2007년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2007. 7. 18 - 20

병렬연결을 이용한 계통연계형 태양광 전류형 인버터에 관한 연구

임정민*, 정의현*, 문채주*, 장영학*, 김의선**
목포대학교*, 신경대학교**

A Study on Grid-connected Photovoltaic Current-Source Inverter using Parallel Connection

Joungmin Lim*, Euiheang Cheang*, Chaejoo Moon*, Younghak Chang*, Euisun Kim**
Mokpo National University*, Shingyeong University**

Abstract - This paper suggests a 6-pulse-shift converter with PWM current-source inverter based on buck-boost configuration to improve the efficiency and to reduce the switching frequency of inverter for photovoltaic generation system, the device can be operated as interface system between solar module system and power system grid without energy storage cell. the circuit has six current-source buck-boost converter which operate chopper part has one full bridge inverter which make a decision the polarity of AC output. Therefore, the proposed PWM power inverter has advantages such as the reduction of witching loss and realization of unity power factor operation. the theoretical backgrounds are discussed and the input-output characteristics for the implemented prototype inverter using TMS320F2812 are verified experimentally in this paper.

1. 서 론

현재 사용 중인 전기에너지는 원자력발전, 화력발전에 의존하고 있다. 이러한 발전은 자원 고갈 및 환경오염, 생태계 파괴 등 많은 문제를 대두시키고 있다. 화력발전의 경우 화석 연료의 한계성 및 지역 편중으로 인한 공급의 불안정성과 석유 사용증가로 인한 공해로 생태계와 오존층이 위협받고 있다. 또한 원자력 발전의 경우 원자력의 안정성과 핵폐기물의 지구오염 등 심각한 사회문제가 제기되고 있다.[1]

이러한 문제에 대한 한 대안으로서 태양광 발전 및 풍력 발전 등과 같은 대체에너지 연구개발이 미국, 유럽, 일본 등의 선진국을 중심으로 범정부차원에서 이루어지고 있다. 특히 미래 에너지원 중에서도 무한정하며 또한 청정한 자연에너지원으로서 각광을 받고 있는 태양광발전은 에너지원의 다양화·분산화가 추진되는 상황이다. 최근에는 지역에 따른 편중성이 없고 설치 규모의 선정에 자유로운 소규모 주택용 태양광발전 시스템의 개발이 활발하게 추진되고 있다.[1]-[3]

본 논문에서는 병렬연결 전류형 PWM 인버터를 제안하고 이를 태양광과 계통 연계를 위한 인터페이스 회로로서의 타당성을 실험을 통해 검증하고자 한다. 제안하는 회로는 6개의 Buck-Boost 컨버터를 기본 토폴로지로 하여 초핑 동작을 수행하게 한다. AC 출력단의 정·부 방향을 결정하기 위해서는 1개의 풀-브리지 인버터를 사용한다. 이는 인버터의 스위칭에 의한 손실을 상당히 감소시킬 수 있는 장점을 가진다. 또한 입력단의 인덕터 전류를 전류 불연속 모드로 동작시켜 별도의 입력 전류의 검출이 없어도 출력단을 단위 역률화 할 수 있는 장점을 가진다. 제안하는 계통 연계형 인버터에 대한 동작은 고속 스위칭이 가능한 DSP(TMS320F2812)를 이용하여 실험 결과를 검증하고자 한다.

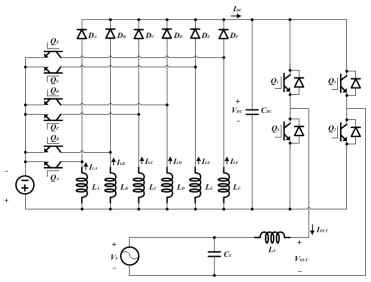
2. 본 론

2.1 제안된 전류형 PWM 인버터의 구성

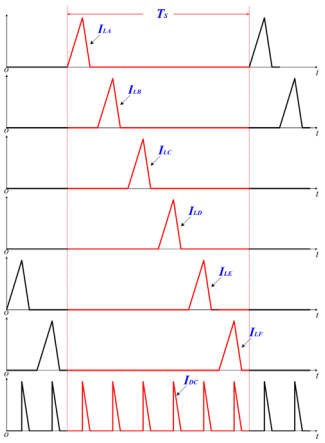
그림 1은 스위칭 주파수를 줄이고 효율을 개선하기 위해 제안된 병렬연결 전류형 PWM 인버터의 회로이다. 전류형 컨버터를 구성함에 있어 태양 전지 모듈의 출력전압이 컨버터의 입력전압보다 높거나 낮은 경우에도 안정된 동작을 하기 위해서 buck-boost 컨버터의 사용이 요구된다. 제안하는 회로는 스위칭($Q_A \sim Q_F$), 다이오드($D_A \sim D_F$), 인덕터($L_A \sim L_F$)를 사용한 buck-boost 컨버터로 구성되었다.

인버터 부분의 스위치($Q_1 \sim Q_4$)는 전원전압과 동기화되어 출력전압의 극성만을 결정하게 된다. 따라서 인버터의 스위칭 주파수는 전원전압의 주파수인 60[Hz]로 고정되게 된다. 인버터의 출력단의 필터(L_S, C_S)는 출력전류의 파형을 개선하기 위해 적은 용량을 사용하게 되며 이 값이 크게 되면 전류의 위상변위로 인하여 전원 측에서 보면 단위역률이 되지 못하는 경우가 발생한다.

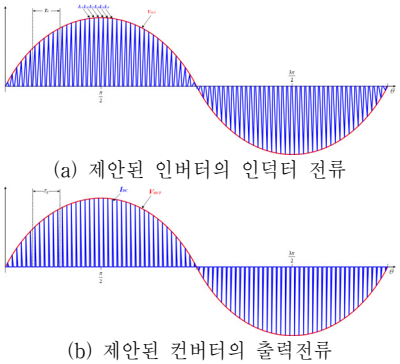
그림 2는 제안된 전류형 PWM 컨버터의 동작파형을 나타내고 있다. 여기서 T_S는 컨버터의 스위칭 주기를 나타낸다. $I_{LA} \sim I_{LF}$는 각 컨버터의 인덕터에 흐르는 전류파형을 나타내고 있으며, I_{DC}는 컨버터에 흐르는 출력전류를 나타내고 있다. 동작파형에서와 같이 병렬 구동 시 스위칭 주기(T_S)내에 컨버터의 출력전류의 파형은 6개로 나타나게 된다.



<그림 1> 제안된 병렬연결 전류형 PWM 인버터



<그림 2> 제안된 컨버터의 주요 동작 파형



(a) 제안된 인버터의 인덕터 전류

(b) 제안된 컨버터의 출력전류

<그림 2> 제안된 인버터의 인덕터 전류 및 컨버터 출력전류 파형

본 논문에서는 전류형 컨버터의 PWM 신호발생을 위하여

DSP(TMS320F2812)를 사용하였으며 PWM 모드를 비대칭 모드로 사용함으로써 한 컨버터의 스위치가 오프되는 순간 다른 컨버터의 스위치가 온 되는 방식이 되어 스위칭 주파수를 6배로 한 경우와 완전히 동일하지는 않지만 거의 동일한 형태를 유지할 수 있다. 컨버터의 출력단의 콘덴서(C_{DC})는 컨버터의 출력 전류가 인버터의 전류로 되는 것을 막아 인버터 부분의 스위칭 소자 전류용량을 줄일 수 있는 적은 용량을 사용한다. 이 컨덴서의 용량이 지나치게 크게 되면 컨버터의 출력전압(V_{DC})는 평활 되면 인버터에서는 정형적인 전류를 발생하지 못하게 된다.

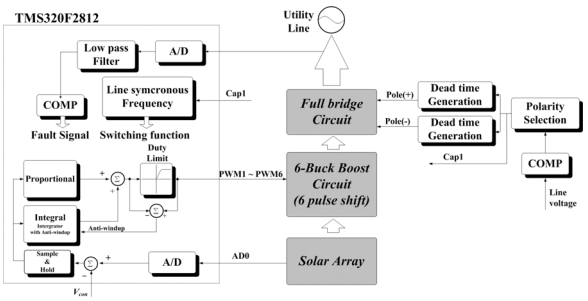
그림 3은 동일 스위칭 주파수 하에서 제안된 컨버터의 인덕터 전류 및 컨버터의 출력 전류 파형을 나타내었다.

2.2 실험결과

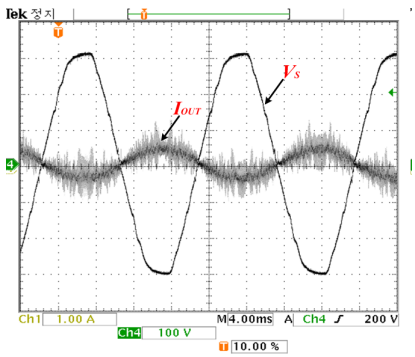
제안하는 병렬연결 전류형 PWM 인버터가 계통 연계를 위한 인터페이스 회로로서의 타당성 여부를 검증하기 위하여 1.2[KVA]급 시작품의 주요 파라메타 값은 표 1에 나타내었다.

<표 1> 시작품의 구성 요소

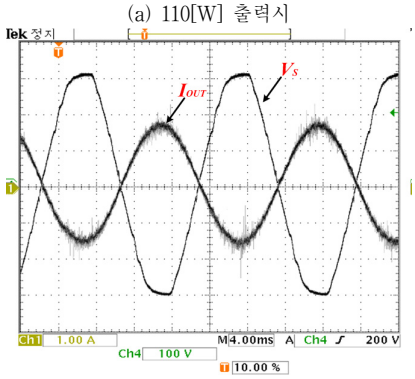
Symbol	Value of type	Symbol	Value of type
$Q_A \sim Q_F$	IRG4PC50U	C_{DC}	0.62[uF]
$Q_1 \sim Q_4$	IRG4PC50U	C_S	0.1[uF]
$D_A \sim D_F$	DSE130-10A	V_{IN}	200[V]
$L_A \sim L_F$	300[uH]	V_{OUT}	220[V]
L_S	500[uH]	[VA]	1.2[KVA]



<그림 3> 제안된 인버터의 제어 블록도



(a) 110[W] 출력시



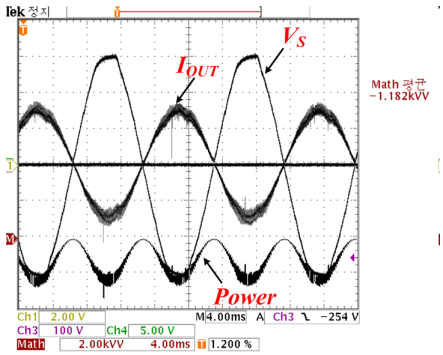
(b) 350[W] 출력시

<그림 4> 부하 연결시 출력전류

그림 3은 인버터의 제어 블록도를 나타낸다. 전체 시스템의 제어는 TMS320F2812를 이용하였다. 태양전지 모듈의 최대출력전압은 52.3[V]이다.

그림 4는 태양 전지 모듈의 출력전압을 200[V]로 제어하면서 출력이 110[W] 및 350[W]일 때 계통전압과 출력전류를 나타내고 있다. 인터버의 출력파형으로 출력전류의 증감에 따른 출력전압과 출력전류 파형을 측정한 것이다. 부하를 계통에 연결하여 측정한 것으로 전류가 전압과 정확히 180°의 위상차를 가지고 부하변동에 관계없이 정현적으로 동작하는 것을 알 수 있다.

그림 5는 1.2[kW] 태양 전지를 병렬연결 인버터에 연결하여 계통에 직접 연결 했을 때의 파형을 나타내고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 부하 없이 계통에 연결 했을 때에도 전류가 전압과 180°의 위상차를 가지고 동작하는 것을 알수 있다.



<그림 4> 1.2[KW] 계통 연계시 인버터 파형

3. 결 론

본 논문에서는 buck-boost 타입의 불연속모드 PWM 인버터로 구성되는 태양광 발전 시스템에서 인버터의 스위칭 주파수를 줄이고 효율을 개선하기 위하여 인버터의 병렬연결 구동방식을 제안하고, 태양전지 모듈에서 발생되는 전기에너지를 축전지에 충전하지 않고 순시적으로 전원측으로 보내주는 태양광과 계통 연계를 위한 인터페이스 회로로서의 타당성을 실험을 통해 검증하였다. 제안하는 회로는 6개의 buck-boost 컨버터를 기본 토폴로지로 하여 병렬연결 전류형 컨버터를 구성하여 전류의 크기를 순시적으로 제어하였으며, 인버터는 AC 출력단의 정·부 방향을 결정 하는데 이용하였다. 그러므로 인버터 부분에서 스위칭에 의한 손실을 상당히 저감시킬 수 있는 장점을 가진다. 또한 입력단의 인덕터 전류를 전류 불연속 모드로 동작시켜 별도의 입력 전류의 검출 없이도 출력단을 단위 역률화 할 수 있는 장점을 가진다. 제안하는 계통 연계형 인버터에 대한 동작을 이론적으로 분석하고 DSP(TMS320F2812)을 이용하여 시작품의 실험 결과로 이의 타당성을 검증하였다.

이 논문은 산업자원부에서 시행하는 대학전력연구센터 육성·지원 사업에 의해 작성되었습니다.

[참 고 문 헌]

[1] 유택빈, 성낙류, 이승환, 김성남, 이훈구, 한경희, “쵸퍼와 PWM 전압형 인버터를 이용한 계통연계형 태양광 발전 시스템에 관한 연구”, 전력전자학회 논문지, 제3권 제2호, pp.131-137, 1998. 6

[2] 이승환, 성낙규, 오봉환, 김성남, 이훈구, 김용주, 한경희, “PWM 쵸퍼와 전류원형 인버터를 이용한 계통 연계형 태양광발전시스템”, 전력전자학회 논문지, 제3권 제4호, pp.323-329, 1998, 12

[3] 박성준, 허권행, 강필순, 김철우, “DSP를 이용한 태양광발전 시스템용 전류형 PWM 인버터”, 전력전자학회 논문지, 제7권 제5호, pp.437-442, 2002. 10

[4] Michihiko Nagao, and Koosuke Harada, “Power Flow of Photovoltaic System using Buck-Boost PWM Power Inverter”, IEEE/PEDS, pp.144-149, 1997.

[5] Johanna M. A. Myrzlk, “Novel Inverter Topologies for Single-Phases Stand-Alone or Grid Connected Photovoltaic Systmes”, IEEE/PEDS, pp.103-108, 2001.

[6] B. K. Bose et all, “Micorcomputer Control of a Residential Photovoltaic Power Conditioning System”, IEEE Trans. On Industry Application, IA-215, pp.1182-1191, 1985.