

# 스위치 개수가 적은 고승압 인터리브드 병렬 공진 컨버터

이재연, 문동욱, 최세완  
서울과학기술대학교

## High Step-up Interleaved Parallel Resonant Converter with Small Switch Count

Jaeyeon Lee, Dongok Moon, Sewan Choi  
Seoul National University of Science and Technology

### ABSTRACT

본 논문에서는 연료전지와 같은 저전압 응용에 적합한 고승압 인터리브드 병렬공진 컨버터를 제안한다. 제안하는 컨버터는 별도의 클램프 없이 2개의 스위치만으로 인터리빙이 가능하며  $L_r$ 과  $C_r$ 의 병렬공진을 이용하여 스위치의 ZCS 턴온/턴오프와 다이오드의 ZCS 턴오프를 성취한다. 또한 변압기의 낮은 턴비로도 고승압이 가능한 장점을 가진다. 제안하는 컨버터는 600W 시작품을 제작하여 타당성을 검증하였다.

### 1. 서론

최근 연료전지, 태양광과 같은 신재생 에너지는 저전압 특성을 갖는 에너지원에 대한 관심과 연구가 급증하고 있다. 이와 같은 저전압 출력 특성을 갖는 에너지원을 인버터에 연결하기 위해 고승압·고효율의 DC-DC 컨버터가 필요하다.

일반적으로 전류원 컨버터들은 입력전류 리플이 작으며 낮은 변압기 턴비로 고승압이 가능하다. 최근 가장 활발히 연구되고 있는 능동클램프 전류원 컨버터는 능동클램프 스위치의 사용으로 서지전압 클램핑 뿐만 아니라 스위치의 ZVS 턴온도 가능하게 하는 장점을 갖는다<sup>[1][2]</sup>. 그러나 기본적으로 1상당 2개의 스위치를 사용하고 인터리빙을 위하여는 4개의 스위치가 필요하다.

본 논문에서는 별도의 클램프를 사용하지 않고 2개의 스위치로도 인터리빙이 가능한 절연형 고승압 병렬공진 컨버터를 제안한다. 제안하는 컨버터는  $L_r$ 과  $C_r$ 의 병렬공진을 이용하여 스위치의 ZCS 턴온/턴오프와 다이오드의 ZCS 턴오프가 가능하며 낮은 변압기 턴비로도 고승압이 가능하여 연료전지, 태양광과 같은 고승압 응용에 적합하다.

### 2. 제안하는 컨버터

제안하는 컨버터는 그림 1과 같이 고승압 응용에 적합하도록 입력병렬-출력직렬의 구조를 기반으로 하며, 클램프 없이 2개의 스위치만을 사용하여 인터리빙 효과를 가질 수 있다. 그림 2는 제안하는 컨버터의 동작파형으로 컨버터의 정상 동작을 위해  $t_0 \sim t_3$ 구간의 듀티는 항상 보장되어야 한다. 그림 3은 제안하는 컨버터의 공진 등가회로이며  $L_r$ 과  $C_r$ 이 병렬로 구성된 공진 회로이다. 각각의 스위치는 공진에 의해 각각 ZCS 턴온 및 턴오프를 성취하며 다이오드는 누설인덕턴스의 기울기로 ZCS 턴오프를 성취한다. 표 1에는 제안한 컨버터와 기존 능동클램프 전류원과의 비교표를 나타낸다. 제안하는 컨버터는 다른 능동클램프 전류원 컨버터와 달리 별도의 클램프 스위치를 사용하지 않아 스위치 개수가 2개 적으며 스위치의 턴온시 뿐만 아니라 턴오프시에도 소프트스위칭(ZCS)이 성취된다. 제안하는 컨버터의

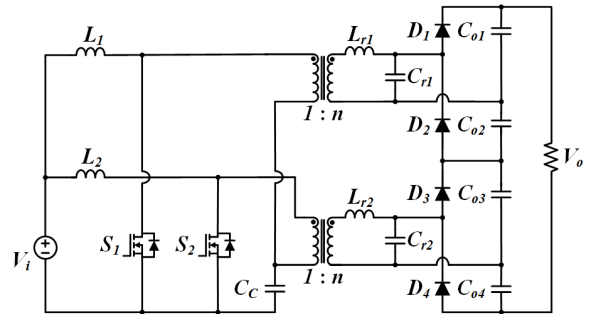


그림 1. 제안하는 인터리브드 병렬 공진 컨버터

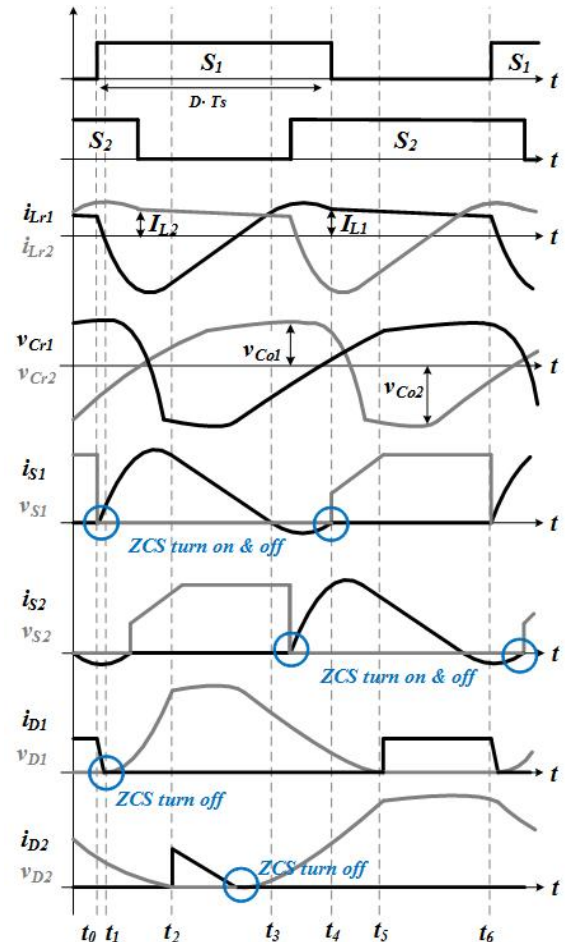


그림 2. 제안하는 컨버터의 동작파형

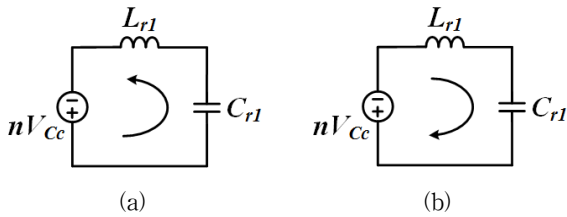


그림 3. 제안하는 컨버터의 공진 등가회로

표 1 각 컨버터의 특성비교

항목		토폴로지	푸쉬풀 <sup>[1]</sup>	하프브리지 <sup>[2]</sup>	제안하는 컨버터
제어방식			듀티제어	듀티제어	주파수제어
스위치 개수			4	4	2
메인 스위치 특성	턴온		하드스위칭	ZVS	ZCS
	턴오프		하드스위칭	하드스위칭	ZCS
클램프 스위치 특성	턴온		ZVS	ZVS	없음
	턴오프		하드스위칭	하드스위칭	없음
메인 스위치 정격			$\frac{1}{1-D} V_i$	$\frac{1}{1-D} V_i$	$V_i + \frac{V_o}{4n}$
다이오드 개수			2	4	4
다이오드 턴오프 특성			ZCS	ZCS	ZCS
다이오드 전압정격			$V_o$	$\frac{V_o}{2}$	$\frac{V_o}{2}$
클램프 커패시터 전압 정격			$\frac{1}{1-D} V_i$	$\frac{1}{1-D} V_i$	$V_i$

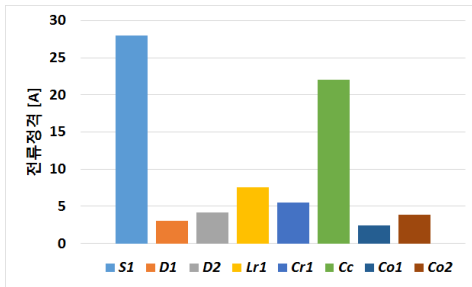


그림 4. 제안한 컨버터의 각 소자의 전류정격

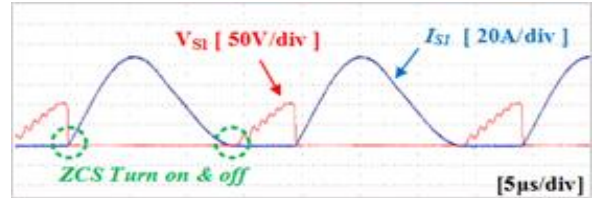
클램프 커패시터 전압 정격은 입력전압과 같으며 다른 컨버터에 비해 낮다. 다이오드의 특성과 정격은 기존 전류원 하프브릿지 컨버터와 동일하다. 그림 4는 각 소자의 전류정격으로서 제안하는 컨버터는 클램프 커패시터를 두 개의 상이 공유해서 사용하며 기존 전류원 컨버터와 달리 클램프 커패시터의 전류정격이 스위치의 전류 정격보다 낮은 장점이 있다.

### 3. 실험 결과

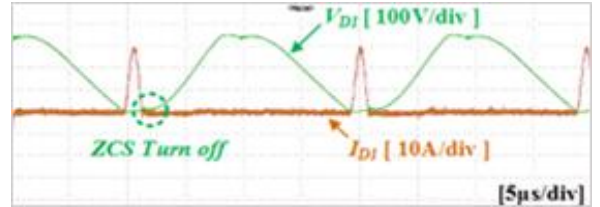
제안한 컨버터의 타당성을 입증하기 위해 다음의 설계사양으로 제작하여 실험하였다.

$$\begin{aligned} P &= 600W \cdot V_i = 20V \cdot V_o = 360V \cdot f_s = 123kHz \\ L_{r1,2} &= 5\mu H \cdot C_{r1,2} = 0.068\mu F \cdot C_o = 2.2\mu F \cdot N_p:N_s = 1:3 \end{aligned}$$

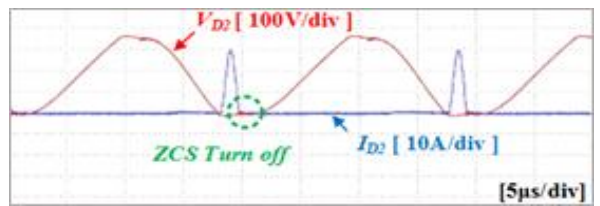
그림 5는 제안한 컨버터의 실험파형이다. 그림 5(a)는 제안하는 컨버터의 스위치 전압 및 전류 파형이며 ZCS 턴온 및 턴오프



(a)



(b)



(c)

그림 5. 제안하는 컨버터의 실험파형

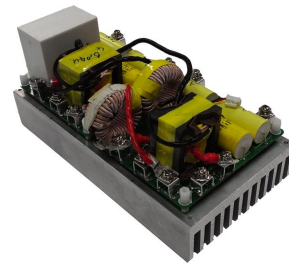


그림 6. 시작품 사진

프를 성취하는 것을 볼 수 있다. 그림 5 (b),(c)는 다이오드 전압 및 전류 파형이며 모든 다이오드가 ZCS 턴오프를 성취하는 것을 알 수 있다.

### 4. 결론

본 논문에서는 스위치 개수가 적은 고승압 인터리브드 병렬 공진 컨버터를 제안한다. 제안하는 컨버터는  $L_r$ 과  $C_r$ 의 병렬공진으로 인해 별도의 추가회로 없이 스위치의 ZCS 턴온 및 턴오프와 다이오드의 ZCS 턴오프를 성취한다. 또한 변압기의 낮은 턴비로도 고승압이 가능하여 연료전지, 태양광과 같은 고승압 응용에 적합하다. 600W 시작품을 통해 제안하는 컨버터의 타당성을 검증하였다.

### 참고 문헌

- [1] F. J. Nome, I. Barbi, "A ZVS Clamping Mode Current Fed Push Pull DC DC Converter", IEEE Trans. Power Electron., Vol. 23, pp.2784-2793, Nov. 2008.
- [2] S. Jang, C. Won, B. Lee, J. Hur, "Fuel Cell Generation System With a New Active Clamping Current Fed Half Bridge Converter", IEEE Trans. Energy Convers., Vol. 22, pp.332-340, June. 2007.