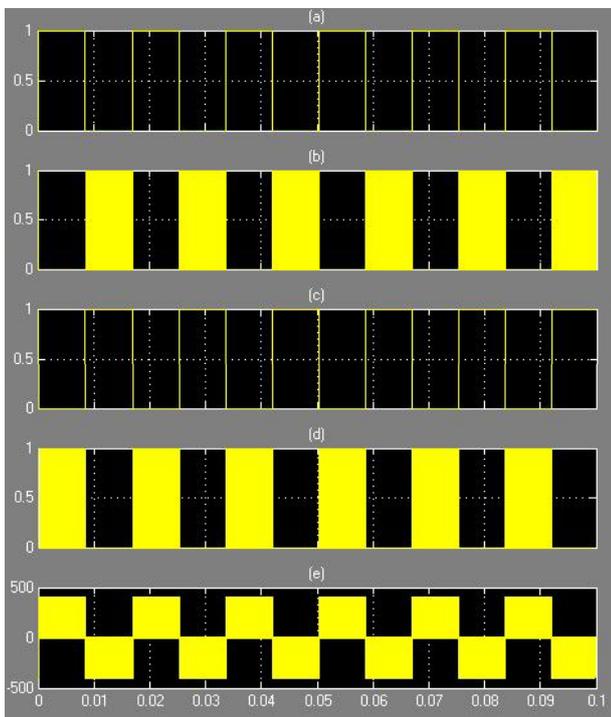


Fig. 3 Switching signal waveforms of the PV inverter: a)SW1 b)SW2 c)SW3 d)SW4 e)junction switching

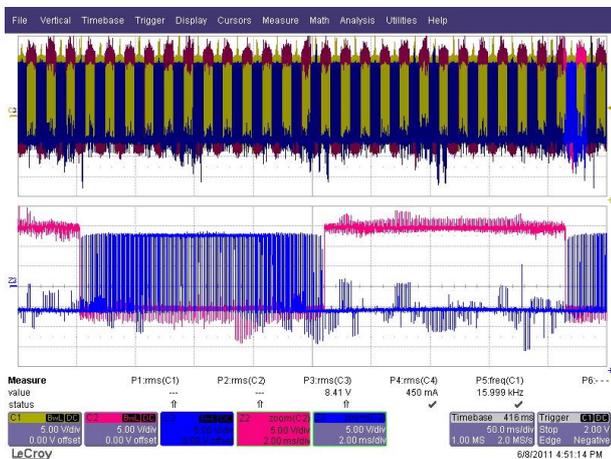


Fig. 4 Switching signal waveforms of the PV inverter: SW1(C1), SW2(C2)

### 3. 결론

무변압기 단상 태양광 인버터의 효율을 높이기 위해 Unipolar 스위칭을 적용해 스위칭 횟수를 줄임에 따라 그로 인한 손실을 낮추었으며, 또한 선형특성이 우수한 MOSFET와 SiC 소자를 사용해 고속 스위칭 효율을 향상시켰다. 시뮬레이션과 실험으로 이를 증명했다.

### 참고 문헌

- [1] The world market for photovoltaic inverter 2010, IMS Research, July, 2010.
- [2] J. M. Carrasco, L. G. Franquelo, J. T. Biaziewicz, E. Galvan, R. C. P. Guisado, M. A. M. Prats, J. I. Leon, and N. M. Alfonso, "Power electronic systems for the grid integration of renewable energy sources: A survey," IEEE Trans. Ind. Electronics, vol. 53, no. 4, pp. 1002-1016, July, 2008.
- [3] R. Gonzalez, J. Lopez, P. Sanchis, and L. Marroyo, "Transformerless inverter for single phase photovoltaic system," IEEE Trans., Power Electronics, vol. 22, no. 2, pp. 693-697, Mar, 2007.
- [4] B. Sahan, A. N. Vergara, N. Henze, A. Engler and P. Zacharias, "A single stage PV module integrated converter based on a low power current source inverter," IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 55, no. 7, pp. 2602-2609, July, 2008.
- [5] T. Kerekes, R. Teodorescu, and U. Borup, "Transformerless photovoltaic inverter connected the grid," in Proc. APEC, Feb., 25 Mar. 1, 2007, pp. 1733-1737.
- [6] R. Gonzalez, P. Sanchis, E. Gubia, A. Ursua, and L. Marroyo, "High efficiency transformerless single phase photovoltaic inverter," EPE PEMC 2006
- [7] G. Vazquez, et al, "Losses and CZMV evaluation in transformerless grid connected PV topologies," IEEE Conf., ISIE2009, July 5-8, 2009.