

# 태양광 발전 시스템을 위한 전압이득이 확장된 단상 qZ-Source 인버터

신현학, 차헌녕, 김흥근  
경북대학교

## Extended Boost Single-Phase qZ-Source Inverter for Photovoltaic System

Hyunhak Shin, Honnyong Cha, Heung Geun Kim  
Kyungpook National University

### ABSTRACT

본 논문에서는 단상 전류형 qZ Source 인버터를 개선하여 전압이득이 확장된 단상 전류형 qZ Source를 제안 한다. 기존의 인버터는 출력전압이 입력전압보다 작거나 같지만 제안한 인버터는 기존의 인버터보다 2배의 출력전압을 가진다. 120 W의 시제품을 제작하여 실험 검증하였다.

### 1. 서론

최근 몇 년 동안 태양광 발전이나, 연료전지, 축전지의 응용 분야에서 값이 싼 단상 DC AC 인버터의 요구가 많이 증가 되어 왔다. 오래전부터 사용된 방법은 Full Bridge(FB)를 이용한 인버터이다. 그러나 FB 인버터는 스위치를 네 개나 사용 하고 도 출력전압이 입력전압보다 작거나 같다. 만약 입력전압이 낮 다면 DC DC 부스트 컨버터를 인버터 앞단에 달아 2단 전력 변환 시스템이 필요하다. 그러나 2단 전력 변환 시스템은 값이 올라가고 부피가 증가 할뿐만 아니라 효율이 크게 감소하는 문 제점을 가지고 있다. 그리고 FB 인버터의 또 다른 문제점은 입력과 출력의 접지가 같지 않다는 점이다. 최근 이런 문제점 을 해결하기 위해 많은 토폴로지가 소개 되었는데 Z Source나 qZ Source 인버터를 기본구조로 하는 토폴로지다. 단상 전류형 qZ Source 인버터는 입력과 출력의 접지는 같지만 여전히 전압이득이 크지 않는 문제점이 남아있다.<sup>[1, 2]</sup>

본 논문에서는 입력과 출력의 접지가 같으면서 전압이득이 확장된 전류형 qZ Source 인버터를 제안한다.

### 2. 제안된 단상 qZ-Source 인버터

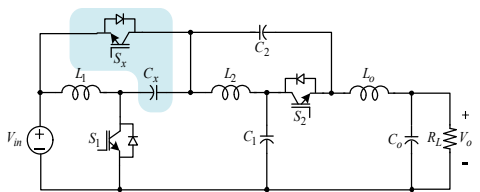


Fig. 1 Proposed Extended boost single-phase qZ-Source inverter

그림 1은 제안한 인버터이다. 전류형 단상 qZ Source 인버 터에서 스위치 S<sub>x</sub>와 커패시터 C<sub>x</sub>가 추가 되었다.

### 2.1 동작 모드 해석

#### 2.1.1 모드 1

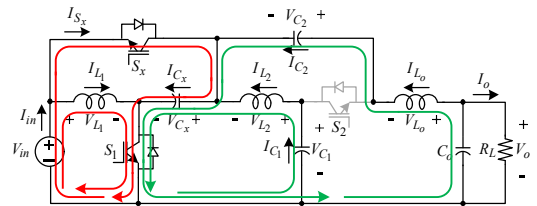
그림 2의 모드 1에서는 스위치 S<sub>1</sub>과 S<sub>x</sub>가 턴 온 되고 S<sub>2</sub>가 턴 오프 된다. 이때 전압 관계식은 다음과 같다.

$$V_{C_x} = V_{in} \quad (1)$$

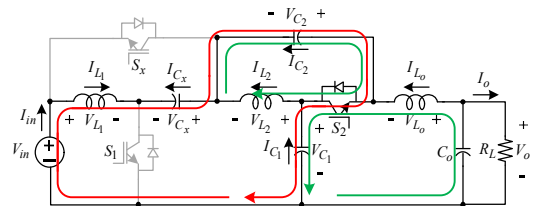
$$V_{L_1} = V_{in} \quad (2)$$

$$V_{L_2} = V_{C_1} - V_{in} \quad (3)$$

$$V_{L_o} = V_o - V_{in} - V_{C_2} \quad (4)$$



(a) Mode1



(b) Mode2

Fig. 2 Mode analysis of the proposed Extended boost single-phase qZ-Source inverter

#### 2.1.2 모드 2

그림 2의 모드 2에서는 스위치 S<sub>1</sub>과 S<sub>x</sub>가 턴 오프 되고 S<sub>2</sub>가 턴 온 된다. 이때 전압 관계식은 다음과 같다.

$$V_{L_1} = V_{in} + V_{C_x} + V_{C_2} - V_{C_1} \quad (5)$$

$$V_{L_2} = V_{C_2} \quad (6)$$

$$V_{L_o} = V_o - V_{C_1} \quad (7)$$

식 (1)~(7)을 이용하여 L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>o</sub>의 volt sec balance 조건 을 이용하면 식 (8)과 같이 제안한 인버터의 전압이득을 구할 수 있다.

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{3D-1}{D} \quad (8)$$

## 2.2 수동 소자 설계

제한한 인버터의 모드 분석에서 인덕터  $L_1, L_2, L_o$  양단에 걸리는 전압은 각각의 모드에서 같은 전압이 걸리는 것을 확인할 수 있다. 그 결과는 표 1과 같다.

Table 1 Voltages across  $L_1, L_2, L_o$

	Mode 1( $S_1, S_x$ on, $S_2$ off)	Mode 2( $S_1, S_x$ off, $S_2$ on)
$V_{L_1}$	$V_{in}$	$V_{in} + V_{C_x} + V_{C_2} - V_{C_1} = V_{C_2}$
$V_{L_2}$	$V_{C_1} - V_{in} = V_{in}$	$V_{C_2}$
$V_{L_o}$	$V_o - (V_{C_2} + V_{in}) = V_{in}$	$V_o - V_{C_1} = V_{C_2}$

표 1에서 모드 1에는 각각의 인덕터에 걸리는 전압이  $V_{in}$ 이고 모드 2에는  $V_{C_2}$ 가 걸리는데 각각의 모드마다 인덕터에 걸리는 전압이 동일하므로 세 개의 인덕터를 하나의 인덕터 코어로 결합할 수 있다. 그림 3은 결합인덕터를 이용한 회로이다.

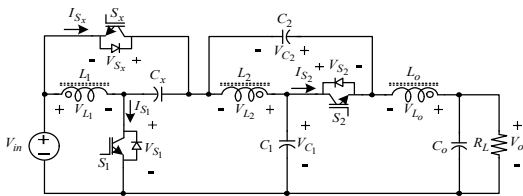


Fig. 3 Proposed inverter using coupled inductor

## 3. 실험 결과

본 논문에서 제안한 회로의 성능을 검증하기 위해 120 W의 시제품을 제작하여 실험을 수행하였다. 출력전압은 110 Vrms / 60 Hz로 고정하였고, 입력전압을 가변 하면서 저항부하에서 실험을 수행하였다.

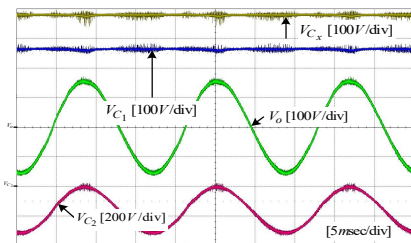


Fig. 4 Experimental waveforms of the proposed inverter ( $V_{in}=81$  V,  $M=2$ ,  $P_o=120$  W)

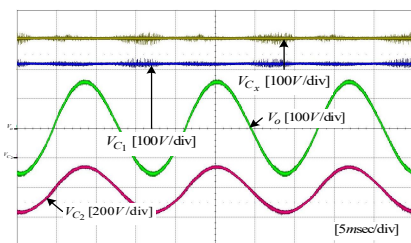


Fig. 5 Experimental waveforms of the proposed inverter ( $V_{in}=109$  V,  $M=1.5$ ,  $P_o=120$  W)

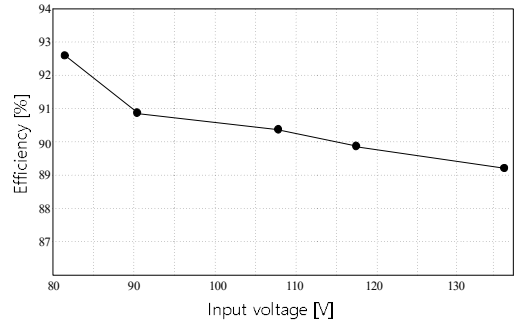


Fig. 6 Efficiency curve ( $P_o=120$  W,  $V_o=110$  Vrms)

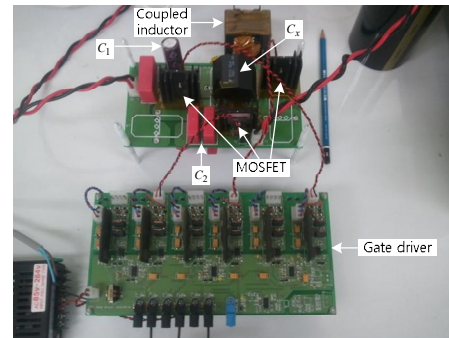


Fig. 7 Prototype picture of the proposed Extended boost single-phase qZ-Source inverter

그림 4는 입력전압이 81 V일 때  $C_1, C_2, C_x$ 의 전압과 출력 전압파형을 나타낸다. 그림 5는 입력전압이 109 V일 때  $C_1, C_2, C_x$ 의 전압과 출력전압파형을 나타낸다. 그림 6은 제한한 인버터의 효율을 측정 한 그림이고, 그림 7은 실험 시 사용한 시제품의 사진이다.

## 4. 결론

본 논문에서는 기존의 단상 전류형 qZ Source 인버터를 개선하여 전압이득이 확장된 단상 qZ Source 인버터를 제안하였다. 제안한 인버터는 기존의 회로에  $S_x$ 와  $C_x$ 를 추가함으로써 출력전압이 입력전압의 2배가 될 120W 시제품을 제작하여 검증하였다. 그러므로 전압이득이 기존의 단상 전류형 qZ Source 인버터 보다 2배가 된다.

제한한 인버터는 낮은 입력전압을 가지는 태양광 발전이나 축전지, 연료전지 응용분야에 이용 할 수 있을 것이다.

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA 2012 h0401 12 1006)

## 참고 문헌

- [1] F. Z. Peng, "Z source inverter," IEEE Trans. on Industry Applications, vol. 39, no. 2, pp. 504-510, Mar./Apr. 2003.
- [2] J. Anderson and F. Z. Peng, "Four quasi Z Source inverters," in Power Electronics Specialists Conference, 2008. PESC 2008. IEEE, 2008, pp. 2743-2749.