(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0062648
(43) 공개일자 2024년05월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 7/00 (2006.01) *H01M 10/42* (2014.01)
(52) CPC특허분류
H02J 7/0019 (2023.08)
H01M 2010/4271 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0144402
(22) 출원일자 2022년11월02일
심사청구일자 2022년11월02일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
김재국
인천광역시 남동구 아암대로1503번길 21, 1005동 1704호(논현동, 에코메트로 10블록 한화 꿈에그린 아파트)
안재현
인천광역시 부평구 부평북로 463, 311동 1201호(삼산동, 주공미래타운3단지)
(74) 대리인
네이트특허법인

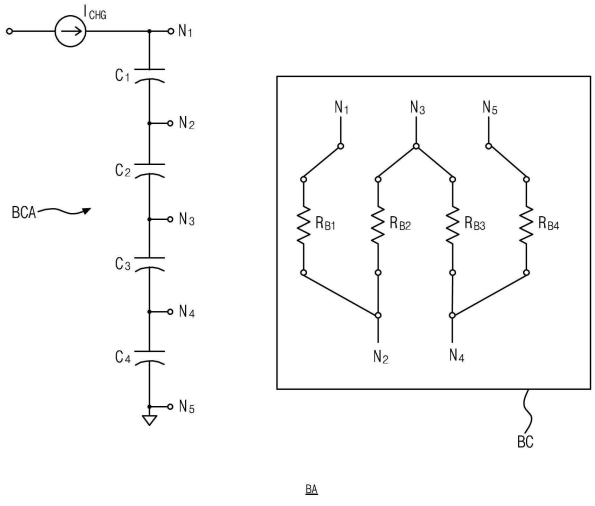
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **배터리**

(57) 요 약

본 발명은 직렬 연결된 제1 내지 제N(N은 2 이상의 정수)배터리 셀과; 제1 내지 제N밸런싱 저항 소자를 구비한 밸런싱 저항 연결 회로를 포함하고, 상기 밸런싱 저항 연결 회로는, 하나의 스위칭 사이클 동안 상기 제1 내지 제N배터리 셀 각각에 제1 내지 제N밸런싱 저항 소자 각각이 한 번씩 병렬 연결되도록 구성된 배터리를 제공한다.

대 표 도 - 도2



BA

명 세 서

청구범위

청구항 1

직렬 연결된 제1 내지 제N(N은 2 이상의 정수)배터리 셀과;

제1 내지 제N밸런싱 저항 소자를 구비한 밸런싱 저항 연결 회로를 포함하고,

상기 밸런싱 저항 연결 회로는, 하나의 스위칭 사이클 동안 상기 제1 내지 제N배터리 셀 각각에 제1 내지 제N밸런싱 저항 소자 각각이 한 번씩 병렬 연결되도록 구성된

배터리.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1배터리 셀의 제1전극에는 제1노드가 연결되고, 상기 제1 내지 제N배터리 셀의 서로 이웃한 배터리 셀 사이의 접점들 각각에는 제2 내지 제N노드가 연결되고, 제N배터리 셀의 제2전극에는 제N+1노드가 연결되고,

상기 밸런싱 저항 연결 회로는, 상기 제1 내지 제N+1노드 중 홀수번째 노드들과 상기 제1 내지 제N밸런싱 저항 소자의 일단들 사이의 연결을 온/오프하는 제1스위칭블럭과, 상기 제1 내지 제N+1노드 중 짝수번째 노드들과 상기 제1 내지 제N밸런싱 저항 소자의 타단들 사이의 연결을 온/오프하는 제2스위칭블럭을 포함하는

배터리.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 스위칭 사이클은, 순서대로 정의되는 제1 내지 제N스위칭 구간으로 구성되고,

상기 제1 내지 제N스위칭 구간의 순서에 따라, 상기 제1 내지 제N밸런싱 저항 소자의 연결 순서가 하나씩 로테이션되는

배터리.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제1 내지 제N스위칭 구간은 서로 동일한

배터리.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 배터리에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 시장에서는 기존에 많이 사용되던 휴대폰, 노트북 이외에도 청소기, 전자 담배, 선풍기 등의 다양한 무선

제품들, 그리고 전기 자동차의 개발 및 발전으로 배터리에 대한 관심이 점점 높아지고 있다. 이러한 분야에서 리튬 이온 배터리나 리튬 폴리머 배터리 등 리튬 계열의 배터리가 낮은 저항, 높은 에너지 밀도 등의 장점으로 많이 사용되고 있으며, 각각의 배터리 셀(cell)을 직병렬로 연결한 배터리 팩(pack) 형태로 제작하여 사용한다.

[0003] 배터리 팩을 효율적이고 안전하게 사용하기 위하여 보호회로 모듈이나 배터터리 관리 유닛(battery management unit), 배터리 관리 시스템(battery management system) 등의 장치들이 있으며, 통상적으로 수십 개 이상의 셀을 사용하는 배터리 팩에 적용되는 보호회로를 BMS라고 한다. BMS는 리튬 배터리의 안정성을 위해 배터리의 충방전 전압 및 충방전 전류나 온도 등을 제어 해주는 역할을 수행하며, 또한 배터리를 효율적으로 사용하기 위한 배터리 셀 밸런싱(cell balancing) 기능을 한다.

[0004] 배터리 셀 밸런싱은 일반적으로 수동형 밸런싱 기법(passive balancing technique) 과 능동형 밸런싱 기법(active balancing technique)으로 나눌 수 있다. 능동형 밸런싱 기법은 높은 효율을 갖는다는 장점이 있으나, 가격적인 요소와 제어 실패에 대한 불안정성으로 인해 많은 연구가 필요한 상황이다. 반대로 수동형 밸런싱 기법은 저항 소자를 이용하여 각 셀 전압을 방전시키는 방법으로 효율 측면에서는 단점을 가지지만, 저렴한 가격으로 구성할 수 있으며 안정성이 높아 많이 사용되는 방식이다.

[0005] 수동형 밸런싱 방식은 저항 소자를 사용하여 셀 전압의 밸런싱을 달성한다. 각각의 셀과 저항 소자들이 병렬 연결되고, 저항 소자들의 소자 값 즉 저항값의 비에 의해 셀 전압이 나타난다. 즉, 저항 소자들의 저항값이 모두 동일하면 각 배터리의 셀 전압도 동일하게 나타나고, 저항값이 틀어지면 틀어진 만큼 각 배터리의 셀 전압도 어긋나게 된다. 여기서, 수동형 밸런싱 방식의 치명적인 문제가 나타날 수 있다. 이는 셀 전압 밸런싱을 위한 저항 소자들이 실제로는 공차(tolerance)로 인해 다른 저항값을 갖게 될 수 있는데, 결과적으로 셀 전압 밸런싱 달성이 어려울 수 있다는 점이다. 일반적으로 저항 소자는 최대 ±20%의 공차를 가질 수 있으며, 배터리 전압 또한 최대 20%의 차이를 가질 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 저항 소자의 저항값에 관계 없이 배터리 셀 전압 밸런싱을 달성하기 위한 방안을 제공하는 것에 과제가 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기와 같은 과제를 달성하기 위하여, 본 발명은 직렬 연결된 제1 내지 제N(N은 2 이상의 정수)배터리 셀과; 제1 내지 제N밸런싱 저항 소자를 구비한 밸런싱 저항 연결 회로를 포함하고, 상기 밸런싱 저항 연결 회로는, 하나의 스위칭 사이클 동안 상기 제1 내지 제N배터리 셀 각각에 제1 내지 제N밸런싱 저항 소자 각각이 한 번씩 병렬 연결되도록 구성된 배터리를 제공한다.

[0008] 여기서, 상기 제1배터리 셀의 제1전극에는 제1노드가 연결되고, 상기 제1 내지 제N배터리 셀의 서로 이웃한 배터리 셀 사이의 접점들 각각에는 제2 내지 제N노드가 연결되고, 제N배터리 셀의 제2전극에는 제N+1노드가 연결되고, 상기 밸런싱 저항 연결 회로는, 상기 제1 내지 제N+1노드 중 홀수번째 노드들과 상기 제1 내지 제N밸런싱 저항 소자의 일단들 사이의 연결을 온/오프하는 제1스위칭블럭과, 상기 제1 내지 제N+1노드 중 짝수번째 노드들과 상기 제1 내지 제N밸런싱 저항 소자의 타단들 사이의 연결을 온/오프하는 제2스위칭블럭을 포함할 수 있다.

[0009] 상기 스위칭 사이클은, 순서대로 정의되는 제1 내지 제N스위칭 구간으로 구성되고, 상기 제1 내지 제N스위칭 구간의 순서에 따라, 상기 제1 내지 제N밸런싱 저항 소자의 연결 순서가 하나씩 로테이션될 수 있다.

[0010] 상기 제1 내지 제N스위칭 구간은 서로 동일할 수 있다.

발명의 효과

[0011] 본 발명의 수동형 배터리 셀 전압 밸런싱 방식에서는, 저항 소자의 저항값에 실질적으로 상관 없이 배터리 셀에 연결되는 밸런싱 저항 소자들을 로테이션함으로써, 셀 전압들의 밸런싱을 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 배터리를 개략적으로 도시한 도면.

도 2 내지 5는 본 발명의 실시예에 따른 배터리에서 하나의 스위칭 사이클 동안의 저항 소자 로테이션 방식을 도시한 도면.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 배터리 셀들의 충전 전압들에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다.

[0014] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 배터리를 개략적으로 도시한 도면이다.

[0015] 본 발명의 실시예에 따른 배터리(BA)는, 배터리 셀 어레이(BCA)와 밸런싱 저항 연결 회로(또는 밸런싱 저항 연결 블럭)(BC)를 포함할 수 있다.

[0016] 배터리 셀 어레이(BCA)는 직렬 연결된 다수의 배터리 셀 예를 들어 제1배터리 셀(C1) 내지 제N배터리 셀(CN)을 포함할 수 있다 (N은 2 이상의 정수). 각 배터리 셀은 2개의 전극인 제1전극(또는 애노드)과 제2전극(또는 캐소드)을 포함할 수 있으며, 서로 이웃한 2개의 배터리 셀 사이에는 하나의 배터리 셀의 제1전극과 다른 하나의 배터리 셀의 제2전극이 직접 연결될 수 있다.

[0017] 한편, 설명의 편의를 위해, 충전 전류(ICHG)는 제1배터리 셀(C1)의 제1전극에 입력될 수 있다. 다시 말하면, 제1배터리 셀(C1)은 충전 전류(ICHG)의 입력 단자(또는 고전위 단자)에 연결될 수 있다. 그리고, 제N배터리 셀(CN)은 충전 전류(ICHG)의 출력 단자(또는 저전위 단자)에 연결될 수 있다.

[0018] 각 배터리 셀의 양단 즉 제1,2전극은 대응되는 2개의 노드에 연결될 수 있다. 도 1의 구조에서는 제1노드(N1) 내지 제N+1노드(NN+1)가 정의되고, 제1노드(N1)는 제1배터리 셀(C1)의 제1전극에 연결되며, 제2노드(N2) 내지 제N노드(NN)는 각각 제1배터리 셀(C1) 내지 제N배터리 셀(CN)의 이웃한 2개의 배터리 셀 사이의 접점들에 연결되고, 제N+1노드(NN+1)는 제N배터리 셀(CN)의 제2전극에 연결될 수 있다.

[0019] 밸런싱 저항 연결 회로(BC)는 수동형 밸런싱 방식의 회로일 수 있다. 이와 같은 밸런싱 저항 연결 회로(BC)는 다수의 밸런싱 저항 소자들 예를 들어 제1저항 소자 내지 제N저항 소자(RB1 내지 RBN)를 포함할 수 있다. 이처럼, 저항 소자들의 개수는 배터리 셀들의 개수와 동일할 수 있다.

[0020] 제1저항 소자 내지 제N저항 소자(RB1 내지 RBN) 각각은, 하나의 충전 사이클(cycle) 즉 하나의 스위칭 사이클 동안 로테이션 방식으로 모든 배터리 셀(C1 내지 CN) 각각에 한 번씩 병렬 연결될 수 있다. 다시 말하면, 제1배터리 셀 내지 제N배터리 셀(C1 내지 CN) 각각은, 하나의 스위칭 사이클 동안 로테이션(rotation) 방식으로 모든 저항 소자(RB1 내지 RBN) 각각에 한 번씩 병렬 연결될 수 있다.

[0021] 이와 관련하여 예를 들면, 홀수번째 노드들(N1,N3,...)과 저항 소자들(RB1 내지 RBN)의 일단들 사이에는 이들 간의 연결을 온/오프하는 제1스위칭블럭(SWB1)이 위치할 수 있고, 짝수번째 노드들(N1,N3,...)과 저항 소자들(RB1 내지 RBN)의 타단들 사이에는 이들 간의 연결을 온/오프하는 제2스위칭블럭(SWB2)이 위치할 수 있다.

[0022] 이러한 제1,2스위칭블록(SWB1,SWB2)의 스위칭 동작에 의해, 제1노드 내지 제N+1노드(N1 내지 NN+1) 사이에 직렬 연결된 저항 소자들의 배치가 로테이션되어, 하나의 스위칭 사이클 동안 각 배터리 셀은 모든 저항 소자들(RB1 내지 RBN) 각각에 한 번씩 병렬로 연결되어 충전될 수 있다.

[0023] 이러한 저항 소자의 로테이션과 관련하여 도 2 내지 5를 참조하여 보다 상세하게 설명한다. 도 2 내지 5는 본 발명의 실시예에 따른 배터리의 하나의 스위칭 사이클 동안의 저항 소자 로테이션 방식을 도시한 도면이다.

[0024] 도 2 내지 5에서는, 설명의 편의를 위해, 4개의 배터리 셀인 제1배터리 셀 내지 제4배터리 셀(C1 내지 C4)과 4개의 저항 소자인 제1저항 소자 내지 제4저항 소자(RB1 내지 RB4)를 사용한 배터리를 도시하고 있다.

[0025] 도 2 내지 5는 각각 하나의 스위칭 사이클을 구성하는 제1스위칭 구간 내지 제4스위칭 구간에서의 배터리의 상태를 도시하고 있다.

[0026] 먼저, 도 2를 참조하면, 제1스위칭 구간에서는, 제1배터리 셀 내지 제4배터리 셀(C1 내지 C4)은 각각 제1저항 소자 내지 제4저항 소자(RB1 내지 RB4)와 병렬 연결될 수 있다. 이를 위해, 제1노드(N1) 및 제2노드(N2) 사이에는 제1저항 소자(RB1)가 연결되고, 제2노드(N2) 및 제3노드(N3) 사이에는 제2저항 소자(RB2)가 연결되고, 제3노드(N3) 및 제4노드(N4) 사이에는 제3저항 소자(RB3)가 연결되고, 제4노드(N4) 및 제5노드(N5) 사이에는 제4저항 소자(RB4)가 연결될 수 있다. 이러한 연결 상태에서, 제1배터리 셀 내지 제4배터리 셀(C1 내지 C4)이 충전될 수

있다.

[0027] 다음으로, 도 3을 참조하면, 제2스위칭 구간에서는, 제1배터리 셀 내지 제4배터리 셀(C1 내지 C4)은 각각 제2,3,4,1저항 소자(RB2,RB3,RB4,RB1)와 병렬 연결될 수 있다. 이를 위해, 제1노드(N1) 및 제2노드(N2) 사이에는 제2저항 소자(RB2)가 연결되고, 제2노드(N2) 및 제3노드(N3) 사이에는 제3저항 소자(RB3)가 연결되고, 제3노드(N3) 및 제4노드(N4) 사이에는 제4저항 소자(RB4)가 연결되고, 제4노드(N4) 및 제5노드(N5) 사이에는 제1저항 소자(RB1)가 연결될 수 있다. 이러한 연결 상태에서, 제1배터리 셀 내지 제4배터리 셀(C1 내지 C4)이 충전될 수 있다.

[0028] 이처럼, 제2스위칭 구간에서는, 제1스위칭 구간과 비교하여, 제1노드(N1) 내지 제4노드(N4) 사이의 저항 소자들(RB1 내지 RB4)의 연결 순서(또는 위치)가 1개 만큼 로테이션 될 수 있다.

[0029] 다음으로, 도 4를 참조하면, 제3스위칭 구간에서는, 제1배터리 셀 내지 제4배터리 셀(C1 내지 C4)은 각각 제3,4,1,2저항 소자(RB3,RB4,RB1,RB2)와 병렬 연결될 수 있다. 이를 위해, 제1노드(N1) 및 제2노드(N2) 사이에는 제3저항 소자(RB3)가 연결되고, 제2노드(N2) 및 제3노드(N3) 사이에는 제4저항 소자(RB4)가 연결되고, 제3노드(N3) 및 제4노드(N4) 사이에는 제1저항 소자(RB1)가 연결되고, 제4노드(N4) 및 제5노드(N5) 사이에는 제2저항 소자(RB2)가 연결될 수 있다. 이러한 연결 상태에서, 제1배터리 셀 내지 제4배터리 셀(C1 내지 C4)이 충전될 수 있다.

[0030] 이처럼, 제3스위칭 구간에서는, 제2스위칭 구간과 비교하여, 제1노드(N1) 내지 제4노드(N4) 사이의 저항 소자들(RB1 내지 RB4)의 연결 순서(또는 위치)가 1개 만큼 로테이션 될 수 있다.

[0031] 다음으로, 도 5를 참조하면, 제4스위칭 구간에서는, 제1배터리 셀 내지 제4배터리 셀(C1 내지 C4)은 각각 제4,1,2,3저항 소자(RB4,RB1,RB2,RB3)와 병렬 연결될 수 있다. 이를 위해, 제1노드(N1) 및 제2노드(N2) 사이에는 제4저항 소자(RB4)가 연결되고, 제2노드(N2) 및 제3노드(N3) 사이에는 제1저항 소자(RB1)가 연결되고, 제3노드(N3) 및 제4노드(N4) 사이에는 제2저항 소자(RB2)가 연결되고, 제4노드(N4) 및 제5노드(N5) 사이에는 제3저항 소자(RB3)가 연결될 수 있다. 이러한 연결 상태에서, 제1배터리 셀 내지 제4배터리 셀(C1 내지 C4)이 충전될 수 있다.

[0032] 이처럼, 제4스위칭 구간에서는, 제3스위칭 구간과 비교하여, 제1노드(N1) 내지 제4노드(N4) 사이의 저항 소자들(RB1 내지 RB4)의 연결 순서(또는 위치)가 1개 만큼 로테이션 될 수 있다.

[0033] 위와 같이, 하나의 스위칭 사이클 동안, 각 배터리 셀은 저항 소자들(R1 내지 R4)과 한 번씩 병렬 연결될 수 있다. 이에 따라, 모든 배터리 셀(C1 내지 C4)은 저항 소자들의 저항값의 평균에 수렴하는 전압으로 충전될 수 있다.

[0034] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 배터리 셀들의 충전 전압들에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면이다.

[0035] 도 6은, 4개의 배터리 셀 즉 제1배터리 셀 내지 제4배터리 셀(C1 내지 C4) 각각의 초기 전압은 100V,110V,90V,100V이고, 충전 전류(ICHG)가 10A이고, 셀 밸런싱을 위한 제1저항 소자 내지 제4저항 소자(RB1 내지 RB4) 각각의 저항값은 10Ω,12Ω,11Ω,8Ω이고, 하나의 스위칭 사이클에 대한 주파수는 100㎑일 때의 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다.

[0036] 본 발명의 실시예에서는, 저항 소자들이 한 사이클 내에 모든 배터리 셀에 한 번씩 연결된다. 이에 따라, 각 배터리 셀의 전압에는, 저항 소자의 저항값에 의한 전압이 한 번씩 반영된다.

[0037] 이때, 각 배터리 셀에 연결되는 저항 소자들의 시간 즉, 스위칭 구간을 동일하게 제어함으로써, 각 배터리 셀의 평균 전압을 동일하게 만들 수 있다. 물론, 본 발명의 실시예에서는, 경우에 따라 저항 소자들의 스위칭 구간들을 서로 다르게 설정할 수도 있다.

[0038] 결과적으로, 본 발명의 수동형 배터리 셀 전압 밸런싱 방식에서는, 저항 소자의 저항값에 실질적으로 상관 없이 배터리 셀에 연결되는 밸런싱 저항 소자들을 로테이션함으로써, 어떠한 경우에도 셀 전압들의 밸런싱을 구현할 수 있다.

[0039] 전술한 본 발명의 실시예는 본 발명의 일예로서, 본 발명의 정신에 포함되는 범위 내에서 자유로운 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명은, 첨부된 특허청구범위 및 이와 등가되는 범위 내에서의 본 발명의 변형을 포함한다.

부호의 설명

[0040] BA: 배터리

BCA: 배터리 셀 어레이

BC: 밸런싱 저항 연결 회로

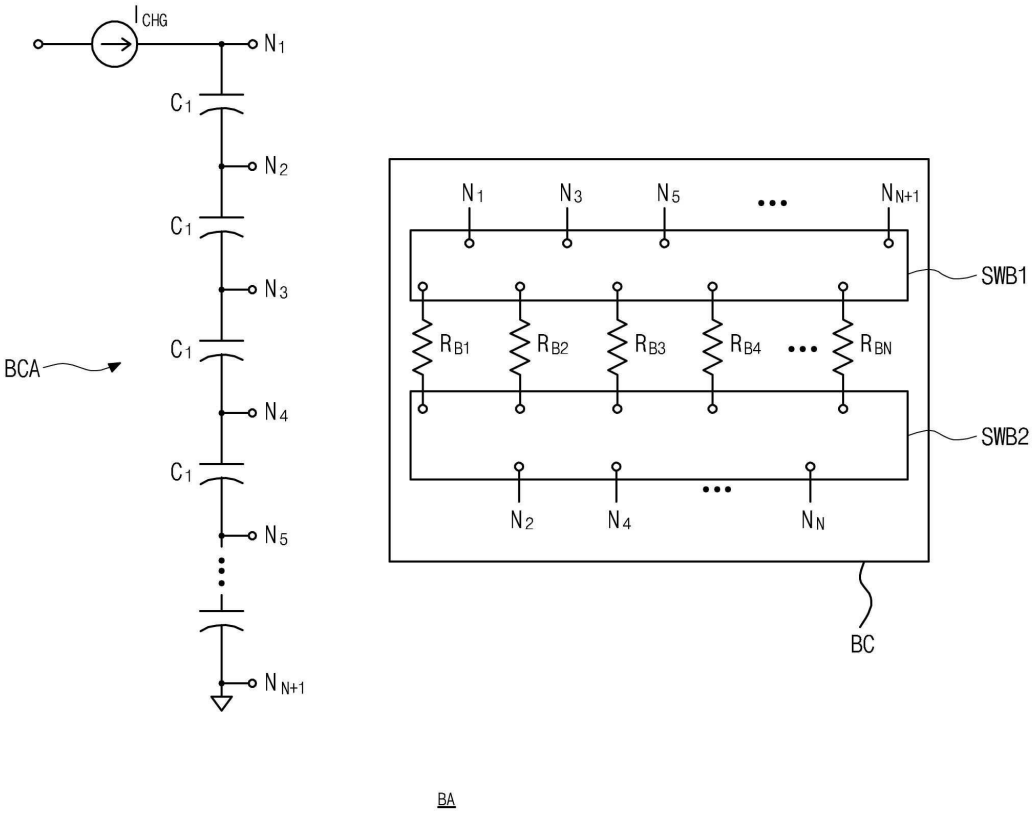
C1 내지 CN: 제1 내지 제N배터리 셀

RB1 내지 RBN: 제1 내지 제N저항 소자

N1 내지 NN+1: 제1 내지 제N노드

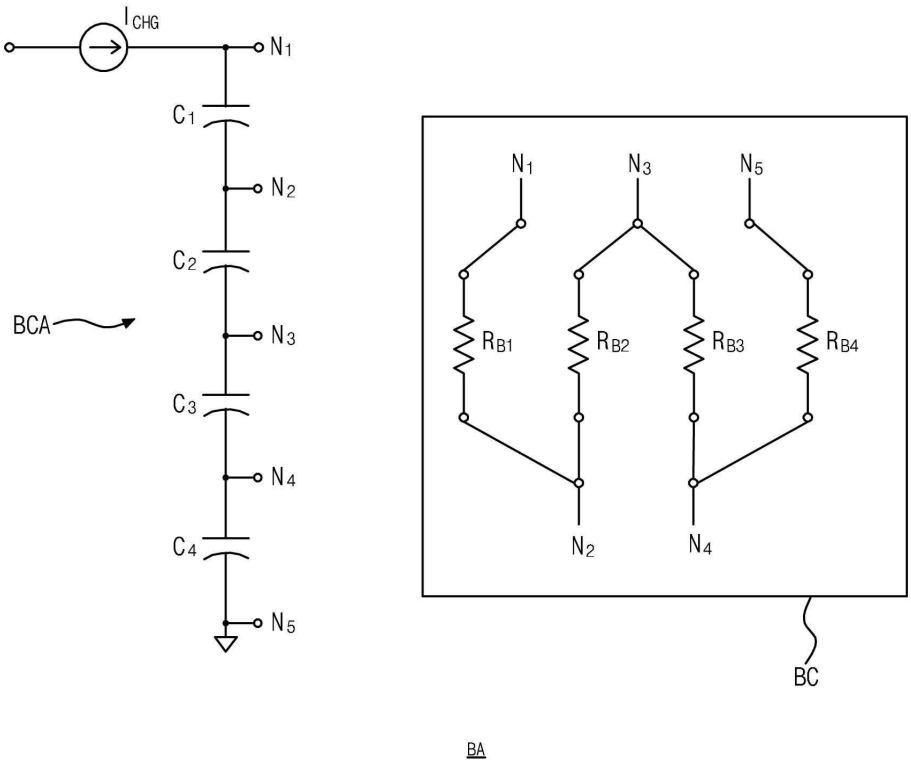
도면

도면1

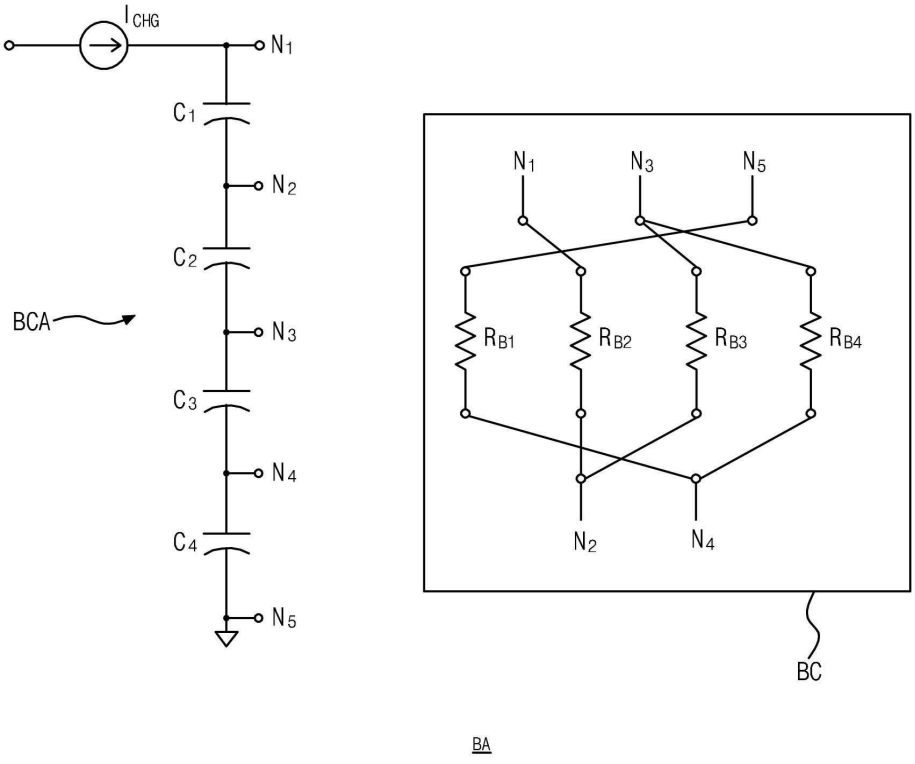


BA

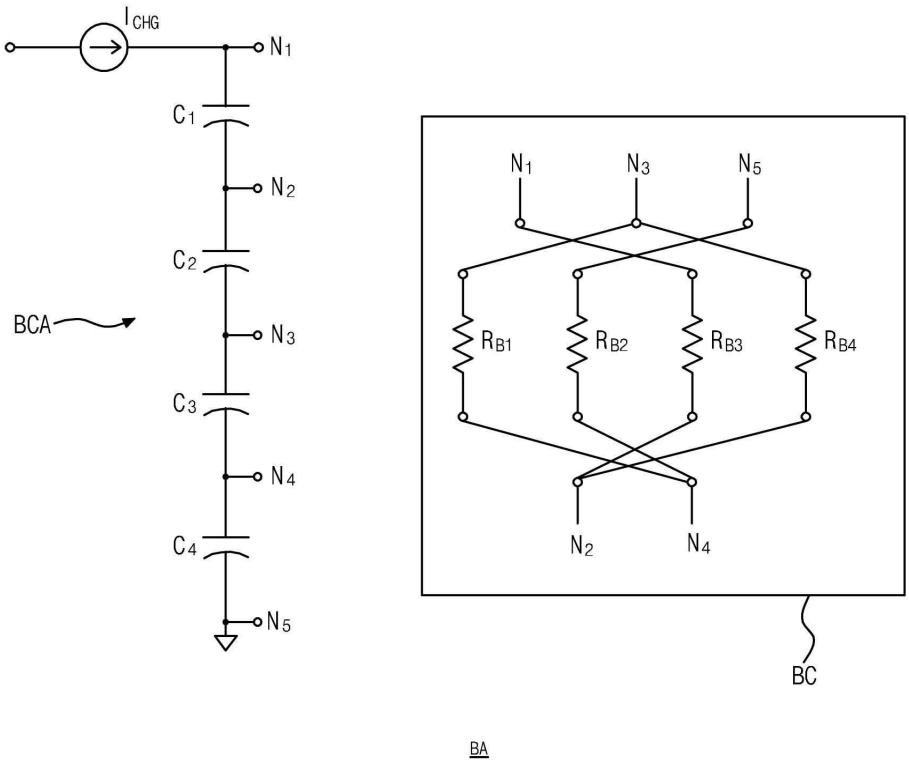
도면2


I CHG
N1
C1
N2
C2
BCA
N3
C3
N4
C4
N5
N1
N3
N5
RB1
RB2
RB3
RB4
N2
N4
BC
BA

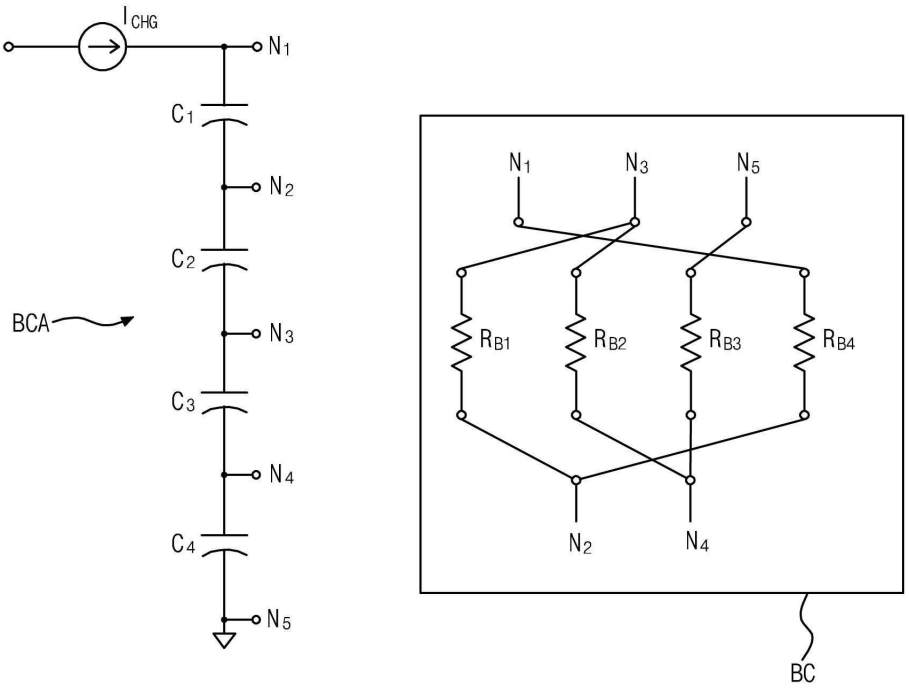
도면3


I CHG
N1
C1
N2
C2
BCA
N3
C3
N4
C4
N5
N1
N3
N5
RB1
RB2
RB3
RB4
N2
N4
BC
BA

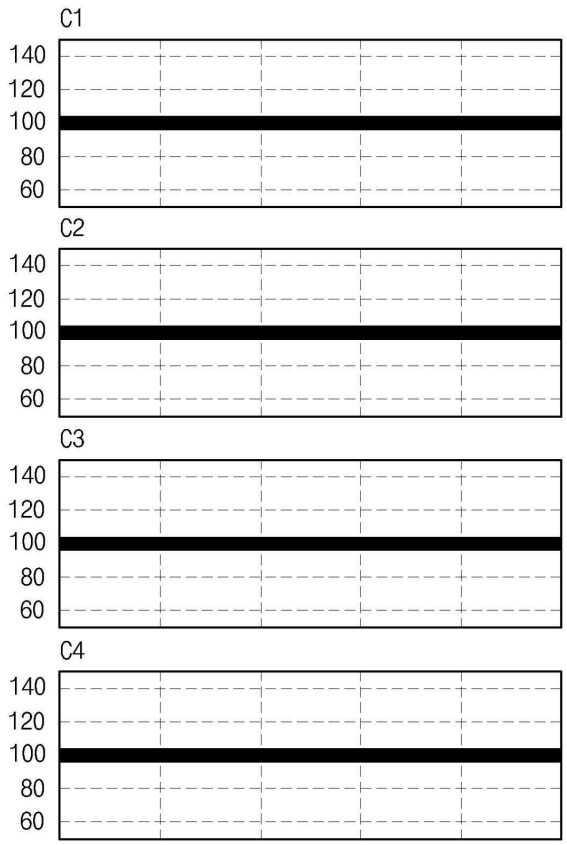
도면4


I CHG
N1
C1
N2
C2
BCA
N3
C3
N4
C4
N5
N1
N3
N5
RB1
RB2
RB3
RB4
N2
N4
BC
BA

도면5


I CHG
N1
C1
N2
C2
BCA
N3
C3
N4
C4
N5
N1
N3
N5
RB1
RB2
RB3
RB4
N2
N4
BC
BA

도면6


C1
140
120
100
80
60
C2
140
120
100
80
60
C3
140
120
100
80
60
C4
140
120
100
80
60