

비절연형 양방향 탭인덕터 부스트 플라이백 컨버터

김현우, 전영태, 박종후
송실대학교

Bidirectional Tapped-inductor Boost Flyback Converter

Hyun Woo Kim, Young Tae Jeon, Joung hu Park
Soongsil University

ABSTRACT

이 논문에서 고효율, 고 승·강압 양방향 DC DC 컨버터를 제안한다. 제안된 컨버터는 고 승·강압을 저비용으로 동작시키기 위해 플라이백 컨버터와 탭 부스트 컨버터로 구성되어있다. 높은 승압을 얻기위해 플라이백 컨버터와 탭 인덕터 컨버터의 출력부분은 직렬로 연결되어있다. 또한, 역방향에서 제안된 컨버터는 매우 큰 강압을 할 수 있다. 이 제안된 컨버터는 100W 급으로 설계하였으며, PSIM시뮬레이션과 실험을 통해 순방향과 역방향의 특성과 효율을 측정하여 고효율 고 승·강압 양방향 DC DC컨버터임을 증명하였다.

1.서론

인류는 지난 세월동안 화석연료를 주 에너지원으로 쓰고 있고, 지금도 가장 널리 쓰이는 에너지원이다. 그러나 화석연료의 고갈과 환경문제는 인류의 가장 큰 고민이다. 이를 해결하기 위한 에너지원으로 신재생에너지가 급부상하고 있다. 신재생에너지는 고갈되지 않는다는 점에서 큰 장점이 있지만, 자연적 요소에 의해 에너지를 전달하는 시스템에 불안정을 준다는 단점을 안고 있다. 이러한 점을 극복하기 위해 에너지 저장장치 및 에너지를 균등분배 해주는 장치가 필수적이다. 이러한 대책으로 배터리 충전기 및 태양광 차동전력조절기(DPP)시스템^[1]이 연구되고 있다. 이러한 것들의 특징은 양방향 컨버터가 꼭 필요하고, 토폴로지로는 부스트 컨버터가 널리 사용되고 있다.. 그러나 현 시점에서는 고 승·강압을 요하는 양방향 컨버터 필요가 증가되고 있고, 부스트 컨버터는 도통률에 따라 입출력 전압비가 결정되기 때문에 스위치 및 다이오드 손실증가로 인해 고 승·강압에 적합하지 않다. 이러한 점을 해결하기 위해 새로운 컨버터가 필요하다.

이 논문에서는 비절연형 양방향 플라이백 탭 부스트 컨버터를 제안한다. 순방향시 출력부분이 플라이백 컨버터와 탭부스트 컨버터가 직렬로 연결되어 있어서 높은 고 승압에 좋다. 또한, 역방향시도 높은 강압을 할 수 있다. 제안된 컨버터는 100W급으로 설계하여, PSIM시뮬레이션과 실험을 통해 동작 특성 및 고효율 고 승·강압 양방향 DC DC컨버터임을 분석 증명하였다.

2. 비절연형 양방향 탭인덕터 플라이백 부스트 컨버터

2.1 제안된 양방향 컨버터

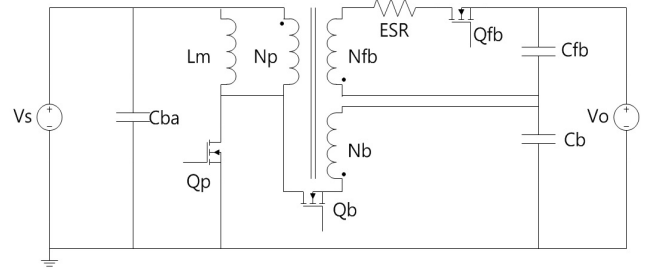
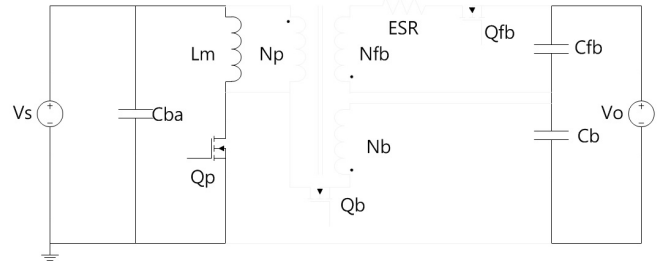


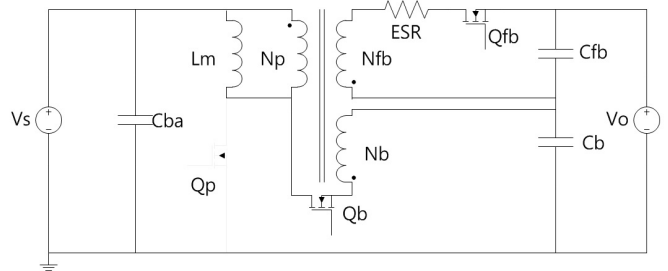
그림 1 비절연형 양방향 탭인덕터 부스트 플라이백 컨버터

그림 1은 본 논문에서 제안한 비절연형 양방향 플라이백 탭 인덕터 부스트 컨버터 회로이다. 플라이백 컨버터와 탭 인덕터 부스트 컨버터가 직렬로 연결 되어있다.

2.2 동작특성



(a) Mode1 (Qp Turn on)



(b) Mode 2 (Qp off)

그림 2 각 동작모드의 동작특성 등가회로

Mode 1은 Q_p 의 Turn on 상태이다. 전류의 흐름은 그림 2(a)처럼 동작한다.

Mode 2는 Q_{fb} , Q_b 의 Turn on 상태이다. 전류의 흐름은 그림 2(b)처럼 동작한다.

3. Simulation 및 실험결과

3.1 Simulation

표 1 컨버터 설계사양

Vs	입력전압	26 40[VDC]
Vo	출력전압	300 400[VDC]
Pout	출력전력	100[W]
Np:Nfb:Nb	변압기 Turns ratio	1:5:4
Lm	자화 인덕턴스	33[uH]
Cba	1차 캐패시터	4700[uF]
Cfb, Cb	2차 캐패시터	100[uF]
fsw	스위칭 주파수	27[kHz]

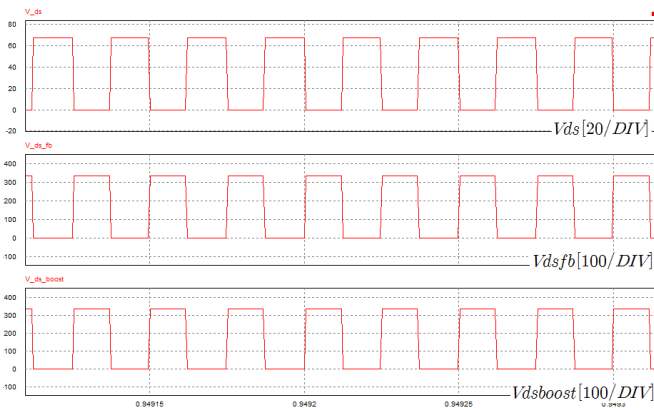


그림 3 Vds, Vdsfb, Vdsboost 시뮬레이션 파형

그림 3은 시뮬레이션 결과 1차측 스위치 (Vds) 및 2차측 플라이백 (Vds.fb), 부스트 스위치 (Vds.boost)의 DS 시뮬레이션 파형이다.

3.2 실험결과

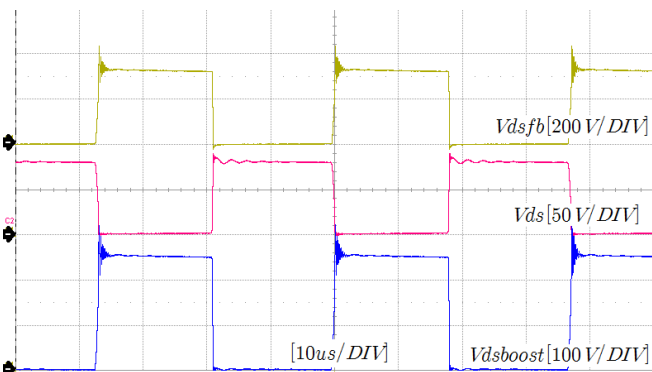


그림 4 Vds, Vdsfb, Vdsboost 실험파형

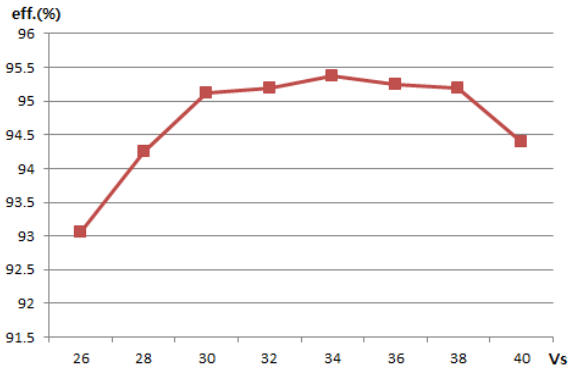
그림 4는 실험결과 1차측 스위치 및 2차측 플라이백, 부스트 스위치의 drain source 실험 측정 파형이다.

그림 5(a)는 제안된 컨버터가 순방향 Mode일 경우 95%보다 높은 효율임을 보여준다. 그리고 그림 4(b)는 역방향 Mode일

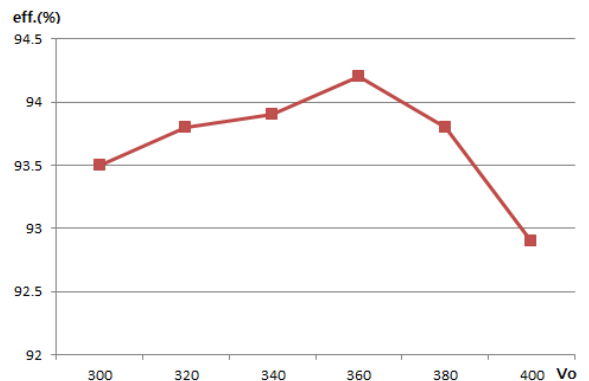
경우 94%보다 높은 효율임을 보여준다.

4. 결론

본 논문에서 기존의 양방향 컨버터인 부스트 컨버터의 단점인 고 승·강압의 어려움을 해결하기 위한 방안으로 비절연형 양방향 탭인덕터 부스트 플라이백 컨버터를 제안하였다. 시뮬레이션 및 실험을 통해 10배 이상의 승압과 강압이 실현되는 것을 확인하였고, 효율 측정을 통해 95% 이상으로 동작함으로써 고 효율 양방향 컨버터를 증명하였다. 향후 제어기를 설계하여 양방향 구동을 안정화시키는 방안과 효율을 높일 수 있는 방법을 연구하여 실험을 통한 제어 분석 및 효율 향상을 하고자 한다.



(a) 순방향 Mode (Vo=350V)



(b) 역방향 Mode (Vs=35V)

그림 5 제안된 컨버터 하드웨어 효율

참고 문헌

[1] Pradeep S. Shenoy, Member, IEEE, Katherine A. Kim, Student Member, IEEE, Brian B. Johnson, Student Member, IEEE, and Philip T. Krein, Fellow, "Differential Power Processing for Increased Energy Production and Reliability of Photovoltaic Systems" IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, VOL. 28, NO. 6, JUNE 2013

[2] Do Hyun Kim, Sol Moon, Chan In Kim, Joung Hu Park, "Series connected isolated switched capacitor boost converter," (IPEMC), 2012 7th, International Volume: 2, pp. 1343-1346, 25 June 2012.