

영전압 방전이 가능한 새로운 방식의 2차전지 충/방전기

채수용, 정대택, 김동욱, 홍순찬
단국대학교 전자전기공학과

New Secondary Battery Charger/Discharger Available for Zero Voltage Discharge

Soo Yong Chae, Dae Taek Chung, Dong Wook Kim and Soon Chan Hong
Dept. of Electronics & Electrical Eng., Dankook University

ABSTRACT

This paper proposes a new secondary battery charger/discharger available for zero voltage discharge which is used for test equipments and formation. The proposed system is able to discharge the battery to zero voltage which does not matter to voltage drop of circuit. The validity of proposed system is verified by experiment

1. 서 론

2차전지는 용도에 따라 여러 종류가 사용되고 있으며 전지의 종류에 따라 다양한 사용 전압 영역을 가지며, 또한 사용 전압 범위는 점차 확대되는 추세이다.

그러나 기존의 스위칭 방식 충/방전기는 파워드 변환기나 풀브리지 변환기 구조를 선택하여 사용함으로써 인해 방전가능 전압에 한계를 가지고 있다.^{[1][2]}

이에 본 논문에서는 고효율, 소형 경량화, 에너지 회생이라는 스위칭 방식 충/방전기의 장점을 가지면서도 2V 이하의 전압에서도 전지를 정전류로 제어하면서 방전할 수 있는 새로운 방식의 스위칭 방식 충/방전기를 제안하고자 한다.

2. 제안한 2차전지 충/방전기

2.1 회로의 구성

그림 1은 본 논문에서 제안한 영전압 방전이 가능한 새로운 방식의 2차전지 충/방전기이다. 제안회로에서 입력 V_S 는 외부 AC DC 변환기의 출력이며, 출력 V_B 는 2차전지이다.

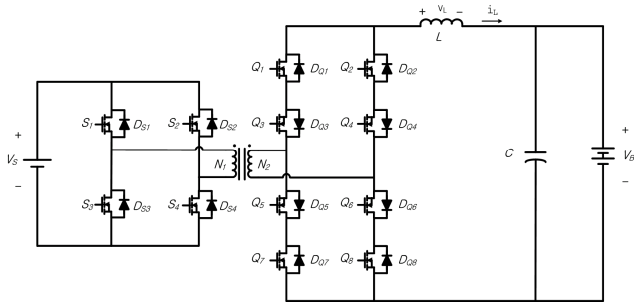


그림 1 제안한 충/방전기 회로
Fig. 1 Proposed Charge/Discharge Circuit

그림 1에서 스위치 $S_1 \sim S_4$ 는 메인스위치로 충전 및 방전시 듀티비 가변을 통해 전압 및 전류를 일정하게 제어하는 역할을 하며 스위치 Q_1, Q_2, Q_7, Q_8 은 방전시 고정 듀티비로 동작하여 전지의 방전에너지를 입력으로 전달하는 역할을 한다. 또한 $Q_3 \sim Q_6$ 은 보조스위치로 충전시에는 ON되어 변압기 2차 측이 정류회로로 동작하게 하고 방전시에는 OFF되어 $S_1 \sim S_4$ 의 동작으로 인해 발생하는 회로의 단락을 방지한다.

2.2 제안회로의 동작 해석

제안된 회로의 충전 및 방전시의 게이트 파형은 그림 2와 같으며, 모드별 동작은 그림 3과 같다.

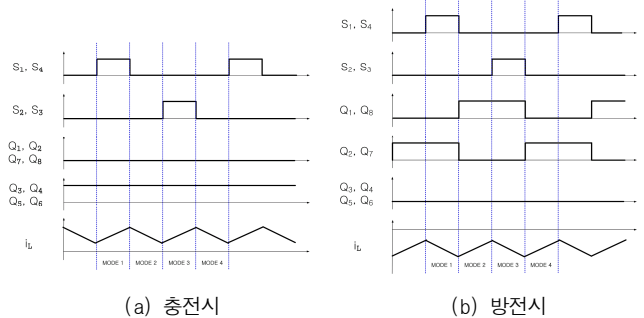
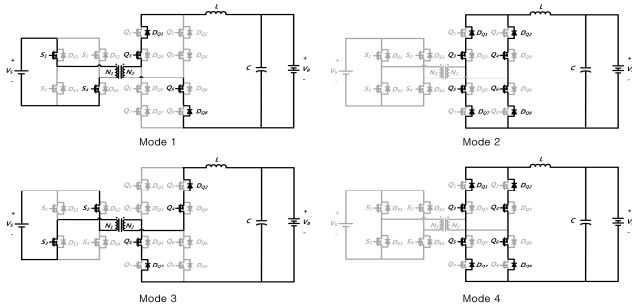


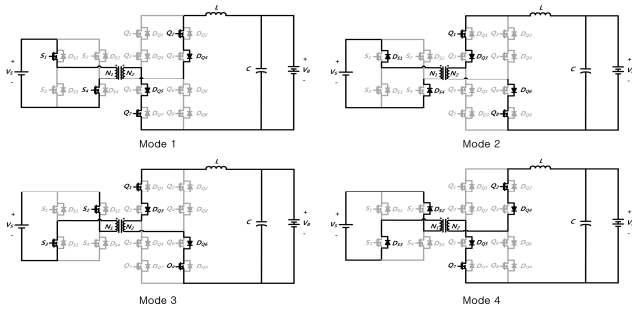
그림 2 게이트 파형
Fig. 2 Gate Waveforms

그림 2(a)는 충전시 게이트 파형으로서 변압기 1차 측 스위치 $S_1 \sim S_4$ 에 의해 충전동작이 이루어지며 그 동작은 풀브리지 변환기의 동작과 동일하다. 그림 2(b)는 방전시 게이트 파형으로서 변압기 1차 측 스위치 $S_1 \sim S_4$ 와 2차 측 스위치 Q_1, Q_2, Q_7, Q_8 에 의해 방전동작이 이루어지며 1차 측 스위치와 2차 측 스위치가 동시에 ON되는 구간인 Mode 1, Mode 3이 인덕터의 전류가 상승하는 부스트 구간이며, 2차 측 스위치만 ON되는 구간인 Mode 2, Mode 4가 방전에너지를 입력 V_S 로 전달하는 회수 구간이다.

본 논문에서 제안하는 영전압 방전은 1차 측과 2차 측 스위치가 동시에 ON되는 Mode 1, Mode 3 구간에서 입력 V_S 를 이용하여 부스트 인덕터 L에 승압에 필요한 충분한 에너지를 인가함으로써 가능해진다. 입력 V_S 는 변압기의 권수비를 고려하더라도 항상 회로 내부의 전압강하보다 큰 값이므로 전지의 전압이 낮은 영역이나 또는 전지의 전압이 0V에 도달하더라도 방전전류를 일정하게 유지하면서 영전압 방전을 구현할 수 있다.



(a) 충전시 모드별 동작



(b) 방전시 모드별 동작

그림 3. 제안회로의 모드별 동작

Fig. 3 Mode Operation of Proposed Circuit

3. 실험결과 및 검토

제안 회로의 타당성 및 효율성을 확인하기 위하여 5V50A 용량의 충/방전기 시작품을 제작하여 실험을 수행하였다. 실험에 사용된 시작품은 그림 4와 같다.

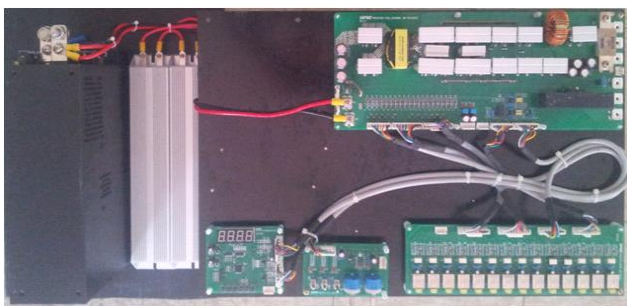


그림 4. 충/방전기 시작품

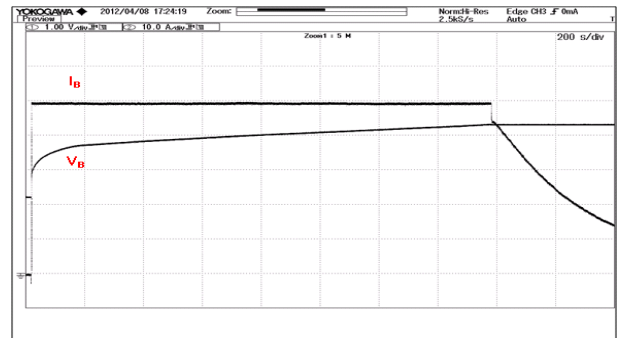
Fig. 4 Prototype Charger/Discharger

그림 4에서 입력전원은 24V SMPS를 사용하였으며, 방전시 입력전압의 상승을 방지하기 위해 저항을 추가하였다. 실험에 사용한 파라미터는 $f_{sw}=50kHz$, $L=80\mu H$, $C=13.2mF$, $N_1:N_2=2:1$ 이며, 2차전지는 40Ah, 3.65V 리튬폴리머전지를 사용하였다.

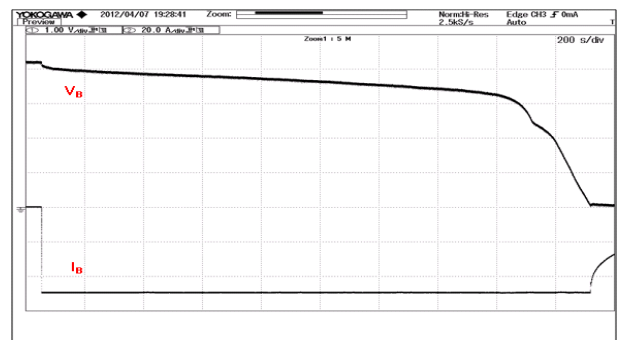
실험결과는 그림 5와 같다. 그림 5(a)는 충전실험 결과로서 전지의 전압이 4.2V에 도달하기 전에는 50A로 정전류 모드로 충전한다. 전지의 전압이 4.2V에 도달한 이후에는 전지의 전압이 일정하게 유지하는 정전압 모드로 충전하며, 이때 전류는 서서히 감소한다.

그림 5(b)는 방전실험 결과로 방전 시작 후 50A 정전류 모드로 방전하다가 전지의 전압이 0V에 도달한 이후에는 전지의 전압이 일정하게 유지되는 정전압 모드로 방전하며, 정전압 모드에서 전류는 충전시와 마찬가지로 서서히 감소한다.

실험결과 제안한 충/방전기가 전지의 전압이 2V 이하의 낮은 영역에서도 정전류를 유지하면서 전지를 영전압까지 방전시킬 수 있음을 확인할 수 있다.



(a) 충전시 전지 전압 및 전류 파형



(b) 방전시 전지 전압 및 전류 파형

그림 5. 실험결과

Fig. 5 Experimental Results

4. 결론

본 논문에서는 영전압 방전이 가능한 새로운 방식의 2차전지 충/방전기를 제안하였으며 실험을 통해 그 효율성을 확인하였다.

제안한 충/방전기는 스위칭 방식으로서 효율이 높고 에너지 회수가 가능한 장점이 있다. 또한 회로 내부의 전압강하 성분에 제한받지 않고 전지를 0V까지 방전할 수 있으며, 모든 2차전지에 적용 가능한 높은 활용성을 확보하였다.

참고 문헌

- [1] Majid Delshad, M Mahdavi, "A New Zero Voltage Switching Buck Boost Bidirectional DC/DC Converter," Applied Electronics (AE), 2010 International Conference on, vol., no., pp.1 6, 8 9 Sept. 2010
- [2] Yung Chu Chen, Jeng Gung Yang and Chia Ling Kuo, "Isolated Bidirectional Full Bridge DC DC Converter With a Flyback Snubber", Power Electronics, IEEE Transactions on, vol. 25, no. 7, pp.1915~1922, July 2010