



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년07월08일
(11) 등록번호 10-2274812
(24) 등록일자 2021년07월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 7/00 (2006.01) H01M 10/42 (2014.01)
(52) CPC특허분류
H02J 7/0019 (2013.01)
H01M 2010/4271 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0141602
(22) 출원일자 2019년11월07일
심사청구일자 2019년11월07일
(65) 공개번호 10-2021-0055309
(43) 공개일자 2021년05월17일
(56) 선행기술조사문헌
JP2015223058 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
최성진
울산광역시 남구 동산로69번길 13, 101동 802호
(신정동, 문수로2차아이파크)
라 프영 하
울산광역시 남구 대학로37번길 16, 101호 (무거동)
(74) 대리인
김종선, 이형석

전체 청구항 수 : 총 12 항

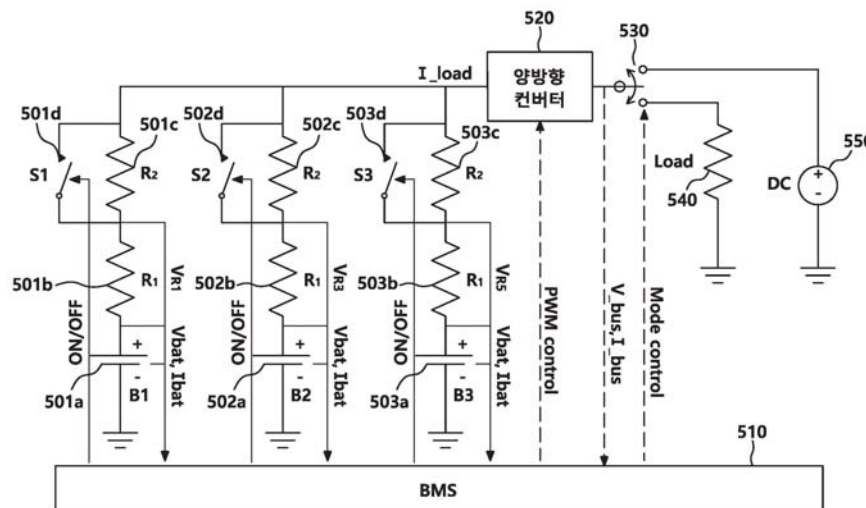
심사관 : 이종은

(54) 발명의 명칭 병렬 연결된 배터리 셀들의 가용 용량 최적화를 위한 동적 저항 배터리 셀 균등화 장치

(57) 요약

본 발명은, 배터리 셀 균등화 장치에 관한 것으로, 복수 개의 배터리 셀들; 각각이 상기 복수 개의 배터리 셀들 중 각 배터리 셀과 직렬 연결된 복수 개의 제1 저항들; 각각이 상기 각 배터리 셀 및 제1 저항과 직렬 연결된 복수 개의 제2 저항들; 각각이 상기 복수 개의 제2 저항들 중 각 제2 저항과 병렬 연결된 복수 개의 제1 스위치들; 및 상기 복수 개의 제1 스위치들을 제어하여 상기 각 배터리 셀의 전류 흐름을 제어하는 컨트롤러를 포함한다.

대표도



(56) 선행기술조사문헌

KR1020160099357 A*

KR1020180044750 A*

JP2008043036 A

KR1020170071949 A

KR1020150081731 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711090365
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중견연구(총연구비1.5억초과~3억이하)
연구과제명	차세대 태양광패널 하드웨어 모사장치 핵심기술 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산대학교
연구기간	2017.03.01 ~ 2020.02.29

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

복수 개의 배터리 셀들;
 각각이 상기 복수 개의 배터리 셀들 중 각 배터리 셀과 직렬 연결된 복수 개의 제1 저항들;
 각각이 상기 각 배터리 셀 및 제1 저항과 직렬 연결된 복수 개의 제2 저항들;
 각각이 상기 복수 개의 제2 저항들 중 각 제2 저항과 병렬 연결된 복수 개의 제1 스위치들;
 상기 복수의 배터리 셀들과 부하 사이에 연결되는 양방향 컨버터;
 상기 양방향 컨버터와 상기 부하 사이에 연결되는 제2 스위치; 및
 상기 복수 개의 제1 스위치들을 제어하여 상기 각 배터리 셀의 전류 흐름을 제어하는 컨트롤러를 포함하는, 배터리 셀 균등화 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 컨트롤러는,
 배터리 관리 시스템(battery management system; BMS)을 포함하는 배터리 셀 균등화 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제2 저항의 저항 값은 상기 제1 저항의 저항 값보다 큰 것을 특징으로 하는, 배터리 셀 균등화 장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 컨트롤러는
 상기 제2 스위치를 제어하여,
 충전 모드에서, 상기 양방향 컨버터가 외부 전원에 연결되도록 제어하는, 배터리 셀 균등화 장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 컨트롤러는
 상기 제2 스위치를 제어하여,
 방전 모드에서, 상기 양방향 컨버터가 상기 부하에 연결되도록 제어하는, 배터리 셀 균등화 장치.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 컨트롤러는,
 상기 각 배터리 셀의 충전 상태(state of charge; SOC) 비율(rate)을 확인하는 것을 특징으로 하는, 배터리 셀 균등화 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 컨트롤러는,

충전 모드에서, 상기 복수 개의 제1 스위치들 중 상기 SOC 비율이 가장 큰 배터리 셀에 대응하는 제1 스위치가 오프 상태가 되도록 제어하는, 배터리 셀 균등화 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 컨트롤러는,

충전 모드에서 상기 복수 개의 배터리 셀들 중 적어도 두 개 이상의 배터리 셀들에서 셀 균등화가 완료되면, 상기 셀 균등화가 완료된 배터리 셀들에 대응하는 제1 스위치들이 교대로 온 또는 오프 상태가 되도록 제어하는, 배터리 셀 균등화 장치.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 컨트롤러는,

충전 모드에서 상기 복수 개의 배터리 셀들 모두에 대한 셀 균등화가 완료되면, 모든 상기 복수 개의 제1 스위치들이 온 상태가 되도록 제어하는, 배터리 셀 균등화 장치.

청구항 12

제8항에 있어서, 상기 컨트롤러는,

방전 모드에서, 상기 복수 개의 제1 스위치들 중 상기 SOC 비율이 가장 작은 배터리 셀에 대응하는 제1 스위치가 오프 상태가 되도록 제어하는, 배터리 셀 균등화 장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 컨트롤러는,

방전 모드에서 상기 복수 개의 배터리 셀들 중 적어도 두 개 이상의 배터리 셀들에서 셀 균등화가 완료되면, 상기 셀 균등화가 완료된 배터리 셀들에 대응하는 제1 스위치들이 교대로 온 또는 오프 상태가 되도록 제어하는, 배터리 셀 균등화 장치.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 컨트롤러는,

방전 모드에서 상기 복수 개의 배터리 셀들 모두에 대한 셀 균등화가 완료되면, 모든 상기 복수 개의 제1 스위치들이 온 상태가 되도록 제어하는, 배터리 셀 균등화 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 배터리 균등화 회로에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 병렬 연결된 셀들의 가용 용량 최적화를 위한 동적 저항 배터리 셀 균등화 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 신재생 에너지 시스템이나 전기자동차 등 배터리를 이용한 에너지 저장시스템이 필요한 분야에서 복수 개의 배터리 셀들을 직렬로 연결함으로써 동작 전압을 증가시킬 수 있다. 직렬로 연결된 배터리 셀들은 양산 단계에서 생기는 불균일한 배터리 특성차로 인하여 임피던스와 동일한 온도 및 구동 조건에서 셀 불균일 현상(Cell inconsistency)이 생길 수 있다.

[0003] 상기 셀 불균일 현상은 배터리 셀 사이에 충전상태가 서로 다른 상태를 나타내며, 이로 인해 배터리의 과방전, 과충전 문제를 야기하여 시스템의 안전성에 직접적인 영향을 미치고, 배터리 셀의 노화에 따라 문제는 더욱 심각해진다. 이러한 문제를 해결하기 위해 직렬 연결된 배터리 셀들에 대한 다양한 셀 균등화(Cell equalization)

기술이 연구되고 있다.

- [0004] 한편, 복수 개의 배터리 셀들을 병렬로 연결하는 병렬 연결 구성은 충방전 전류를 증가시키기 때문에 에너지 용량을 늘리는 데 사용될 수 있다. 그러나, 병렬 연결된 셀들의 배터리 균등화에 대한 연구는 많지 않았으므로, 병렬 구성들은 보통 미리 선별된 셀들끼리의 병렬 연결로 구성하여 사용하는 것이 일반적이다. 따라서, 상기 일반적인 병렬 구성에서는 배터리 불일치 문제가 여전히 존재하여 배터리 시스템의 가용 용량을 떨어뜨릴 수 있다.
- [0005] 최근 배터리의 셀불균일화로 인한 과충전이나 과방전등 배터리 안정성 문제가 대두되고 있으며, 안정성 강화에 따른 배터리 설치비용 증가로 배터리 시스템의 가용 용량 최적화가 시장에서 핵심 이슈가 되고 있는 추세에 따라 직렬 셀 균등화뿐만 아니라 효과적인 병렬 셀 균등화가 요구되고 있다.
- [0006] 병렬 연결된 셀들의 균등화를 위해 종래의 기술로는 병렬 가지수만큼의 스위치를 두고 이를 충방전 전류에 따라 필요한 만큼 순차적으로 개폐시키는 SOC기반 스위치 시퀀싱방법이 개발된 바 있다. 이때 개별 스위치의 개폐여부는 퍼지 로직 제어 방법 등이 사용되어 부하 요구 및 SOC 비율에 따라 직류 버스(DC bus)에 연결된 배터리 셀의 개수를 자동으로 조정한다. 그러나 부하 요구 증가로 인해 더 많은 배터리 셀들이 DC 버스에 동시에 연결되는 상황에서는 다수의 병렬 셀 들이 직접 병렬 연결되는 경우가 많아지므로 셀 불균일화 현상은 계속 존재하게 되어 전체적인 균등화 성능이 저하된다.
- [0007] 다른 해결 방법으로서, 각 배터리 셀과 직렬로 고정 저항을 추가 연결하여 개별 배터리 셀의 임피던스 차이를 완화시키는 방법이 있다. 이러한 고정 저항 밸런싱 방법은 앞의 방법보다 스위치가 생략되므로 회로가 간단하고 비용이 절감될 수 있다. 그러나 상기 추가된 밸런싱 저항에서의 전력 손실로 인해 상시 충방전 효율이 발생하여 효율이 낮고 각각의 자기 방전율의 차이로 인해 균등화 성능이 만족스럽지 않다.
- [0008] 상기 기술에서 균등화 성능을 향상시키기 위해서는 상기 밸런싱 저항을 상당히 증가시켜야 하는데, 이는 다시 효율 저하를 수반하기 때문에 상기 방법에 있어서 효율과 균등화 성능간에는 기술적인 모순 문제가 있다. 결과적으로 병렬 연결된 배터리 구성을 위한 개선된 균등화 기술의 연구가 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) [문헌 1] 대한민국공개특허공보 제10-2019-0036242호 배터리 모듈 균등화 장치, 이를 포함하는 배터리 팩 및 자동차(주식회사 엘지 화학) 2019.04.04.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 따라서 본 발명의 목적은 동적 저항 방식의 배터리 셀 균등화 장치를 통해 병렬 연결된 배터리 셀들의 용량 최적화를 달성하는 것이다.
- [0011] 또한, 본 발명의 목적은 병렬 배터리 구성에서, 균등화 성능을 개선하고 배터리 용량을 최적화하며 손실에 의한 소실(loss dissipation)을 줄일 수 있는 동적 저항 배터리 셀 균등화 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 배터리 셀 균등화 장치는, 복수 개의 배터리 셀들; 각각이 상기 복수 개의 배터리 셀들 중 각 배터리 셀과 직렬 연결된 복수 개의 제1 저항들; 각각이 상기 각 배터리 셀 및 제1 저항과 직렬 연결된 복수 개의 제2 저항들; 각각이 상기 복수 개의 제2 저항들 중 각 제2 저항과 병렬 연결된 복수 개의 제1 스위치들; 및 상기 복수 개의 제1 스위치들을 제어하여 상기 각 배터리 셀의 전류 흐름을 제어하는 컨트롤러를 포함한다.
- [0013] 바람직하게는, 상기 컨트롤러는, 배터리 관리 시스템(battery management system; BMS)을 포함한다.
- [0014] 바람직하게는, 상기 제2 저항의 저항 값은 상기 제1 저항의 저항 값보다 큰 것을 특징으로 한다.

- [0015] 바람직하게는, 상기 배터리 셀 균등화 장치는, 상기 복수의 배터리 셀들과 부하 사이에 연결되는 양방향 컨버터를 더 포함한다.
- [0016] 바람직하게는, 상기 배터리 셀 균등화 장치는, 상기 양방향 컨버터와 상기 부하 사이에 연결되는 제2 스위치를 더 포함한다.
- [0017] 바람직하게는, 상기 컨트롤러는 상기 제2 스위치를 제어하여, 충전 모드에서, 상기 양방향 컨버터가 외부 전원에 연결되도록 제어한다.
- [0018] 바람직하게는, 상기 컨트롤러는 상기 제2 스위치를 제어하여, 방전 모드에서, 상기 양방향 컨버터가 상기 부하에 연결되도록 제어한다.
- [0019] 바람직하게는, 상기 컨트롤러는, 상기 각 배터리 셀의 충전 상태(state of charge; SOC) 비율(rate)을 확인하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 바람직하게는, 상기 컨트롤러는, 충전 모드에서, 상기 복수 개의 제1 스위치들 중 상기 SOC 비율이 가장 큰 배터리 셀에 대응하는 제1 스위치가 오프 상태가 되도록 제어한다.
- [0021] 바람직하게는, 상기 컨트롤러는, 충전 모드에서 상기 복수 개의 배터리 셀들 중 적어도 두 개 이상의 배터리 셀들에서 셀 균등화가 완료되면, 상기 셀 균등화가 완료된 배터리 셀들에 대응하는 제1 스위치들이 교대로 온 또는 오프 상태가 되도록 제어한다.
- [0022] 바람직하게는, 상기 컨트롤러는, 충전 모드에서 상기 복수 개의 배터리 셀들 모두에 대한 셀 균등화가 완료되면, 모든 상기 복수 개의 제1 스위치들이 온 상태가 되도록 제어한다.
- [0023] 바람직하게는, 상기 컨트롤러는, 방전 모드에서 상기 복수 개의 제1 스위치들 중 상기 SOC 비율이 가장 작은 배터리 셀에 대응하는 제1 스위치가 오프 상태가 되도록 제어한다.
- [0024] 바람직하게는, 상기 컨트롤러는, 방전 모드에서 상기 복수 개의 배터리 셀들 중 적어도 두 개 이상의 배터리 셀들에서 셀 균등화가 완료되면, 상기 셀 균등화가 완료된 배터리 셀들에 대응하는 제1 스위치들이 교대로 온 또는 오프 상태가 되도록 제어한다.
- [0025] 바람직하게는, 상기 컨트롤러는, 방전 모드에서 상기 복수 개의 배터리 셀들 모두에 대한 셀 균등화가 완료되면, 모든 상기 복수 개의 제1 스위치들이 온 상태가 되도록 제어한다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명에 따르면, 동적 저항 방법을 이용한 병렬 연결된 배터리 구성을 위한 균등화 회로를 제공함으로써, 배터리 셀들의 균등화 성능을 개선하고 배터리 용량을 최적화하며 밸런싱 저항에 의한 에너지 손실을 줄일 수 있다.
- [0027] 본 발명에 따르면, 복수 개의 배터리 셀들이 병렬 연결된 회로에서 배터리 셀의 추정된 SOC(state of charge) 비율에 기반하여 각 배터리 셀에 흐르는 전류 흐름을 조절하여 주어진 배터리 용량을 최대한 이용할 수 있다. 이에 따라, 결과적으로 셀 불균일 현상(Cell inconsistency)이 최소화되어 배터리 수명이 연장된다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 복수 개의 배터리 셀들이 병렬 연결된 회로를 나타내는 도면이다.
- 도 2는 상기 도 1의 등가 회로를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 종래의 병렬 셀들의 배터리 균등화를 목적으로 하는 SOC 기반의 스위치 시퀀싱 회로를 나타내는 도면이다.
- 도 4는 종래의 병렬 셀들의 배터리 균등화를 목적으로 하는 고정 저항을 이용한 밸런싱 회로를 나타내는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 병렬 연결된 배터리 셀들의 배터리 균등화를 위한 동적 저항 배터리 셀 균등화 회로를 나타내는 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 동적 저항 배터리 셀 균등화 회로의 충전 동작 시 SOC 변화를 종래의 방법과

비교한 그래프이다.

도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 동적 저항 배터리 셀 균등화 회로의 충전 동작 시 배터리 전류 변화를 종래의 방법과 비교한 그래프이다.

도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 동적 저항 배터리 셀 균등화 회로의 방전 동작 시 SOC 변화를 종래의 방법과 비교한 그래프이다.

도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 동적 저항 배터리 셀 균등화 회로의 방전 동작 시 배터리 전류 변화를 종래의 방법과 비교한 그래프이다.

도 10는 종래의 방법과 본 발명의 실시예에 따른 등화 성능의 시간에 따른 추이 비교를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 이하, 도면을 참조하여 본 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용을 실시 예에 기초하여 설명한다. 이들 실시 예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시 예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시 예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시 예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시 예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는 적절하게 설명된다면 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.

[0030] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있는 것이다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백히 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0031] 본 발명의 실시예는 병렬 배터리 구성을 위한 동적 저항 균등화(equalization) 회로를 제안한다. 본 발명에 따르면, 병렬 연결된 복수 개의 배터리 셀들에 대해 각 배터리 셀의 추정된 SOC(state of charge) 비율에 기반하여 균등화 회로의 스위치를 제어함으로써 개별 분기(branch)들의 등가 직렬 임피던스를 변경할 수 있으며, 이에 따라 병렬 연결된 각 배터리 셀로 흐르는 전류의 흐름을 조절하여 SOC 이용을 극대화할 수 있다.

[0032] 이하, 본 발명의 실시예를 설명하기에 앞서 다양한 형태의 배터리 셀 병렬 연결 회로들을 설명한다.

[0033] 도 1은 복수 개의 배터리 셀들이 병렬 연결된 회로를 나타내는 도면이며, 도 2는 상기 도 1의 등가 회로를 나타내는 도면이다.

[0034] 도 1을 참조하면, 3 개의 병렬 연결 배터리 셀들을 포함하는 병렬 연결 배터리 셀 회로를 구성할 수 있다. 예컨대, 상기 병렬 연결 배터리 셀 회로는 제1 배터리 셀(B1)(101), 제2 배터리 셀(B2)(102), 제3 배터리 셀(B3)(103), 및 DC/DC 컨버터(110)를 포함하여 구성될 수 있다. 상기 제1 배터리 셀(101), 제2 배터리 셀(102), 제3 배터리 셀(103)은 서로 병렬 연결되며, 상기 DC/DC 컨버터(110)는 상기 복수 개의 배터리 셀들(101, 102, 103)과 연결될 수 있다.

[0035] 상기 병렬 연결된 상기 제1 배터리 셀(101), 제2 배터리 셀(102), 제3 배터리 셀(103)에 저장된 전력은 통합되어 DC/DC 컨버터(110)로 전달되며, DC/DC 컨버터(110)에서 부하에 맞는 전압으로 변환된다. 즉 DC/DC 컨버터(110)는 V_{bus} 전압을 입력 받아 V_{out} 전압으로 변환시켜 부하에 공급한다.

[0036] 상기 도 1을 등가 회로로 나타내면 도 2와 같이 나타낼 수 있다. 도 2를 참조하면, 상기 도 1의 제1 배터리 셀(101)은 도 2의 제1 배터리(201)로 나타낼 수 있으며, 상기 제1 배터리 셀(201)은 제1 전압 소스(OCV1)(201a) 및 제1 등가 저항(Rb1)(201b)을 포함하는 회로로 나타낼 수 있다. 상기 도 1의 제2 배터리 셀(102)은 도 2의 제2 배터리(202)로 나타낼 수 있으며, 상기 제2 배터리 셀(202)은 제2 전압 소스(OCV2)(202a) 및 제2 등가 저항(Rb2)(202b)을 포함하는 회로로 나타낼 수 있다. 상기 도 1의 제3 배터리 셀(103)은 도 2의 제3 배터리(203)로 나타낼 수 있으며, 상기 제3 배터리 셀(203)은 제3 전압 소스(OCV3)(203a) 및 제3 등가 저항(Rb3)(203b)을 포함하는 회로로 나타낼 수 있다.

[0037] 상기 복수의 배터리 셀들(201, 202, 203)에서 합쳐진 전류는 부하 전류를 나타내는 등가 전류원(I Load)(210)로

나타낼 수 있다. 이때, 상기 각 배터리 셀에서 분기된 전류 I_1 , I_2 , I_3 은 각각 하기 <수학식 1>, <수학식 2>, <수학식 3>으로 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$I_1 = \frac{I_{load} R_{b2} R_{b3}}{R_{b2}(R_{b1} + R_{b3}) + R_{b1} R_{b3}} + \frac{OCV_1(R_{b2} + R_{b3}) - OCV_2 R_{b3} - OCV_3 R_{b2}}{R_{b2}(R_{b1} + R_{b3}) + R_{b1} R_{b3}}$$

수학식 2

$$I_2 = \frac{I_{load} R_{b1} R_{b3}}{R_{b1}(R_{b2} + R_{b3}) + R_{b2} R_{b3}} + \frac{OCV_2(R_{b1} + R_{b3}) - OCV_1 R_{b3} - OCV_3 R_{b1}}{R_{b1}(R_{b2} + R_{b3}) + R_{b2} R_{b3}}$$

수학식 3

$$I_3 = \frac{I_{load} R_{b1} R_{b2}}{R_{b2}(R_{b1} + R_{b3}) + R_{b3} R_{b1}} + \frac{OCV_3(R_{b1} + R_{b3}) - OCV_1 R_{b2} - OCV_2 R_{b1}}{R_{b2}(R_{b1} + R_{b3}) + R_{b3} R_{b1}}$$

상기 <수학식 1> 내지 <수학식 3>을 참조하면, 각 분기 전류(I_1 , I_2 , I_3)는 각 배터리 셀에 대응하는 개방 회로 전압(OCV_i) 및 각 배터리 셀의 임피던스(R_{bi})에 의존하며, 이는 모두 캘린더 노화(calendar aging) 동안 변한다. 또한, 배터리 시스템이 유휴 모드(idle mode)에 있는 경우에도 셀 간에 통제되지 않는 에너지 전송이 있으며, 이를 소위 자가 균등화 효과(self-balancing effect)라고 한다. 결과적으로 배터리는 추가로 내부 열을 발생시켜 셀의 발화를 유발할 수 있고, 균등화 성능도 떨어진다.

도 3은 종래의 병렬 셀들의 배터리 균등화를 목적으로 하는 SOC 기반의 스위치 시퀀싱 회로를 나타내는 도면이다. 도 3을 참조하면, 배터리 셀들의 병렬 연결 회로는 제1 배터리 셀(301), 제2 배터리 셀(302), 제3 배터리 셀(303), 스위치부(310), 컨트롤러(320), 외부 충전부(330), 전압 소스(340), DC/DC 컨버터(350), 부하(360)를 포함하여 구성될 수 있다. 상기 도 3에 의한 SOC 기반 스위치 시퀀싱은 SOC의 균형을 맞추기 위해 컨트롤러(320)에서 스위치부(310)의 각 스위치(311, 312, 313)를 제어함으로써 DC 버스에 배터리 셀(301, 302, 303)을 교대로 연결 또는 분리시킨다.

상기 컨트롤러(320)는 배터리 관리 시스템(battery management system; BMS)으로 구성될 수 있으며, 각 배터리 셀들(301, 302, 303)의 전압과 SOC 및 부하 전류를 측정하여 스위칭 순서를 결정한다. 이때, 충전전류나 방전전류가 배터리 셀 하나가 감당할 수 있는 전류보다 높으면 셀의 과-충전 또는 과-방전을 방지하기 위해 여러 배터리 셀이 동시에 직접 연결된다. 이러한 경우 셀 불균일 현상은 여전히 존재하게 되고 버스 전압이 불규칙적으로 변하면서 스위칭 순간에 펄스 형태의 배터리 전류가 각 셀로 흐르게 된다.

도 4는 종래의 병렬 셀들의 배터리 균등화를 목적으로 하는 고정 저항을 이용한 밸런싱 회로를 나타내는 도면이다. 도 4를 참조하면, 배터리 셀들의 병렬 연결 회로는 제1 배터리 셀(301), 제2 배터리 셀(302), 제3 배터리 셀(303)을 포함하며, 각 배터리 셀은 하나의 외부 저항(401, 402, 403)과 직렬 연결된다. 예컨대, 제1 배터리 셀(301)은 제1 외부 저항(401)과 직렬 연결되며, 제2 배터리 셀(302)은 제2 외부 저항(402)과 직렬 연결되며, 제3 배터리 셀(303)은 제3 외부 저항(403)과 직렬 연결된다.

상기 병렬 연결된 상기 제1 배터리 셀(301), 제2 배터리 셀(302), 제3 배터리 셀(303)에 저장된 전력은 각각 외부 저항(401, 402, 403)을 거쳐 통합되어 DC/DC 컨버터(410)로 전달되며, DC/DC 컨버터(410)에서 부하에 맞는 전압으로 변환된다.

- [0046] 상기 도 4의 회로는 도시된 바와 같이 각 배터리 셀(301, 302, 303)과 상기 배터리 셀의 외부에 직렬로 연결된 외부 저항(401, 402, 403)을 포함한다. 상기 셀 균등화를 위해 추가 설치된 상기 외부 저항(401, 402, 403)의 저항 값이 배터리 셀(301, 302, 303)의 내부 임피던스보다 충분히 크면, 셀 불균일 현상을 거의 제거 할 수 있고 각각의 병렬 분기의 전류는 거의 동일해진다. 그러나 이러한 성능을 내기 위해서는 추가 설치된 외부 저항에서 큰 전력 손실이 발생한다. 이를 줄이기 위해 상기 외부 저항 값을 줄이는 경우, 이는 다시 셀균등화 성능저하를 수반하기 때문에 상기 방법에 있어서 효율과 셀균등화 성능간에는 기술적인 모순 문제가 있다.
- [0047] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 병렬 연결된 배터리 셀들의 용량 최적화를 위한 동적 저항 배터리 셀 균등화 회로를 나타내는 도면이다. 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 배터리 셀들의 병렬 연결 회로는 제1 배터리 셀(501a), 제2 배터리 셀(502a), 제3 배터리 셀(503a), 컨트롤러(510), 양방향 컨버터(520)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0048] 상기 복수 개의 배터리 셀들(501a, 502a, 503a)은 각각 제1 저항(501b, 502b, 503b) 및 제2 저항(501c, 502c, 503c)이 직렬 연결될 수 있다. 즉, 제1 배터리 셀(501a)은 제1-1 저항(501b) 및 제1-2 저항(501c)과 직렬 연결될 수 있고, 제2 배터리 셀(502a)은 제2-1 저항(502b) 및 제2-2 저항(502c)과 직렬 연결될 수 있고, 제3 배터리 셀(503a)은 제3-1 저항(503b) 및 제3-2 저항(503c)과 직렬 연결될 수 있다.
- [0049] 상기 복수의 제2 저항들(501c, 502c, 503c)은 각각 제1 스위치들(501d, 502d, 503d)와 병렬 연결될 수 있다. 즉, 제1-2 저항(501c)은 제1-1 스위치(501d)와 병렬 연결될 수 있고, 제2-2 저항(502c)은 제2-1 스위치(502d)와 병렬 연결될 수 있고, 제3-2 저항(503c)은 제3-1 스위치(503d)와 병렬 연결될 수 있다.
- [0050] 상기 컨트롤러(510)는 상기 복수 개의 제1 스위치들(501d, 502d, 503d)을 제어하여 상기 각 배터리 셀(501a, 502a, 503a)의 전류 흐름을 제어할 수 있다. 상기 컨트롤러(510)는 배터리 관리 시스템(battery management system; BMS)을 포함할 수 있다. 본 발명의 실시예에 따라, 상기 각 배터리 셀에 대해 제2 저항(501c, 502c, 503c)의 저항 값은 상기 제1 저항(501b, 502b, 503b)의 저항 값보다 크도록 설계된다.
- [0051] 상기 본 발명의 실시예에 따른 배터리 셀들의 병렬 연결 회로는 상기 복수의 배터리 셀(501a, 502a, 503a)들과 부하(540) 사이에 연결되는 양방향 컨버터(520)를 더 포함할 수 있으며, 상기 양방향 컨버터(520)와 상기 부하(540) 사이에 제2 스위치(530)를 더 포함한다.
- [0052] 상기 컨트롤러(510)는 상기 제2 스위치(530)를 제어하여, 충전 모드에서, 상기 양방향 컨버터(520)가 외부 전원(550)에 연결되도록 제어하며, 방전 모드에서, 상기 양방향 컨버터(520)가 상기 부하(540)에 연결되도록 제어한다.
- [0053] 상기 컨트롤러(510)는, 상기 각 배터리 셀(501a, 502a, 503a)의 충전 상태(state of charge; SOC) 비율(rate)을 확인하여 복수의 제1 스위치들(501d, 502d, 503d)을 제어할 수 있다.
- [0054] 본 발명의 실시예에 따라, 상기 컨트롤러(510)는, 충전 모드에서, 상기 복수 개의 제1 스위치들(501d, 502d, 503d) 중 상기 SOC 비율이 가장 큰 배터리 셀에 대응하는 제1 스위치가 오프 상태가 되도록 제어한다. 본 발명의 실시예에 따라, 상기 컨트롤러(510)는, 방전 모드에서, 상기 복수 개의 제1 스위치들 중 상기 SOC 비율이 가장 작은 배터리 셀에 대응하는 제1 스위치가 오프 상태가 되도록 제어한다.
- [0055] 상기 컨트롤러(510)는, 상기 복수 개의 배터리 셀들(501a, 502a, 503a) 중 적어도 두 개 이상의 배터리 셀들에서 셀 균등화가 완료되면, 상기 셀 균등화가 완료된 배터리 셀들에 대응하는 제1 스위치들(501d, 502d, 503d)이 교대로 온 또는 오프 상태가 되도록 제어한다.
- [0056] 상기 컨트롤러(510)는, 상기 복수 개의 배터리 셀들(501a, 502a, 503a) 모두에 대한 셀 균등화가 완료되면, 모든 상기 복수 개의 제1 스위치들(501d, 502d, 503d)이 온 상태가 되도록 제어한다.
- [0057] 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 셀 균등화 회로는 각 배터리 셀(501a, 502a, 503a)과 직렬로 연결된 2 개의 저항(즉, 제1 저항 및 제2 저항)과 1 개의 스위치를 포함하여 구성한다. 컨트롤러(510)는 각 배터리 셀(501a, 502a, 503a)의 SOC를 추정할 수 있다. 예컨대, 상기 컨트롤러(510)는 쿨롱 계수(Coulomb counting) 방법에 의해, 각 배터리 셀(501a, 502a, 503a)의 SOC를 추정할 수 있다. 상기 컨트롤러(510)는 상기 추정된 각 배터리 셀(501a, 502a, 503a)의 SOC에 기반하여 상기 제1 스위치(501d, 502d, 503d)의 스위칭 순서를 결정한다.
- [0058] 상기 양방향 컨버터(520)는 상기 컨트롤러(510)의 제어에 따라 제2 스위치(530)를 제어함으로써 외부 전원(550)으로부터 각 배터리 셀(501a, 502a, 503a)을 충전하거나 각 배터리 셀(501a, 502a, 503a)로부터 부하(540)로 에너지를 방전한다. 상기 컨트롤러(510)는 상기 제1 스위치(501d, 502d, 503d)를 제어함으로써, 병렬 배치된 각

제2 저항(501c, 502c, 503c)의 임피던스에 따라 각 분기의 전류 흐름을 조절하도록 조정한다.

[0059] 본 발명의 실시예에 따라, 셀 균등화 프로세스는 3개의 구간으로 나누어질 수 있다. 제1 구간 동안 상기 컨트롤러(510)는 모든 제1 스위치(501d, 502d, 503d)가 온 상태가 되도록 제어하고, 복수 개의 배터리 셀들(501a, 502a, 503a) 중 최고 SOC의 배터리 셀 및 최저 SOC의 배터리 셀이 식별된다. 다음으로, 충전 모드에서는 최고 SOC에 해당하는 배터리 셀에 대응하는 제1 스위치만이 오프(OFF) 상태가 되도록 제어하고, 방전 모드에서는 최저 SOC에 해당하는 배터리 셀에 대응하는 제1 스위치만이 오프 상태가 되도록 제어한다. 상기 제1 스위치가 오프 상태된 배터리 셀의 분기에서는 상기 제1 저항과 제 2저항이 동시에 전류 경로에 있게 되므로 높은 임피던스 경로를 제공한다. 상기 제1 구간 동안 상기 각 배터리 셀에서 분기된 전류 I_1 , I_2 , I_3 은 각각 하기 <수학식 4>, <수학식 5>, 및 <수학식 6>으로 나타낼 수 있다.

수학식 4

[0060]
$$I_1 = \frac{I_{load} Z_2 Z_3}{Z_2(Z_1 + Z_3) + Z_1 * Z_3} + \frac{OCV_1(Z_2 + Z_3) - OCV_2 Z_3 - OCV_3 Z_2}{Z_2(Z_1 + Z_3) + Z_1 * Z_3}$$

수학식 5

[0061]
$$I_2 = \frac{I_{load} Z_1 Z_3}{Z_1(Z_2 + Z_3) + Z_2 * Z_3} + \frac{OCV_2(Z_1 + Z_3) - OCV_1 Z_3 - OCV_3 Z_1}{Z_1(Z_2 + Z_3) + Z_2 Z_3}$$

수학식 6

[0062]
$$I_3 = \frac{I_{load} Z_1 Z_2}{Z_2(Z_1 + Z_3) + Z_3 * Z_1} + \frac{OCV_3(Z_1 + Z_3) - OCV_1 Z_2 - OCV_2 Z_1}{Z_2(Z_1 + Z_3) + Z_3 Z_1}$$

[0063] 여기서, 분기 임피던스는 Z_i 는 스위치가 온 상태일 때, 하기 <수학식 7>으로 나타낼 수 있으며, 스위치가 오프 상태일 때 <수학식 8>로 나타낼 수 있다.

수학식 7

[0064]
$$Z_i(t) = Z_{ON} = R_{bi} + R_1 + (R_{ds,ON}) // R_2$$

수학식 8

[0065]
$$Z_i(t) = Z_{OFF} = R_{bi} + R_1 + R_2$$

[0066] 상기 제1 구간에서의 제어에 따라 2개 이상의 배터리 셀에서 균등화가 달성되면 제2 구간이 시작된다. 상기 컨트롤러(510)는 상기 제2 구간에서 상기 셀 균등화가 완료된 배터리 셀들에 대응하는 제1 스위치들을 교대로 온 또는 오프 상태가 되도록 제어한다.

[0067] 상기 제2 구간에서의 제어에 따라 모든 셀의 SOC가 균등화되면, 상기 컨트롤러(510)는 제3 구간 동안 모든 제1 스위치가 온 상태가 되도록 제어함으로써, 제1 저항만 전류경로에 있게 하여 상기 분기들에 낮은 임피던스 경로를 제공한다. 상기 제3 구간 동안의 상기 각 배터리 셀에서 분기된 전류 I_1 , I_2 , I_3 은 근사적으로 하기 <수학식

9>로 나타낼 수 있다. 여기서 N은 병렬 연결된 분기의 수를 나타낸다.

수학식 9

$$I_1 = I_2 = I_3 = \frac{I_{load}}{N}$$

[0068]

[0069]

[0070]

[0071]

[0072]

[0073]

[0074]

[0075]

[0076]

[0077]

[0078]

[0079]

[0080]

상기 도 5에서는 3개의 배터리 셀이 병렬 연결된 예를 설명하였으나, 본 발명이 상기 3개의 배터리 셀에 한정되는 것은 아니며, 4개 이상의 배터리 셀이 병렬 연결된 경우에도 동일하게 적용될 수 있다.

본 발명의 실시예에 따른 상기 도 5의 회로의 성능을 실험하기 위해 병렬 연결된 4 개의 18650 배터리 셀(3.7V / 2.6Ah)에 대한 시뮬레이션을 Matlab / Simulink에서 구현하였다. 상기 실험에서 제1 저항 $R_1 = 25m\Omega$ 으로 설정되며, 제2 저항 $R_2 = 1\Omega$ 으로 설정하였다. 시뮬레이션 결과는 후술하는 바와 같이 충전 및 방전 프로세스에 대해 별도로 얻어진다.

먼저, 도 6 및 도 7을 참조하여 충전 과정에서의 실험 결과를 설명하고, 다음으로, 도 8 및 도 9를 참조하여 방전 과정에서의 실험 결과를 설명한다.

상기 충전 과정에서, 모든 셀은 2600mA의 동일한 용량을 갖지만 초기 SOC 비율은 각 배터리 셀에 대해 서로 다른 것으로 가정한다. 예컨대, 제1 배터리 셀의 SOC는 5%, 제2 배터리 셀의 SOC는 15%, 제3 배터리 셀의 SOC는 10%, 제4 배터리 셀의 SOC는 30%로 가정한다. 배터리 시스템은 4A / 4.2V의 정전류-정전압(CC-CV) 방식으로 충전된다.

복수 개의 배터리 셀들 중 하나의 SOC가 100%에 도달하면 충전 프로세스가 중지된다. 시뮬레이션 결과는 종래의 방법들과 비교하여 도 6 및 도 7에 도시하였다. 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 동적 저항 배터리 셀 균등화 회로의 충전 동작 시 SOC 변화를 종래의 방법과 비교한 그래프이며, 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 동적 저항 배터리 셀 균등화 회로의 충전 동작 시 배터리 전류 변화를 종래의 방법과 비교한 그래프이다.

도 6의 SOC 프로파일은 모든 셀이 SOC 기반 시퀀싱(도 6의 (a)) 및 고정 저항 밸런싱(도 6의 (b))에서 충전되기 전에 충전 프로세스가 강제로 중지됨을 보여준다. 반면, 본 발명의 실시예에 따라 제안된 방법에서는 도 6의 (c)에 도시된 바와 같이 모든 셀의 SOC가 균등해지고 모든 셀이 동시에 완전히 충전되면 충전 프로세스가 중지된다. 따라서 시스템의 용량이 최대한 활용된다.

도 7의 전류 프로파일은 이러한 상황을 추가로 설명한다. 각 배터리 셀들 간의 셀 불균일로 인해, 충전 전류는 도 7의 (a)에서와 같이 SOC 기반 시퀀싱 방법에서 개별 셀에 의해 불균등하게 기여된다. 따라서, 셀 #4가 먼저 완전히 충전된 후, 충전 프로세스가 강제로 중단된다. 도 7의 (b)에 도시된 고정 저항 밸런싱 방법에서 분기 전류는 충전 과정 동안 거의 동일하게 유지된다. 그러나 초기 셀간 SOC 비율의 불균일로 인해 셀 #2가 먼저 완전히 충전되고 나머지 셀의 남은 용량이 낭비된다. 또한 저항의 전력 손실이 너무 높아 시스템 효율이 떨어진다.

반면, 본 발명의 실시예에 따른 회로에서의 전류 프로파일은, 도 7의 (c)에 도시된 바와 같이 상기 두 가지 종래 방법(도 7의 (a) 및 (b))의 장점들을 포함한다. 도 7의 (c)를 참조하면, 분기 전류들은 SOC 레벨에 따라 분배되며, 일단 균등화가 달성되면 개별 분기는 동일한 분기 전류를 제공한다.

다음으로, 도 8 및 도 9를 참조하여 방전 과정에서의 실험 결과를 설명한다.

상기 방전 과정에서 배터리 시스템은 4A의 정전류로 방전되고 초기 SOC는 각 배터리 셀에 대해 80%, 100%, 90%, 70%로 설정된다. 상기 각 배터리 셀이 완전히 방전되면 방전 과정이 중지된다. 시뮬레이션 결과는 도 8과 도 9에 도시된다.

도 8의 (b)를 참조하면, 고정 저항 밸런싱 방법에서는 초기 SOC 비율이 일치하지 않아 방전 프로세스가 강제로 중지된다. 셀 # 4는 완전히 방전되었지만, 나머지 에너지(셀 #2의 10% 용량, 셀 #3의 20% 및 셀 #1의 30%)는 사용되지 않는다. 이는 도 9의 (b)에 도시된 바와 같이 개별 분기에서 우수한 방전 전류만을 허용하기 때문이다.

도 8의 (a) 및 도 9의 (a)를 참조하면, SOC 기반 시퀀싱 방법에서 모든 셀이 동시에 완전히 방전되더라도, 병렬 분기의 전류는 동일하지 않다. 또한, 각 스위칭 시간에 전류 스파이크가 발생하여 전력 손실이 증가한다. 반면, 본 발명의 실시예에 따른 방법은 도 8의 (c)를 참조하면, 방전 전류가 배터리 전류 용량을 초과하지 않는 범위

내로 유지되면서 배터리 용량을 완전히 활용할 수 있다.

[0081] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 회로는 도 9의 (c)에 도시된 바와 같은 전류 프로파일로 나타난다. 상기 도 9의 (c)를 참조하면, 초기에, 배터리 셀 #4는 가장 낮은 전류(제1 구간)로 방전되는 것이 용이하다. 2000초에서, 셀 #2의 SOC가 셀 #4와 같을 때, SOC 비교 알고리즘에 따라 컨트롤러(510)는 셀 #2 및 셀 #4를 교대로 방전시켜, 가장 낮은 전류로 밸런싱 상태(제2 구간)를 유지한다. 유사한 방식으로, 가장 낮은 전류가 셀 #2, #3 및 #4에 계속적으로 할당된다. 모든 셀의 SOC가 서로 균등화되면 컨트롤러(510)는 제3 구간에서 모든 제1 스위치가 온 상태가 되도록 제어하여 전원 손실을 최소화하면서 방전 전류를 균등하게 분배한다. 결과적으로 셀 불균일 문제가 완전히 제거되고 배터리 용량이 최대로 활용된다.

[0082] 이하, 상기 시뮬레이션 결과를 토대로 고정 저항 밸런싱 방법과 제안된 방법의 전력 손실을 계산하고 비교한다. 종래의 방법에서, 스위치 손실과 저항손실을 계산하기 위해 각 분기의 실효치(Root Mean Square: RMS) 전류를 계산된다. 등화 저항의 전력 손실은 하기 <수학식 10>에 의해 계산될 수 있다.

수학식 10

$$P_{loss} = \sum_{i=1}^N \frac{R}{T} \int_0^T i_i^2(t) dt$$

[0083]

[0084] 상기 <수학식 10>에서 R은 제1 저항이고, $i_i(t)$ 는 i 번째 개별 분기의 전류를 나타내며, N은 병렬 연결 분기수, T는 밸런싱에 소요된 시간을 나타낸다.

[0085] 본 발명의 실시예에 따른 회로에서, 스위칭 결정에 따른 개별 분기 임피던스가 시간에 따라 변화하므로 이를 기록하여 전력계산에 사용된다. 셀 균등화 회로에서의 평균 전력 손실은 하기 <수학식 11>에 의해 계산된다.

수학식 11

$$P_{loss} = \sum_{i=1}^N \frac{\int_0^T i_i^2(t) Z_i(t) dt}{T}$$

[0086]

[0087] 상기 <수학식 11>에서 $i_i(t)$ 는 각 분기의 측정된 전류이고; $Z_i(t)$ 는 각 분기 저항의 시간에 따른 임피던스이며; T는 밸런싱에 소요된 시간을 나타낸다.

[0088] 상기 <수학식 10> 및 <수학식 11>에 따라 계산된 전력 손실은 하기 <표 1>과 같이 나타낼 수 있다.

표 1

[0089]

과정(process)	P_{loss} (단위 : W)	고정 저항 방법	본 발명
충전	P_1	1.0451	0.0312
	P_2	0.9959	0.0237
	P_3	1.0164	0.0268
	P_4	0.9447	0.0177
	ΣP	4.0022	0.0994
방전	P_1	0.9886	0.0676
	P_2	1.0655	0.0340
	P_3	1.0264	0.0384
	P_4	0.9247	0.0627
	ΣP	4.0052	0.2027

- [0090] 상기 <표 1>을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따라 제안된 방법의 전력 손실이 종래 방법의 전력 손실보다 방전 과정에서는 1/19로 작아지며, 충전 과정에서는 1/40로 작아짐을 알 수 있다.
- [0091] 충전 및 방전 과정에서 종래의 방법과 본 발명의 실시예에 따른 방법의 등화 성능은 등화 과정 동안 셀들 간의 SOC 차이의 추이에 의해 평가될 수 있다.
- [0092] 도 10은 종래의 방법과 본 발명의 실시예에 따른 등화 성능의 시간에 따른 추이비교를 나타낸다. 종래의 SOC 기반 시퀀싱 방법에서, 배터리 셀 SOC는 동일하지 않으며, 충전 및 방전 과정 모두에서 동작 과정 동안 SOC 차이가 또한 커진다. 또한, 종래의 고정 저항 밸런싱 방법은 동일한 분기 전류만 유지하므로 과정 중에 SOC 차이는 변하지 않는다.
- [0093] 반면, 본 발명의 실시예에 따른 방법은 SOC 차이가 시간이 지나면서 감소하도록 균등화 프로세스를 제어한다. 예컨대, 5%의 SOC 차이를 얻기 위해, 본 발명의 실시예에 따른 방법은 약 2000초(충전 과정) 및 2800초(방전 과정)가 소요된다. 이는 본 발명의 실시예에 따른 방법의 등화 속도가 기존 방법보다 빠르다는 것을 의미한다. 아울러, 제안된 방법의 SOC 차이는 충전 및 방전 프로세스의 종료 시 0에 근접한다.
- [0094] 이와 같이 본 발명의 실시예에 따른 동적 저항 기법을 이용한 병렬 연결된 배터리 구성을 위한 셀 균등화 방법은 각 배터리 셀의 SOC 상태에 따라 병렬 분기의 임피던스를 조절하도록 제어된다. 상기 시뮬레이션 결과에서도 확인한 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 방법은 배터리 용량이 방전 과정에서 최대한 활용되고 동시에 충전 과정에서 모든 셀이 완전히 충전됨을 보여준다. 결과적으로, 셀 불균등 현상이 제거되어 배터리의 안정성이 확보되고 수명도 연장된다.
- [0095] 이에 따라, 본 발명의 실시예에 따른 방법은 균등화 성능을 개선하고 배터리 가용 용량을 최적화하며 에너지 손실을 줄일 수 있다. 배터리 셀의 추정된 SOC(state of charge) 비율과 충방전 전류로부터 균등화 회로의 스위치는 개별 분기(branch)들의 등가 직렬 임피던스를 변경하도록 제어되며, 이는 전류 흐름을 조절하여 SOC 이용을 극대화한다. 예컨대, 도 6 내지 도 10에 도시된 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 방법은 각각 3.7V / 2.6Ah를 가진 4 개의 18650 Li- 이온 배터리 셀의 병렬 연결된 구성의 시뮬레이션으로 검증될 수 있으며, 그 결과 SOC가 1% 차이 내에서 균형을 이루고, 모든 셀이 동시에 완전히 충전 또는 방전되고, 분기 전류는 종래의 방법에 비해 전력 소비가 적고 제한된 안전 범위 내로 제어됨을 보여준다.
- [0096] 본 발명은 특정 기능들 및 그의 관계들의 성능을 나타내는 방법 단계들의 목적을 가지고 위에서 설명되었다. 이러한 기능적 구성 요소들 및 방법 단계들의 경계들 및 순서는 설명의 편의를 위해 여기에서 임의로 정의되었다. 상기 특정 기능들 및 관계들이 적절히 수행되는 한 대안적인 경계들 및 순서들이 정의될 수 있다. 임의의 그러한 대안적인 경계들 및 순서들은 그러므로 상기 청구된 발명의 범위 및 사상 내에 있다. 추가로, 이러한 기능적 구성 요소들의 경계들은 설명의 편의를 위해 임의로 정의되었다. 어떠한 중요한 기능들이 적절히 수행되는 한 대안적인 경계들이 정의될 수 있다. 마찬가지로, 흐름도 블록들은 또한 어떠한 중요한 기능성을 나타내기 위해 여기에서 임의로 정의되었을 수 있다. 확장된 사용을 위해, 상기 흐름도 블록 경계들 및 순서는 정의되었을 수 있으며 여전히 어떠한 중요한 기능을 수행한다. 기능적 구성 요소들 및 흐름도 블록들 및 순서들 둘 다의 대안적인 정의들은 그러므로 청구된 본 발명의 범위 및 사상 내에 있다.
- [0097] 본 발명은 또한 하나 이상의 실시 예들의 용어로, 적어도 부분적으로 설명되었을 수 있다. 본 발명의 실시 예는 본 발명, 그 측면, 그 특징, 그 개념, 및/또는 그 예를 나타내기 위해 여기에서 사용된다. 본 발명을 구현하는 장치, 제조의 물건, 머신, 및/또는 프로세스의 물리적인 실시 예는 여기에 설명된 하나 이상의 실시 예들을 참조하여 설명된 하나 이상의 측면들, 특징들, 개념들, 예들 등을 포함할 수 있다. 더구나, 전체 도면에서, 실시 예들은 상기 동일한 또는 상이한 참조 번호들을 사용할 수 있는 상기 동일하게 또는 유사하게 명명된 기능들, 단계들, 모듈들 등을 통합할 수 있으며, 그와 같이, 상기 기능들, 단계들, 모듈들 등은 상기 동일한 또는 유사한 기능들, 단계들, 모듈들 등 또는 다른 것들일 수 있다.
- [0098] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시 예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0099] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라

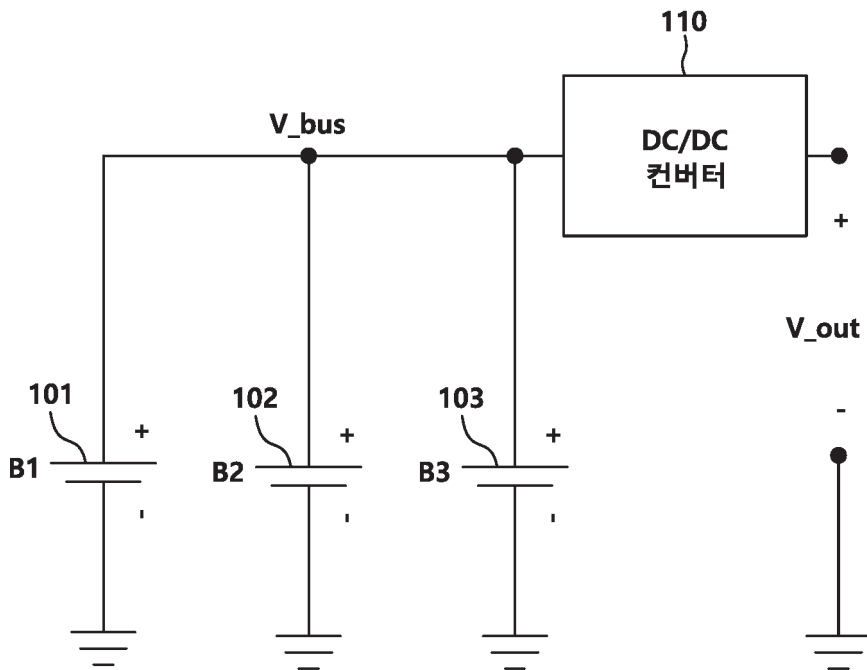
이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

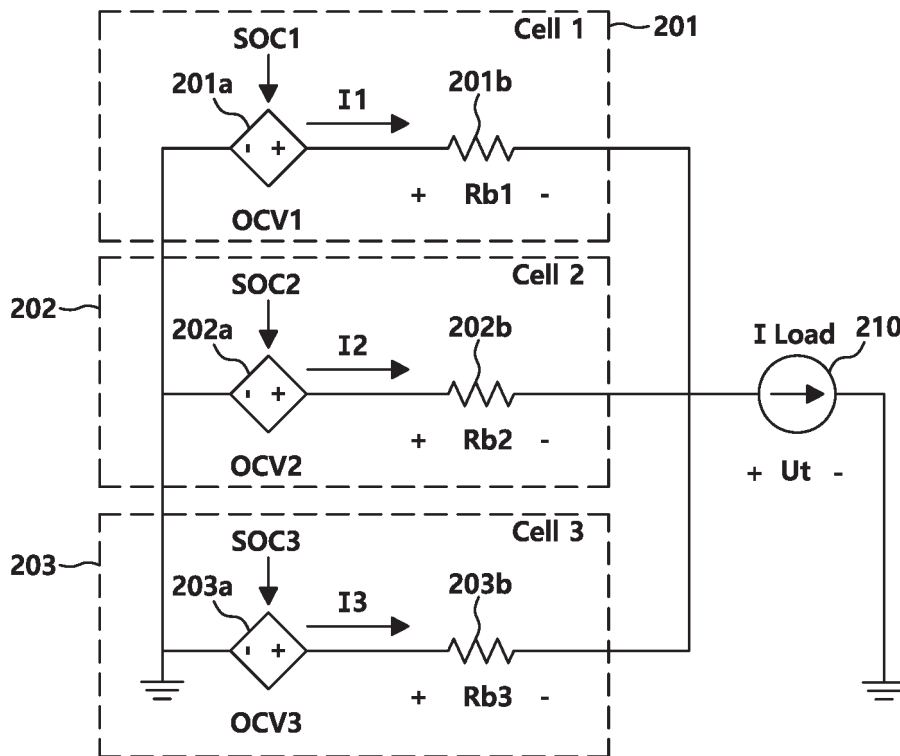
[0100]	101 : 제1 배터리 셀	102 : 제2 배터리 셀
	103 : 제3 배터리 셀	110 : DC/DC 컨버터
	201 : 제1 배터리 셀	201a : 제1 전압 소스
	201b : 제1 등가 저항	202 : 제2 배터리 셀
	202a : 제2 전압 소스	202b : 제2 등가 저항
	203 : 제3 배터리 셀	203a : 제3 전압 소스
	203b : 제3 등가 저항	210 : 전류 소스
	301 : 제1 배터리 셀	302 : 제2 배터리 셀
	303 : 제3 배터리 셀	310 : 스위치부
	311 : 제1 셀 스위치	312 : 제2 셀 스위치
	313 : 제3 셀 스위치	320 : 컨트롤러
	330 : 외부 충전부	340 : 전압 소스
	350 : DC/DC 컨버터	360 : 부하
	401 : 제1 외부 저항	402 : 제2 외부 저항
	403 : 제3 외부 저항	410 : DC/DC 컨버터
	501a : 제1 배터리 셀	501b : 제1-1 저항
	501c : 제1-2 저항	501d : 제1-1 스위치
	502a : 제2 배터리 셀	502b : 제2-1 저항
	502c : 제2-2 저항	502d : 제2-1 스위치
	503a : 제3 배터리 셀	503b : 제3-1 저항
	503c : 제3-2 저항	503d : 제3-1 스위치
	510 : 컨트롤러(BMS)	520 : 양방향 컨버터
	530 : 제2 스위치	540 : 부하
	550 : 외부 전원	

도면

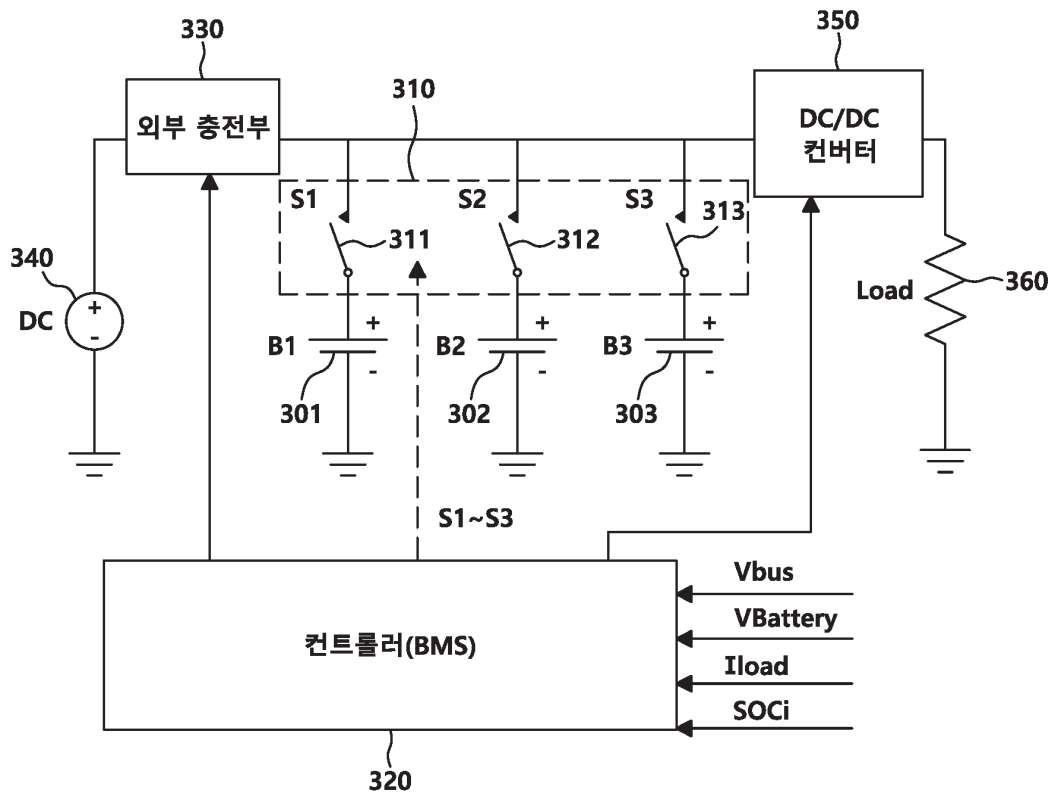
도면1



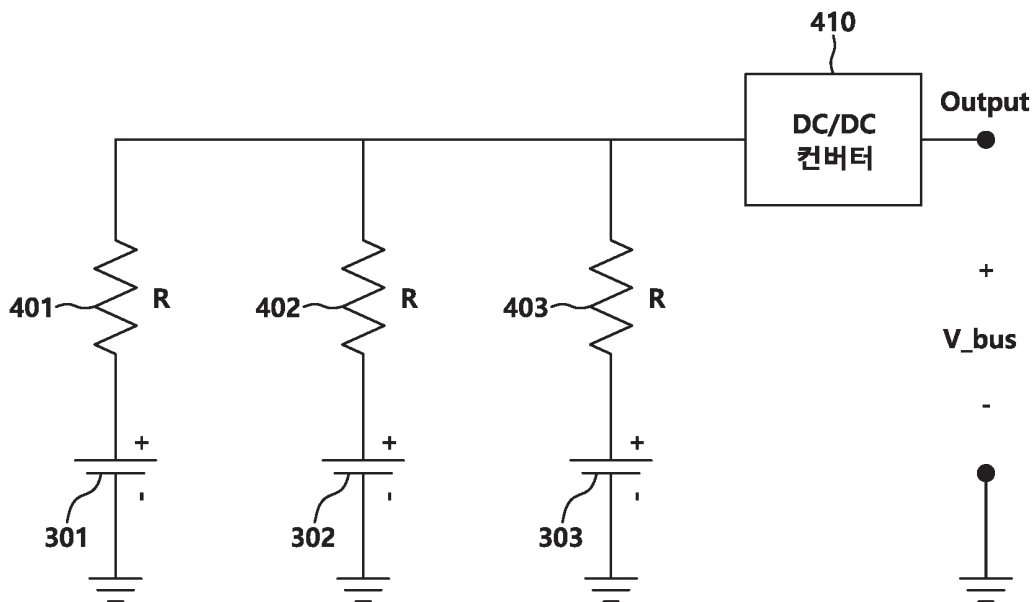
도면2



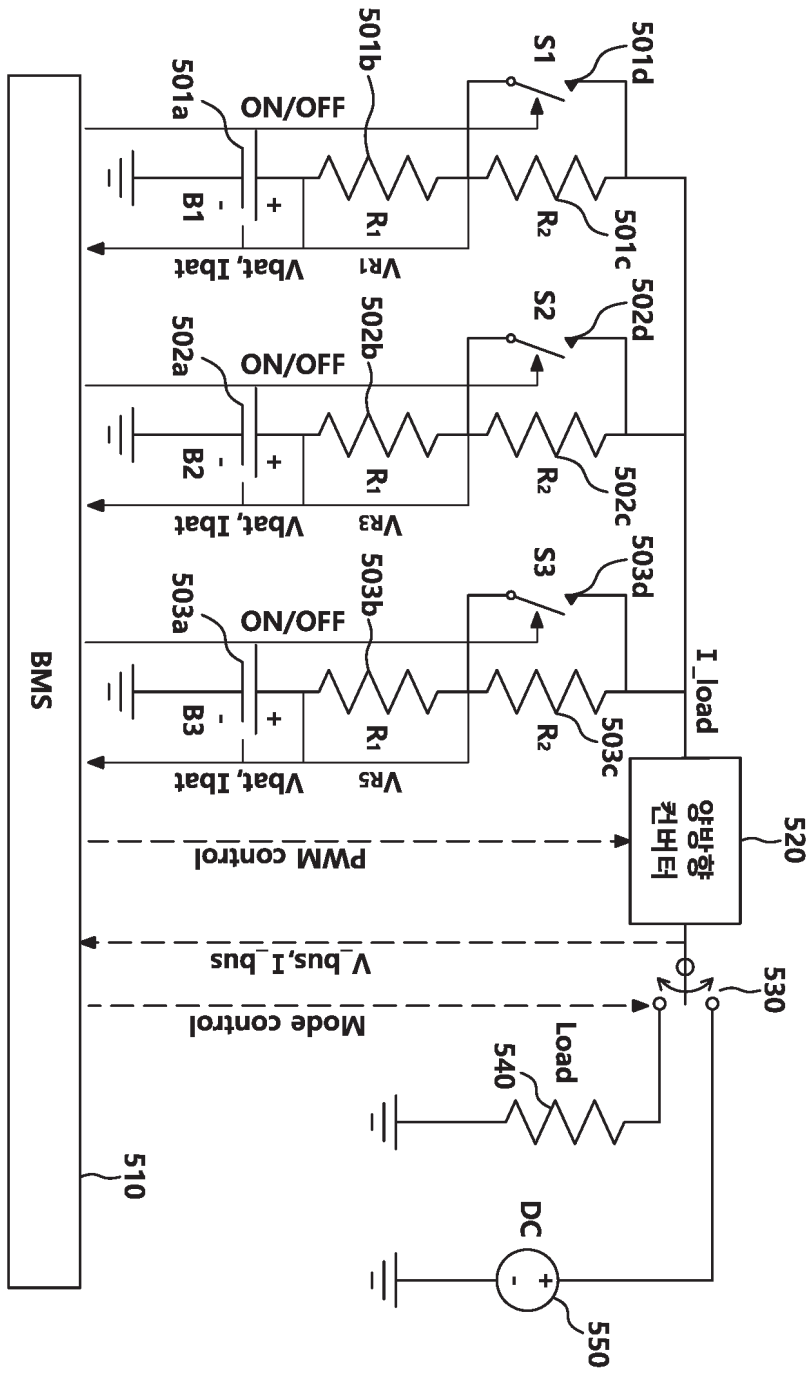
도면3



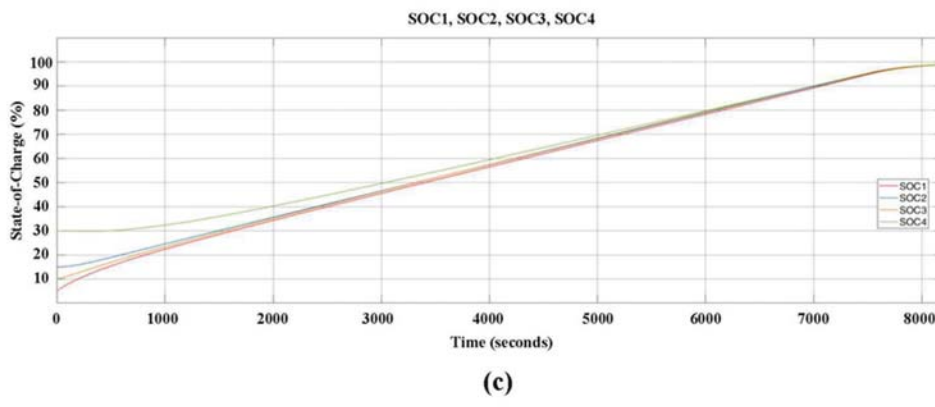
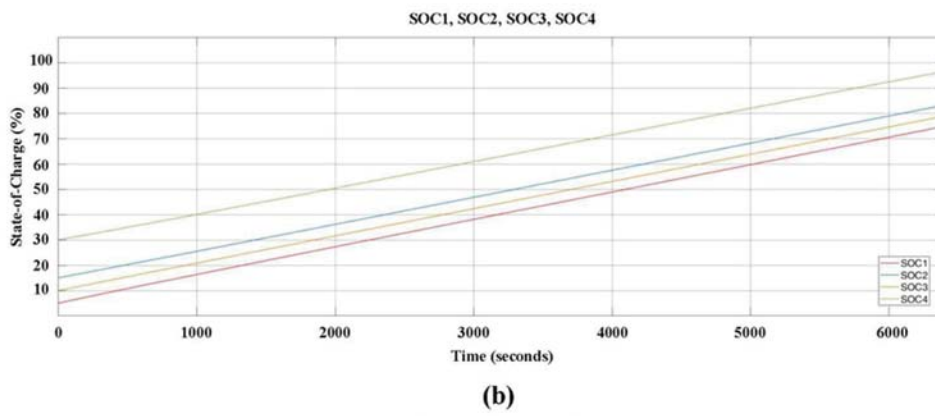
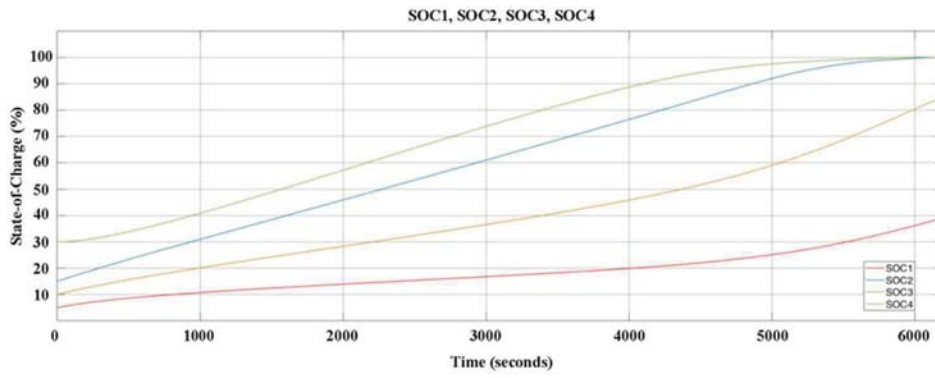
도면4



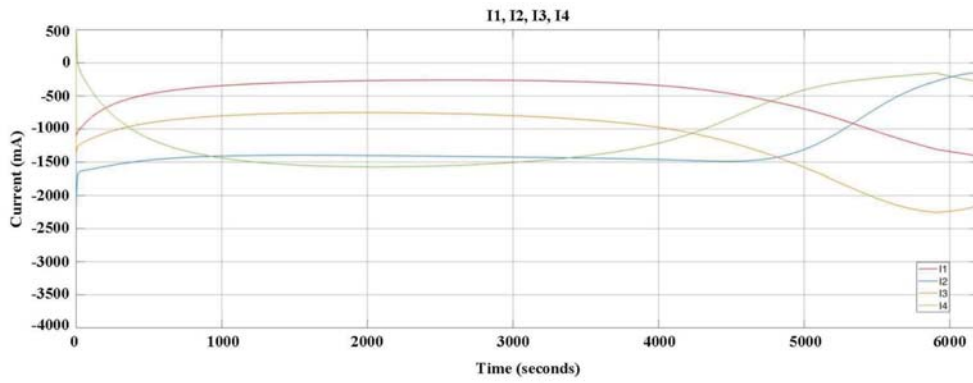
도면5



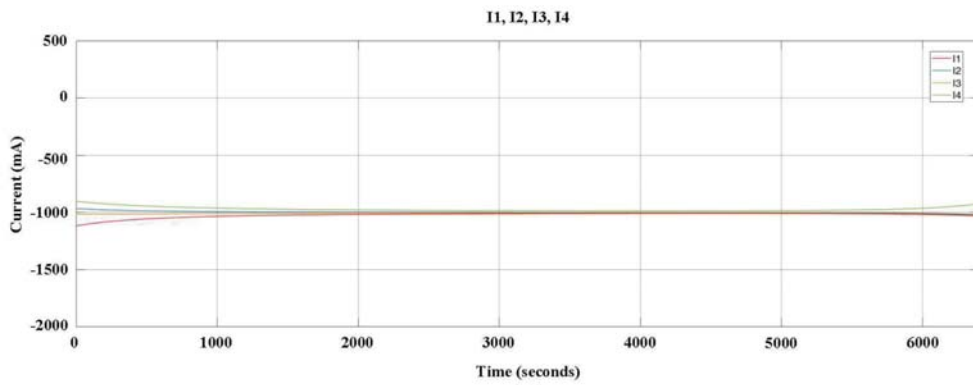
도면6



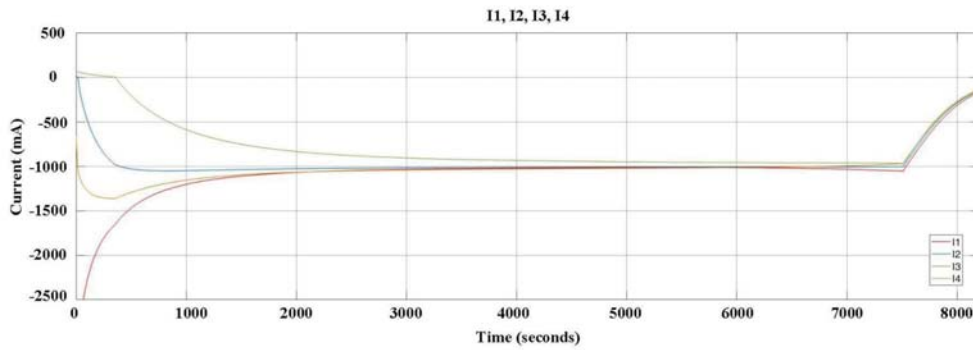
도면7



(a)

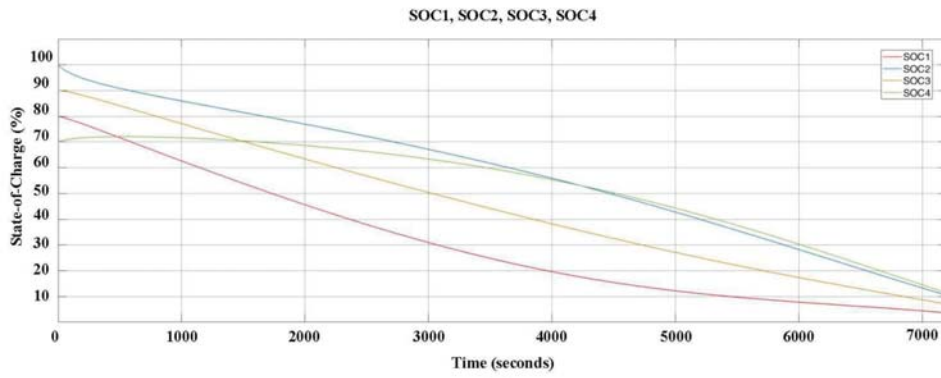


(b)

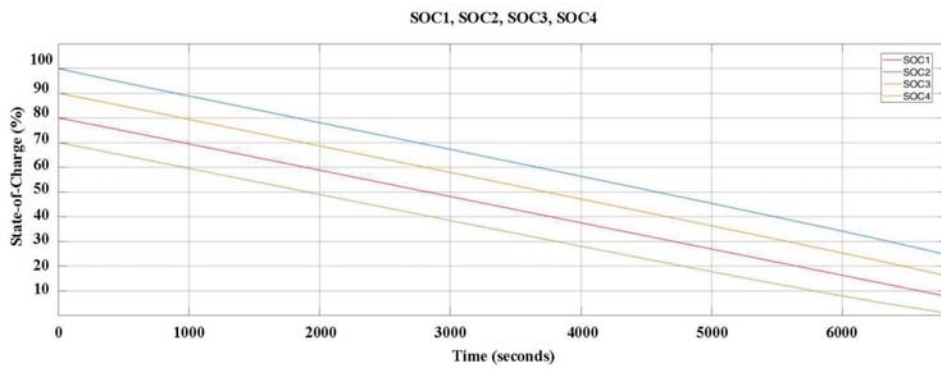


(c)

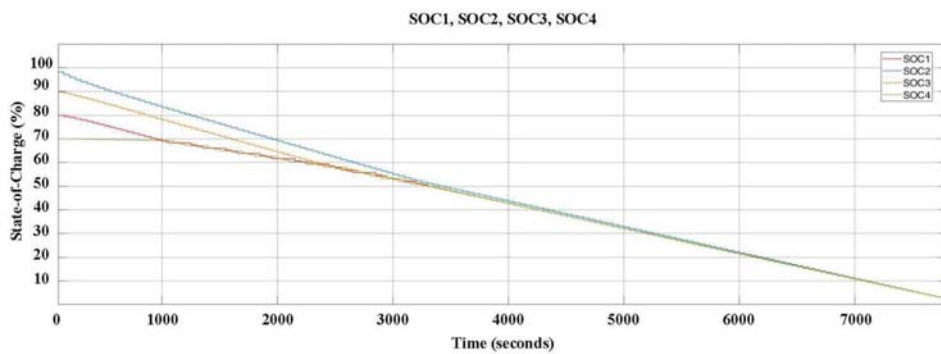
도면8



(a)

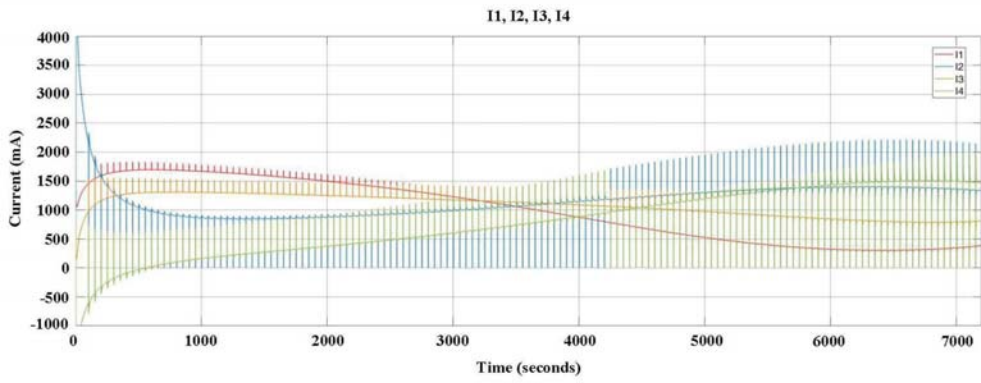


(b)

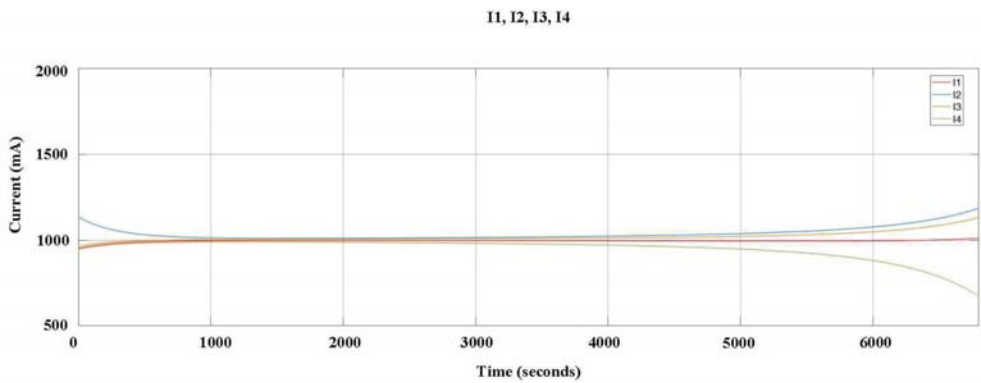


(c)

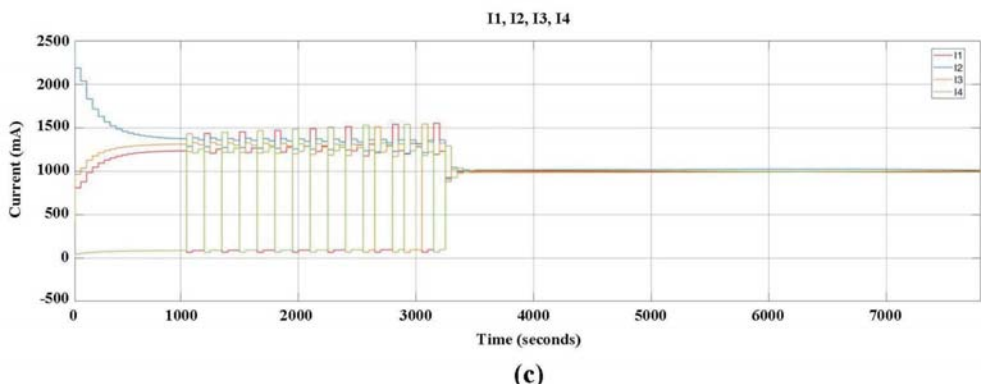
도면9



(a)



(b)



(c)

도면10

