

제안기술(제품) 소개서

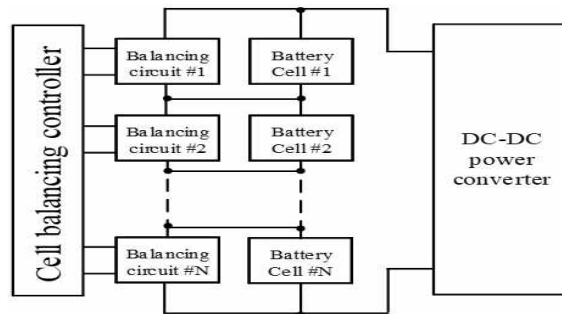
제안기술(제품)	양방향 선형 레귤레이터를 이용한 배터리 충방전기 및 제어 방법, 상기 방법을 수행하기 위한 기록 매체		
소속	송실대학교 전기공학부	교수(대표)	박종후 교수
기술키워드	친환경자동차, 충방전기, 폐배터리		

특허현황	양방향 선형 레귤레이터를 이용한 배터리 충방전기 및 제어 방법, 상기 방법을 수행하기 위한 기록 매체(출원번호: 10-2018-0029899, 등록번호: 10-2082317)
------	---

논문현황	김경탁, 박종후(2018), 『양방향 리니어 레귤레이터를 사용하는 폐배터리 병렬 분산형 충방전기 시스템』, 전력전자학술대회 논문집
------	--

1. 기술배경

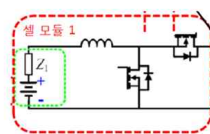
- 전기자동차의 보급 확대로 전 세계적으로 폐 배터리가 다량 배출될 것으로 예상
- 이에 폐배터리를 수거 및 재활용하여 에너지저장장치(ESS)로 활용하는 방안이 연구 중에 있음
- 다양한 물질 조성 및 노후화된 특성을 갖는 상이한 배터리 셀을 어떻게 조합할 것인가가 해결되어야 함
- 기존 에너지 저장시스템은 셀 전압, 신뢰성, 확장성이 낮은 편임



기존 에너지 저장 시스템의 개요도

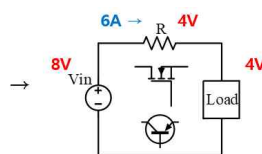
2. 제안기술

1) 양방향 DC-DC 컨버터를 리니어 레귤레이터로 대체



양방향 DC-DC 컨버터

- 장점**
1. 높은 효율 기대
- 단점**
1. 부품 수 많음
 2. 기타 부가 회로 필요
 3. 스위칭 노이즈 포함

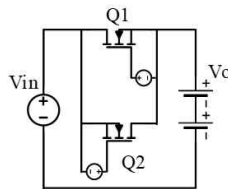


기존의 단방향 리니어 레귤레이터

- 장점**
1. 간단한 구조
- 단점**
1. 발열로 인한 손실 발생
 2. 주로 저전력 회로에서 사용
 3. 단방향 전력 흐름 구조

기술의 개요

2) 제안기술에 적용된 양방향 리니어 레귤레이터



양방향 리니어 레귤레이터

MOSFET의 Active 영역 동작 조건

$$V_{gs} > V_{gs(th)} \text{ \& } V_{gs} - V_{gs(th)} < V_{ds}$$

$$I_d = g_m * (V_{gs} - V_{gs(th)})$$

MOSFET의 Ohmic 영역 동작 조건

$$V_{gs} > V_{gs(th)} \text{ \& } V_{gs} - V_{gs(th)} > V_{ds}$$

$$I_d = V_{ds} / R_{ds(on)}$$

MOSFET의 Cut-off 영역 동작 조건

$$V_{gs} < V_{gs(th)}, I_d = 0$$

조건

1. Vin과 Vo의 전압 차이를 최소화

- 손실 최소화
- 충전 시 Q2, 방전 시 Q1의 바디다이오드 턴 오프 유지

2. 충전 시 (Vin > Vo)

- Q1 : Active & Ohmic 영역 동작
- Q2 : Cut-off 영역 동작

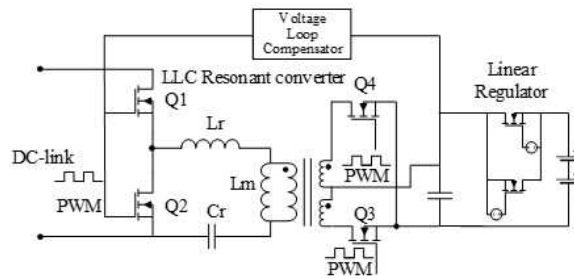
3. 방전 시 (Vo > Vin)

- Q1 : Cut-off 영역 동작
- Q2 : Active & Ohmic 영역 동작

4. Vin의 리플 최소화

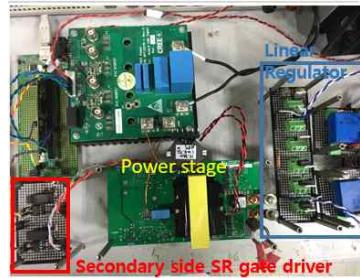
- 양방향 DC-DC 컨버터 설계 영역
- 필터 및 제어 성능 최적화

3) 양방향 리니어 레귤레이터를 사용한 양방향 병렬 분산형 충방전기 시스템 개요 및 사양



LLC 컨버터 입력 전압	400 [V]
LLC 컨버터 출력 전압	8 [V]
배터리 셀 전압	7.916[V] (4[V] 만충 배터리 셀 2 개를 직렬연결로 가정)
리니어 레귤레이터 MOS펫	IPB049N06L3
출력 전력	217 [W]

4) 하드웨어 프로토타입 및 프로토타입의 특징



- 리니어 레귤레이터 MOS펫 양단의 전압강하 최소화
- 충 방전시 배터리 셀전압의 변화에 따라 리니어 레귤레이터의 입 출력 간 최소한의 전압 차이를 유지할 수 있도록 LLC 공진형 컨버터 출력 전압 레퍼런스의 가변이 필요
- $R_{ds(on)}$ 의 최소화
- Ohmic 영역에서 충 방전 전류를 확보

5) 하드웨어 프로토타입 결과 파형 (충전모드) 리니어 레귤레이터 주요 파형

- ① 리니어 레귤레이터 MOS펫의 전압강하 $\rightarrow 0.084[V]$
- ② 리니어 레귤레이터 자체의 손실 $\rightarrow 2.31[W]$
- ③ 모듈 개수 및 기타 사용자가 원하는 사양에 따라 충 방전 전류 조절 가능



경쟁기술 대비 특장점

1. 기존의 직렬형의 폐배터리를 재활용한 시스템은 배터리간 상태(규격이나 수명 등)가 다르기 때문에 셀 밸런싱 회로가 필요함
2. 기존의 분산형 셀 병렬 충 방전 시스템은 셀 마다 DC-DC 컨버터가 개별로 설치되어 시스템 구성에 있어 높은 비용이 요구됨
3. 제안 발명은 기존 시스템의 DC-DC 컨버터를 대체하여, 낮은 비용으로 구성할 수 있는 리니어 레귤레이터를 이용한 분산형 셀 병렬 충 방전 시스템임
4. 리니어 레귤레이터의 입력전압과 출력전압의 차이를 최소화하여, 소모되는 손실을 줄이고, 효율 측면에서도 기존 DC-DC 컨버터를 대체할 만한 성능을 기대할 수 있음
5. 출력의 프로토타입에서 풀 로드 시 96.5%, 12V 출력의 프로토타입에서 풀로드 시 93.1%의 효율을 확인하여 시스템에서 요구하는 전력조절기로서의 가능성을 확인함.

문의처

담당자

민재홍 변리사

승실대학교

02-828-7418

minjh@ssu.ac.kr