

10kW급 태양광발전용 계통연계형 NPC 인버터의 개발

박찬흥*, 손용훈*, 김영록*, 차한주**
 헥스파워시스템(주) 연구소*, 충남대학교**

Development of 10kW Grid-Connected Photovoltaic NPC Inverter

Chanheung Park*, Younghoon Son*, Youngroc Kim*, Hanju Cha**
 Hex Power System R&D Center*, Chungnam University**

ABSTRACT

본 논문에서는 무변압기형의 10kW급 삼상 태양광발전용 계통연계형 NPC 인버터에 대하여 설명한다. 인버터는 멀티레벨 인버터의 토폴로지를 이용하여 전력의 품질 및 효율을 개선한다. 부스트 컨버터와 함께 구성된 무변압기형 인버터를 개발하여 부피와 무게의 감소 및 단가절감 또한 가능하게 하였다.

1. 서론

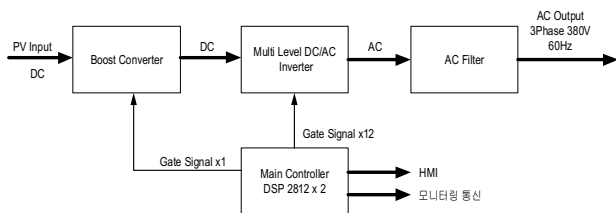
국내에서 제조 생산되고 있는 태양광발전용 계통연계형 삼상 인버터는 대부분 저주파 변압기를 사용한 절연형이며, 6개의 IGBT로 구성된 2레벨 인버터이다. 이 인버터의 경우 회로 및 제어 구조가 간단하고 직류입력과 교류 계통 사이의 전기적 절연이 우수한 반면에 무게나 부피가 상당히 크고, 소형화가 어려우며 효율이 떨어지는 단점이 있다.

무변압기형 인버터의 경우 무게나 부피가 저주파 절연형 인버터에 비해 작고 가벼우며 높은 효율을 갖는 장점과 함께 단가를 절감할 수 있는 이점이 있다. 그리고 멀티레벨 인버터는 기존의 2레벨 인버터에 비해 전력의 품질 및 효율을 높이고, 누설전류가 적은 장점을 갖는다.^[1]

본 논문에서는 이러한 장점을 가진 인버터를 개발하고자 10kW급을 단위 모듈로 하는 태양광발전용 계통연계형 삼상 인버터의 토폴로지와 동작 방법에 대하여 설명하고, 시험을 통해 인버터 개발의 타당성을 검토 하였다.

2. 태양광발전 계통연계형 NPC 인버터 시스템

2.1 시스템 구성



전체 시스템은 태양전지부의 직류 레벨을 조절하는 부스트 컨버터와 직류 전력을 교류로 변환하여 계통에 연계하는 멀티

레벨 인버터, 계통의 이상을 검출하여 연계를 차단하는 M/C, 인버터 상태를 표시하는 HMI와 모니터링 통신부로 구성되어 있다.

표 1. 10kW급 계통연계형 인버터 사양

구분	항목	10kW급 계통연계형 NPC 인버터
입력	CPU	TMS320F2812
	스위칭 주파수	Inverter / 5kHz Converter / 10kHz
	최대 개방 전압	1000V
	동작 전압	350V ~ 800V
출력	최대 입력 전류	29A
	상수	3상 3선식
	방식 (사용소자)	PWM (NPC Inverter Module IGBT)
	정격 출력 용량	10kW
	정격 출력 전압	380VAC(+10%/-12%)
	정격 출력 주파수	50/60Hz(+0.5%/-0.7%)
	전류 파형 왜율	3% 이내(정격 출력)
	효율	96% 이상(정격 출력)
	과부하 능력	110%
	출력 역률	0.95 이상

2.1.1 DC/DC 컨버터

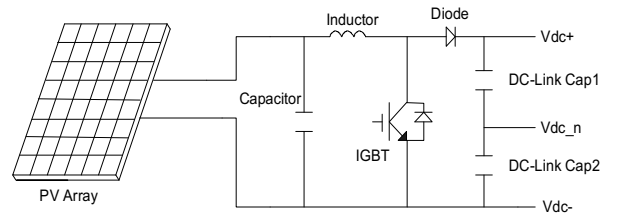


그림 2 DC/DC 컨버터 구성도

컨버터의 동작 전압은 DC 350V~800V이며 최소 입력 전압 350V가 되면 스위칭 주파수 10kHz로 부스트 컨버터가 승압 동작을 한다.

본 논문의 인버터는 380V의 계통에 연계되는 무변압기형이며, 중성점을 이용하는 NPC 타입이기 때문에 최소 622V 이상의 DC 전압이 필요하게 된다. 부스트 컨버터는 DC 입력 전압에 따라 700V이상으로 DC-link 전압을 유지하는 기능과 함께 MPPT 기능을 수행한다.

2.1.2 INVERTER

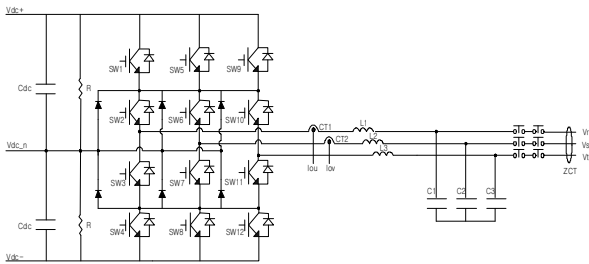


그림 3 인버터 구성도

인버터는 DC-DC 컨버터로부터 직류전원을 공급받아 교류전원으로 변환시켜 계통선로에 전력을 공급하게 된다. 본 인버터는 멀티레벨 토폴로지를 이용한 3레벨 인버터로 DC-link의 중성점을 사용하게 된다. 중성점 사용으로 인해 낮은 내압의 IGBT 사용이 가능해지는 장점이 있지만, 중성점을 통해 흐르는 전류로 인해 DC-link 전압의 불균형이 생기는 문제점을 갖고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 인버터의 중성점 전류제어를 수행하여 DC-link 전압 불균형 문제를 해결한다.^{[2],[3]}

2.2. 실험결과

2.2.1 DC/DC 컨버터 실험결과

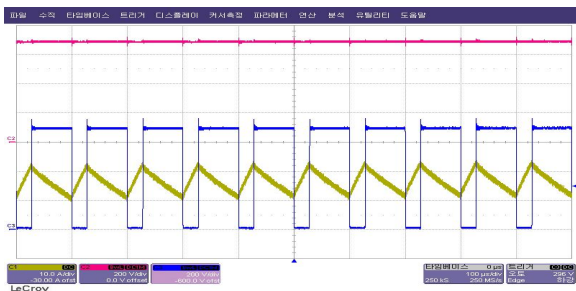


그림 4 부스트 컨버터 출력 전압, IGBT CE 전압, 인덕터 전류

그림 4는 DC-link 전압이 700V로 상승되어 동작 중인 부스트 컨버터의 출력 전압 및 IGBT의 CE 전압 과 인덕터 전류를 나타낸다.

2.2.2 INVERTER 실험결과

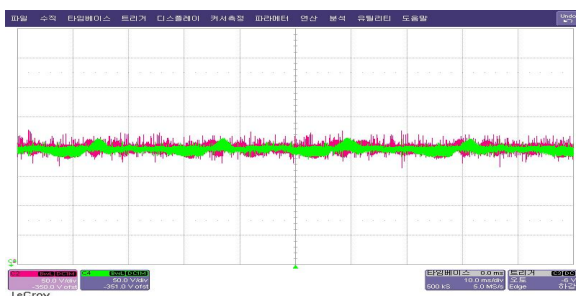


그림 5 DC-link 상단 커패시터 전압, 하단 커패시터 전압

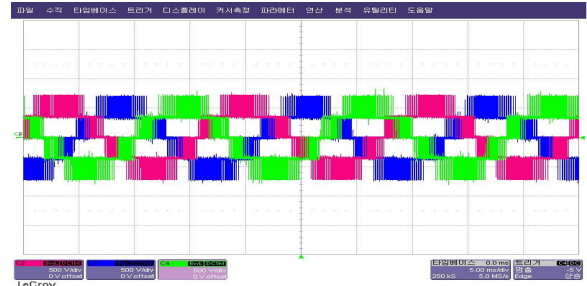


그림 6 인버터 출력 선간 전압

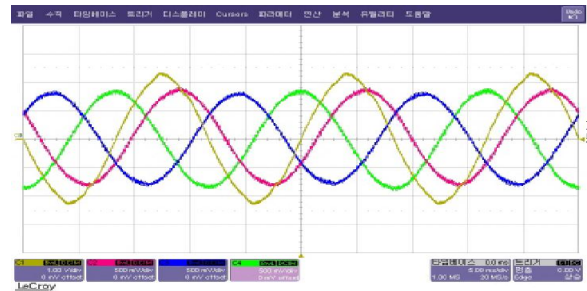


그림 7 계통 선간 전압 및 인버터 출력 전류

그림 5은 DC-link 전압 파형으로 인버터 동작시 양단의 전압이 중성점 전류제어기에 의해 동일하게 제어되는 것을 확인할 수 있다. 그림 6은 인버터의 선간전압 파형을 나타내고 있으며, 그림 7은 계통 선간 전압 및 인버터의 출력 전류를 나타낸다. 실험결과 효율은 96.1%로 측정되었다.

3. 결론

본 논문에서는 10kW급 태양광발전용 계통연계형 NPC 인버터 시스템에 관하여 기술 하였다. 이 시스템은 태양전지의 전력을 교류전력으로 바꾸고 교류 계통과 연계가 가능하게 하는 인버터이며, 멀티레벨 토폴로지를 이용하여 전력의 품질 및 효율의 향상을 확인하였다. 또한 기존의 저주파 변압기형 인버터 시스템에 비해 부피와 무게는 약 70% 정도로 감소되어 인버터의 생산 및 운송, 설치가 용이해진다.

향후 PWM스위칭 방식 및 제어 알고리즘의 개선을 통한 인버터의 효율을 증대 시키는 연구를 할 것이다.

참고 문헌

- [1] Tamás Kerekes, "Analysis and Modeling of Transformerless Photovoltaic Inverter Systems" Aalborg University Institute of Energy Technology, Denmark, August 2009
- [2] Amirnaser Yazdani, Reza Iravani, "Voltage-Sourced Converters in Power Systems", IEEE PRESS, A John Wiley & Sons, Inc., Publication
- [3] 정대웅, "육상 전압에 의한 3상 전압형 인버터 PWM 방법의 일반적 해석", 서울대학교 대학원 박사학위논문 2000. 02