

PV MIC의 고승압·고효율을 위한 DC-DC 컨버터 토폴로지 및 성능분석

민병국, 송성근, 오승열, 김대경
전자부품연구원

Topology and Performance analysis for High step-up·High efficiency DC-DC converter of PV MIC

Byoung guk Min, Sung geun Song, Seung Yeol Oh, Dae kyung Kim
Korea Electronics technology Institute

ABSTRACT

본 논문에서는 공진형 액티브 클램핑 플라이백 회로를 구성하여 전력스위칭의 전압 클램핑을 통하여 스위칭 손실을 저감하고자 하였다. 또한, 입력측 대용량 인덕터를 대신하여 공진형 액티브 클램핑 플라이백 회로에 두 개의 변압기를 사용하여 효율개선 및 고승압을 구현하고자 하였으며, 하드웨어 Prototype을 제작하여 타당성을 검증하였다.

1. 서론

MIC(Module Integrated Converter) 태양광 인버터는 각각의 태양광 모듈마다 인버터를 장착한 구조로 각각의 모듈에서 최대전력제어를 할 수 있으며 직류배선이나 보호를 할 필요가 없어 설치가 용이하고, 최대 에너지 수확(Harvest)이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 대용량 구현 시 비용부담이 크고 Central 인버터에 비해 효율이 낮다는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하고자 현재 세계적으로 저가격화, 고집적을 통한 고전력밀도화, 고효율화에 대한 연구가 진행되고 있다.

본 논문에서는 공진형 액티브 클램핑 플라이백 회로를 구성하였으며, 구성된 플라이백 회로에 두 개의 변압기를 사용하여 효율개선 및 고승압을 구현하고자 하였다.

2. DC-DC 컨버터

2.1 손실최소화 스위칭 기법

종래의 하드 스위칭 부스트 컨버터는 회로의 구성이 매우 간단하여 구현이 용이한 장점이 있는 반면 스위치의 Turn ON, Turn OFF시에 스위칭 손실이 발생함으로써 다이오드 역회복 현상으로 인한 전류 스트레스가 발생되어 시스템 전체의 효율이 감소된다. 특히, MIC시스템과 같은 소용량 전력 변환 시스템은 1%의 효율만 향상시킬 수 있어도 그 효과가 매우 높으므로 이러한 스위칭 손실을 저감시킬 수 있는 연구가 반드시 필요하다.^[1]

공진형 액티브 클램핑 플라이백 회로는 전력 스위칭의 손실을 줄일 수 있으며, 그림 2는 공진형 액티브 DC DC 컨버터를 나타내고 있다.

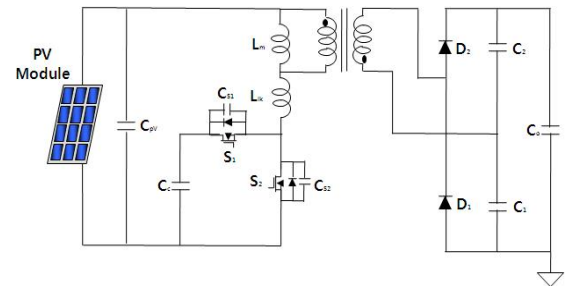


그림 1 공진형 액티브 DC-DC컨버터
Fig 1. Active resonant DC-DC Converter

2.2 고승압·고효율 DC-DC Converter 토폴로지

PV모듈의 출력전압은 보통 20~45[V]범위의 저전압 특성을 갖으며 PV모듈의 저전압으로 60[Hz], 220[V_{ac}]의 출력전압을 발생하기 위해 DC DC 컨버터의 출력은 약 350[V]이상이 되어야 한다. PV MIC에서는 크기와 가격적 측면에서 입력 측 대용량 인덕터를 사용하지 않고 높은 전압 변화율을 유지해야 하며 이를 위해 대용량의 변압기 누설인덕터에 따른 높은 턴수비가 요구된다. 대용량의 누설인덕터는 출력 정류 다이오드의 높은 전압 스트레스를 야기하고 이는 전력손실과 전자파노이즈를 발생하며 특히 출력 다이오드에 발생된 기생진동은 PV MIC시스템의 전체 전력변환 효율을 감소한다.^[2] 이러한 문제점을 해결하기 위해 공진형 액티브 클램핑 플라이백 DC DC컨버터 회로에 두 개의 변압기를 사용하였으며, 두 개의 변압기는 전압 변환율을 두 배로 증가시켜 높은 전압 변화율과 변압기의 턴수를 줄일 수 있으며 이를 위해 제안한 DC DC컨버터의 회로도는 그림 2와 같다.

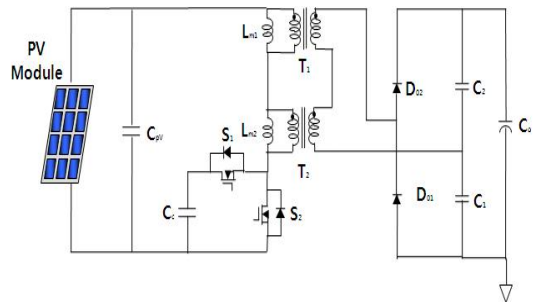


그림 2 제안한 DC-DC컨버터 회로도
Fig 2. The proposed DC-DC converter Circuit diagram

3. 시뮬레이션 및 실험결과

표 1은 본 논문에서 제안한 PV MIC DC DC 컨버터의 실험에 사용된 각 파라미터 값을 나타내고 있다.

표 1 실험에 사용된 각 파라미터 값

Table 1 Each parameter values used in the experiment

용량	250W	스위칭 주파수	50KHz
입력전압	30 ~ 55V	인덕터(L_m)	8 μ H
출력전압	350V	DC Link Capacitor	220 μ F/450V

3.1 시뮬레이션 결과

그림 3과 그림 4는 각각 제안한 DC DC컨버터 시뮬레이션 회로도 및 결과를 나타내고 있다.

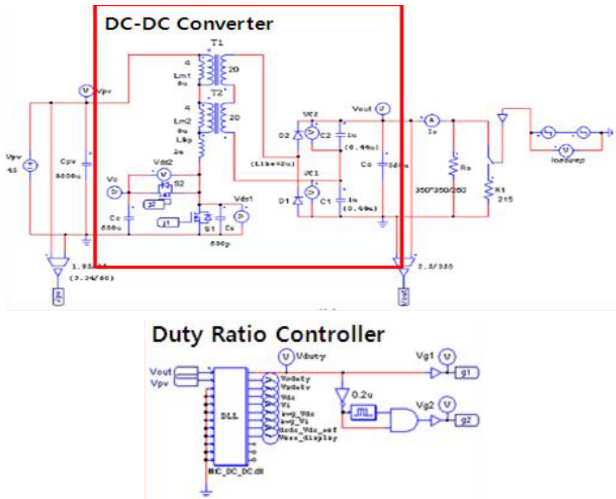


그림 3 제안한 DC-DC 컨버터 토폴로지 시뮬레이션 회로도

Fig 3. The proposed DC-DC converter topology simulation circuit diagram

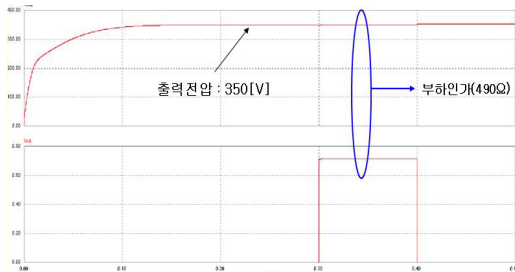
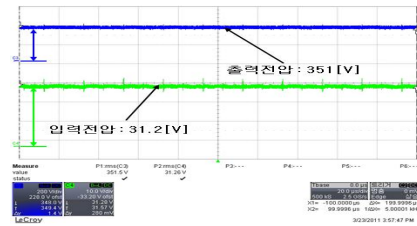


그림 4 DC-DC 컨버터 시뮬레이션 결과

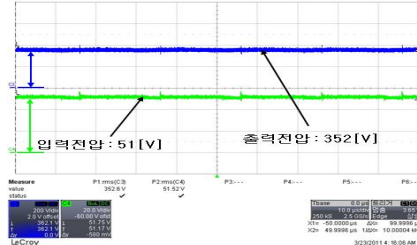
Fig 4. DC-DC converter simulation results

3.2 실험결과

그림 5는 입력전압에 따른 출력전압 파형과 그림6은 입력전압에 대한 DC DC 컨버터의 효율 분석에 관해 나타내고 있다. 그림 5에서 보는 바와 같이 입력전압의 변화에도 부하인가 시 안정적으로 350V가 출력되는 것을 알 수 있었다.



(a) 입력전압(35V)



(b) 입력전압(55V)

그림 5 입력전압에 따른 출력전압 파형

Fig 5. According to input voltage output voltage waveform

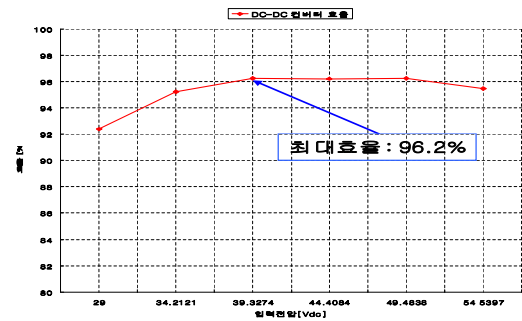


그림 6 입력전압에 대한 컨버터의 효율 분석

Fig 6. Analysis of the efficiency of the converter about input voltage

4. 결론

본 논문에서는 공진형 액티브 클램핑 플라이백 회로를 구성하였으며, 구성된 플라이백 회로에 두 개의 변압기를 사용하여 효율개선 및 고출압을 구현하고자 하였다. 실험결과 부하인가 시에도 DC Link 전압이 안정적으로 출력되는 것을 확인할 수 있었으며, 96.2%의 효율을 확인하였다.

이 논문은 중소기업청 산학연협력지원사업 “고출압이 가능한 고효율 모듈 통합형 태양광 MIC시스템 개발”과제 연구비 지원에 의하여 연구되었음

참고 문헌

- [1] Woo Young Choi, "High efficiency grid connected photovoltaic converter system with high speed communication interfaces for small distribution power generation", Solar energy 84 (2010) 636 649
- [2] Quin Li, "A Review of the Single Phase Photovoltaic Module Integrated Converter Topologies With Three Different DC Link Configurations IEEE VOL 23. NO 3 MAY 2008