

# MIC용 비절연형 고승압 부스트 컨버터의 분석

황선희\*, 김준구\*, 김재형\*, 정용채\*\*, 원충연\*  
성균관대학교\*, 남서울대학교\*\*

## An analysis of non-isolated high voltage gain boost converter for MIC application

Sun-hee Hwang\*, Jun-gu Kim\*, Jae-Hyung Kim\*, Yong-Chae Jung\*\*, Chung-Yuen Won\*  
Sungkyunkwan University\*, Namseoul University\*\*

### ABSTRACT

In some cases of grid connected system using photovoltaic modules, high boosting ratio is required for the converters. Four topologies based on conventional boost converters are implemented according to the voltage doubler and cascade methods. The topologies are analyzed and compared according to its boosting ratio and configurations. Consequently, the suitability of four topologies for MIC application is considered by simulation results

### 1. 서론

최근 석유 고갈과 이산화탄소 배출 규제 등으로 신재생에너지의 활용이 늘어나고 있다. 태양전지의 용량 및 어레이 구성을 용이하게 하기 위하여 태양전지 모듈마다 PCS를 설치하는 MIC가 개발되어 이용되고 있다. 이 경우 하나의 태양전지 모듈의 전압에 대한 계통연계를 수행하기 위해 인버터의 DC링크 전압이상으로 승압해야 하기 때문에 고승압비가 요구된다. 승압용 컨버터는 변압기(고주파)의 사용 여부에 따라 절연형과 비절연형으로 나눌 수 있다<sup>[1]-[2]</sup>. 본 논문에서는 비절연형 컨버터 기반으로 고승압을 할 수 있는 DC-DC 컨버터와 30[V]를 380[V]로 승압하기 위한 토폴로지 구성방법에 대해 분석한다<sup>[3]</sup>.

### 2. 고승압을 위한 토폴로지

#### 2.1 일반적인 부스트 컨버터

그림 1의 일반적인 부스트 컨버터로 3~4배 이상의 승압은 한계가 있다. 따라서 이 회로를 2단 직렬로 구성하여 30→106.8→380[V]로 승압이 가능하다. 그림 2는 그림 1에 두개의 다이오드(D<sub>11</sub>-D<sub>12</sub>)와 두개의 커패시터(C<sub>11</sub>-C<sub>12</sub>)를 추가했다. 이것을 double/enhance circuit(DEC)이라고 한다.

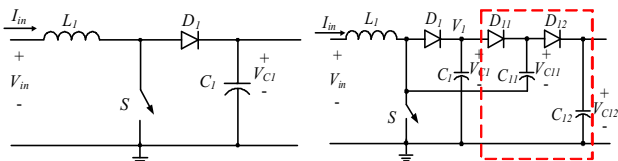


그림 1. 일반적인 부스트 회로      그림 2. double 부스트 회로

만약 입력전압이 V<sub>m</sub>이라면, 출력전압은 2V<sub>m</sub> 보다 크거나 같다. 이 회로를 2단 직렬로 구성하면 그림 1보다 작은 듀티에서 같은 크기의 승압이 가능하다.

#### 2.2 변형된 승압 회로

그림 3은 일반적인 부스트 컨버터 2개 결합한 회로이다. 이를 2-stage 부스트 컨버터라 부른다. 그림 1을 2단 직렬로 구성 시 스위치가 2개 사용되지만, 그림 3과 같이 구성하면 1개의 스위치로 같은 역할이 가능하다. 따라서 2개의 스위치에서 발생하는 손실과 소자의 수를 줄일 수 있다. 하지만 승압비는 일반 부스트 컨버터를 2단 직렬로 구성한 경우와 동일하다. 그림 4는 그림 3의 회로에 DEC를 추가한 회로이다. 그림 3보다 작은 듀티로 승압이 가능하면서 스위치 1개의 손실을 줄일 수 있지만 소자의 수가 그림 3에 비하여 많다.

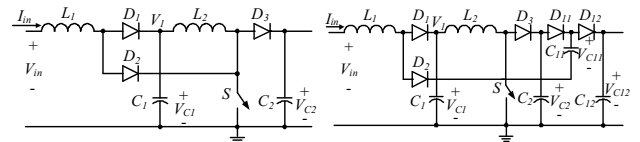


그림 3. 2-stage 부스트      그림 4. 2-stage double 부스트

#### 2.3 고승압 컨버터의 비교

그림 1~4를 이용하여 4개의 시스템을 표 1과 같이 비교하였다. 스위치의 수에 따라 회로의 직렬구성이 결정되며, 각 case별 특징을 고려하여 동일한 기준으로 설계를 수행하였다. 표를 통해 각각의 경우에 대한 소자 값 및 구성을 정리했다. case1과 3은 가장 적은 수의 소자가 사용되고 승압률이 가장 낮다. 또한 2개의 스위치를 사용하는 case1과 2는 다른 회로에 비해 회로구동 및 제어가 복잡하다. 수자의 수와 회로구성을 비교해 볼 때 diode와 스위치가 가장 많은 case2는 효율이 가장 낮을 것이라 예상되며 따라서 case3의 효율이 높을 것으로 예상된다. 그림 5는 case별 승압비를 나타낸다. 입력 30[V]로 380[V]의 출력을 얻기 위해서는 약 12.7배의 승압이 이루어져야 하며 이를 기준으로 그림 5를 통해 각 회로의 필요 듀티를 알 수 있다. 동일한 전압전달비(G<sub>v</sub>)에 대하여 case2는 가장 작은 듀티에서 동작한다. 일반 부스트의 경우 이론적으로는 0.9 이상의 듀티에서 동작해야하지만 실제적으로는 적용에 문제가 있다.

표 1 비절연형 컨버터의 특징 비교

비교항목	case 1	case 2	case 3	case 4	
구성방법	그림 1 2단 직렬	그림 2 2단 직렬	그림 3 1단 구성	그림 4 1단 구성	
Switch [EA]	2	2	1	1	
Diode[EA]	2	6	3	5	
Inductor [mH]	L <sub>1</sub>	0.154	0.03	0.87	0.37
	L <sub>2</sub>	1.95	0.35	1.09	0.229
Capacitor [EA]	2	6	2	4	
부품 수	◎	△	◎	○	
제어 용이성	○	○	◎	◎	
승압률	△	◎	△	○	

◎:최적, ○:적합, △:보통

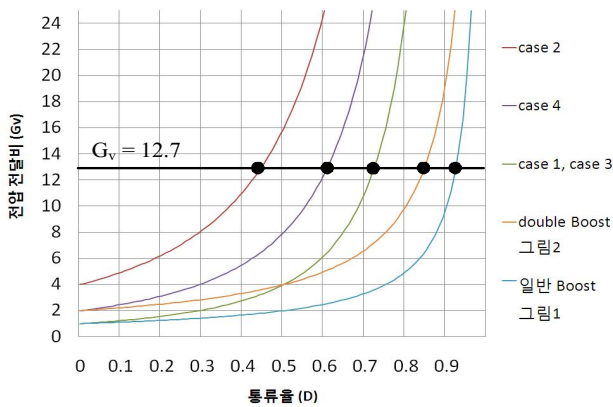


그림 5 case별 전압전달비(Gv)

MIC는 부피가 작으면서도 고효율을 요구한다. 4개의 토폴로지 중에서 case3은 소자 수 및 제어에서 가장 우수하기 때문에 이에 적합하다고 판단된다. 본 논문에서는 case3을 이용하여 계통연계 시뮬레이션을 수행하였다.

### 3. 시뮬레이션

본 논문에서는 PSIM 6.0을 사용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 그림 6과 같이 PV Array, case3의 고승압 부스트 컨버터 그리고 Full-bridge 인버터로 구성된다. PV module은 250[W]급( $V_{MPP} = 30[V]$ ,  $I_{MPP} = 8.34[A]$ ) 태양전지를 사용하였다. 컨버터는 MPPT를 수행하고 인버터는 DC-link 전압제어 및 계통 전류제어를 수행한다.

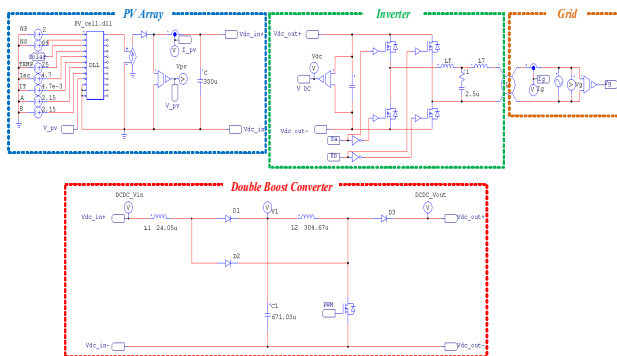


그림 6. case3을 이용한 시뮬레이션 회로

그림 7은 시뮬레이션 결과 파형이다. 첫번째 파형은 계통 전압과 전류 파형으로, 인버터에서 계통연계를 통하여 동상으로 계통에 전류를 공급하는 것을 볼 수 있다. 두 번째 파형은 계통으로 공급되는 전력파형이며 250[W]로 최대 출력이 나타나는 것을 확인할 수 있다. 마지막 파형에서 태양전지는 MPP 전압인 30[V] 전압에서 동작하고 있으며, 이 전압을 Double boost convert를 통하여 380[V]로 승압하여 인버터의 DC-link 단에 공급하고 있다.

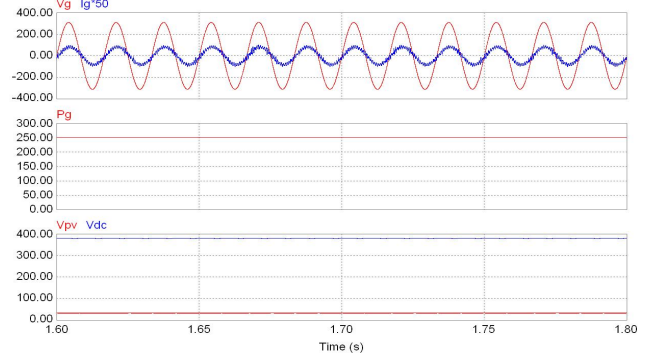


그림 7. 시뮬레이션 파형 결과

### 4. 결과

본 논문에서는 계통연계를 위한 비절연형 컨버터의 고승압 토폴로지를 비교하였다. 동일한 정격을 갖는 조건으로 각 토폴로지의 특성을 고려하여 설계를 수행하였다. 각 토폴로지의 구성과 특징을 분석하여 4개의 토폴로지 구성 중 MIC용으로 가장 적합한 토폴로지를 선정하였다. 선정된 토폴로지를 기준으로 시뮬레이션을 수행하여 계통연계 및 컨버터의 동작을 확인하였다.

본 과제(결과물)는 지식경제부의 출연금으로 수행한 특성화 대학원 사업의 연구결과입니다.

### 참고 문헌

- [1] Satoshi Miyawaki, Jun-ichi Itoh, Kazuki Iwaya, "A High Efficiency Isolated DC/DC Converter Using Series Connection on Secondary Side", Power Electronics Conference (IPEC) 2010 International, Sapporo, 2010, pp. 620-625.
- [2] S.V. Araújo, P. Zacharias, B. Sahan, "Novel grid-connected non-isolated converters for photovoltaic systems with grounded generator", Power Electronics Specialists Conference 2008. PESC, Rhodes, 2008, pp. 58-65.
- [3] F.L Luo and H. Ye, "Positive output cascade boost converters" Electric Power Applications, IEE Proceedings, 2004, pp. 590-606.